

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Modelo multicritério de análise benefício/custo
em processo construtivo de mobilidade urbana -
estudo de caso em Santa Rita do Sapucaí, MG**

Jaíne Cássia Fonseca Amaral

Itajubá, Maio de 2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Jaíne Cássia Fonseca Amaral

**Modelo multicritério de análise benefício/custo
em processo construtivo de mobilidade urbana -
estudo de caso em Santa Rita do Sapucaí, MG**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como parte dos requisitos para obtenção do título de **Mestre em Ciências em Engenharia de Produção**.

Área de concentração: Engenharia de Produção

Grupo de pesquisa: LogTranS

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Josiane Palma Lima

Itajubá, Maio de 2023

DEDICATÓRIA

*Dedico esta dissertação ao meu amado marido Davi,
aos meus amados familiares, principalmente meus pais Jeane e Reinaldo, meus
irmãos e avôs e
aos meus queridos amigos...*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus por sempre iluminar minha vida e por guiar os meus passos com toda sua graça para cumprimento dos propósitos.

Ao meu marido Davi, pela motivação, paciência, companheirismo e amor em todas as horas.

Agradeço à minha mãe, Jeane, por todo amor dedicado para mim e toda nossa família, e meu pai, Reinaldo pelos ensinamentos de humildade e forças diários. Aos meus amados irmãos, Júnior e Flávio, por todo carinho, parceria e amizade.

Aos meus avôs, Marli e Jarbas e Antônia e Benedito que estiveram sempre presentes em minha vida, gratidão por todo apoio e amor incondicional. Agradeço a todos meus queridos familiares, padrinhos e amigos pelo incentivo, força e principalmente compreensão.

Aos meus queridos amigos que fiz durante o mestrado, Daniel, Raphael, Brenda, Rodrigo, Érica, Sara, Rebecca, Júlia, Marianna, Laryssa, Lucas, Flávia, Fábio e tantos outros. Sou muito grata à Deus por ter me abençoado com pessoas tão especiais. Gratidão especial ao Leonardo, que desde o processo seletivo, compartilhamos momentos e experiências profundas, sua amizade se tornou essencial na continuidade dessa trajetória.

Aos professores que tive durante a graduação na FAI – Centro de Ensino Superior em Gestão, Tecnologia e Educação, foram eles que fizeram despertar a busca pelos aprofundamentos na vida acadêmica. Principalmente ao Claudemiro Teodoro, Caroline Miranda, Sandra Carvalho, Diogo Castro, Rodrigo Renó e Wilson Alixandrino, os quais me apoiaram e incentivaram desde a graduação e tenho profunda admiração, obrigada por todo incentivo e apoio.

A minha orientadora Josiane Palma Lima, minha gratidão pelas orientações e toda clareza de conhecimento compartilhados, sua contribuição não foi somente na dissertação, mas com direcionamento para escolhas na vida pessoal e profissional. Obrigada pela sua dedicação, lhe admiro muito além da sua exemplar carreira acadêmica, mas também como pessoa.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UNIFEI e ao LogTranS pela estrutura fornecida e por todo conteúdo e informações compartilhados.

Agradeço a todos os envolvidos e participantes na minha pesquisa, obrigada pela disponibilidade e por toda contribuição dada para o desenvolvimento desta dissertação. Especialmente ao Gustavo Vedana com suas referências e trabalhos repletos de intencionalidade e originalidade dedicados ao design de experiência das pessoas. E também ao Anderson Rezende, por sua prontidão e agilidade com lógicas de programação. Vocês foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, muito obrigada.

Ao município de Santa Rita do Sapucaí, utilizado para coleta de dados e por seu movimento colaborativo Cidade Criativa, Cidade Feliz que possui propósitos e conexões intensas com meu trabalho e propósito.

À esta instituição, UNIFEI, que me acolheu e proporcionou novas conexões e horizontes.

Por último, agradeço à CAPES pelos incentivos financeiros.

*“Todas as cidades no mundo têm departamentos de trânsito, mas quase nenhuma tem um departamento para pedestres e ciclista ou para a **qualidade de vida.**”*
(Jan Gehl)

RESUMO

As cidades são caracterizadas por problemas desde a revolução industrial que gerou uma urbanização acelerada. Isso resultou na necessidade de processos construtivos de infraestrutura para a população, sem levar em consideração as avaliações do uso dos recursos em diversos âmbitos, como o social, ambiental, econômico, histórico e cultural dos locais urbanizados. Alguns autores abordam o crescimento desordenado dos centros urbanos, juntamente com a descontinuidade de obras, resultando em desperdício de recursos em nível municipal, estadual e federal, e que não atendem às necessidades da população. Apesar da criação do Ministério das Cidades e da Política Nacional de Mobilidade Urbana, identifica-se ausência de um método estruturado de avaliação com critérios de sustentabilidade para seleção de processos construtivos de infraestrutura que busquem maximizar os benefícios/vantagens e minimizar os custos/desvantagens para população. Desta maneira, o objetivo do trabalho foi desenvolver um modelo combinado de análise benefício-custo, utilizando ferramenta multicritério para avaliação do uso de recursos econômicos, ambientais e sociais em processo construtivo de infraestrutura de transporte e mobilidade urbana. Através da fundamentação teórica, verificou-se diversas iniciativas internacionais de avaliação de processos, com destaque para o *The Green Book* do Reino Unido e verificou-se que o Brasil não possui a seleção de propostas e processos à margem de critérios estritamente objetivos. Buscou-se então construir e testar a aplicabilidade do modelo no projeto da Vila Criativa, Vila Feliz em Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais, criadora do Movimento Cidade Criativa, Cidade Feliz que possui a cidade como plataforma para aumento da qualidade de vida das pessoas. Foram definidos 26 (vinte e seis) critérios para a metodologia combinada de *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e a Análise Benefício-Custo (ABC), submetidos em matrizes de comparação para avaliação de 9 (nove) especialistas. Os critérios e suas respectivas métricas de três valores foram definidos para contribuir com a aplicação dos dados na ferramenta ABC de Processos Construtivos de Infraestrutura (ABC_{INFRA}). A ferramenta contribui com a geração de relatório de avaliação individual de cada processo construtivo para cada recurso da sustentabilidade em ambas as classes de benefício/vantagem e custo/desvantagem. A aplicação do modelo no processo construtivo da Vila Criativa, Vila Feliz, permitiu a validação dos critérios técnicos, ponderação dos especialistas, determinação de pontos críticos e toda a construção da ferramenta através dos métodos combinados, contribuindo para tomada de decisão do gestor na aplicação dos recursos públicos conectados com o propósito da sustentabilidade e mobilidade. A ferramenta permitiu determinar que o processo construtivo objeto de estudo minimizou os custos/desvantagens e maximizou os benefícios/vantagens, sendo viável para a cidade/pessoas, principalmente no recurso social que teve desempenho de 100% em ambas as classes, seguido pelo recurso econômico e por último o recurso ambiental. Dessa maneira, o trabalho atendeu o objetivo principal e específicos e proporcionou contribuição científica com definição de critérios e métricas de desempenho técnicos através da ferramenta de processamento de dados ABC_{INFRA} que entrega a análise quantitativa do AHP e pontos críticos e, pode ser utilizada também, pelos gestores/tomadores de decisões públicas direcionadas à processos construtivos. Sugere-se, como trabalhos futuros, a aplicação do modelo ABC_{INFRA}, em diferentes cidades, contribuindo para novas comparações e análises. E a ampliação dos especialistas, representando os diversos estados brasileiros.

Palavras-Chave: Análise Benefício-Custo. Processo Construtivo de Infraestrutura. Mobilidade Urbana. Transporte. Multicritério.

ABSTRACT

Cities are characterized by problems since the industrial revolution that generated an accelerated urbanization, which resulted in a need for construction processes of infrastructure for the population, disregarding the evaluations of resource use from different areas, such as social, environmental, economic, historical and cultural aspects of urbanized places. Some authors address the disorderly growth of urban areas, simultaneously with the discontinuity of works, which result in waste of resources at municipal, state and federal levels and do not serve the population. Despite the creation of the Ministry of Cities and the National Urban Mobility Policy, there is a lack of a structured evaluation method with sustainability criteria for selecting infrastructure construction processes that maximize benefits/advantages and minimize costs/disadvantages for the population. In this way, the objective of the work was to develop a combined model of cost-benefit analysis, using a multicriteria tool to evaluate the use of economic, environmental and social resources in the construction process of transport infrastructure and urban mobility. Through the theoretical foundation, several international initiatives for process evaluation were verified, with emphasis on The Green Book of the United Kingdom and it was verified that Brazil does not have the selection of proposals and processes outside of strictly objective criteria. We then sought to build and test the applicability of the model in the project of Vila Criativa, Vila Feliz in Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais, creator of the Movimento Cidade Criativa, Cidade Feliz, which uses the city as a platform to increase people's quality of life. . Twenty-six (26) criteria were defined for the combined methodology of Analytic Hierarchy Process (AHP) and Benefit-Cost Analysis (ABC), submitted in comparison matrices for evaluation by 9 (nine) specialists. The criteria and their respective three-valued metrics were defined to contribute to the application of data in the tool ABCde Constructive Processes of Infrastructure (ABC_{INFRA}). The tool contributes to the generation of an individual assessment report for each construction process for each sustainability resource in both benefit/advantage and cost/disadvantage classes. The application of the model in the construction process of Vila Criativa, Vila Feliz, allowed the validation of the technical criteria, expert weighting, determination of critical points and the entire construction of the tool through combined methods, contributing to the manager's decision-making in the application of the public resources connected with the purpose of sustainability and mobility. The tool made it possible to determine that the constructive process object of study minimized the costs/disadvantages and maximized the benefits/advantages, being viable for the city/people, mainly in the social resource that had a performance of 100% in both classes, followed by the economic resource and finally the environmental resource. In this way, the work met the main and specific objectives and provided a scientific contribution with the definition of technical performance criteria and metrics through the ABC_{INFRA} data processing tool that delivers the quantitative analysis of the AHP and critical points and can also be used by the public managers/decision makers directed to constructive processes. It is suggested, as future works, the application of the ABC_{INFRA} model, in different cities, contributing to new comparisons and analyses. As well as the expansion of specialists, representing the different Brazilian states.

Keywords: Cost-Benefit Analysis. Infrastructure Constructive Process. Urban Mobility. Transport. Multicriteria.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dimensões de Avaliação de Projetos de Mobilidade	18
Figura 2 - Interface e Código RStudio.....	22
Figura 3 - Fluxograma do PRISMA.....	23
Figura 4 - Publicações ao longo dos anos	24
Figura 5 - Nuvem de palavras	26
Figura 6 – Mapa temático	27
Figura 7 - Relevância dos autores ao longo do tempo	28
Figura 8 - Linha do tempo da legislação urbana brasileira	33
Figura 9 - Organograma Ministério das Cidades	34
Figura 10 - Legislação e Instrumentos de Planejamento Urbano no Brasil	35
Figura 11 - Pilares da Sustentabilidade	39
Figura 12 - Princípios para qualificação dos acessos	52
Figura 13 - Etapas de Análise Multicritério	56
Figura 14 - Estrutura Hierárquica AHP	58
Figura 15 - Etapas da Pesquisa	65
Figura 16 - Níveis da estrutura hierárquica.....	67
Figura 17 - Estrutura hierárquica para avaliação benefício-custo.....	71
Figura 18 - Análise par a par dos custos do recurso econômico	72
Figura 19 - Análise par a par dos custos do recurso ambiental.....	72
Figura 20 - Análise par a par dos custos do recurso social	72
Figura 21 - Análise par a par dos benefícios do recurso econômico.....	72
Figura 22 - Análise par a par dos benefícios do recurso ambiental	73
Figura 23 - Análise par a par dos benefícios do recurso social	73
Figura 24 - Quadro comentário descrição do critério	73
Figura 25 - Quadro comentário comparação linha e coluna do critério.....	73
Figura 26 - Linguagem para Análise de Consistência.....	74
Figura 27 - Cálculos de consistência de matriz 4x4 e 5x5	74
Figura 28 - Área de avaliação de processos construtivos 100%	82
Figura 29 - Área de avaliação pior cenário benefício/custo de processos construtivos	82
Figura 30 – Campos de preenchimento e botão de automatização "Gerar Relatório"	83
Figura 31 - Compilação do Score de Recursos	83
Figura 32 - Relatório gerado automaticamente de avaliação de processos construtivos de infraestrutura	84
Figura 33 - Pontos Críticos de Custos e Benefícios	85
Figura 34 - Mapa do estado de Minas Gerais e vista da cidade	86
Figura 35 - Vista de Santa Rita do Sapucaí/MG	86
Figura 36 - Movimento Cidade Criativa, Cidade Feliz	87
Figura 37 - Ponte de acesso a cidade reformada em 2021	88
Figura 38 - Construção de creche e escola em bairro divisa do município.....	88
Figura 39 - Estação ferroviária inoperante.....	89
Figura 40 - Cine teatro paralisado.....	89
Figura 41 - Área central de posse do poder público utilizada semanalmente como estacionamento.....	89
Figura 42 - Mapa de Santa Rita e localização do processo construtivo	90
Figura 43 - Área de construção do processo construtivo	90
Figura 44 - Projeto da Vila Criativa, Vila Feliz	91
Figura 45 - Coleta de informações na biblioteca	92
Figura 46 - Descrição do memorial descritivo do município.....	93
Figura 47 - Caçamba para descarte de resíduos sólidos.....	94
Figura 48 - Posto de Trabalho Arquiteto Urbano.....	96
Figura 49 - Início da Ciclovía	97
Figura 50 – Espécies Brasileiras escolhidas da Reserva Biológica.....	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 51 - Especificações de Espécies de Vegetação para Arborização	99
Figura 52 - Paisagismo da Vila Criativa, Vila Feliz	100
Figura 53 - Área Convivência e Comércio	100
Figura 54 - 12 critérios de qualidade para pedestre	102
Figura 55 - Peso dos critérios de custos dos recursos econômicos	105
Figura 56 - Peso dos critérios de custos dos recursos ambientais	106
Figura 57 - Peso dos critérios de custos dos recursos sociais	106
Figura 58 - Peso dos critérios de benefícios dos recursos econômicos	107
Figura 59 - Peso dos critérios de benefícios dos recursos ambientais	107
Figura 60 - Peso dos critérios de benefícios dos recursos sociais	108
Figura 61 - Grau de Importância dos critérios das duas classes – Custos e Benefícios	110
Figura 62 – Pesos normalizados dos Especialistas – Classe Benefício	111
Figura 63 – Pesos normalizados dos Especialistas – Classe Custo	112
Figura 64 - Matriz de Dispersão dos Recursos	116
Figura 65 – Análise de quadrantes dos scores finais dos recursos	117
Figura 66 - Relatório da aplicação do ABC _{INFRA}	119
Figura 67 - Pontos Críticos da Vila Criativa, Vila Feliz	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dimensões da Sustentabilidade	38
Quadro 2 - Poluentes atmosféricos: fontes e efeitos	44
Quadro 3 - Classe, origem e tipo de resíduo de processos construtivos.	45
Quadro 4 - Classificação das abordagens multicritério.....	57
Quadro 5 - Escalas de Importância do AHP	59
Quadro 6 – Descrição dos critérios por classe e recurso.....	69
Quadro 7 - Escala de métrica e impacto.....	75
Quadro 8 - Métricas para Avaliação de Critérios da Classe Custos.....	76
Quadro 9 - Métricas para Avaliação de Critérios da Classe Benefícios	78
Quadro 10 - Experiência dos Especialistas	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Compilado de informações da amostra.....	23
Tabela 2 - Análise dos Periódicos.....	25
Tabela 3 - Análise dos países.....	25
Tabela 4 - Matriz Comparação Critérios Par a Par.....	59
Tabela 5 - Índices Tabelos de Consistência.....	61
Tabela 6 – Valores de desempenho dos critérios das duas classes.....	103
Tabela 7 – Análise agregada da Classe Custos da Vila Criativa.....	114
Tabela 8 - Análise agregada da Classe Benefícios da Vila Criativa.....	115

LISTA DE ABREVIATURAS

ABC	<i>Analysis Benefit Cost</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADMC	Análise de Decisão com Múltiplos Critérios
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CBTU	Companhia de Trens Urbanos
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DEINFRA	Departamento Estadual de Infraestrutura de Santa Catarina
DENATRAM	Departamento Nacional de Trânsito
EPL	Empresa de Planejamento e Logística
EUA	Estados Unidos da América
EUROFORUM	Centro Europeu para o Desenvolvimento da Empresa
FIB	Felicidade Interna Bruta
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de Consistência
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IR	Índice de Aleatoriedade
MG	Minas Gerais
MUS	Mobilidade Urbana Sustentável
NBR	Norma Brasileira de Regulamentação
OGU	Orçamento Geral da União
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas

LISTA DE ABREVIATURAS

OECD	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P.E.R.M.A.	<i>Positive Emotion, Engagement, Relationships, Meaning e Achievement</i>
PLANMOB	Plano de Mobilidade
PMUS	Plano de Mobilidade Urbana Sustentável
PPP	Parceria Público-Privada
PRISMA	Preferência de Relatório e Itens para revisão Sistemática e Meta-Análises
PIB	Produto Interno Bruto
RC	Razão de Consistência
RI	Índice de Consistência Aleatória
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
S.E.E.R.R.	Sentido, Engajamento, Emoções Positivas, Relacionamentos e Realização
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SEMOB	Secretaria Municipal de Mobilidade e Transporte
TCU	Tribunal de Contas da União
TRENSURB	Trens Urbanos de Porto Alegre
VBA	<i>Visual Basic for Applications</i>
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos
WHO	<i>World Health Organization</i> ou Organização Mundial da Saúde
WLC	<i>Weighted Linear Combination</i> ou Combinação Linear Ponderada
WRI	<i>World Resources Institute</i> ou Instituto de Recursos Mundiais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Contextualização	15
1.2	Justificativa do trabalho e problema de pesquisa	17
1.3	Objetivos	19
1.3.1	Objetivo geral	19
1.3.2	Objetivos específicos	19
1.4	Estrutura do trabalho	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	Mobilidade Urbana e Análise Benefício-Custo: Uma Revisão Sistemática da Literatura	21
2.1.1	Principais informações da amostra	23
2.1.2	Análise descritiva dos periódicos, instituições e países	24
2.1.3	Nuvem de palavras e mapa temático	25
2.1.4	Autores e artigos dos autores mais relevantes	28
2.2	Mobilidade Urbana e Transporte	30
2.2.1	Contextualização do Cenário Brasileiro	33
2.2.2	Iniciativas e Desafios dos Processos Construtivos de Infraestrutura em Transporte e Mobilidade Urbana	35
2.3	Sustentabilidade e seus Aspectos na Mobilidade Urbana e Transporte	38
2.3.1	Aspectos Econômicos	40
2.3.2	Aspectos Ambientais	43
2.3.3	Aspectos Sociais	48
2.4	Apoio a Tomada de Decisão	53
2.4.1	Método Multicritério	55
2.4.2	Analytic Hierarchy Process (AHP)	57
2.4.3	Método Avaliação Benefício-Custo	61
3	METODOLOGIA	64
3.1	Classificação da Pesquisa	64
3.2	Etapa de Estruturação do Trabalho	65
4	CONSTRUÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO	67
4.1	Definição dos critérios de avaliação e Estrutura Hierárquica	67
4.2	Elaboração das matrizes de comparação	72
4.3	Definição das métricas de desempenho dos critérios de avaliação	75
4.4	Construção da Ferramenta de Processamento de Dados para a ABC _{INFRA}	81
5	APLICAÇÃO DO MODELO ABC_{INFRA} NO MUNICÍPIO DE SANTA RITA DO SAPUCAÍ – MG	86
5.1	Objeto de estudo	86
5.2	Desempenho dos critérios: coleta de dados do projeto da Vila Criativa, Vila Feliz	90
5.3	Grau de Importância dos critérios: Entrevista com especialistas	103
5.4	Análise Agregada e Desagregada dos Resultados	112
5.5	Aplicação do ABC _{INFRA}	118
6	CONCLUSÃO	121
	APÊNDICE	125
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Com a Revolução Industrial, segundo os autores Oliveira, Fleck e Becker (2011) foi necessária a adequação dos espaços urbanos, com objetivo de fornecer uma infraestrutura mínima para população. As propostas e suas implementações se deram em espaços que cresceram de forma desordenada, desconsiderando o processo cultural, social, ambiental e histórico dos locais urbanizados. Conforme Schwab (2016) a Revolução Industrial do século XXI exigirá infraestrutura e mobilidade de formas inovadoras, as quais suportem uma economia digital global, conectada e sustentável. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), até o ano de 2050, sete em cada dez pessoas no mundo podem ser identificadas como moradores nos meios urbanos (MULDOON-SMITH *et al.*, 2015). No Brasil, a Organização das Nações Unidas (ONU), prevê que até o ano de 2030, 91% da população brasileira passará a ser urbana.

Uma das consequências dessa acelerada urbanização, é o que as grandes cidades de todo o mundo encaram diariamente, como problemas como a poluição sonora e do ar provenientes do transporte de pessoas e mercadorias, falta de espaço público, congestionamentos, os quais acarretam uma indevida perda na qualidade de vida das pessoas nos meios urbanos (REZAEI; VAN ROEKEL; TAVASSZY, 2018; SMITH *et al.*, 2014). Entretanto, as cidades possuem a inspiração e desejo de humanos em nutrir sociedades resilientes e principalmente sustentáveis (CLEMENT & CRUTZEN, 2021; KUTTY *et al.*, 2020).

Dessa maneira, o planejamento da mobilidade urbana sustentável, é considerado um desafio para cidades de grande, médio e pequeno porte. Oliveira (2017) aborda o aumento considerável dos congestionamentos, os quais incorporam problemas na ordem ambiental, econômica e social. Há uma pretensão entre os governantes, a comunidade acadêmica, as instituições privadas e a população em alcançar o desenvolvimento sustentável, o qual desencadeia novas maneiras de planejar e compreender o ambiente urbano. Bouhouras e Basbas (2015) abordam a preocupação pelo crescimento desordenado dos meios urbanos, em paralelo com à descontinuidade de obras, ações essas que desperdiçam investimentos e não atendem à população.

No Brasil, a disseminação do conceito de mobilidade urbana está ocorrendo em grande parte por grupos de estudos e pesquisas acadêmicas e também, por políticas e ações do Ministério das Cidades originado no ano de 2003, o qual estabeleceu conselhos, secretarias, departamentos, planos e gabinetes para execução de obras e projetos para cidades.

De acordo com o Plano de Mobilidade Urbana (2007), criado pela Secretaria Municipal de Mobilidade e Transporte (SEMOB), a construção de cidades sustentáveis será produto de políticas

para acesso democrático e amplo ao espaço urbano, como redução da segregação espacial e contribuição para sustentabilidade ambiental e inclusão social. Além do Plano de Mobilidade Urbana (PLANMOB), os Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS) utilizam de planejamento com específicas estratégias para promover a mobilidade urbana mais sustentável.

Conforme o artigo 5º da Lei 12.587/12, toda e qualquer política pública de mobilidade urbana deverá pautar-se, sob pena de invalidade jurídica, caso não conquiste a acessibilidade universal; o desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais; a equidade no acesso dos cidadãos ao transporte coletivo público; a eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano; a gestão democrática e controle social no planejamento e avaliação da política pública de mobilidade; a segurança no deslocamento das pessoas; a justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços; a equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros; e a eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana.

A *National Academy of Sciences* (2008), relata que a infraestrutura possui uma relação direta com mobilidade urbana, já que as vias são consideradas como canalizações críticas para fluxos de tráfego e sua ampliação/manutenção serão fundamentais na garantia de deslocamentos eficientes. Dessa forma, o descongestionamento das vias, acrescenta obrigações na agenda nacional para amenizar o intenso tráfego e questões ambientais como diminuição da poluição sonora e do ar. Essa ineficiência da integração entre planejamento urbano e de transportes, também são fatores que ampliam os problemas às condições dos processos construtivos de mobilidade urbana, assim como incentivo aos modos de transporte individuais e não dos coletivos (RAO *et al.*, 2015).

Considera-se também, que o aumento da demanda de mobilidade e infraestrutura em países classificados em desenvolvimento, tiveram piora nos impactos negativos da logística de transporte (DULAC, 2013; THE WORLD BANK, 2012). Dulac (2013) aborda como impacto negativo do crescimento da logística de transporte de pessoas e mercadorias, a necessidade de gerar 335 mil quilômetros em trilhos e 25 milhões de quilômetros de rodovias pavimentadas, sobretudo em economias emergentes, o que representa um aumento de 60% das rodovias e trilhos atualmente construídos, devido tendência de aumento na exploração de petróleo em 2035.

O Banco Mundial (2020), relata que as decisões do setor público relacionadas ao investimento para implementações de processos construtivos de grande vulto precisam conter análises prévias de viabilidade socioeconômica, com a finalidade de determinação da contribuição do projeto para contexto geral do bem-estar da sociedade. Com relação as consequências do planejamento integrado, Melamed *et al.* (2016), abordam alguns critérios como o impacto direto na qualidade de vida das pessoas, com redução de poluentes emitidos, melhoria da saúde dos ecossistemas, da agricultura e também saúde humana, e a atenuação das mudanças climáticas.

Avaliações têm sido propostas para análises de uso de recursos em processos construtivos de infraestrutura nos transportes e na mobilidade urbana e, verifica-se uma necessidade de compreender e listar os critérios com estrutura de análise benefício-custo nos pilares da sustentabilidade - ambiental, humano e econômico. Alguns autores utilizam metodologia para realização das análises de impacto. Caufield *et al.* (2013) utiliza ferramenta de apoio à decisão, Cartení *et al.* (2018) aborda diversos métodos de avaliação para comparar (e escolher) diferentes investimentos em transporte na Itália, que incluem análise de risco, avaliação de risco, análise de avaliação de custo, análise de benefício-custo (ABC), análise multicritério (MCA) e outras. Ponti (2002) aborda sobre a análise benefício-custo para tomada de decisão em transporte, em Barcelona. Okafor *et al.* (2014) aborda os indicadores de desempenho como medida de eficiência energética, e além desses, tem projetos-piloto específicos, resultados de medidas políticas, impactos econômicos e dentre outros. Entretanto, tem-se a necessidade de verificação de critérios que possuam classificação não somente de recursos econômicos, como também de uso de recursos ambientais e sociais para avaliação multicritério de processo construtivo de infraestrutura e mobilidade urbana.

Diante desse contexto, o trabalho buscou a criação de um modelo para análise benefício-custo do uso de recursos de forma sustentável em processo construtivo de infraestrutura de transportes e mobilidade urbana, que contribuam para aprimoramento da aplicação de recursos públicos. A definição dos critérios de avaliação foi pautada em iniciativas políticas públicas e revisões sistemáticas com os pilares da sustentabilidade. Dessa forma, o problema de pesquisa pode ser definido como: “quais os critérios de benefício-custo melhor contribuem para a análise do uso de recursos públicos em processo construtivo de infraestrutura para desenvolvimento sustentável da mobilidade urbana e transportes?”.

1.2 Justificativa do trabalho e problema de pesquisa

No ano de 2015, a SEMOB, integrante do Ministério das Cidades, apresentou o Caderno de Referência para Elaboração do PLANMOB para orientar gestores e lideranças regionais sobre os aspectos importantes e que devem ser considerados para elaboração de planos de mobilidade, o qual também faz menção a importância da análise de viabilidade de projeto.

Uma das orientações sobre as análises de viabilidade dos projetos, apresentada no PLANMOB é a necessidade de viabilidade simultaneamente por meio de três enfoques diferentes: econômico, social e ambiental (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

De acordo com o PLANMOB (2015), os projetos de infraestrutura com mobilidade e logística urbana sustentável devem abordar quatro avaliações, são elas: avaliação socioeconômica, avaliação financeira, avaliação ambiental e avaliação técnica. A Figura 1 representa as avaliações.



Figura 1 - Dimensões de Avaliação de Projetos de Mobilidade
Fonte: PLANMOB (2015)

Apesar do caderno de referência para elaboração do Ministério das Cidades - SEMOB (2015) estar repleto de referências e com uma construção sistêmica, as avaliações atuais em níveis municipais, estaduais e até federais são realizadas sem integração de informações/critérios. Essa integração com revisão ponto por ponto, como um *check-list* contribuem para atendimento de exigências de captação de recursos de várias agências, como por exemplo do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e também o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

O PLANMOB (2015) também aborda que o Estado tem papel essencial na captação de recursos, sejam eles diretamente ou criando condições de parcerias no âmbito público x privado. São abordados dois investimentos para mobilidade:

- a) Programa Pró-Transporte e;
- b) Orçamento Geral da União (OGU) pelo Programa 2048.

De acordo com Paranaíba (2017) os métodos de análise de projetos de infraestrutura recebem críticas nacional e internacionalmente. Algumas variáveis como congestionamento, poluição do ar e sonora, tempo de viagem, segurança viária como acidentes e fatalidades, podem não estar sendo considerados para causa e consequência em métodos de avaliação multicritério, pois compõe não apenas critérios econômicos, como também ambientais e sociais. O Tribunal de Contas da União (TCU) (2015) aborda que há “ausência de análise mais desenvolvida e aprofundada acerca dos objetivos da proposta de intervenção apresentada pelos diversos estados e municípios”.

O TCU elencou ainda em relatório de auditoria, realizado no ano de 2014, três pontos de preocupação sobre análises de propostas de projetos em mobilidade e logística, são eles:

- a) a possibilidade de que a seleção das propostas seja realizada à margem de critérios estritamente objetivos;
- b) a possibilidade de que os recursos públicos sejam aplicados em projetos desconectados com os propósitos da política;
- c) resultado em desperdício de recursos públicos.

Estes apontamentos relatam que a má gestão de avaliação de projetos, podem ocorrer em implementações com investimentos equivocados, em nível municipal, estadual e federal. Um

exemplo é o caso da Copa do Mundo 2014, em que houve uma reformulação de cenários das principais cidades/capitais envolvidas, resultando em desapropriações e retirada de famílias. Holz e Monteiro (2008) relatam a importância de analisar as consequências dessas ações, principalmente de retiradas, as quais, intensificam a exclusão territorial, a segregação espacial, a degradação ambiental e uma grande lista de problemas sociais e econômicos.

Sendo assim, esse trabalho se justifica pela busca de metodologia combinada que auxilie na avaliação benefício-custo com multicritérios em processo construtivo de infraestrutura. Tal ferramenta tem o intuito de contribuir com a tomada de decisão sobre uso de recursos econômicos, ambientais e sociais de projetos de infraestrutura a serem implementados a nível municipal em diversas cidades brasileiras. A ferramenta envolve critérios de custos/desvantagens e benefícios/vantagens, associados à análise de uso de recursos públicos no processo construtivo de obras de transportes e mobilidade urbana.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é desenvolver um modelo de análise benefício-custo, utilizando ferramenta multicritério para avaliação do uso de recursos econômicos, ambientais e sociais em processo construtivo de infraestrutura de mobilidade urbana e transportes.

1.3.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, tem-se como objetivos específicos:

- a) Identificar os critérios através de referencial teórico de processo construtivo de infraestrutura, transportes, mobilidade urbana;
- b) Estruturar modelo multicritério de análise benefício-custo;
- c) Testar aplicabilidade do modelo e seus resultados no processo construtivo da Vila Criativa, Vila Feliz da cidade de Santa Rita do Sapucaí, MG.

1.4 Estrutura do trabalho

Esta dissertação está estruturada em sete capítulos. O primeiro aborda a introdução, em que se apresenta a problemática da análise de uso de recursos em processos construtivos de infraestrutura e a crescente urbanização do país. Neste capítulo é realizada uma contextualização do tema que motivou o desenvolvimento da pesquisa.

O segundo capítulo abrange todo referencial teórico, em que abordou-se 5 temas centrais: revisão sistemática da literatura sobre processos construtivos de infraestrutura em transporte e mobilidade urbana, conceitos de transporte e mobilidade urbana, aspectos econômicos, sociais e ambientais na mobilidade urbana, processos de infraestrutura, apoio a tomada de decisão com métodos multicritério e avaliação benefício-custo.

O terceiro capítulo aborda a metodologia de pesquisa adotada. Neste capítulo, realizou-se a classificação metodológica, em seguida, o detalhamento das etapas para desenvolvimento do modelo multicritério com o benefício-custo.

O quarto capítulo é a construção do modelo de avaliação benefício-custo, com a obtenção da matriz hierárquica, elaboração das matrizes de comparação, definição do grau de importância dos critérios, entrevista com os especialistas para obtenção dos pesos dos critérios na matriz.

Em seguida, no quinto capítulo é realizada a caracterização da cidade objeto de estudo e do processo construtivo, no qual foi realizado a coleta de dados para análise de desempenho e aplicação do modelo de avaliação.

O sexto capítulo consiste na discussão dos resultados do trabalho, com apresentação de análises gráficas e simulação de cenários.

O sétimo e último capítulo apresenta a conclusão do trabalho, reforçando a importância da análise dos critérios sustentáveis de mobilidade urbana e logística para minimização dos custos/desvantagens e maximização dos benefícios/vantagens do uso de recursos nos processos construtivos de infraestrutura.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Mobilidade Urbana e Análise Benefício-Custo: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Considerando um dos objetivos específicos desse trabalho que é realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com relação aos projetos de mobilidade urbana sustentável com foco em análise de custos e benefícios de diferentes projetos mobilidade sustentável urbana, percebe-se a necessidade de explorar como estão sendo os projetos e aplicação das análises dos custos e benefícios. Para análise exploratória e descritiva da produção científica sobre mobilidade urbana sustentável com enfoque na análise benefício-custo dos projetos, foi realizada uma RSL utilizando o método PRISMA. Realizou-se um levantamento de documentos científicos em 15 de julho de 2022 e, posteriormente, foi feita uma análise quantitativa. Dessa forma, foi possível identificar tendências da área de pesquisa e suas respectivas palavras-chave dos últimos 28 anos. Para Alcayaga, Wiener e Hansen (2019), a revisão sistemática da literatura contribui para captura da diversidade de publicações científicas. Møller e Myles (2016) complementam que esse tipo de revisão auxilia na sintetização e avaliação dos conhecimentos relacionados aos assuntos abordados. Moher *et al.* (2015) abordam sobre o PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*, ou Preferência de Relatório e Itens para revisão Sistemática e Meta-Análises, o qual embasa o presente trabalho. Segundo os autores, o método possui quatro etapas de orientação aos pesquisadores, sendo elas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão.

A metodologia, trata-se da análise bibliométrica, a qual se ampara na evidenciação quantitativa de um grupo de palavras-chave em busca de um conjunto de artigos. Alguns desses parâmetros quantitativos, de acordo com Ensslin *et al.* (2000) são: artigos selecionados, anos de publicação, referências, autores, periódicos mais relevantes e entre outros. Em comparação com resumos ou revisões tradicionais, a análise bibliométrica possui algumas vantagens como: apontamento de extensa quantidade de documentos em um banco de dados com visão geral de tópicos de pesquisa e auxílio de *software*; a análise de citações permite obter fatores de impactos e os pontos críticos de pesquisa e a leitura clássica podem ser identificados e/ou observados de maneira eficiente (SU, PENG e LI, 2021).

As palavras-chaves inicialmente definidas foram: “*cost-benefit analysis*”, “*projects*” e “*sustainable urban mobility*”. As bases de pesquisa dos documentos foram obtidas através da *Scopus* e *Web of Science*, mediante busca nos Periódicos da CAPES, com o filtro “*all files*” que busca por título, resumo, palavras-chave, corpo dos trabalhos, dentre outros parâmetros. A pesquisa na base da *Web of Science* resultou em uma amostra de 10 artigos e na *Scopus* em 858 artigos, na linha do tempo de 1994 até 2022. Essa foi a etapa de **Identificação** pelo protocolo PRISMA.

Para análise quantitativa, há vários *softwares* desenvolvidos pela comunidade acadêmica e disponibilizados gratuitamente para uso de pesquisadores como a *Biblioshiny*, *Bibexcel* e *Publish or Perish* e *VOSviewer*, entre outros. Para elaboração das análises gráficas e visuais desse trabalho foi utilizado o *Biblioshiny*, do pacote em R, *Bibliometrix*.

De acordo Aria e Cuccurullo (2017) o *software* estatístico R® é livre e possui código aberto com conjunto de algoritmos e funcionalidades matemáticas para realização da compilação com recursos de visualização gráfica, sendo uma boa recomendação para pesquisas quantitativas e bibliométrica. A Figura 2 apresenta interface do programa RStudio e o código de programação utilizado para análise das bases de documentos obtidas.

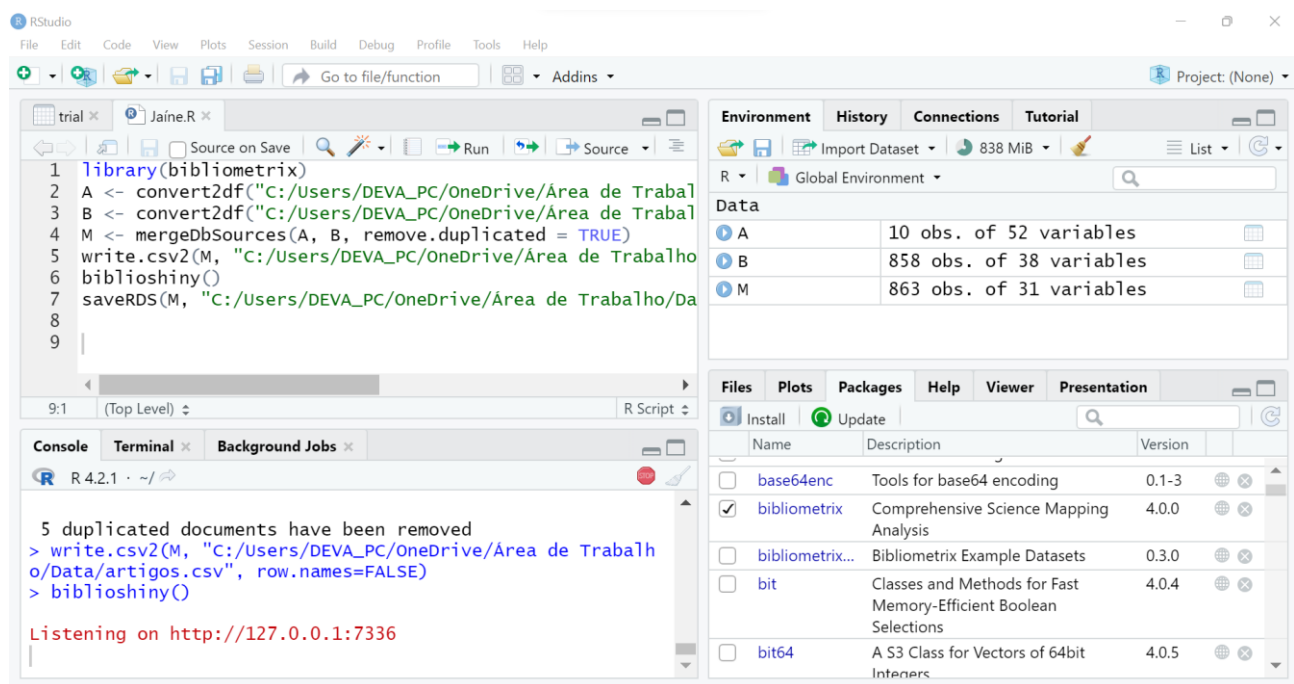


Figura 2 - Interface e Código RStudio.

Utilizou-se também uma linha de programação para remoção de documentos duplicados, disponível na linha 4 da Figura 2, a qual representa a fase de **Seleção** do PRISMA.

Para análise descritiva da amostra e fases de **Elegibilidade** e **Inclusão** de documentos científicos pesquisados, examinou-se os indicadores sobre publicações ao longo dos anos, autores, países, periódicos e entre outras informações relacionadas ao desenvolvimento do campo científico de mobilidade urbana sustentável, implementação de projetos e análise benefício-custo. Outros atributos gráficos são a análise em nuvem de palavras e mapa temático. A Figura 3 apresenta o fluxograma utilizado no trabalho.

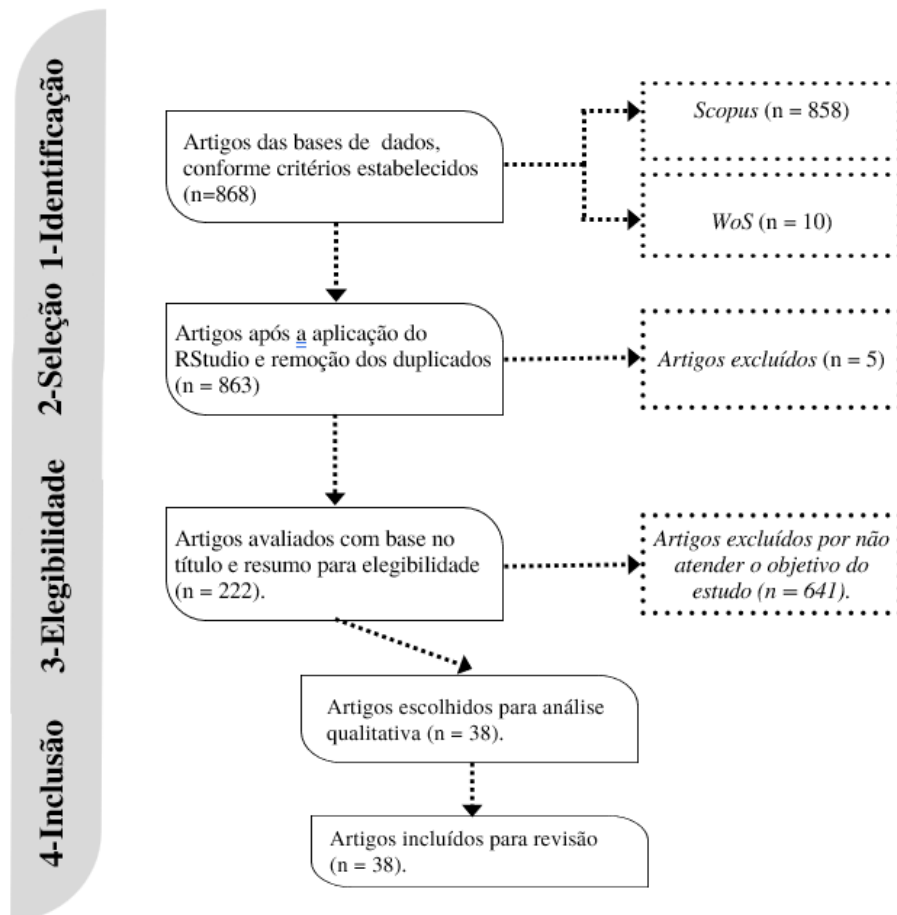


Figura 3 - Fluxograma do PRISMA

2.1.1 Principais informações da amostra

Para entendimento das principais informações a respeito das amostras de ambas as bases compiladas, a Tabela 1 apresenta um compilado de resultados principais referente aos impactos de projetos de infraestrutura em mobilidade sustentável urbana.

Tabela 1 - Compilado de informações da amostra

Descrição	Resultados
Total de documentos	863
Taxa de crescimento anual (%)	17,19
Total de fontes	337
Total de referências	69.458
Total de autores	2.534
Autores de artigos de autoria única	113
Total de palavras-chave por autores (DE)	2.912
Total de palavras-chave <i>plus</i> (ID)	4.303
Média de citações por documento	24,66
Índice de colaboração	3,5

Após exclusão de duplicação e junção das duas bases, o *software* resultou em 863 artigos com publicação em 337 fontes diferentes, como periódicos. Os artigos retornaram 2.912 palavras-chave

definidas pelos autores e 4.303 pelos periódicos. O total de autores que compõem a amostra é de 2.534, sendo que desses, apenas 113 trabalhos possuem autoria única. O índice de colaboração encontrado foi de 3,5, ou seja, os artigos da amostra possuem em média de 3 à 4 autores.

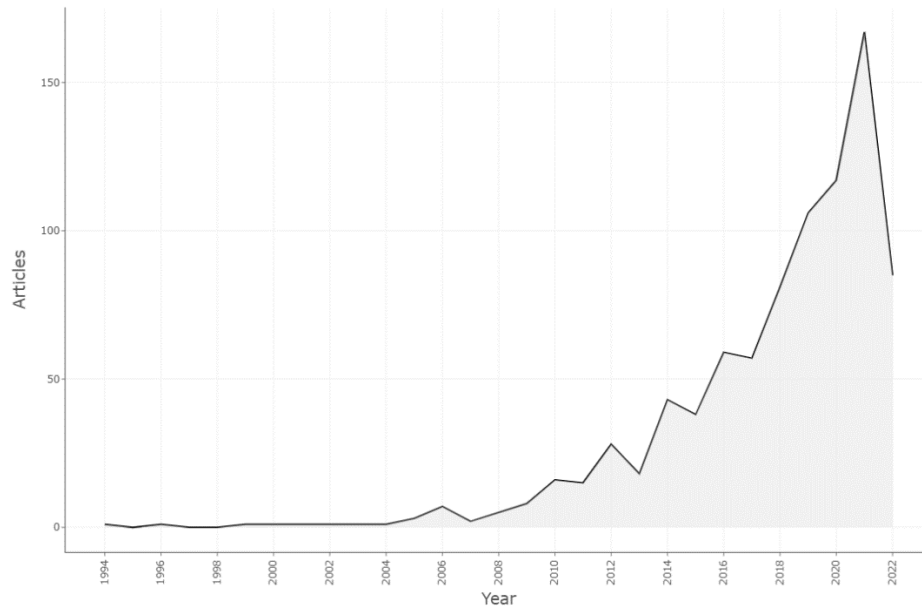


Figura 4 - Publicações ao longo dos anos

O percentual da taxa anual de crescimento da produção científica é de 17,19%, indicando uma constância de aumento.

Antigamente, as pesquisas tinham foco na mobilidade com critérios não padronizados e com os planos de mobilidade urbana e definição dos pilares de sustentabilidade – social, econômico e ambiental.

Um das explicações para o aumento de publicações são, de acordo com Van Bellen (2006), as mais de 160 definições que abordam os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. De acordo com Krama (2008), a sustentabilidade trata-se de um processo contínuo e dinâmico de evolução, sujeito a mudanças contínuas e não apenas um estado fixo.

A utilização do conceito de mobilidade no Brasil foi definida pelo Ministério das Cidades (2004), ou seja, é muito recente e diz respeito ao atributo relacionado aos deslocamentos de indivíduos para realização de suas atividades. A Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2002), possui a definição de um sistema considerado ambientalmente sustentável como o que não debilita a saúde dos habitantes ou ecossistemas e aquele que atende as necessidades de deslocamento da população através do uso de recursos renováveis abaixo dos níveis esperados.

Sendo assim, justifica-se o crescimento exponencial da preocupação com a mobilidade urbana sustentável e aos impactos de projetos de infraestrutura.

2.1.2 Análise descritiva dos periódicos, instituições e países

A Tabela 2 apresenta os periódicos que obtiveram o maior número de publicações e seus respectivos

índice H.

Tabela 2 - Análise dos Periódicos

Periódico	Publicações	Índice H
SUSTAINABILITY (SWITZERLAND)	81	15
TRANSPORT POLICY	33	14
TRANSPORTATION RESEARCH PART A: POLICY AND PRACTICE	30	17
ENERGIES	25	8
RESEARCH IN TRANSPORTATION ECONOMICS	25	9
TRANSPORTATION RESEARCH PART D: TRANSPORT AND ENVIRONMENT	24	14
TRANSPORT REVIEWS	19	10
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	18	12
JOURNAL OF TRANSPORT GEOGRAPHY	16	10
SUSTAINABLE CITIES AND SOCIETY	16	10

Pode ser observado na Tabela 2 que apesar do *Sustainability (Switzerland)* ser o que mais publica no tema com 81 publicações, seu índice H é de 15, e o *Transportation Research Part A: Policy And Practice* possui 30 publicações com índice H de 17, isso devido a qualidade dos artigos que influenciam através da quantidade de citações. Os periódicos *Transport Policy e Transportation Research Part A: Policy and Practice e Energies* são os próximos da sequência. Com relação as instituições, observa-se que apesar da Holanda estar na liderança, o Reino Unido foi o país que possui mais universidades com número considerável de publicações sobre o tema pesquisado, em seguida a Itália. Nota-se que as instituições na Itália que apresentam o maior autor na análise e publicação na *Politecnico di Torino, Sapienza University of Rome e University of Naples Federico II*.

Na Tabela 3 são apresentados os 10 países com maiores quantidades de citações no tema. O *software* define a nacionalidade do primeiro autor como critério de país do documento, entretanto, não foram detectadas colaborações nos artigos levantados. Os EUA, lideram a classificação de citações com diferença de quase 46% para o Reino Unido, apesar de ser o segundo em publicações e a Itália em primeiro.

Tabela 3 - Análise dos países

Países	Citações	Publicações	Publicações sem colaboração	Publicações com colaboração
EUA	3.529	76	76	0
REINO UNIDO	2.411	69	69	0
ITÁLIA	1.983	80	80	0
HOLANDA	1.546	47	47	0
ESPANHA	924	39	39	0
CHINA	758	49	49	0
CANADA	642	30	30	0
SUÉCIA	621	24	24	0
ALEMANHA	572	25	25	0
AUSTRÁLIA	486	30	30	0

2.1.3 Nuvem de palavras e mapa temático

Com a finalidade de elaborar uma análise do campo científico temático estudado, a Figura 5

representa a nuvem de palavras da amostra obtida. Para Song *et al.* (2019), a técnica permite investigar tópicos de tendência e o foco dos pesquisadores da área, sendo uma ferramenta essencial. É válido estabelecer que quanto maior a recorrência das palavras na amostra obtida, maior também o seu tamanho na nuvem. Identifica-se que a palavra “cost-benefit analysis” é mais recorrente, seguida por “sustainability” “accessibility” e “transportation planning”.



Figura 5 - Nuvem de palavras

Segundo Agbo *et al.* (2021), o mapa temático de um campo de pesquisa é dividido em quatro quadrantes: o quadrante superior direito (Q1) representa os temas principais, o quadrante superior esquerdo (Q2) são os temas muito especializados, o quadrante inferior esquerdo (Q3) são assuntos que estão surgindo ou desaparecendo da literatura e por fim, o quadrante inferior direito (Q4) são os temas subjacentes.

O tamanho de cada cluster no mapa temático indica a quantidade de artigos em cada grupo, em que são apresentados os cinco assuntos mais recorrentes.

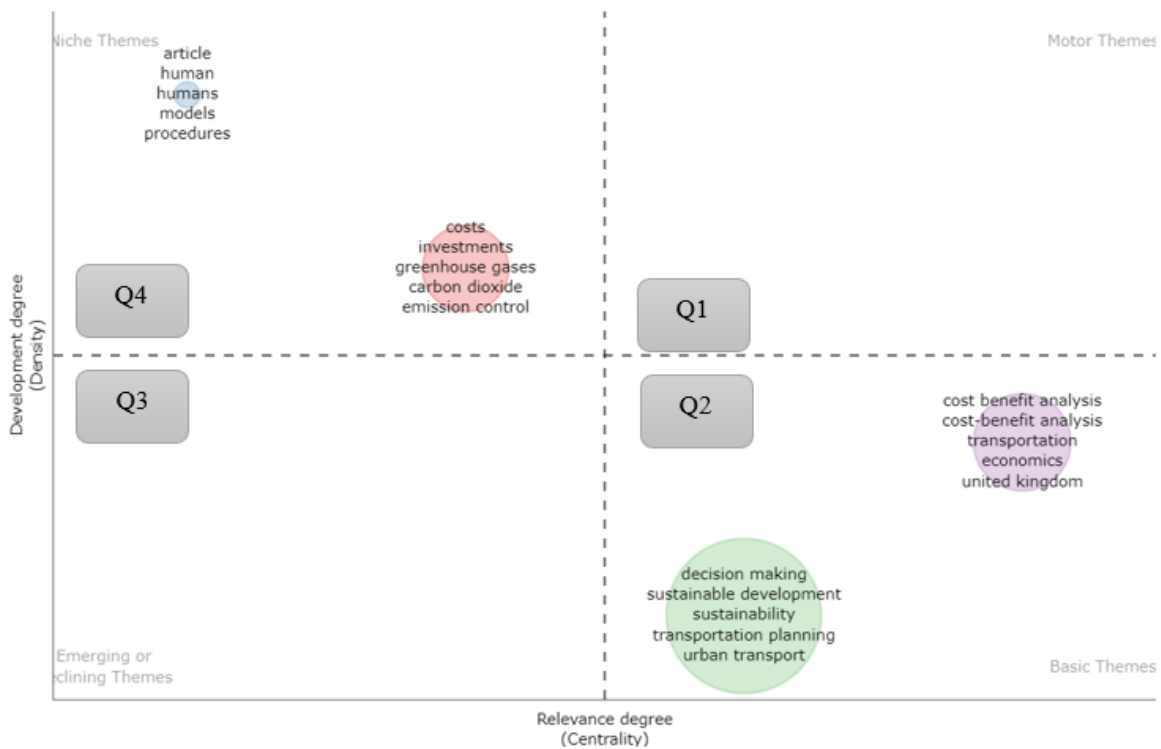


Figura 6 – Mapa temático

Na Figura 6, percebe-se que os *clusters* se encontram nos quadrantes Q2 e Q4, já os quadrantes Q1 e Q3 não possuem nenhum *cluster*. Iniciando a análise pelo quadrante Q4 que apresenta temas isolados, de nicho, possuem uma importância limitada para o campo de pesquisa. Dentre os temas bem desenvolvidos e muito especializados, temos dois *clusters*, sendo um deles com as palavras *article*, *humans*, *models* e *procedures*.

O outro *cluster* desse quadrante envolve os temas *costs*, *investments*, *greenhouse gases*, *carbon dioxide* e *emission control*.

O quadrante Q2 se refere aos temas de baixa centralidade e alta densidade, essenciais em um campo de pesquisa, porém são temas gerais e básicos, se referindo principalmente a temas abrangentes. Neste quadrante encontram-se dois *clusters*: o primeiro com os temas *cost benefit analysis*, *transportation*, *economics* e *United Kingdom*, e o segundo com os temas *decision making*, *sustainable development*, *sustainability*, *transportation planning* e *urban transport*.

Verifica-se que a palavra modelo aparece no Quadrante 4, o qual é considerado como um tema de nicho e isolado, sendo estabelecida uma necessidade de aprofundamento em seu campo de pesquisa para mobilidade urbana, principalmente com relação aos temas de alta densidade, com desenvolvimento sustentável, análises de benefício-custo e tomada de decisão, os quais foram demonstrados no quadrante 2.

2.1.4 Autores e artigos dos autores mais relevantes

Na Figura 7, são representados os autores em análise temporal. Através da figura, é possível compreender a produção dos principais autores ao longo do tempo, verificar em que ano cada autor iniciou suas publicações e como está sua continuidade nas pesquisas.

Para representação da densidade de publicações do autor pelo ano, tem-se o tamanho do círculo que quanto maior, proporcionalmente é o número de publicações. A intensidade de cor do círculo, representa as citações globais, quanto mais forte, maior também o número de citações.

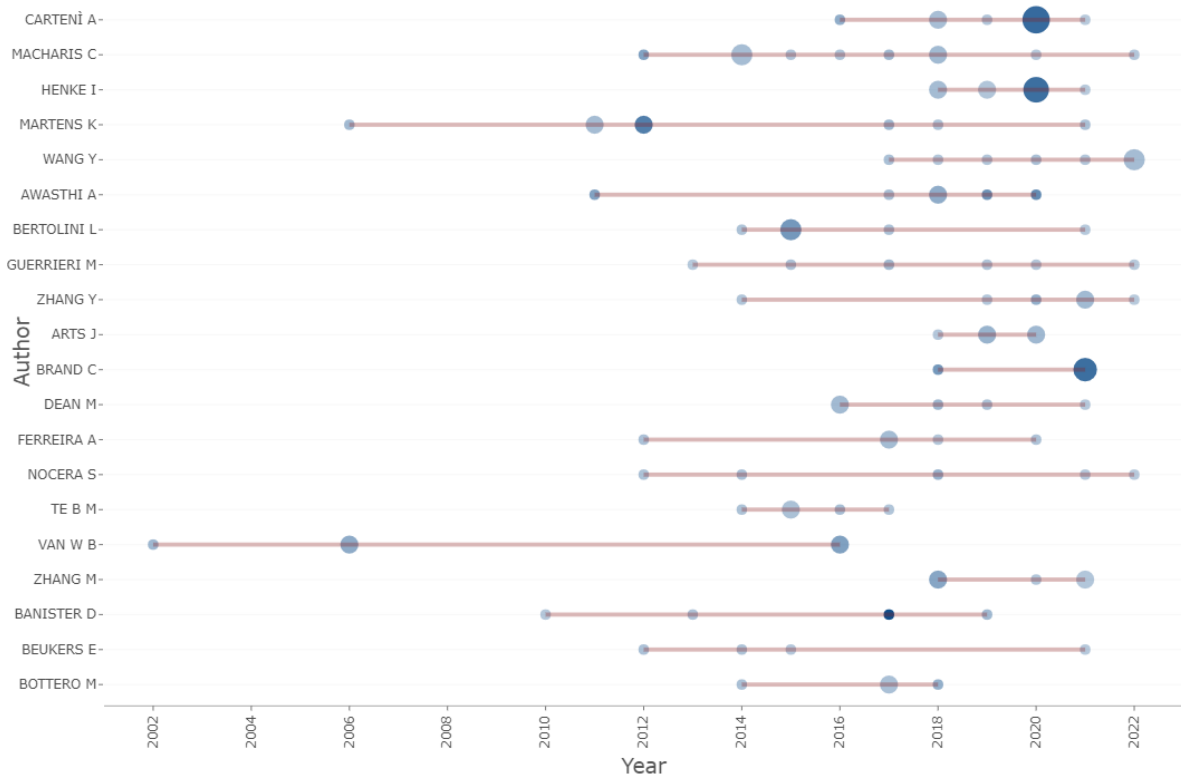


Figura 7 - Relevância dos autores ao longo do tempo

Os autores Cartenì e Macharis se destacam com 11 (onze) publicações com as palavras-chave pesquisadas, Henke vem logo em seguida com 10 publicações. O maior índice H foi de Macharis, igual a 8, seguido de três autores com índice 7, sendo eles Cartenì, Henke e Martens. Das onze publicações de Cartenì, A., que são do período de 2016 até 2021, apenas três não foram em conjunto com Henke I. Observa-se que Van W. B., foi o pioneiro das publicações na era de consolidação dos conceitos de mobilidade urbana sustentável, projetos e análise benefício-custo, porém retornou suas atividades em 2006 e depois somente após 10 anos. Macharis C. é o autor que mais abordou sobre o tema, retomando em 2012 até os dias atuais, apresentando constância. Seguido por Cartenì, que teve sua maior produção em 2020. Banister D. teve destaque em 2017 com o artigo “*Distributive justice and equity in transportation*” junto com Pereira, Rafael e Schwanen, Tim. O artigo revisa várias teorias de justiça como utilitarismo, libertarianismo, sobre o pilar social da sustentabilidade para o

transporte e foi citado mais de 263 vezes, contextualizando a cor mais intensa da figura. A maioria dos autores continua ativo em publicação sobre o tema e com os círculos em uma densidade padronizada considerada alta, principalmente nos anos de 2020 e 2021.

A pesquisa com maior número de citações (1.687) é de Wolch *et al.* (2014) com a abordagem sobre o desafio de tornar as cidades “verdes o suficiente”. O artigo aborda sobre os espaços verdes públicos como parques, reservas, margens de córregos e rios, e privados como quintais, áreas comuns de prédios, entre outros. O artigo aborda o papel do espaço verde no meio urbano, os quais não apoiam somente a integridade ecológica, como a saúde da população, entretanto, nem sempre são distribuídos de forma equitativa para sociedade.

Armando Cartení, um dos autores considerados relevantes para as palavras-chaves definidas, publicou estudos utilizando a metodologia multicritério e análise benefício-custo. Em um dos estudos, é abordada sobre uma síndrome, conhecida na literatura como “falácia do planejamento”, segundo a qual os planejadores públicos superestimam quais benefícios um projeto e/ou intervenção produzirá e/ou subestimam os custos para sua realização e manutenção. O estudo foi aplicado em uma obra de linha férrea na região do Lácio, na Itália (CARTENÍ, A.; HENKE, I, 2019) . Em outro estudo, foi colocado sobre um uso combinado das técnicas de análise benefício-custo e multicritério da construção de rodovia em uma área naturalista e turística no norte da Itália. O trabalho proporcionou uma análise de avaliação com ponto de vista técnico e compartilhado, através de ponderação de critérios pelo método *DELPHI*, o qual contribuiu para uma escolha mais alinhada com o desenvolvimento sustentável para os tomadores de decisão envolvidos (HENKE, I.; CARTENÌ, A. e DI GFRANCESCO, L.; 2020).

Cathy Macharis também está na listagem, e aborda sobre métodos multicritérios em projetos de infraestrutura e mobilidade. Um dos trabalhos relata sobre um túnel ferroviário em Bruxelas. Os autores abordam que um planejamento de infraestrutura pode envolver multiplicidade de atores em vários níveis institucionais e as prioridades podem entrar em conflito, pois os custos e benefícios de um processo construtivo de infraestrutura podem diferir conforme local e escala do projeto. Com as experiências durante a realização do trabalho, os autores discutem vários parâmetros para encontrar o equilíbrio entre precisão metódica e aplicabilidade em um contexto de tomada de decisão do mundo real, o qual se faz muito importante, devido carência e o desencontro dos gestores e técnicos públicos para tomada de decisão (TE BOVELDT, G.; VAN RAEMDONCK, K. e MACHARIS, C.; 2018).

David Banister, possui alguns trabalhos que apareceram na análise. Um deles é um artigo que avalia a tomada de decisão para uma cidade mais sustentável. O trabalho aborda as viagens ativas, termo coletivo para caminhar e andar de bicicleta, as quais tem mais potenciais benéficos do que custos para população. Entretanto, dada a necessidade de garantir uma tomada de decisão com alta qualidade, é

fundamental que as práticas de avaliação contemporâneas se associem a natureza mutável das políticas que incentivam a adoção de caminhadas e ciclismo. O trabalho avalia se tomadores de decisão do Reino Unido estão adequadamente alinhados para escolhas de investimentos em projetos (MACMILLEN, J.; GIVONI, M. e BANISTER, D.; 2010).

A RSL abordou trabalhos com projetos de mobilidade urbana sustentável com foco em análise de custos e benefícios, utilizando o método PRISMA. Devido a necessidade de desenvolvimento sustentável e o repensar da mobilidade urbana para atender os moradores do meio urbano os projetos/ações de mobilidade precisam de efetividade e vem usando diferentes avaliações para suas implementações. Dessa maneira, foi possível compreender que os tomadores de decisão como técnicos e gestores públicos, necessitam de ferramentas combinadas que auxiliem na consideração dos critérios de mobilidade sustentável para pessoas e cidades.

Com os indicadores bibliométricos, foi possível uma análise quantitativa, a qual encaminhou para uma análise qualitativa e reconhecimentos dos autores e publicações relevantes para a temática pesquisada. Na amostra dos 863 artigos, o autor Cartení juntamente com Henke e Macharis se destacaram pelo uso de métodos para ferramentas de apoio a tomada de decisão em projetos públicos. O periódico *Sustainability (Switzerland)* foi o que possui o maior número de publicações, e os Estados Unidos juntamente com Reino Unido e Itália lideram no número de citações e publicações. Henke *et al.* (2020) em um estudo italiano, aborda que as análises combinadas de ACB – Análise Benefício-Custo e MCA – Método Multicritério garante mais robustez em avaliação de projetos de infraestrutura de cidades. Entretanto, embora haja alinhamento da literatura na necessidade de métodos para avaliação de projetos, o tema é recente e possui poucos estudos práticos demonstrando a aplicabilidade de ferramentas.

Os resultados da RSL contribuem como ponto de partida para definição dos critérios objetivados nesse trabalho, e, de forma a colaborar com construção de modelos combinados para que auxiliem na análise de custos e benefícios do uso de recursos públicos em processo construtivo de infraestrutura de transportes e mobilidade urbana.

2.2 Mobilidade Urbana e Transporte

A civilização humana tem sua história marcada pela mobilidade, o homem pré-histórico em algum momento decidiu se fixar em determinada região e usar de deslocamentos para suas necessidades diárias. Na época, havia somente a opção de deslocamento por caminhada, Vanderbilt (2009) aborda uma área aproximada de 20 km diários. Com a evolução da tecnologia e aumento da velocidade, o tempo de viagem se manteve constante e as distâncias aumentadas, a “cidade continuou crescendo, em um volume aproximadamente proporcional ao aumento de velocidade da nova tecnologia de

transporte” (VANDERBILT, 2009).

As novas tecnologias tornaram possíveis mais ocupações distantes dos centros, com maior deslocamento, porém com mesmo tempo de acessos, e, surgiu então, a necessidade de ofertar projetos de infraestrutura para suporte dos habitantes. Essa necessidade contribuiu para o surgimento dos primeiros planejadores urbanos e precursores do urbanismo. Medeiros (2013), relata que Patrick Geddes, urbanista da Escócia, iniciou uma manutenção urbana conciliando um padrão das novas condições de tráfego e sanitárias. Entretanto, para resolução de chegada em destinos, a velocidade protagonizou a história.

Junto com a necessidade de desenvolvimento econômico e de transporte cobrindo grandes distâncias para novos tipos de locais de trabalho, o rápido crescimento urbano e as grandes concentrações de moradores da cidade traduzem uma pressão injustificável sobre a infraestrutura de tráfego (GEHL, 2013). Até meados e final dos anos 70, a mobilidade era majoritariamente associada ao fornecimento de serviço de transporte. Entretanto, os planejadores tinham o principal problema relacionado a oferta de projetos de infraestrutura e seus respectivos processos construtivos para atendimento da demanda no transporte tanto de mercadorias quanto de passageiros. Arquitetos e planejadores urbanos no geral, conforme Silva *et al.* (2003), tinham foco em: planejamento rodoviário, esforços mínimos com modos não motorizados, priorização ao transporte privado ao invés de transporte público e despreendimento do planejamento de transporte com planejamento urbano.

Todavia, os mesmos autores afirmaram que houve um amadurecimento somente nas últimas décadas, devido necessária adaptação aos sistemas de circulação urbanos, dando origem ao novo conceito de mobilidade que não está associado apenas aos modos de transporte, mas também aos problemas complexos em questões sociais, econômicas e ambientais que a mobilidade envolve para melhor qualidade de vida da população urbana.

O Ministério das Cidades (2006) traduz então, a mobilidade como atributo à cidade que promove as relações dos indivíduos com o local em que moram, com os objetos e formas empregadas para deslocamento com outros indivíduos, os quais integram a sociedade. Enquanto transporte, de acordo com Vasconcellos (2006, p. 11), “[...] é uma atividade necessária à sociedade, possibilitando a circulação das pessoas e das mercadorias utilizadas por elas e, por consequência, a realização das atividades sociais e econômicas desejadas.”

Dessa maneira, as cidades possuem papel principal na maximização de troca de bens e serviços, de conhecimento e cultura, os quais se fazem possível através de condições de processos construtivos e mobilidade adequadas. Guerra *et al.* (2016) refere sobre mobilidade sustentável, a qual deve permitir a liberdade de movimentos para sociedade, incluindo escolha de modo de transporte, segurança e principalmente o uso de energia renovável e diminuição da emissão de resíduos para que sejam

viáveis com a capacidade de absorção do planeta.

De acordo com Costa *et al.* (2017), as cidades devem dar suporte à mobilidade de maneira a cumprirem sua respectiva função social, proporcionar crescimento econômico, ao mesmo tempo em que procuram limitar o aumento do tráfego motorizado e seus impactos desfavoráveis ao meio ambiente e as pessoas. Para proporcionar as condições de transporte e mobilidade, as cidades, precisam planejar e controlar os processos construtivos e uso de recursos para as infraestruturas. Bernardes (2001) aborda que são necessários constantes trabalhos com relação ao tema de melhoria do desempenho em processos de construção. Sukster (2005) atrela o conceito de Planejamento e Controle da Produção (PCP) como fundamental para ganhos de produtividade e qualidade na construção de infraestruturas. Limmer (2008) complementa que todas as fases, do estudo de viabilidade à execução de projetos, precisam ser feitos de forma integrada, com os envolvidos nos processos e setores. Ou seja, a integração dos gestores públicos tomadores de decisão juntamente a população contribuem para a conquista de mobilidade/transporte sustentáveis para pessoas.

A vontade gradativa por mais mobilidade pessoal e de produtos, varia conforme características individuais e coletivas da sociedade, alguns fatos de análise são, gênero, faixa etária, cultura e condições socioeconômicas àquela população (SANTOS, 2009). Intensificando a ótica de que as cidades recebem uma composição de pessoas, Vanderbilt (2009) indica que o fluxo de trânsito em si, é composto por pessoas que possuem suas próprias razões para ir e vir. Jacobs (2011) acredita que altas densidades de pessoas em localidades com mais alternativas de usos e percursos aperfeiçoam a vida urbana e otimizam ainda mais a sustentabilidade da cidade.

As literaturas abordam que a pressão sobre a infraestrutura urbana tem como consequência um ciclo vicioso nas cidades que gera mais necessidade de espaço, mais áreas que precisam de desapropriação, as quais causam mudanças das pessoas que, conseqüentemente precisarão de mais transporte para interligar as localidades mais distantes. As condições de mobilidade então, atingem diretamente as cidades em seu desenvolvimento econômico, na interação social e no bem-estar da população (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006; MACÁRIO, 2005; ANTP, 2003).

Com relação ao transporte, Masoumi (2019) aborda que o incentivo ao uso de transportes ativos e coletivos, passa pelo processo de mudança das preferências pessoais por carros, ou seja, é necessário melhorar a condição dos transportes e suas infraestruturas, como a caminhada e a bicicleta.

Constata-se que o poder público constitui um dos principais papéis na promoção do transporte e mobilidade urbana sustentável, os quais vem tendo seus conceitos disseminados e necessitam de planejamento e controle para o uso otimizado de recursos no processo construtivo de infraestrutura. Para que os objetivos estabelecidos em nível nacional, estadual e municipal se façam cumprir e alcancem o bem-estar na diversidade da população.

2.2.1 Contextualização do Cenário Brasileiro

Segundo GEIPOT (2001), a ponte entre o planejamento urbano e de transportes raramente conseguiu ser fechada no cenário brasileiro. A população brasileira, há pouco mais de quarenta anos vivia, em sua grande maioria, nas áreas rurais e atualmente 85% vive nos centros urbanos. De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2016), parte dos problemas vividos pela população brasileira resulta-se do forte e rápido crescimento das cidades, sem investimentos equivalentes na rede de infraestrutura urbana. Há um descompasso entre o crescimento da população e o territorial urbano, com incoerência de aplicação de investimento na infraestrutura de transporte em massa e também com crescimento excludente, com ocupação de áreas mais periféricas pelos mais pobres. Com esse crescimento descompassado e a necessidade de adequação do modo de locomover, o novo pensar de mobilidade urbana no Brasil teve suas bases na Constituição Federal de 1988. A Constituição de 1988 definiu de responsabilidade dos municípios a execução de política de desenvolvimento urbano com objetivo de, através das diretrizes da lei, executar a política de desenvolvimento do bem-estar dos habitantes e respectivas funções sociais. Estabeleceu-se ainda a obrigatoriedade do Plano Diretor, vigente até os dias atuais para cidades com população a partir de 20.000 (vinte mil) pessoas. A Figura 8 apresenta a linha do tempo da legislação urbana brasileira.



Figura 8 - Linha do tempo da legislação urbana brasileira
Fonte: WRI (2018)

Para Siqueira e Lima (2015), um importante marco com relação ao desenvolvimento de soluções para deslocamentos no Brasil, foi a criação do Estatuto da Cidade em 2001.

Em 2003, com o nascimento do Ministério das Cidades, estruturou-se as Secretarias Nacionais,

nomeadas como Habitação, Saneamento Ambiental, Transporte e Mobilidade Urbana, Acessibilidade e Programas Urbanos, um Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), a Companhia de Trens Urbanos (CBTU) e uma empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre (TRENSURB), os quais podem ser visualizados em estrutura de organograma, na Figura 9 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

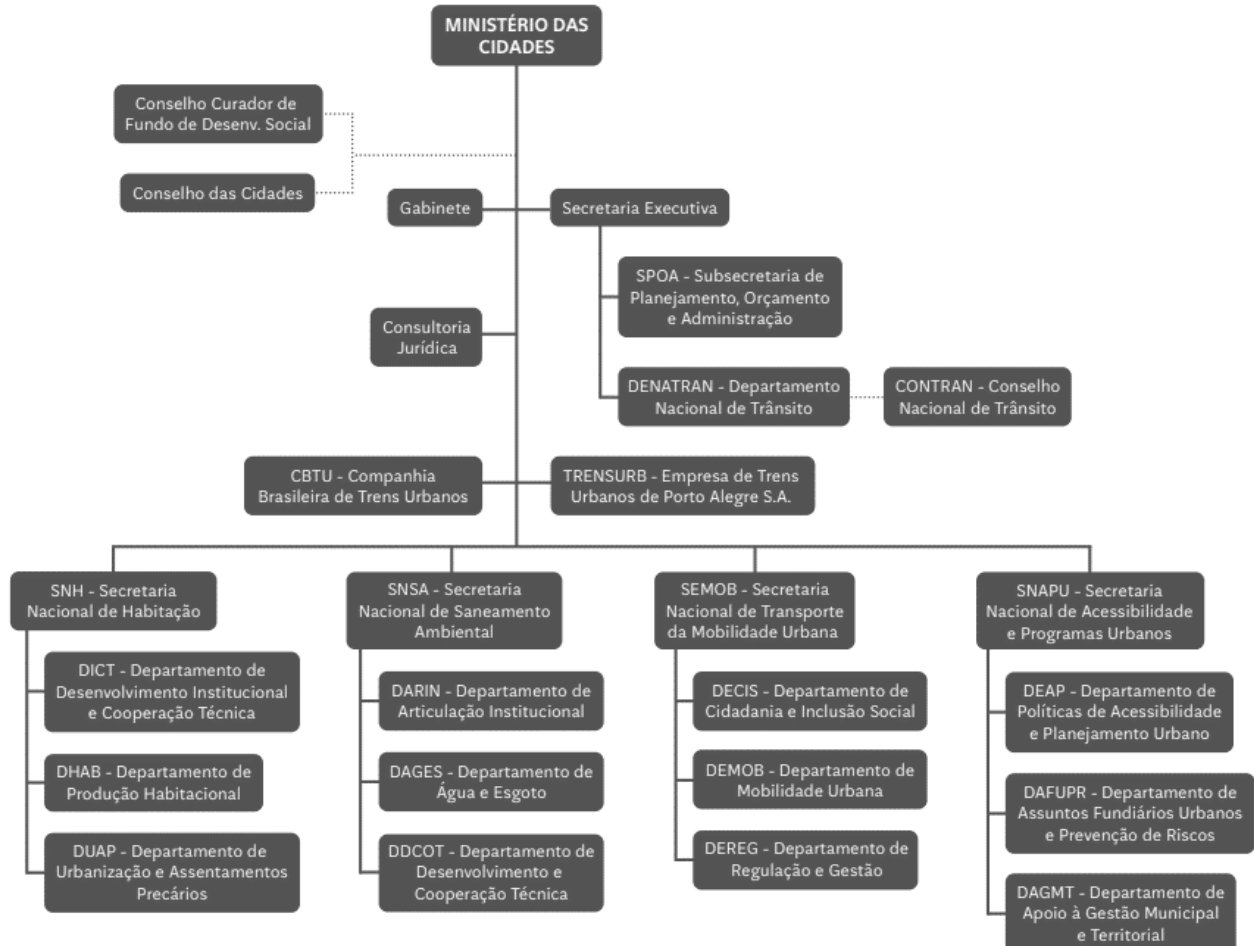


Figura 9 - Organograma Ministério das Cidades
Fonte: PlanMob (2015)

Os governos, seja municipal, estadual ou federal operam com recursos escassos para atendimento das demandas da sociedade e os projetos de implementação de infraestrutura são classificados como aqueles que mais necessitam de recursos. O Plano Diretor é considerado um instrumento básico da política de desenvolvimento e também de expansão urbana dos municípios no Brasil. Ele inclui a complementação de planos setoriais e planejamento envolvendo a legislação e dentre outros instrumentos dos estados. A Figura 10 apresenta a compatibilização em escala das leis e estatutos existentes na legislação brasileira, juntamente com os instrumentos e planos de desenvolvimento.



Figura 10 - Legislação e Instrumentos de Planejamento Urbano no Brasil
Fonte: WRI (2018)

De acordo com o atual ministro de Infraestrutura, Tarcísio Gomes de Freitas (2021), o Governo Federal Brasileiro garantiu R\$ 37,6 bilhões em investimentos para projetos de infraestrutura em ferrovias, rodovias, hidrovias, portos e aeroportos para os próximos anos. Os tipos de infraestrutura incluem transporte (rodoviário, ferroviário, metroviário, portos, ciclovias e faixas de pedestres), pontes, túneis, esgoto, redes de água e energia (saneamento, gás ou energia elétrica, sistema de distribuição), estações de tratamento higiênico (aterros administrados e estações de tratamento de resíduos), mineração e infraestrutura civil em geral (contribuições que não especificam um tipo de infraestrutura). O ministro ressaltou que ao melhorar a qualidade de infraestrutura, um país consegue melhorias na sua eficiência.

A opinião de Rodrigues (2016) é conclusiva, ao considerar que a mobilidade urbana na contextualização do cenário do Brasil é um tema complexo, e a investigação sobre os impactos dos projetos de mobilidade e da reestruturação das cidades sobre a dinâmica urbana, a qualidade de vida e o bem-estar das pessoas merecem avanço.

2.2.2 Iniciativas e Desafios dos Processos Construtivos de Infraestrutura em Transporte e Mobilidade Urbana

O livro “Transportes no Brasil: Histórias e Reflexões” de acordo com GEIPOT (2001) relata sobre a Primeira República, onde as cidades aceleraram seu crescimento pelo fim da escravidão e início da imigração, com transformações que vieram com o desafio de obrigar o governo a realizar serviços essenciais como eletricidade, iluminação pública, abastecimento de água e entre outras. Os processos construtivos então começaram a ocorrer aproveitando as conveniências das políticas regionais, com

apresentação de execução de obras conflitantes por municípios vizinhos. Essas obras não tinham planejamento estruturado, principalmente nos aspectos de financiamento, o que frequentemente causavam descontinuidade de implementação, e esse traço histórico permanece até os dias atuais.

Seabra *et al.* (2013) mencionam que o favorecimento do desenvolvimento sustentável corresponde em um dos mais crescentes desafios para todas as nações e que a administração da mobilidade urbana conta com um potencial para originar iniciativas que se voltam aos novos modelos de desenvolvimento.

Países da Europa e América do Norte são pioneiros na aplicação de iniciativas políticas e estratégias para mobilidade e transportes. No Canadá, por exemplo, são utilizadas ferramentas para medir a performance de políticas públicas, incluindo também relatórios sobre desenvolvimento sustentável e observação de indicadores de processos construtivos de infraestruturas (GUDMUNDSSON, 2001). Na Europa, são diversas pesquisas sobre uso do solo e desenvolvimento/planejamento de transportes, o LUTR é um projeto exemplo que faz esse relação de ligação e dentre entre outros (EUROFORUM, 2007).

No Brasil, o governo federal realiza algumas iniciativas para disseminar a mobilidade urbana sustentável. Um desses é o programa para técnicos e planejadores dos níveis municipais, com objetivo de trabalhar um novo conceito para mobilidade, conciliado com a realidade de cada cidade (SILVA *et al.*, 2007).

Um dos projetos é a Plataforma Catarinense de Mobilidade Sustentável, a qual conta com participação das universidades, da sociedade civil e municípios para incentivo e suporte no desdobramento de políticas sustentável de transporte para todas as cidades de Santa Catarina (DEINFRA, 2008). As principais iniciativas focam em aspectos específicos de mobilidade como: eficiência energética, integração de modos de transporte, transporte não-motorizado, gerenciamento da demanda de transportes e dentre outros. Um dos aspectos em mobilidade, são as restrições de estacionamento, as quais estão sendo ativamente introduzidas em centros urbanos e principalmente em áreas de trabalho intensivo, para evitar a dependência excessiva dos veículos (LIU; ZHU e XIAO, 2019). Algumas cidades de empresas também estão implementando diversas medidas com o fornecimento de transportes mais sustentáveis, para fortalecerem o uso de infraestrutura e serviços de transporte público, como consequência, a diminuição do congestionamento e democratização do acesso ao espaço urbano (MARUJO *et al.*, 2018; ZEČEVIĆ; TADIĆ; KRSTIĆ, 2017).

Com relação a experiência internacional, alguns projetos se destacaram com avaliações e no uso de algumas metodologias. Na França em 2012, através da empresa de transportes parisienses, foi desenvolvido um método para avaliação de 70 (setenta) projetos por ano, os quais envolvem o metrô de Paris, a rede de ônibus, a rede ferroviária, e a rede VLT – Veículo Leve sobre Trilhos. O projeto

foi denominado EPISSURE, o qual buscou avaliar mais do que se o projeto é ruim ou bom, mas também se alcançaram seus objetivos, de acordo com os autores participantes, população e gestores do procedimento de avaliação. A fundação francesa afirma que o modelo não foi construído por consultores e sim, por pesquisadores do Laboratório de Análise e Modelagem do Sistema de Apoio à Decisão.

Com relação aos desafios, a explanação da Comissão das Comunidades Europeias (2007), sobre repensar a mobilidade urbana inclui a otimização do uso de todos os meios de transporte e a integração entre diferentes modos coletivos (ônibus, metrô, trem, táxi, etc.) e individuais/próprios (automóvel, bicicleta, motocicleta, caminhada, etc.). Ou seja, necessitam adotar a abordagem com a maior integração e combinando assim: sistemas de transportes não poluentes, seguros e inteligentes, inovação tecnológica, incentivos econômicos e alterações nos sistemas regulatórios (COMISSÃO EUROPEIA, 2007).

O EUROFORUM (2007) ressalta alguns dos principais problemas e desafios futuros dos processos construtivos para mobilidade urbana no contexto da União Europeia, os quais se relacionam com o contexto brasileiro:

- a) Crescimento dos congestionamentos nos centros urbanos, pelo desequilíbrio dos meios de transportes e intenso aumento do transporte rodoviário.
- b) Impactos negativos e nocivos sobre a saúde pública e meio ambiente, pertinente às emissões de poluentes como as partículas sólidas e gases acidificantes pelos transportes, acidentes de trânsito e emissão de ruídos.
- c) Evolução desigual dos diferentes modos de transporte, com os modos mais eficientes e ambientalmente amigáveis como o transporte público, bicicleta e caminhada os quais representam uma fatia considerada muito pequena do mercado.

Conforme Instituto Brasileiro de Administração (IBAM) e Ministério das Cidades (2005) as cidades brasileiras apresentam diferentes situações em termos de suas características regionais, sua cultura, demografia, história, número da população e outros que traduzem em diversidade de modos para mobilidade. Dessa forma, cada município possui sua própria interpretação para se adaptar ao Estatuto das Cidades e Plano Nacional de Mobilidade Urbana.

A partir desses fatores, o conceito de mobilidade urbana, no nível dos municípios se torna um desafio de multidimensões e também complexo, por englobar diversas variáveis e diferentes atores. De acordo com Carvalho (2016), esses diversos desafios precisam ser superados pelos gestores de mobilidade, dentre eles: ausência de políticas perenes de investimento e financiamento de processos construtivos de infraestrutura de transporte; o envelhecimento da população e suas condições de mobilidade; falta de compatibilização de políticas de desenvolvimento tanto urbano quanto

metropolitano, entre outros.

Dessa maneira, é necessária uma análise dos custos e benefícios de critérios estritamente objetivos para aplicação de recursos públicos conectados com os propósitos da política brasileira em processos construtivos de infraestruturas que visem beneficiar majoritariamente a sociedade nos pilares econômico, ambiental e social da sustentabilidade.

2.3 Sustentabilidade e seus Aspectos na Mobilidade Urbana e Transporte

A sustentabilidade é formada pelos seguintes pilares – econômico, ambiental e social – e, frequentemente referenciada como tripé (THE WORLD BANK, 2007; GUDMUNDSSON, 2004; RICHARDSSON, 2005).

Para conceituar a sustentabilidade da mobilidade e um sistema de transporte, há a caracterização de um fornecimento de serviços e infraestrutura tanto para bens, quanto de pessoas, os quais são necessários para a promoção dos aspectos econômicos e sociais e melhoria da qualidade de vida, dentre outros critérios específicos.

Sachs (2002) também define critérios e/ou dimensões para a sustentabilidade, os quais estão dispostos no Quadro 1.

Quadro 1- Dimensões da Sustentabilidade

Dimensão	Definição
Sustentabilidade Social	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução de desigualdade; ▪ Distribuição justa de renda; ▪ Emprego pleno e/ou autônomo; ▪ Qualidade de vida.
Sustentabilidade Cultural	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Respeito à tradição; ▪ Pesquisa por inovações tecnológicas; ▪ Autonomia para modelos de desenvolvimento integrados e endógenos.
Sustentabilidade Ecológica e Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preservação do capital natural; ▪ Limitação do uso dos recursos não renováveis; ▪ Respeitar a capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais.
Sustentabilidade Territorial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Configurações urbanas e rurais balanceadas; ▪ Melhoria do ambiente urbano; ▪ Superação das disparidades inter-regionais; ▪ Estratégias de desenvolvimento ambientalmente seguras.
Sustentabilidade Econômica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestão eficiente dos recursos econômicos; ▪ Desenvolvimento econômico intersetorial equilibrado.
Sustentabilidade Política Nacional e Internacional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apropriação universal dos direitos humanos; ▪ Desenvolvimento da capacidade do Estado; ▪ Nível razoável de coesão social.

Fonte: Adaptado de Sachs (2002)

Os conceitos de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade se difundem, entretanto, é válido

salientar, conforme Oliveira e Santos (2015) que a sustentabilidade trata-se de uma propriedade do sistema e condicionada ao longo prazo, enquanto que o desenvolvimento sustentável se relaciona com às atividades políticas para reforçar essa propriedade, que varia ao longo do processo. Alguns autores abordam o conceito de mobilidade urbana sustentável, sendo quando a mobilidade torna-se capaz de assegurar bons níveis de qualidade de vida e diminuição da degradação e consumo dos recursos naturais. Em Curi (2011), o desenvolvimento sustentável faz sentido quando os três aspectos são levados em consideração e ocorre a interação entre eles, conforme representado na Figura 11.

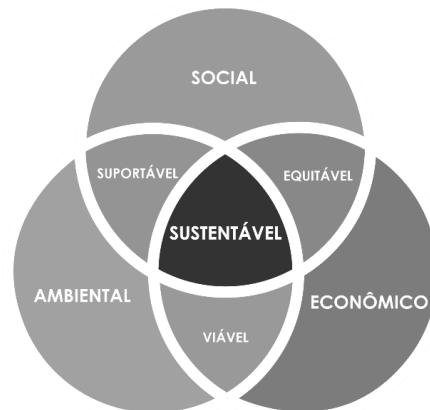


Figura 11 - Pilares da Sustentabilidade
Fonte: Adaptado de Curi (2011)

Conforme mencionado anteriormente, o Ministério das Cidades, por meio da Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana é um dos responsáveis pela difusão do conceito de mobilidade sustentável. Simultaneamente as diferentes definições que disseminam, inúmeros aspectos têm sido destacados, os quais contribuem para que os conceitos e concepções iniciem seu processo de amadurecimento, segundo Gudmundsson (2004) alguns deles, são:

- Diminuição de congestionamentos urbanos, poluição do ar e ruído;
- Inovações de tecnologia e energias alternativas;
- Integração de questões econômicas e ambientais com engajamento dos cidadãos para tomada de decisão;
- Conservação de recursos e da eficiência econômica dos transportes.

A Comissão das Comunidades Europeias (2007) abordam que para serem eficazes, as políticas de mobilidade urbana precisam adotar uma abordagem integrada, adaptada a cada problema individual, combinando inovação, incentivos econômicos e alterações nos sistemas regulatórios. Têm-se então, uma necessidade de compreender separadamente cada um dos três pilares nos subcapítulos que virão a seguir.

2.3.1 Aspectos Econômicos

Arroyo e Schuch (2006) trabalham a sustentabilidade em um sentido mais restrito voltado ao capital e outro mais amplo considerando aspectos sociais e ambientais, conforme citação a seguir.

Temos desde posições mais restritivas que vêem a sustentabilidade em relação à durabilidade do desenvolvimento econômico tal como o conhecemos – da sua capacidade de se manter ao longo do tempo, sem uma reflexão mais aprofundada sobre suas consequências – até posições mais amplas, que concebem a sustentabilidade como um poderoso vetor para mudanças estruturais no modo de produção, na organização social e na maneira como nos relacionamos com o ambiente que nos cerca.... Numa visão mais restrita a sustentabilidade do sistema consiste em manter o capital natural a fim de garantir a durabilidade do desenvolvimento econômico. Já numa visão mais ampla, o debate em torno da sustentabilidade envolve aspectos econômicos, mas não somente eles (ARROYO; SCHUCH, 2006, p. 48-51).

Para Banerjee (2003) o desenvolvimento sustentável se baseia na racionalidade econômica, que em vez de representar um grande avanço teórico, possui dominação de questões econômicas, as quais não resultam na representatividade da maioria da população mundial. O autor salienta que enquanto processos forem conduzidos apenas por vantagem competitiva, as concepções a cerca do desenvolvimento sustentável, a natureza e sustentabilidade não terão lugar. Guerra (2008) complementa não ser possível denominar desenvolvimento sustentável apenas com a configuração do crescimento econômico em detrimento a questões sociais e ambientais.

Para obras e os mais diversos processos construtivos, é necessário considerar o pilar econômico - além dos pilares sociais e ambientais - como um dos iniciais para verificar a viabilidade de projetos. No trabalho, será considerada a visão mais ampla, trazendo os critérios iniciais econômicos dos processos construtivos e envolvendo também os aspectos sociais e ambientais. Concentram-se neste tópico, questões da sustentabilidade econômica de impactos de benefício/vantagem e também de custo/desvantagem como captação de recursos, aquisição de terreno/área para projetos e diversos outros fatores econômicos inerentes aos processos construtivos de infraestrutura.

A SEMAD-MG (2008), ressalta que a construção sustentável deve estar contida desde o estudo de viabilidade técnica, com a escolha do terreno para sua aquisição, já considerando os aspectos para execução da obra como as leis de zoneamento do município e todo processo construtivo até necessidades de manutenção. Verifica-se então o terreno e seu entorno, analisando o estágio de desenvolvimento urbano da região, as condições de acesso, redes de água e energia e dentre outros. Essa análise se enquadra em econômica por verificar as preferências do processo construtivo como aproveitamento da inclinação do terreno. É indicado também para aquisição de terreno e/ou área a verificação de condição de valorização do terreno atual e posteriormente ao processo construtivo (RETONDO, 2021; SOUZA, 2013).

Os custos de processos construtivos não se limitam apenas a obra em si, mas também na manutenção.

Com relação a projeto e construção sustentável, conforme Manual de Obras Públicas Sustentáveis de Minas Gerais (2008), a consciência de sustentabilidade deve ser considerada desde o estudo de viabilidade técnica do projeto, na escolha do terreno, na compra dos materiais, na concepção arquitetônica – com avaliação de aspectos do projeto, da execução da obra, utilização, manutenção e também da conservação durante a vida útil – todos estes pontos contribuem para garantir a sustentabilidade do projeto. Segundo a SEMAD-MG (2008) a seleção de materiais minimiza os impactos durante o processo produtivo e também ao longo de sua utilização e ciclo de vida, com reduções posteriores de custos com manutenção, principalmente em obras públicas que podem depender de processos licitatórios burocráticos e também morosos. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da Norma Brasileira de Regulamentação (NBR) 15575:2013, aborda a sustentabilidade como uma de suas bases, e possui uma tabela de prazos de garantias recomendados, abrangendo durabilidade, manutenibilidade e abalos ecológicos originários do processo construtivo. Um dos documentos principais de processos construtivos, é o memorial descritivo que possui dados de especificações de materiais, etapas da obras e dentre outras especificações técnicas que se relacionam em obras públicas com cláusulas dos contratos de licitações.

Além da escolha do terreno e atenção com manutenções e reparos, é necessário cautela em relação aos custos com demolições e/ou desconstruções. Alguns terrenos de aquisição pública, podem conter construções anteriores. Bajjou e Chafi (2018) abordam sobre premissas do sistema *Lean* de aproveitamento para minimização de desperdícios de resíduos e custos. Quando há necessidade de demolição, deve ser realizada conforme normas de segurança do trabalho e observando a legislação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002) sobre condições estruturais e minimização de impactos não só financeiros, como ambientais. Quando há demolição e/ou desconstrução, tem-se a possibilidade de aproveitamento de materiais para as fases de aterro, é o que se ressalta em Paschoalin *et. al* (2014) em seu trabalho de análise da viabilidade econômica da utilização de resíduos de demolição.

A premissa do Plano de Mobilidade (2015), define que são priorizados projetos que realizam a integração dos modos de transporte e entre medidas de infraestrutura. Sendo assim, é importante e maximiza os benefícios se um projeto complementar/integrar outro já existente, realizando assim um aproveitamento para minimização de desperdícios, conforme sistema *Lean Construction* abordado em Bajjou e Chafi (2018).

Durante o processo construtivo, um impacto econômico que também deve ser considerado é a interferência na circulação/trânsito que determinada obra causar. Da vertente jurídica, existem dois instrumentos, o Estudo de Impacto no Trânsito (EIT) e o Relatório de Impacto Trânsito (RIT), os

quais estão previstos na Política Nacional de Mobiliade Urbana de regulação do território através dos planos diretores e/ou decretos municipais e em manuais do DENATRAM (EIV-EIT, 2010). Conforme orienta o DENATRAM (2001) esses instrumentos permitem análises da comunidade técnica nacional para determinar medidas mitigadoras e/ou compensatórias dos impactos da implementação de determinado processo construtivo de infraestrutura.

É tendência da urbanização contemporânea, o aparecimento de novas maneiras de habitar na cidade, Beltrão (2004) relata sobre os condomínios horizontais e também loteamentos fechados em um processo de urbanização que atualmente é marcado pela multiplicação das áreas centrais, o que altera a estrutura da cidade e caracteriza uma polinucleação. Font (2007) destaca que a urbanização dispersa é uma forma específica da cidade contemporânea com fragmentação da forma urbana, a qual causa descontinuidade das peças do espaço. As mudanças da forma a produzir o espaço, segundo Reis (2007) tiveram influências econômicas atuantes como a intensificação da industrialização, principalmente com macrodispersão ao redor de pólos produtivos, universalização dos modos de consumo e preferências individuais.

Nos processos construtivos de infraestrutura, um fator determinante é a análise de viabilidade de projetos. De acordo com Finnerty (1999), estão envolvidos uma série de aspectos técnicos e financeiros com a intenção de alavancagem de crédito de terceiros para o projeto, resultando em informações para tomada de decisão entre investir ou não. Bulhões (2015) aborda que tanto em projetos públicos como privados, para determinação de alocação de recursos, as avaliações de investimentos são importantes pois em ambos cenários, os recursos são escassos. Em Pereira e Neto (2013) define-se a modelagem econômico-financeira como uma estratificadora de investimentos necessários, baseada nos seus benefícios econômicos por horizonte. Há várias ações de captação de recursos públicos para mobilidade pelo Programa 2217 de Desenvolvimento Regional, Territorial e Urbano. Os recursos são de origem do OGU e da contrapartida dos estados e municípios brasileiros. Há também a Parceria Público-Privada (PPP) pela lei nº 11.079/2004. Todas essas fontes de captação tem em comum o direcionamento de seguir uma sistemática burocrática para conquista de recursos disponíveis pelo governo, de acordo com a Figura 10 do item 2.2.1.

Para conquista de investimento em processos construtivos de infraestrutura, é fundamental o conhecimento de técnicos e gestores, o qual está nas premissas dos programas e manuais do Ministério das Cidades. Os gestores públicos, conforme Ministério das Cidades (2009), precisam estar preparados para concepção de ideias e ações a serem implementadas com equipes internas e externas, relacionadas aos prestadores de serviços para alcance dos objetivos e metas da mobilidade sustentável. Com o conhecimento desses técnicos e gestores, é importante também a conferência da estruturação e preparação dos pré-projetos e cronograma de implantação do processo construtivo.

Com relação aos projetos, existe a compatibilização, que de acordo com Graziano (2003) pode ser definida como a verificação conjunta dos diversos componentes do processo construtivo, dando uma garantia que os projetos (arquitetura, estrutural, instalações elétricas e hidráulicas e outros) estão compartilhados entre si e ocupam espaços compatíveis até o término do processo. Para Monteiro *et al.* (2017), o objetivo da compatibilização é a eliminação de divergências antes da fase de execução. Souza e Pompermayer (2016) complementam que a análise, mediante estudo formal do projeto, podem comprovar a viabilidade de execução antes do início das obras. Um dos principais motivos de atrasos de obra são as divergências dos projetos durante execução, ocasionando desperdícios econômicos com relação a mão de obra e materiais.

Com os projetos e estruturação de como ocorrerá o processo construtivo da infraestrutura, é importante a execução de um cronograma, que conforme definido por Mattos (2010) elenca a definição da duração dos serviços e se mal calculadas, podem comprometer todo o planejamento. O Plano de Mobilidade (2014) no eixo vinculado ao fomento financeiro para projetos de mobilidade tem como meta desenvolver na administração de municípios, a sistemática de exigências específicas e os cronogramas de implantação junto com plano de projetos que possuem atualizações de lições aprendidas em projetos anteriores e são ações que contribuem para os processos de execuções.

2.3.2 Aspectos Ambientais

Intensificando os conceitos sobre desenvolvimento sustentável, pode se ponderar que processos e transporte sustentável representam aqueles que satisfazem as necessidades de mobilidade, evitando o perigo de fim dos recursos das futuras gerações (GUDMUNDSSON, 2004; RICHARDSSON, 2005). E, considerando a preservação do meio ambiente como uma preocupação mundial, busca-se, implementar políticas dos âmbitos internacionais, nacionais, regionais e locais que objetivem à redução de práticas que visem degradar os recursos naturais (DE LEAL, 2010). Concentram-se neste tópico, questões da sustentabilidade ambiental de impactos de benefício/vantagem e também de custo/desvantagem para processos construtivos de mobilidade e transportes, como poluição inaceitáveis pelos congestionamentos, desmatamentos, dentre outros.

Com relação a poluição do ar, Almança *et al.* (2011) define como introdução na atmosfera de qualquer energia que altere as propriedades do ar, a qual pode afetar a saúde das espécies tanto animais quanto vegetais e também modificar físico e quimicamente as espécies minerais. Santana *et al.* (2012) aborda que a poluição possui diversas origens e consequências, ressaltando que a gestão de qualidade do ar deve estar incorporada aos instrumentos de gestão ambiental com as áreas da saúde, planejamento urbano e energia.

Segundo Brasil (2009), com relação aos veículos, os fatores que influenciam as emissões estão ligados as tecnologias do motor, ao porte e finalidade de uso do veículo, ao tipo e qualidade do

combustível, ao projeto e materiais empregados no sistema de alimentação de combustível, as condições de manutenção e modo de condução, assim como fatores meteorológicos como influência da pressão e temperatura ambientes. A poluição atmosférica causa efeitos na saúde humana e meio ambiente. D'Agosto (2015) elenca os efeitos por tipo de poluente nas duas classificações, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Poluentes atmosféricos: fontes e efeitos

Poluente	Fontes de Emissão	Efeitos sobre a saúde	Efeitos ao meio ambiente
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Processos de combustão (fuligem e partículas de óleo).	Quanto menor o tamanho da partícula, mais prejudicial será o efeito à saúde. Causam efeitos mais graves em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Partículas Inaláveis (MP10) e Fumaça	Combustão incompleta de combustíveis fósseis, óleo lubrificante e resíduos oriundos do desgaste dos pneus, rodas e pavimentos.	Causam agravamento de doenças respiratórias, podendo acarretar morte prematura.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Óxidos de enxofre (SOx)	Combustão incompleta de combustíveis fósseis, óleo lubrificante e resíduos oriundos do desgaste dos pneus, rodas e pavimentos.	Causam desconforto na respiração, doenças respiratórias, agravamentos de doenças respiratórias e cardiovasculares já existentes. Pessoas com asma, doenças crônicas do coração e pulmão são mais sensíveis a este poluente atmosférico.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Óxidos de nitrogênio (NOx)	Processos de combustão; processos de descarga elétrica na atmosfera.	Provoca aumento da sensibilidade à asma e à bronquite e baixa a resistência às infecções respiratórias.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.
Monóxido de carbono (CO)	Processos de combustão incompleta de combustíveis fósseis e outros materiais que contenham carbono.	Prejudica os reflexos, a capacidade de estimar intervalos de tempo, o aprendizado, o desempenho no trabalho e a acuidade visual.	-
Ozônio (O3)	Oxidação do oxigênio que participa da combustão.	Provoca irritação nos olhos e vias respiratórias e diminuição da capacidade respiratória. Exposições a altas concentrações podem resultar em sensação de aperto no peito, tosse e chiado na respiração.	"Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais." ("FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler ...")
Hidrocarbonetos (HC)	Queima incompleta de combustíveis, evaporação de combustíveis, solventes orgânicos etc.	São gases considerados carcinogênicos e mutagênicos, provocando irritação nos olhos, nariz, pele e aparelho respiratório.	-

Fonte: Adaptado D'Agosto (2015)

De acordo com Santana e Freitas (2012) dentre as atividades que são prejudiciais à água se elenca como principais: a ocupação dos mananciais e retirada de matas ciliares, a contaminação do solo,

impermeabilização em locais urbanos, escoamento inadequado de águas pluviais, o assoreamento e erosão e dentre outros. Segundo a Fundação Getúlio Vargas (FGV DATASAN, 2021), 83,7% da população brasileira conta com abastecimento de água e apenas 54,1% dispõe de rede de esgoto, o que contribui para deterioração da qualidade da água, não somente na natureza, mas também em outros setores como saúde pública, qualidade de vida das espécies e economia.

Há órgãos nacionais e internacionais que regulamentam as concentrações de gases do efeito estufa e poluentes e também o descarte de resíduos poluidores no ar e água como o CONAMA, a OMS e a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA). As resoluções devem ser respeitadas inclusive em processos construtivos com a destinação correta de cada tipo de resíduo, principalmente das classes C e D estabelecidos pelo CONAMA e também dispostos nas definições de Paschoalin *et al.* (2014) no Quadro 3.

Quadro 3 - Classe, origem e tipo de resíduo de processos construtivos.

Classe	Origem	Tipo de Resíduo
C	Resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações para reciclagem ou recuperação.	Não especificado pela resolução.
D	Resíduos perigosos originados de processos de construção.	Tintas, solventes, óleos, amianto.
	Resíduos contaminados, originados de demolições, reformas e reparos, enquadrados como classe D na NBR 10004.	Clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Fonte: Adaptado de Paschoalin *et al.* (2014).

Com relação ao solo, há um descompasso entre as estratégias estabelecidas de planejamento urbano pela Lei 10.257, de 10 de julho de 2001 em seu item VI e de mobilidade. Dessa maneira, o Ministério das Cidades (BRASIL, 2007) estabeleceu alguns desafios em relação ao seu uso e ocupação:

- Consolidar e regularizar os centros, áreas já ocupadas e as parcelas informais da cidade, promovendo maior aproveitamento da infraestrutura existente;
- Controlar a implantação de novos empreendimentos públicos e privados, condicionando-os a internalizar e minimizar os impactos sobre o ambiente urbano, trânsito e transporte;
- Garantir o uso público do espaço público, priorizando o pedestre, solucionando ou minimizando conflitos existentes entre a circulação a pé e trânsito de veículos e oferecendo qualidade na orientação, sinalização e no tratamento urbanístico de áreas preferenciais para o seu deslocamento;
- Implantar obras e adequações viárias para a viabilidade dos modos de transporte não motorizados;
- Priorizar os investimentos e o uso do Sistema Viário para o pedestre e os meios de Transporte Coletivo, principalmente nas situações de conflito com o Transporte Individual e de Carga. (BRASIL, 2007, p.65)

Com relação ao transporte de cargas e matérias-primas, de acordo com à Secretaria de Política Nacional de Transportes (2016), representam elevado grau de poluição do meio ambiente (emissão CO₂), os quais levam à formação de chuva ácida, poluição do ar e desequilíbrio do efeito estufa. Silva *et al.* (2003) abordam sobre os motoristas, defendendo seu conhecimento, entretanto, ressalta que a frequência e os roteiros devem proceder de estudos técnicos de demanda do serviço e também da

capacidade dos veículos disponíveis ou necessários. Sendo assim, quanto mais planejamento, não considerando somente o conhecimento empírico do motorista para otimização da rota específica de estrada de serviço para veículos abastecedores de pequeno, médio e grande porte, maior a fluidez e menores as emissões ao meio ambiente.

Para regulamentação das práticas sustentáveis, o governo tem papel fundamental e determinante para implementação dos critérios. Em Casado (2010), relata-se que as práticas sustentáveis incentivam a pesquisa pelas novas tecnologias, desenvolvimento de produtos e fornecedores, treinamento de profissionais da área para a nova forma de projetar e, dessa forma, contribuem com a redução do desperdício e a vivência em harmonia como planeta.

O gerenciamento de resíduos deve começar na fase de projeto, privilegiando os materiais que façam a geração de resíduos de nenhuma ou baixa periculosidade e contaminação, os quais, por consequência contribuem para redução de custos e uso de energia, da utilização de recursos naturais e do impacto ambiental (MINAS GERAIS, 2008).

Em estudos de Jereissati (2011), têm-se que a implementação de técnicas sustentáveis simplificadas e de materiais de comum acesso não representam 10% de acréscimo no valor previsto de obra, e o valor do investimento inicial alto, retorna em grandes economias em poucos anos. Como instruções normativas, tem-se a resolução do CONAMA de nº 307/2002, a qual estabelece sobre a gestão dos resíduos sólidos em âmbito municipal, estadual e federal e o Decreto nº 9.178 de 2017 que dispõe sobre práticas para promoção da sustentabilidade ambiental com relação a aquisição de bens, contratação de serviços ou obras.

Salles *et al.* (2013) abordam sobre o processo de dominação e expansão onde o homem modifica o ambiente natural para o artificial. A Amazônia tem sofrido com a aceleração dessa modificação, que conforme Silva *et al.* (2013) causam mudanças no uso e ocupação do solo, principalmente em relação ao desmatamento. De acordo Oliveira e Valery (2007), o desmatamento não ocasiona somente o desaparecimento das espécies vegetais, como também dos animais e afetam significativamente a cadeia alimentar.

Torna-se importante a preservação e/ou construção de áreas verdes. Nucci (2008) relata que para uma área ser identificada como verde, necessita de funções de estética, de lazer e ecológica e possuir uma cobertura vegetal e com solo permeável com 70% da área. Erwing (2001) complementa que quando as árvores são plantadas de forma adequada e com estratégias de design, contribuem de forma amigável com os pedestres. Gomes (2005) aborda que as áreas verdes, da perspectiva social e psicológica, influenciam no ânimo das pessoas, além disso, combate à poluição do ar, contribui com regulação da umidade, mantimento da permeabilidade e reduz níveis de ruídos, sendo amortecedor do barulho urbano.

Os processos construtivos se enquadram em licenças ambientais. Machado (2015) aborda que o licenciamento ambiental possui três fases: fase de Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação. Então, se faz necessário verificar o enquadramento municipal e estadual do projeto dentro das normas definidas, evitando as suspensões futuras após início das obras. Conforme Mukai (2016), um processo construtivo semelhante pode conter procedimentos diferentes a depender do estado em que será instalado.

Os processos construtivos também devem considerar a integração de modos não motorizado/coletivo. Zhao e Li (2017) abordam a integração de bicicletas e também sistemas coletivos, como de metrô, os quais podem ser um modo eficaz de melhorar a sustentabilidade e eficiência do transporte urbano. No entanto, as influências demográficas e socioeconômicas necessitam de considerações para que a aderência desse modo seja convincente para população. Eryildiz e Xhexhi (2012) relatam que os meios de transporte coletivos e não motorizados como a bicicleta vem sendo incentivados na Europa e explanam ações que impactam na redução da emissão de gases efeito estufa, na conservação energética, na melhoria da qualidade do ar, e a redução do tráfego nas grandes áreas. Segundo Hidalgo e Huizenga (2013), deve haver uma mudança de paradigmas para o planejamento e investimento no setor de transportes, a qual deve concentrar no acesso, nos meios mais eficientes, no incentivo de veículos e combustível de baixo carbono e limpos. Isso se dá através de três ações: evitar viagens longas e desnecessárias com meios motorizados, alterar o movimento de bens e pessoas para os modos mais eficientes e por último a melhoria de tecnologia para o gerenciamento das operações de todos os serviços relacionados aos transportes. Campos (2006) elenca algumas estratégias no contexto ambiental que contribuem para atingimento da Mobilidade Urbana Sustentável (MUS). São elas:

- Investimento em transporte coletivo utilizando energia limpa;
- Adequação de veículos de carga, pontos de parada e vias;
- Aumento da qualidade do transporte público;
- Implementação de sistemática para controle de velocidade e de tráfego;
- Promoção do conforto urbano em: ciclovias, calçadas adequadas, arborização das vias e segurança em travessias;
- Políticas de restrição do uso de transporte individual motorizado nas áreas poluídas.

Stein (2013) destaca como estratégia para mobilidade, a melhoria na infraestrutura de pedestres e ciclistas e facilitação do uso do transporte público. Com relação à priorização dos transportes não motorizados e também dos coletivos, a Lei nº 12.587 é incisiva e relata que essa prioridade deve ser objetivada para atendimento das necessidades diárias.

Ruiz e Bernabé (2014) trazem algumas questões que determinam as escolhas das pessoas aos transportes não motorizados como segurança, proximidade à trabalho/escola/conveniências,

facilidades (estacionamento, faixas especiais, etc) e dentre outras. Heinen, Maat e Wee (2009) verificaram que os incentivos proporcionados pelos empregadores durante o processo construtivo é proporcional ao aumento do número de ciclistas, constando por exemplo a instalação de estacionamentos seguros, local para banho, vestiários e armários como incentivos. Além do transporte por bicicleta, destaca-se políticas de benefícios, que de acordo com Araujo *et al.* (2006) possuem exigibilidade legal e dentro dessa classificação, destaca-se o vale-transporte para incentivo ao uso do transporte coletivo. Para Pereira *et al.* (2004) a melhora da qualidade de vida das pessoas nas cidades recebe a promoção de um transporte público mais humano e com eficiência.

2.3.3 Aspectos Sociais

Os processos construtivos de engenharia e infraestrutura buscam construir serviços e instalações, que são basicamente necessários para transporte e fornecimento de energia. No sistema público, o desenvolvimento de projetos de infraestrutura envolvem construção, operação e desmontagem de serviço ou instalação para atendimento de uma necessidade pública (PELLICER *et al.*, 2014).

Sendo assim, os processos construtivos de infraestruturas representam um intermediário elo que contribui com abertura de oportunidades para o desenvolvimento social sustentável (VAN DE WALLE, 2002; MOSTAFA E EL-GOHARY, 2014). Não considerar a dimensão social no desenvolvimento de infraestrutura pode ter efeitos prejudiciais no projeto e na sociedade (TEMPER *et al.*, 2015; NADERPAJOUH *et al.*, 2014).

No artigo 2º, a Lei nº 10.257/2001, estabelece que a política urbana tem a meta de ordenar o pleno desenvolvimento de funções sociais nas cidades, as seguintes diretrizes são elencadas:

- I- Garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;
- II- Gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano;
- III- Cooperação entre os governos, a iniciativa privada e os demais setores da sociedade no processo de urbanização, em atendimento ao interesse social;
- IV- Planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;
- V- Oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e às características locais (BRASIL, 2001).

De acordo com o Ministério das Cidades (2015), no Estatuto um dos direitos fundamentais das pessoas, é o direito à cidade e oportunidades que a vida urbana oferece. Munira e Santoso (2017) relatam que pessoas jovens, com maior nível de educação e em classes sociais mais elevadas possuem maior propensão a se preocupar com problemas de transporte sustentáveis, e, esse fator, pode contribuir com o direcionamento de governantes com relação as políticas públicas e de infraestrutura

a serem implementadas.

A sustentabilidade social das infraestruturas depende de critérios de avaliação que determinam seu estado de desenvolvimento; entretanto, a identificação de critérios sociais deve ser associados às partes afetadas (DI CESARE *et al.*, 2016). Dado isso, os tomadores de decisão e o restante da sociedade devem estabelecer uma interação mútua para apoiar uma boa decisão. Não é recomendada uma abordagem tecnocrática com apenas contribuições de especialistas. Munda (2004, 2006) afirma que a partir da participação social, a equipe científica consegue aprimorar conhecimentos da questão e do contexto para tirar conclusões fundamentadas.

Todavia, a avaliação dos aspectos sociais é levada menos em consideração do que as dimensões econômica e ambiental (MISSIMER *et al.*, 2017; DÍAZ-SARACHAGA *et al.*, 2016). A maioria dos projetos públicos ainda não integraram suficientemente os aspectos sociais e, em vez disso, concentram sua atenção no desempenho socioeconômico (VALDES-VASQUEZ E KLOTZ, 2013; TORRES-MACHI *et al.*, 2017).

Polese e Stren (2000) definem a sustentabilidade social como “o desenvolvimento compatível com a evolução harmoniosa da sociedade civil, fomentando um ambiente propício para a convivência compatível de pessoas culturalmente e de grupos socialmente diversos e, ao mesmo tempo, incentivando a integração, com melhorias na qualidade de vida para todos os segmentos da população”. Concentram-se neste tópico, questões da sustentabilidade social de impactos em benefício/vantagem e também de custo/desvantagem como criminalidade, qualidade de vida, dentre outros.

Uma das evidências sociais do transporte e mobilidade e também de seus processos construtivos é a emissão de ruídos. Münzel *et al.* (2020) abordam os efeitos do ruído no sono e relações negativas para saúde da população, que através da estatística da *World Health Organization* (WHO, 2018) conseguem obter o %PDS (Percentual de Pessoas com Distúrbios no Sono) e o %PSAP (Percentual de Pessoas com Sono Altamente Perturbado). No Brasil, a legislação para ruído ainda é incipiente e está previsto em lei, somente a cidade de São Paulo para elaboração de mapas estratégicos de ruído. Seong *et al.* (2011), em Atlanta nos EUA, destacam a importância devido a distribuição espacial e definição de onde começar e/ou podem se concentrar os programas para controle e também redução do ruído. A NBR 10.151 aborda sobre a acústica e estabelece que o período considerado noturno é de 22:00 da noite até às 07:00 da manhã.

O arquiteto Jan Gehl (2013), no seu livro *Cidade para Pessoas*, estabelece que a segurança nos espaços públicos é fundamental para a vida na cidade, a qual depende da diversidade das funções e da manutenção consistente dos espaços públicos. O autor reitera que ações individuais com implantação de muros altos, patrulhamento em áreas residenciais, arames farpados não são ações efetivas à

criminalidade. Aguiar (2012) aborda que o comportamento dos habitantes podem repercutir na configuração do espaço público, como áreas abandonadas, ausência de manutenção pública e outros, assim como positivamente, em suas moradias próximas, sendo os “olhos da rua”. Milgran (1970) relata que a falta de envolvimento social de moradores e vizinhança é proporcional ao aumento da criminalidade. Aver (2013) aborda sobre iluminação, onde uma cidade bem iluminada dificulta os “esconderijos”. Esses fatores corroboram que a implementação de iluminação e a manutenção dos espaços públicos, principalmente prévios a definição de um processo construtivo contribuem para diminuição da criminalidade.

De acordo com o art. 95 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), todo processo construtivo/obra ou evento que possa causar perturbação ou interromper a livre circulação de veículos e pedestres, ou também colocar em risco a segurança, somente pode ser iniciada se houver prévia autorização do órgão ou entidade do executivo de trânsito com as cabíveis sinalizações executadas. Há muitos fatores que contribuem com acidentes, como não enquadramento ao CTB. Conforme dados da WHO (2013), morrem aproximadamente 1,24 milhão de pessoas a cada ano vítimas de acidentes de trânsito no mundo. Da Mata *et al.* (2010) inclui a falta de leis adequadas ou fiscalização das mesmas, desatenção ou falta de respeito com os demais usuários da via. Cardoso e Goldner (2007) abordam sobre as condições de pavimento, fluxo de veículos e de pedestres e a sinalização.

A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET, 2005) criou um manual de sinalização de obras de acordo com disposições contidas na Resolução 160/2004 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) que tem como uma de suas finalidades reduzir os riscos de acidentes e congestionamentos e diminuir o desconforto aos moradores no entorno de um processo construtivo e população em geral atingida por determinada intervenção.

Determinados processos construtivos de infraestrutura podem necessitar de desapropriação, a qual está prevista no Código Civil Brasileiro, no seu artigo 1.228, §3º:

“§ 3º O proprietário pode ser privado da coisa, nos casos de desapropriação, por necessidade ou utilidade pública ou interesse social, bem como no de requisição, em caso de perigo público iminente.”

Com relação as utilidades públicas, as hipóteses estão elencadas no artigo 5º do decreto lei 3.365/41:

e) a criação e melhoramento de centros de população, seu abastecimento regular de meios de subsistência; f) o aproveitamento industrial das minas e das jazidas minerais, das águas e da energia hidráulica; g) a assistência pública, as obras de higiene e decoração, casas de saúde, clínicas, estações de clima e fontes medicinais; h) a exploração ou a conservação dos serviços públicos; i) a abertura, conservação e melhoramento de vias ou logradouros públicos; a execução de planos de urbanização; o parcelamento do solo, com ou sem edificação, para sua melhor utilização econômica, higiênica ou estética; a construção ou ampliação de distritos industriais; j) o funcionamento dos meios de transporte coletivo; k) a preservação e conservação dos monumentos históricos e artísticos, isolados ou integrados em conjuntos urbanos ou rurais, bem como as medidas necessárias a manter-lhes e realçar-lhes os aspectos mais valiosos ou característicos e, ainda, a proteção de paisagens e locais particularmente dotados pela natureza; l) a preservação e a conservação adequada de arquivos, documentos e outros bens móveis de valor histórico ou artístico; m) a construção de edifícios públicos, monumentos comemorativos e cemitérios; n) a criação de estádios, aeródromos ou campos

de pouso para aeronaves; o) a reedição ou divulgação de obra ou invento de natureza científica, artística ou literária; p) os demais casos previstos por leis especiais.

O artigo 2º da Lei 4.132/62, aborda sobre interesse social:

- I - o aproveitamento de todo bem improdutivo ou explorado sem correspondência com as necessidades de habitação, trabalho e consumo dos centros de população a que deve ou possa suprir por seu destino econômico.
- II – vetado.
- III - o estabelecimento e a manutenção de colônias ou cooperativas de povoamento e trabalho agrícola.
- IV - a manutenção de posseiros em terrenos urbanos onde, com a tolerância expressa ou tácita do proprietário, tenham construído sua habitação, formando núcleos residenciais de mais de 10 (dez) famílias.
- V - a construção de casa populares.
- VI - as terras e águas suscetíveis de valorização extraordinária, pela conclusão de obras e serviços públicos, notadamente de saneamento, portos, transporte, eletrificação, armazenamento de água e irrigação, no caso em que não sejam ditas áreas socialmente aproveitadas.
- VII - a proteção do solo e a preservação de cursos e mananciais de água e de reservas florestais.
- VIII - a utilização de áreas, locais ou bens que, por suas características, sejam apropriados ao desenvolvimento de atividades turísticas.

Cretella (1998), diz que o poder público através da desapropriação, almeja dar o melhor aproveitamento e utilização de determinada propriedade em benefício da coletividade.

Como fator social, a conquista da igualdade passa pela geração de empregos. Segundo o Índice de Acessibilidade aos Serviços de Transporte e Infraestrutura (ITRANS, 2004), para acessar às oportunidades de trabalho, às moradias e oferta de serviços essenciais depende das condições de transporte. Ou seja, os problemas de mobilidade podem ser indicativos de agravantes para exclusão social e pobreza. De acordo com Guilhoto *et al.* (2005), a construção de infraestruturas possui uma importância significativa no setor econômico e social tanto regional quanto nacional e deveria ser um dos focos principais do governo. Possenti e Pontili (2015) abordam que o crescimento do Brasil está diretamente relacionado com as melhorias de áreas como infraestrutura e sua respectiva geração de empregos. Kureski (2011) relata que quando as empresas do setor de construção mantêm suas altas produções, também passam a contratar mais pessoas e o círculo fica tendencioso em beneficiar todos os setores. Teixeira e Carvalho (2005) destacam que os efeitos da construção brasileira são favoráveis sobre a produção, a renda, o emprego e os impostos, sendo estratégico para o desenvolvimento social e também econômico do país.

Coriolano e Fernandes (2012) abordam que “sem mobilidade não há turismo”. Na Antiguidade Clássica, por exemplo, os romanos e gregos tiveram destaque pela organização das viagens e dos meios de transporte para se deslocarem e conhecer novos lugares (REJOWSKI, 2002; OMT, 2003). O turismo/cultura é um fator social a ser considerado nos processos construtivos de mobilidade, pois remete aos fluxos humanos, culturais e técnicos que podem oferecer experiência para as pessoas e

garantir o engajamento social. A mobilidade passa de algo necessário para desejável, devido sua característica em termos da interação social (LARSEN; URRY & AXHAUSEN, 2007).

Outro ponto da mobilidade é a acessibilidade, que de acordo com o conceito Europeu (2003):

“Acessibilidade é a característica de um meio físico ou de um objeto que permite a interação de todas as pessoas com esse meio físico ou objeto e a utilização destes de uma forma equilibrada/amigável, respeitadora e segura. Isto significa igualdade de oportunidades para todos os utilizadores, quaisquer que sejam as suas capacidades, antecedentes culturais ou lugar de residência no âmbito do exercício de todas as atividades que integram o seu desenvolvimento social ou individual. Portanto, a acessibilidade promove a igualdade de oportunidades, não a uniformização da população (em termos de cultura, costumes ou hábitos).”

De forma geral, a acessibilidade permite o acesso das pessoas aos locais de estudo, emprego, lazer, equipamentos públicos e outros e varia conforme o uso do solo e também das características do sistema de transporte (RAIA JR.; SILVA; BOCANEGRA, 2001). De acordo com Cardoso e Matos (2007), o desenvolvimento socioeconômico dos municípios recebem forte influência de condições de mobilidade e acessibilidade. Para Machado (2008), enquanto a acessibilidade faz referência aos lugares, a mobilidade equivale às pessoas, ou seja, lugares são acessíveis e as pessoas possuem o desejo, a capacidade e possibilidade de se movimentar pelo sistema, ou seja, a mobilidade. O Plano de Mobilidade Urbana contempla, no inciso IV do art. 24 da Lei 12.587/2012 (BRASIL, 2012): “a acessibilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade.” O crescimento do deslocamento de veículos e pessoas demandam um planejamento contínuo para garantir a acessibilidade aos bens e serviços, para toda a sociedade (DRUCIAK, 2014).

O *World Resources Institute* (WRI) é um instituto de pesquisa global que tem por objetivo transformar grandes ideias em ações, atuando no desenvolvimento de estudos e implementações para soluções sustentáveis. A Figura 12 retrata os cinco princípios para a acessibilidade segura para a sociedade, emitido em 2017 através de um guia pelo WRI Brasil, tratando a prioridade para pedestres e ciclistas e finalizando o ciclo com a qualificação do espaço público.



Figura 12 - Princípios para qualificação dos acessos
Fonte: WRI Brasil, 2017

A qualidade de vida é uma função social da mobilidade (COSTA; NETO; BERTOLDE, 2017). O resultado do incremento dos fluxos de pessoas e bens, tem implicado em impactos negativos sobre a qualidade de vida, sobre o desempenho econômico e sobre o ambiente local e global. Estes impactos consideram alguns fatores como congestionamentos, fragmentação de comunidades, emissão de poluentes, ruídos, acidentes, produção de resíduos sólidos e uso de energia não-renovável. Giannetti (2002) apresenta algumas introduções sobre felicidade e sua relação com o desenvolvimento e segundo suas conclusões, não se pode desvincular felicidade do desenvolvimento. Em 1972, foi criado o Índice de Felicidade Interna Bruta (FIB) que conforme Arruda (2005) leva em conta indicadores da vida familiar e social da população. Giannetti (2006) aborda que com o aumento ascendente, o termo felicidade deve acompanhar a diminuição de assaltos, poluição e estresse. Jan Gehl (2013) complementa que apesar dos problemas das cidades não serem iguais nas diversas partes do mundo, a inclusão da dimensão humana no planejamento foram seriamente negligenciadas. E um dos pontos centrais que se enquadram para a qualidade de vida segundo o autor são o respeito, a dignidade e o entusiasmo pela vida e também cidade como lugar de encontro e relata que no futuro o planejamento urbano deve começar pelas pessoas.

Observa-se com a fundamentação explanada - dos aspectos econômicos, ambientais e sociais com enfoque em processos construtivos de infraestrutura - que as estratégias que buscam atingir um planejamento urbano e de mobilidade sustentável, necessitam do papel do poder público. O papel do poder público se dá através de planejamento na análise de implementações de projetos e auxílio de ferramentas nos processos construtivos que analisem os custos e benefícios para tomada de decisão e conquista da qualidade de vida da sociedade em cidades pensadas com e para pessoas.

2.4 Apoio a Tomada de Decisão

Para Pavan e Todeschini (2010), quando um indivíduo possui cursos alternativos de ação e é necessário escolher entre eles, não tendo, a priori, conhecimento de qual seria a melhor seleção, ocorre um problema de decisão. Roy (1993) considera que as decisões são cumpridas quando se escolhe ou não, efetivar determinada ação, sendo assim, a decisão em si não pode ser visualizada de forma separada do processo de decisão.

Flyvbjerg *et al.* (2005) argumenta que melhorias no processo de decisão para a implementação de projetos de infraestrutura podem ser adquiridas a partir de melhores métodos de predição e aperfeiçoamento dos incentivos públicos e privados em *accountability*, isto é, sobre a transparência das premissas e dos métodos adotados nessas estimativas.

Bana e Costa (2001) abordam apoio à decisão, como atividade que possuem modelos próximos de estarem formalizados, para elaborar recomendações que objetivem responder questões aos agentes de

decisão, facilitando assim o processo de construção e avaliação de alternativas.

Ostanello (1990), aborda que situações para tomada de decisão podem apresentar bastante diversidade e diferentes formas complexas de resolução, a depender das características técnicas, políticas e organizacionais de diferentes problemas dos mais variados contextos. Além disso, esses fatores são condicionantes do processo de análise, os quais podem indicar a evolução da interação entre o analista (auxiliador da estruturação do problema) e cliente (interessado na decisão). Metodologias de apoio a tomada de decisão devem auxiliar na estruturação do problema e aprendizado, facilitar a comunicabilidade entre os atores envolvidos e ampliar o comprometimento com o propósito de obtenção de resultados organizacionais e políticos válidos.

Como apoio à decisão Roy (1990) estabelece a atividade que uma pessoa executa, através de um modelo explícito, como esquema que permite a representação de um fenômeno, contribuindo para investigação e facilitando a comunicação entre as partes.

Malczewski (1999) aborda os elementos necessários para um processo de tomada de decisão, são eles:

- Conjunto de objetivos ou objetivo que se deseja atingir;
- Atores decisores envolvidos no processo e suas preferências com relação aos critérios de avaliação;
- Conjunto de critérios de avaliação, atributos e/ou elementos pelos quais os decisores irão avaliar as alternativas;
- Conjunto de alternativas de decisão;
- Conjunto de variáveis externas;
- Conjunto de consequências ou resultados associados as alternativas definidas.

Govindan e Jepsen (2016) abordam que os problemas de decisões reais, podem envolver diversos critérios, ou perspectivas, conflitantes que devem ser levadas em consideração para decisão final. Em processos construtivos, Bittencourt e Ferreira (2014) ponderam que é necessário considerar, entre outros aspectos, o envolvimento de diversos atores, como: as diversas esferas governamentais, o setor privado e outros grupos que possuem interesse envolvido, além da legislação vigente. Sendo assim, a ausência de método e/ou a elaboração inadequada do planejamento pode gerar prejuízos para todos os envolvidos (STRAPASSON; SANTOS; SANTOS, 2010).

Para a maior compreensão em conceitos geográficos distintos, ferramentas auxiliares para facilitar a sistematização de ideias e tornar mais efetiva e prática, o planejamento e tomada de decisão podem contribuir para estratégias e ações em diferentes municípios. Entretanto, estas ferramentas necessitam de disseminação para capacitação de técnicos e gestores públicos e garantir que os objetivos no âmbito do transporte e mobilidade urbana sustentável sejam alcançados.

2.4.1 Método Multicritério

A análise multicritério é uma técnica que contribui com a tomada de decisão e será utilizada no trabalho, para Lieggio *et al.* (2012), seja no esclarecimento da decisão de um procedimento de seleção, na decisão por uma triagem, por ordenação ou arranjo ou, por uma descrição. Januzzi *et al.* (2009) aborda que Análise Multicritério (AMC) ou Apoio Multicritério à Decisão (AMD) fazem referência à um conjunto de técnicas para apoio ao agente decisor na tomada de decisão relacionada à um problema complexo, tendo em consideração diversos critérios e diferentes pontos de vista.

É válido abordar que na literatura, de acordo com Gomes e Gomes (2012), encontram-se vários termos empregados para designar o método multicritério, são eles:

- Análise de Decisão com Múltiplos Critérios (ADMC)
- Apoio Multicritério à Decisão (AMD)
- Multiple Attribute Decision Making (MADM)
- Multiple Criteria Decision Making (MCDM)
- Multiple Objective Decision Making (MODM)
- Multiple Objective Decision Aiding (MODA)
- Multiple criteria Decision Aiding (MCDA)

Keyvan e Cats (2015) indicam que as tomadas de decisão com multicritério, referem-se à vários critérios e que podem ser conflitantes entre si e Bouyssou (1990) informa que os critérios necessitam ser habituais para que os atores consigam prover discussões a respeito.

Há características de critérios para que um processo de apoio à decisão seja satisfatório, são eles:

- Exaustividade: todas as perspectivas importantes para o problema necessitam ser consideradas.
- Operacionalidade: os atores envolvidos no processo devem legitimar os critérios, garantindo a continuidade do processo de decisão.
- Minimalismo: critérios desnecessários não devem ser considerados para o processo de decisão.
- Legibilidade: o analista, ao planejar o modelo, deve considerar todas as informações necessárias ao processo de implementação, de preferência com um número suficientemente pequeno de critérios. (ROY, 1990).

Richardson (2005) aborda que os sistemas de transporte tem suas complexidades acentuadas, pois envolvem diferentes hierarquias como legislação, corpo regulatório, construtores, modelos de uso do solo, avanços tecnológicos, e por último e considerado muito importante, o comportamento humano. Devido a diversidade das decisões e hierarquias em relação ao desenvolvimento dos sistemas de transporte e mobilidade que estão relacionadas aos vários critérios necessários de serem considerados,

com uma decisão final viável, os métodos multicritério vem sendo frequentemente usados nessas áreas (SUGANTHI, 2018).

É válido salientar, conforme Barbieri *et al.* (2016), que as técnicas de ADMC colaboram com a tomada de decisão para problemas que inclusive contam com aspectos que não são tangíveis, e as técnicas multicritério permitem incorporar informações qualitativas relevantes. Januzzi *et al.* (2009) complementam que a análise multicritério possui um enfoque quali-quantitativo, ou seja, não se trata de uma estrutura de Pesquisa Operacional rígida e também não é unicamente exploratória. Algumas literaturas abordam que a ADMC não objetiva encontrar uma singular solução ótima para um determinado objetivo, entretanto, uma solução que possua compromisso com os objetivos que estejam estabelecidos.

Brucker *et al.* (2004) mencionam que no panorama geral da análise multicritério, há um sequenciamento de etapas, as quais seguem apresentadas na Figura 13.

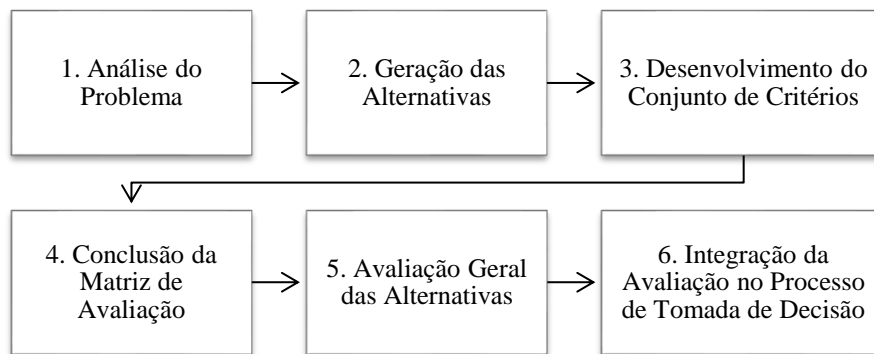


Figura 13 - Etapas de Análise Multicritério
Fonte: Adaptado de Brucker *et al.* (2004)

A Figura 13 norteia todo o processo multicritério, onde no primeiro momento tem-se a análise do problema, seguido da compreensão de quais alternativas podem solucioná-lo. Em seguida, têm-se a obtenção dos critérios que podem ter características qualitativas ou quantitativas com ponderação para cada ação ao problema/processo, posteriormente tem-se a avaliação geral das alternativas em uma matriz. Na quinta etapa as informações das matrizes são agregadas para avaliação geral e, por último, o resultado final da avaliação é integrado ao processo geral para tomada da decisão.

Ishizaka e Labib (2011) abordam uma outra visão de etapas, reduzindo à quatro, sendo essas: início com modelagem do problema, avalia-se os pesos, agragação dos pesos e por último a análise de sensibilidade.

Apesar de vários autores divergirem sobre as etapas multicritério, é válido afirmar que cada método possui particularidades, dessa maneira, serão abordados a seguir, de forma breve, alguns métodos de análise multicritério em consonância com o trabalho.

Algumas classificações propostas por autores como Vincke (1992), e abordadas por Gaurneri (2015)

envolvem diferentes métodos, os quais podem ser visualizados no Quadro 4.

Quadro 4 - Classificação das abordagens multicritério.

Classificação	Principais Métodos	Definição
Teoria da Utilidade Multiatributo ou do Critério Único de Síntese	AHP, MAUT, SMART e TOPSIS.	Agregadas em um valor de utilidade único. Há uma pontuação e as alternativas que possuem a melhor pontuação são as escolhas.
Métodos de priorização/sobreclassificação ou subordinação	ELECTRE e PROMETHÉE	Alternativas comparadas par a par, com verificação em cada etapa da superior em cada critério. Estabelece-se uma relação de superação entre as alternativas, sendo que a melhor é a que representa superioridade na maioria dos critérios avaliados.
Métodos interativos	ICW, PARETO RACE, STEM e TRIMAP	Alternativa que seja nitidamente superior aos objetivos estabelecidos, a qual utiliza a agregação das preferências dos decisores.

Fonte: Adaptado de Guarnieri (2015)

O EPISSURE, citado no capítulo 2.2.2 de iniciativas de mobilidade, foi baseado na Análise Multicritério, utilizando o método Electre. Conforme Paranaíba (2017), um dos diferenciais do EPISSURE é que não foi desenvolvido em *software* específico, mas no *Excel*, de domínio da empresa *Microsoft* e facilitando o acesso para modificações e entendimento das funcionalidades. André e Roy (2009) que abordaram a metodologia, informaram que sua configuração foi realizada para atendimento de solicitação de ferramentas de análise multicritério para avaliações que não consideram o âmbito financeiro.

Entretanto, uma das abordagens mais frequentes de apoio à decisões é o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) ou Processo Hierárquico Analítico (SAATY; VARGAS, 2013) e, diante do exposto, tornou-se a opção de utilização para desenvolvimento do trabalho.

2.4.2 Analytic Hierarchy Process (AHP)

O AHP é indicado para lidar com problemas que necessitam de vários critérios nos mais complexos cenários e com diferentes grupos de partes interessadas (PEDROSO; BERMANN; SANCHES-PEREIRA, 2018). Segundo De Lucca (2014), o AHP trata-se de um método matemático, o qual não é baseado em uma teoria específica, entretanto, representa uma teoria geral da medição de uma escala de razão que possui fundamentos tanto psicológicos quanto matemáticos. De acordo com o mesmo autor, o método vem sendo empregado nas mais diversas áreas com a meta de comparar, avaliar e classificar diversas opções de planejamento.

Para definição dos critérios, os quais devem englobar perspectivas relevantes para o processo de decisão, ocorrem dificuldades em quantificar as importâncias pertinentes para cada critério, esses graus de importância também podem receber variações, por exemplo, entre os diferentes decisores.

Sendo assim, é necessária a coleta de atribuições de pesos para fazer uma correta atribuição, que segundo Silva *et al.* (2004), se torna significativa para que as preferências dos decisores sejam preservadas.

Quando se compara o AHP à outras técnicas como o PROMETHEE e ELECTRE, a diferença do AHP é sua estrutura hierárquica clara. Janiak e Zak (2014) completam também com a verificação de consistência interna, que é significativamente útil ao envolver avaliadores leigos e/ou iniciantes quanto ao método. Ainda em relação à estrutura hierárquica, Barbosa *et al.* (2017), abordam que a hierarquia do problema é iniciada com a definição do objetivo geral. O AHP é norteado por três princípios que fundamentam o método:

- a) Construção hierárquica – essa baseia-se no raciocínio humano, o qual fica responsável por estruturar o problema em níveis hierárquicos, com elementos-chave em camadas específicas e conjuntos.
- b) Definição de prioridades – essa baseia-se na habilidade humana de relacionar objetos, ou seja, da comparação de pares sob o ponto de vista de um determinado foco ou critério (julgamentos par a par ou paritários).
- c) Consistência lógica – método para avaliação do modelo de priorização relacionado a sua consistência (COSTA, 2002).

A partir da estrutura hierárquica que decompõe problemas complexos, têm-se uma visão ampla ao tomador de decisão. O AHP, tem uma forma estrutural/hierarquizada para sua aplicação. A Figura 14, demonstra os níveis. Segundo Saaty e Vargas (2012), o último nível representa as alternativas, o segundo nível os critérios e/ou indicadores e o primeiro a meta ou propósito geral do problema.

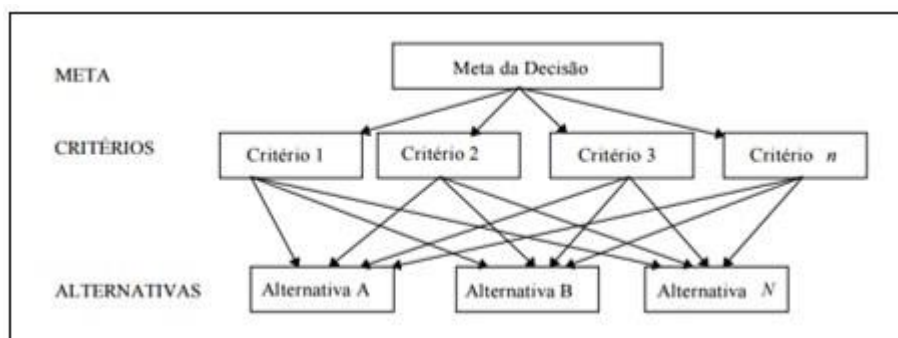


Figura 14 - Estrutura Hierárquica AHP
Fonte: Adaptado de (SAATY, Thomas; VARGAS, 2012)

No nível dos critérios está associado um aspecto de preferência, o qual pode ser crescente, caso o critério seja maximizar, ou decrescente, caso seja minimizar.

Posteriormente à estruturação, ocorre a definição das prioridades, com determinação dos pesos para cada nível de hierarquia. Esta etapa conta com atores envolvidos no processo decisório e que possuem relacionamento e experiência com o assunto/problemática. A escolha dos analistas deve ser feita para

evitar o máximo da subjetividade e com objetivo de obter um julgamento mais realista. A comparação par a par é utilizada para a relevância de cada critério, através de uma matriz quadrada 'n x n', correspondente às linhas e colunas. O valor $\alpha_{i,j}$ representa a importância do critério da linha i em relação à coluna j. A Equação 1 representa o método.

$$\mathbf{A} = [\alpha_{i,j}]_{n \times n} \quad (1)$$

Cada linha $i \in N$ demonstra razões entre o peso de índice de cada critério definido quando relacionado a $j \in N$, sendo que $N = \{1, 2, \dots, n\}$. Desta maneira, $\alpha_{i,j}$ equivale ao peso ou valor submetido por um especialista, quando comparado o critério da linha $i \in N$ com algum dos critérios nas colunas $j \in N$ da matriz \mathbf{A} , representada na Equação 1.

A matriz \mathbf{A} , é assim como $\alpha_{i,j} = 1/\alpha_{j,i}$, sendo $\alpha_{i,i} = 1$, quando $i = j$ e $j \in N$ (QUADROS; NASSI, 2015). Para realização das comparações par a par, os julgamentos possuem uma escala de importância para estabilizar sua aplicação perante um grande número de pessoas (SAATY; VARGAS, 2013). O Quadro 5 apresenta as escalas de importância e suas respectivas definições e a Tabela 4, uma matriz de comparação par a par, considerando a diagonal que cruza dois critérios iguais com importância de 1.

Quadro 5 - Escalas de Importância do AHP

Importância	Definição
1/9	Extremamente menos importante
1/7	Bastante menos importante
1/5	Muito menos importante
1/3	Pouco menos importante
1	Igual importância (ambos os fatores contribuem igualmente ao objetivo)
3	Pouco mais importante
5	Muito importante
7	Bastante mais importante
9	Extremamente mais importante

Fonte: Adaptado de SAATY, Thomas e VARGAS, 2012

Tabela 4 - Matriz Comparação Critérios Par a Par

	Critério 1	Critério 2	Critério 3
Critério 1	1	a_{12}	a_{13}
Critério 2	$1/a_{12}$	1	a_{23}
Critério 3	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1

Fonte: Adaptado de SAATY, Thomas e VARGAS, 2012

A partir da matriz \mathbf{A} tem-se a possibilidade de obter o peso normalizado (v_{ij}) para todo $i, j \in N$, através da divisão do elemento matriz pela soma dos valores de cada coluna (SAATY; VARGAS, 2012) e a Equação 2 demonstra a normalização.

$$v_{ij} = \alpha_{i,j} / \sum \alpha_{i,j}, \text{ sendo } \sum v_{ij} = 1, \forall j \in N \quad (2)$$

Desta maneira, a matriz A pode ser obtida na Equação 3:

$$\tilde{A} = [v_{ij}]_{n \times n} \quad (3)$$

Um dos diferenciais do método AHP, desenvolvido por Saaty (1990), é a aferição de consistência dos pesos na matriz de comparação paritária. Com a matriz A e os pesos para cada critério, sendo: w_1 ; w_2 ; ... ; w_n , podendo se assumir então que $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, e a matriz de comparação utilizada é nomeada matriz consistente, conforme Equação 4:

$$W = \begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Nota-se que $\forall i, j, k: w_{ij} = \frac{1}{w_{ji}}$ e $w_{ij} = \frac{w_i}{w_j} = \frac{w_i}{w_k} \frac{w_k}{w_j} = w_{i,k} w_{k,j}$.

Devido comparação de critérios, dentre os quais não há uma escala ou medida pré-estabelecida, é usual que a aplicação do AHP incida em inconsistências, já que os critérios estão implicados em mais de uma compração e os valores são obtidos com base de julgamentos de especialistas (SAATY; VARGAS, 2012). Sendo assim, a condição $w_{ij} = w_{i,k} w_{k,j}$ nem sempre é satisfeita, e o autovetor não é equivalente a ordem da matriz (n).

A próxima etapa do modelo é a verificação da consistência que, de acordo com Vargas (2010), e visa avaliar se os decisores foram consistentes nas opções aplicadas que compõem a tomada de decisão final.

O índice de inconsistência representa quando uma matriz par a par é utilizada para demonstrar o autovalor (λ_{\max}) e o quanto está distante do valor esperado (n). O valor do autovalor, de forma teórica é n (que corresponde ao número de critérios determinados). Quadros e Nassi (2015) abordam que o desvio pode ser obtido pelo cálculo da diferença entre o autovalor e n ($\lambda_{\max} - n$).

A Equação 5 demonstra o cálculo do Índice de Consistência (IC), o qual contribui para determinar a razão de consistência.

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

Em que n representa o número de elementos/critérios a serem comparados e λ_{\max} é o autovalor de A. O cálculo do autovalor de A (λ_{\max}) está disposto na Equação 6.

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{1}{n} \left(\frac{w'_1}{w_1} + \frac{w'_2}{w_2} + \dots + \frac{w'_n}{w_n} \right) \quad (6)$$

Em que w' é a multiplicação da matriz A_{ij} pelo vetor prioridade w , obtendo o $A_{ij} \times w$. Enquanto que o w é o vetor prioridade.

A Razão de Consistência (RC) (*Consistency Ratio*) é determinada pela divisão do IC com o Índice de Consistência Aleatória (RI) (*Random Index*), disposta na Equação 7.

$$RC = \frac{IC}{RI} \quad (7)$$

Sendo assim, quanto maior o RC, maior a inconsistência. A consistência é dada se uma matriz obtiver razão menor que 0,1 no IC (SAATY; VARGAS, 2012).

O valor do IR é tabelado e depende do número de critérios definidos. O mesmo pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5 - Índices Tabelos de Consistência

Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CRITÉRIOS														
IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57

Fonte: Adaptado de Quadros e Nassi (2015)

Para finalizar, a última parte do modelo realiza a agregação dos pesos e normalização dos valores dos critérios para obtenção do S – *Score* final. Dentre os métodos de agregação, conforme Lima (2009), tem-se o a *Weighted Linear Combination (WLC)*, apresentado pela Equação 8.

$$S = \sum_i w_i x_i \quad (8)$$

Na Equação 8, w_i é o peso do indicador i e x_i o valor normalizado ou do desempenho do critério i . É importante salientar que o AHP é considerado uma análise dinâmica e não uma técnica estatística, a qual reflete uma percepção concreta dos problemas pelas partes envolvidas com embasamento em uma pesquisa dinâmica (FU *et al.*, 2018). Outra perspectiva do AHP, é sua capacidade de abordar diferentes opiniões sobre diversos grupos de interesse, como por exemplo ao processo construtivo de infraestrutura, sendo: o governo um mantenedor geral, as construtoras e/ou secretarias de obra como gestor, e as pessoas/população como clientes. As opiniões, muitas das vezes conflitantes desses atores, podem ser a razão de escolhas erradas quanto à implementação de modos de transporte coletivo, conforme Tumpach *et al.* (2018) e dentre outros projetos de mobilidade.

2.4.3 Método Avaliação Benefício-Custo

Uma ferramenta bastante utilizada em projetos, é o *Analysis Benefit Cost (ABC)*, que analisa alternativas disponíveis para investimento via valor monetário do maior levantamento possível de benefícios e custos (DALBEM, *et al.* 2010).

A Empresa de Planejamento e Logística (EPL S.A., 2019), hoje Infra S.A. desenvolveu um manual

de benefício-custo para projetos de infraestrutura de transporte, relatando que o processo de planejamento de infraestrutura enfrenta desafios pela alta complexidade, devido seus impactos nos sistemas sociais, ambientais e econômicos, sintetizando o efeito de um projeto para maior redução dos custos e de modo a aumentar o bem-estar da sociedade. Uma das contribuições da EPL, é na metodologia do *Business Case*, disposto na íntegra no *The Green Book* do HM Treasury - órgão responsável pelas finanças públicas e política econômica do Reino Unido. O *The Green Book* foi criado em 1997, atualizado em 2003 e mais recente em março de 2022 e tem como objetivo avaliar políticas, programas e projetos como de infraestrutura de todos os portes e tipos baseado na avaliação benefício-custo (CBA ou ABC). Conforme H.M. TREASURY (1997), o *The Green Book* visa “tornar o processo de avaliação em todo o governo mais consistente e transparente.”

A análise no *Green Book* segue a lógica do ROAMEF Cycle – sendo as etapas de: Análise Racional (R), Objetivos (O), Avaliação (A), Monitoração (M), Avaliação (E) e Comentários (F).

Entretanto o método de avaliação necessita de adaptações ao contexto e diversidade brasileira na consideração de critérios objetivos e claros para alocação de recursos públicos nos âmbitos da sustentabilidade. HM Treasury (2022), confirma que a avaliação de um projeto necessita do levantamento das opções estratégicas e operacionais ao projeto, para testar as soluções e processos viáveis, mesmo que não sejam consideradas na parte de avaliação formal do projeto ou política pública.

Paranaíba (2017) comentando sobre o *Green Book*, relata que para a análise benefício-custo, as estimativas de custos deveriam conter os custos de oportunidade relevantes, mensurar custos de prejuízos a terceiros e fatalidades, bem como os custos sociais e ambientais. E o mesmo para os benefícios seja indireto ou direto, citando por exemplo poluição e barulho, saúde e qualidade de vida pelas dimensões de mobilidade, capacidade de realizar tarefas habituais, autocuidado, ansiedade/depressão e dentre outros.

Alguns autores apresentam limitações sobre a análise benefício custo (ABC):

- (a) a análise ABC é restringida aos impactos cujas finalidades podem ser medidas e avaliadas em termos financeiros. Muitas das instruções observadas não consideram os impactos não-financeiros, fazendo assim crescer uma subjetividade no julgamento do tomador de decisão, e o peso dado às variáveis não ficam claros;
- (b) outra limitação é a prioridade política aos potenciais impactos e os respectivos tomadores de decisão que não atestaram saber quanto os investimentos em sistemas de transportes e mobilidade conseguem contribuir para o crescimento da produtividade e corrigir os desequilíbrios municipais. Mackie *et al.* (2005), Mackie *et al.* (2014) e Mackie e Worsley (2013).

Entretanto, apesar das críticas nacionais e internacionais, Paranaíba (2017) relata que a inexistência de alternativas contribui para que os pesquisadores aprimorem os critérios de análises para utilização da metodologia de benefício-custo.

Mendonza *et al.* (2006) refere ao Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) quando menciona sobre o Manual de Avaliação Econômico de Projeto de 2006, ressaltando os seguintes tópicos:

“... (a) Os projetos devem ser avaliados, apesar das dificuldades; (b) O objetivo da avaliação é distinguir, do ponto de vista da sociedade, os projetos bons dos projetos ruins; (c) Os resultados econômicos e financeiros do projeto não podem ser considerados de forma independente; (d) Os riscos devem ser incorporados nas análises desde o início do processo de planejamento; (e) A ABC deve ser utilizada como ferramenta para o desenho e dimensionamento do projeto; (f) Os custos e benefícios reais de determinado projeto dependerão da estrutura de financiamento utilizada na implantação e operação do mesmo e não dos resultados da ACB; (g) Durante a discussão de determinado projeto é necessário identificar grupos de interesse capazes de dificultar o processo; e, (h) Devem ser estabelecidas metas realistas para a medição dos impactos...”

Conforme tópicos ressaltados do BID, apesar das dificuldades, os projetos devem receber avaliação e a ABC deve ser utilizada como ferramenta. Florio *et al.* (2016) aborda ser crucial identificar os principais beneficiários de uma infraestrutura que influencia na intensidade de cada benefício e esse fator torna-se determinante para definição dos critérios do processo construtivo de infraestrutura.

Alguns trabalhos utilizam a abordagem mista integrando benefício-custo e análises multicritério, levando em consideração indicadores quantitativos e justificar medidas de mobilidade sustentáveis e inovadoras que não geram benefício monetário direto (KUMARAGE; WEERAWARDANA, 2013; BERIA *et al.* 2012; HÜGING *et al.* 2014). Cartení (2018) traz que na literatura a análise benefício-custo “tradicional” passou por mudanças da análise de impactos aos usuários e meio ambiente. Essas características se enquadram na análise dos critérios dos pilares de sustentabilidade.

Para Sutterfield *et al.* (2006), o processo de utilização da ABC requer a criação de análises sólidas para os custos e benefícios de cada projeto e/ou proposta. Outro fato que favorece a utilização de análise benefício-custo, é que ela pode proporcionar, conforme Browne e Ryan (2011) uma facilitada comunicação de resultados, através de indicadores/critérios estabelecidos.

3 METODOLOGIA

Este capítulo aborda a metodologia empregada na pesquisa para o desenvolvimento de um modelo de análise benefício-custo para aprimorar o uso de recursos em processo construtivo de infraestrutura de transporte e mobilidade urbana com vista à sustentabilidade, explanando também as etapas necessárias de construção da ferramenta proposta no trabalho.

3.1 Classificação da Pesquisa

O trabalho foi enquadrado na abordagem de Cauchick-Miguel (2018), de acordo com a natureza, o objetivo, a abordagem e o método.

Com relação à natureza, o trabalho pode ser classificado como aplicado, já que possui como um dos objetivos específicos desenvolver um modelo para análise benefício-custo do uso de recursos em processo construtivo de infraestrutura de transporte e mobilidade urbana e aplicar o modelo na cidade de Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais. Miguel *et al.* (2010), abordam que pesquisas com esta natureza conservam um interesse prático e tem como objetivo gerar resultados para solução de problemas que ocorrem na realidade.

No quesito de objetivos, de acordo com o explanado por Gil (2002) e Vieira (2002), a pesquisa se enquadra como descritiva devido um de seus objetivos ser compreender os critérios de custo/desvantagem e benefício/vantagem para população na implementação de recursos de processos construtivos de infraestrutura, em transporte e mobilidade urbana amparado nos critérios sociais, econômicos e ambientais dos pilares da sustentabilidade.

A abordagem é quali-quantitativa em virtude das seleções de critérios benefício-custo que possuem caráter quantitativos e de obtenção numérica/matemática, mas também qualitativos devido opiniões e julgamentos de especialistas na obtenção das ponderações. Miguel *et al.* (2010) defendem a abordagem combinada, pois ela desencadeia um melhor entendimento dos problemas de pesquisa do que uma das abordagens de forma isolada.

Com relação ao método, é classificado como modelagem pois é utilizado o modelo combinado com ferramenta multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e a Análise Benefício-Custo (ABC). A ferramenta é aplicada em processos de tomada de decisão de problemas complexos com diferentes autores/analistas envolvidos e possui hierarquização com análise benefício-custo. É válido salientar que a opção pelo método AHP, conforme Comino *et al.* (2014), possibilita o julgamento dos especialistas envolvidos em resolução de problemas, além de proporcionar uma análise paralela de dados quantitativos e qualitativos.

3.2 Etapa de Estruturação do Trabalho

A pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas, conforme representado na Figura 15. A Etapa 1 de Definição do Problema de Pesquisa e Critérios tem início com a revisão sistemática da literatura, levantando referencial teórico de mobilidade urbana e transporte sustentáveis, para compreensão do problema conforme elencado no item a do capítulo 1.3.2. E, conforme revisão, definiu-se a modelagem combinada do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e a Análise Benefício-Custo (ABC) desde o princípio da construção do modelo. Apesar da dificuldade para prover a adaptação de um modelo ABC, conforme Carvalho (2021), foi possível definir variáveis/critérios mencionados em grande parte de trabalhos científicos relacionados ao transporte e mobilidade urbana sustentáveis.

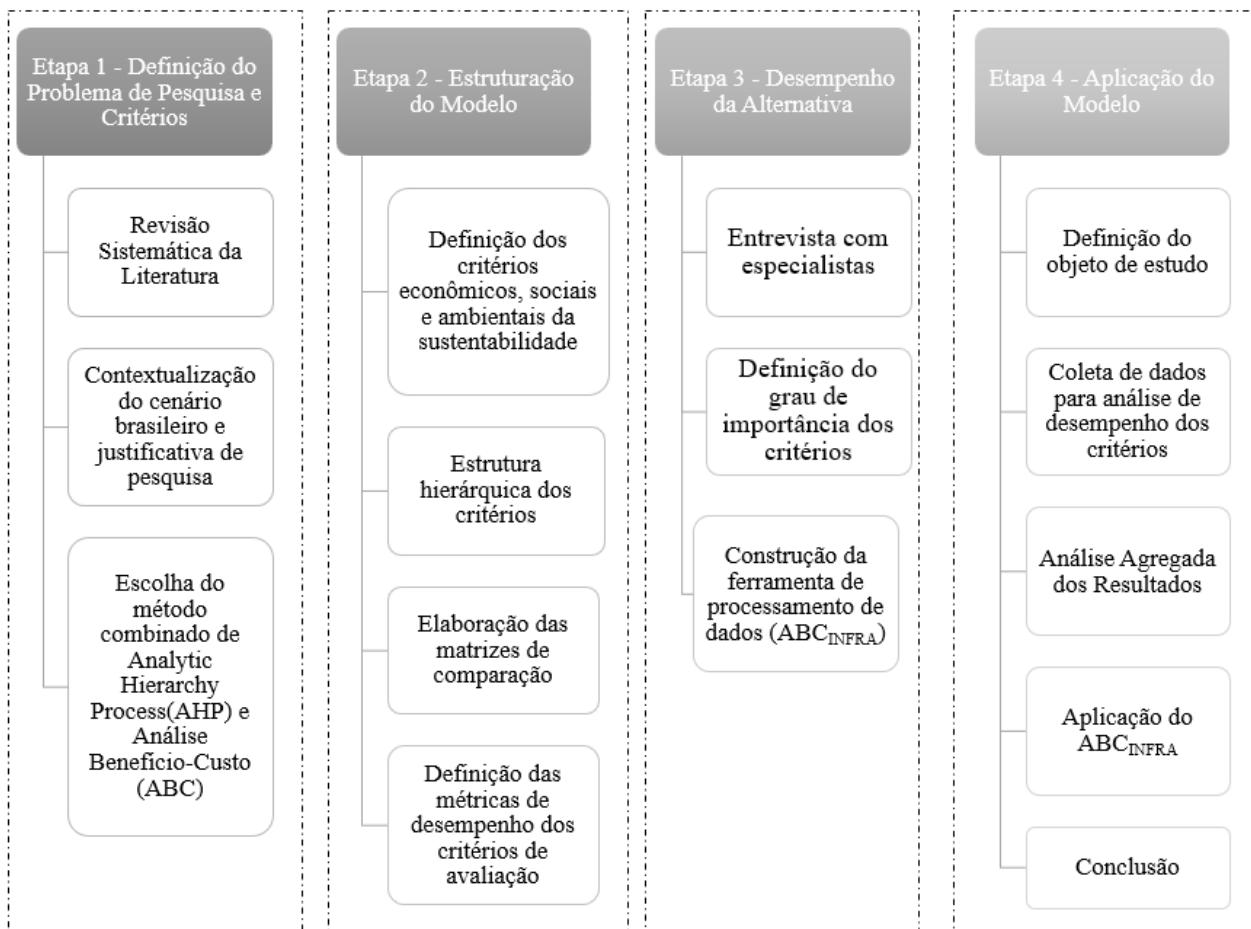


Figura 15 - Etapas da Pesquisa

Na Etapa 2, foi realizada a Estruturação do Modelo com a definição dos critérios econômico, ambiental e social do pilar da sustentabilidade. Com a definição dos critérios, foi possível desenvolver a estrutura em matriz hierárquica de três níveis, principalmente na separação por classe de benefício/vantagem e custo/desvantagem. Conforme a premissa básica de Florio *et al.* (2016) de considerar os beneficiários, no caso as pessoas da cidade como público-alvo, foram definidas as hierarquias para cada pilar da sustentabilidade, apresentadas no capítulo 4.1. Tem-se como exemplo, o critério da empregabilidade, em geral, Florio *et al.* (2016) relata que, o emprego é um custo social,

exceto quando há um desemprego grande. No entanto, no trabalho, ele é um benefício qualitativo para o pilar social, ou seja, uma vantagem, por maximizar e otimizar o uso de recursos para a sociedade. Kureski (2011) confirma relatando que quando o setor de processos construtivos mantém suas altas produções, também passam a contratar mais pessoas e o círculo fica tendencioso em beneficiar todos os setores. O procedimento se manteve para definição dos critérios dos custos, como por exemplo a aquisição de terreno e/ou área para construção, os quais em determinados processos construtivos tem peso significativo em despender recursos econômicos altos, prejudiciais ao meio ambiente e as pessoas, ou seja, as desvantagens possuem escala de maior relevância e os custos precisam ser minimizados.

Em seguida, foi realizada a elaboração das matrizes de comparação par a par para estabelecer a importância relativa (peso) dos diferentes critérios do objetivo geral do trabalho. O procedimento de elaboração das matrizes está disponível no capítulo 4.2. E, o último item da Etapa 2 foi a definição do grau de importância dos critérios e estão apresentados no capítulo 4.3, a qual preparou a ferramenta para obtenção da razão de consistência conforme equações do capítulo 2.4.2.

Na Etapa 3, foram realizadas as definições para avaliação do Desempenho das Alternativas, no trabalho determinados como os processos construtivos. Com as matrizes de comparação finalizadas, foram feitas as entrevistas com 9 especialistas para determinação dos pesos de cada critério e dispostos no capítulo 4.4. Posteriormente, para definição das métricas de cada critério, foi utilizada uma escala de três valores que varia para classificação de custo/desvantagem e benefício/vantagem, assim como possui função de maximizar, manter ou minimizar determinado impacto. As métricas de desempenho dos critérios foram organizadas em quadro no capítulo 4.5. Conforme justificativa do trabalho, ao analisar procedimentos utilizados para análise de processos construtivos, percebe-se, que órgãos públicos não possuem ferramenta ou processo de análise definido, contribuindo para que os recursos econômicos, ambientais e sociais não sejam aplicados de maneira aprimorada. Sendo assim, foi desenvolvida uma ferramenta para avaliação denominada ABC_{INFRA} , a qual contribui para o laudo final de avaliação de cada processo construtivo. Sua construção detalhada está no capítulo 4.6.

A Etapa 4 representa a Aplicação do Modelo, tendo início com a definição da cidade e processo construtivo da Vila Criativa, Vila Feliz como objeto de estudo, apresentado no capítulo 5.1 desse trabalho. O segundo passo é a coleta de dados das métricas definidas, apresentado no capítulo 5.2 para obtenção do valor de avaliação de desempenho de cada um dos 26 (vinte e seis) critérios. Após definição dos valores, foi possível aplicar a ferramenta ABC_{INFRA} e realizar o processamento para avaliação de desempenho e verificação do objetivo de maximização do benefício e minimização do custo na aplicação dos recursos econômicos, ambientais e sociais. Para finalização do trabalho e aplicação do modelo, tem-se a análise dos resultados e conclusão com propostas de trabalhos futuros.

4 CONSTRUÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO

Este capítulo do trabalho apresenta as etapas de estruturação do modelo e avaliação do desempenho das alternativas. Inicia-se pela definição e especificação de cada critério, separada em quadros por custos/desvantagens e benefícios/vantagens de cada pilar da sustentabilidade – econômico, social e ambiental. Além disso, foram definidos pesos através de avaliação de especialistas pelo método AHP, seguido da definição das métricas de desempenho e construção da ferramenta de processamento de dados para o ABC_{INFRA}.

4.1 Definição dos critérios de avaliação e Estrutura Hierárquica

O método AHP conta com definição de critérios que são classificados e separados por níveis, a partir de um objetivo central. Com a finalidade do trabalho de realizar uma análise benefício/custo do uso de recursos em processo construtivo de Infraestrutura de Transporte e Mobilidade Urbana, a estruturação dos critérios foi dividida em três níveis: classes, recursos e critérios.

As classes estão no primeiro nível e classificadas em duas: custos/desvantagens e benefícios/vantagens. Os recursos representam o segundo nível e são três para cada classe, sendo eles: econômico, ambiental e social. E os critérios representam o terceiro nível, sendo que compõe em 26 itens, divididos em 13 para classe custos/desvantagens e 13 para classe de benefícios/vantagens. Em custos/desvantagens, 4 critérios para o recurso econômico, 5 critérios para o recurso ambiental e 4 critérios para o recurso social. Em benefícios/vantagens, 5 critérios para o recurso econômico, 4 critérios para o recurso ambiental e também 4 critérios para o recurso social. A Figura 16 evidencia os níveis.



Figura 16 - Níveis da estrutura hierárquica

Para separação dos critérios em seus respectivos recursos e classes, foi utilizada a ferramenta de Análise Benefício-Custo. Para diversos autores, o benefício-custo é algo comparável a um lapso mental/ato falho (CHRISTIANSEN *et al.* 2016). Conforme conceitos léxicos, custo e desvantagem equiparam ao espaço de tempo que vai além do esperado, que demora ou possui algum tipo de atraso. Enquanto vantagem refere-se a algum resultado proveitoso, produzido por alguma coisa, ação ou estado. Os conceitos de custo/desvantagem e benefício/vantagem contribuíram para embasamento da separação de classes dos critérios dos recursos econômicos, ambientais e sociais, os quais são baseados principalmente na contribuição positiva ou negativa do recurso para população em relação ao processo construtivo de mobilidade urbana.

Cada critério recebeu sua descrição concisa baseada em uma revisão sistemática da literatura apresentada no tópico 2 da fundamentação teórica de diversas temáticas e adaptadas aos procedimentos, leis, regras e boas práticas de processos construtivos de mobilidade e transportes. Esses procedimentos estão relacionados à construção de infraestrutura e transportes urbanos, engenharia ambiental, civil, social, econômica, planos diretores, dentre outras áreas que representam os recursos financeiros, ambientais e sociais. A descrição contribuiu para fundamentar o modelo que em seus passos futuros, conforme figura metodológica necessitará de avaliação de especialistas para o grau de importância e técnicos/administradores/gestores para sua aplicação/utilização nos órgãos públicos.

Conforme salientado no capítulo 3, da metodologia, foi considerada a premissa de Florio *et al.* (2016) para estabelecer prioridade as pessoas que vivem nas cidades (público-alvo). Ou seja, a classificação do critério para custo/desvantagem ou benefício/vantagem foi dada analisando seu conceito teórico e desenvolvida a descrição que se enquadre para avaliação de processos construtivos, e sua respectiva métrica do impacto para a sociedade. O Quadro 6 apresenta as descrições dos critérios, separados por classes de custos/desvantagens e benefícios/vantagens, iniciando pelos recursos econômicos.

Conforme Banerjee (2003), ao analisar os recursos econômicos, é necessária racionalidade para representar a maioria da população e inicia-se, conforme Manual de Obras Públicas Sustentáveis (2008) desde o estudo de viabilidade técnica. Em seguida da análise econômico, têm-se os fatores ambientais, ou seja, aqueles que podem aumentar a degradação do meio ambiente e afetar negativamente as pessoas. Por fim, os critérios dos fatores sociais, que conforme Temper *et al.* (2015), se não considerada, a dimensão social pode causar efeitos prejudiciais nos processos construtivos e impactos negativos para sociedade.

Quadro 6 – Descrição dos critérios por classe e recurso

Custos/Desvantagens – Recurso Econômico	
Critério	Descrição
Aquisição de Terreno e/ou Área	Após estabelecimento das necessidades de projetos construtivos, é possível estimar a área a ser construída, dentro das leis de uso e ocupação do solo do município (SEMAD – MG, 2008).
Manutenção e Reparos	Os custos de projetos e obras também incluem os gastos posteriores com manutenção. É necessária a escolha de materiais de grande resistência e durabilidade para redução da necessidade de manutenção/reparos. Os prazos de garantia para materiais e serviços variam conforme tipo de função e uso, possuindo padrão para descrição em memorial descritivo e serviços em cláusulas de contrato de licitação ou outro. (SEMAD – MG, 2008).
Fragmentação Urbana	Refere-se ao rompimento, não continuidade sobre o uso da cidade, que pode causar a impossibilidade de uso, ou não-uso de espaços diversos, como os públicos (SPOSITO, 2007).
Demolição/Desconstrução	As desconstruções de obras, quando necessárias para adaptações de projetos novos ou demolições completas devem seguir a legislação do CONAMA (2002) e impactam em custo econômico pela possibilidade de aproveitamento, ou não de resíduos.
Custos/Desvantagens – Recurso Ambiental	
Critério	Descrição
Emissão de Poluentes Ar/Água	A poluição remete a qualquer energia, a qual pode ser do processo construtivo, que segundo Almança <i>et al.</i> (2011) venha a modificar as propriedades, como afetar a saúde das espécies animais ou vegetais. Em processos construtivos, o não descarte correto de materiais e resíduos pode ocasionar tanto a poluição do ar, quanto da água.
Ocupação do Solo	O item VI da lei 10.257/2001 em seu artigo 2º estabelece sobre normas de ordenação e controle de uso do solo para promover o maior reaproveitamento e minimizar os impactos sobre o ambiente, trânsito e transporte.
Atendimento Licenças Ambientais	O licenciamento ambiental possui três fases: fase de Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação. Dessa maneira, se faz necessário verificar o enquadramento municipal e estadual do projeto dentro das normas definidas, evitando as suspensões futuras após início das obras.
Desmatamento	O desmatamento afeta a cadeia alimentar e o desaparecimento de espécies vegetais, ao alterar o espaço natural para o artificial.
Emissão de Ruídos	Existem evidências científicas que abordam os efeitos do ruído no sono e relações negativas para saúde da população (MÜNZEL <i>et al.</i> , 2020). A NBR 10.151, aborda sobre a acústica e estabelece que o período considerado noturno é de 22:00 até às 07:00.
Custos/Desvantagens – Recurso Social	
Critério	Descrição
Interferência na Circulação/Trânsito	Avaliação dos impactos no sistema viário e de transporte, referente à circulação de veículos e pessoas (DENATRAM, 2001).
Criminalidade	Para Jan Gehl (2013), a segurança nos espaços públicos é fundamental para a vida na cidade. A falta de envolvimento social de moradores e vizinhança é proporcional ao aumento da criminalidade. Aver (2013) aborda sobre iluminação, onde uma cidade bem iluminada dificulta os “esconderijos”.
Desapropriação	O Código Civil Brasileiro, no seu artigo 1.228 aborda sobre casos de desapropriação de moradias para interesses sociais/coletivos.
Riscos de Acidentes de Trânsito	Todo processo construtivo que possa causar perturbação ou interromper a livre circulação, ou também colocar em risco a segurança, somente pode ser iniciado se houver prévia autorização. Há um manual de sinalização de obras do CET (Companhia de Engenharia de Tráfego) para realização de adequações e mitigação de riscos.

Benefícios/Vantagens – Recurso Econômico	
Critério	Descrição
Integração de Projeto	De acordo com os Planos de Mobilidade (2014), são priorizados projetos que realizam a integração dos modos de transporte e entre medidas de infraestrutura. Sendo assim, é importante e economicamente viável se um projeto complementar/integrar outro processo construtivo.
Conhecimento de Técnicos e Gestores	Os gestores públicos, conforme Ministério das Cidades (2009), precisam estar preparados para concepção de ideias e ações a serem implementadas com equipes internas e externas, para alcance dos objetivos e metas da mobilidade sustentável.
Estruturação e Preparação Pré-Projetos	Identificação se houve estudo formal do projeto, comprovando a viabilidade de execução antes do início das obras (SOUZA e POMPERMAYER, 2016), juntamente com estudo de compatibilização.
Cronograma Implantação/Plano de Projeto	Conforme PlanMob (2014) no eixo vinculado ao fomento financeiro há a meta de desenvolver na administração de municípios, a sistemática de exigências específicas e os cronogramas de implantação.
Captação de Recursos	Há várias ações de captação de recursos públicos para mobilidade pelo Programa 2217 de Desenvolvimento Regional, Territorial e Urbano, e das Parceria Público-Privada pela lei nº 11.079/2004. As fontes de captação direcionadas necessitam seguir sistemática burocrática para conquista de recursos disponíveis pelo governo.
Benefícios/Vantagens – Ambiental	
Critério	Descrição
Rota Específica de Estrada de Serviço	Silva <i>et al.</i> (2003) ressalta que a frequência e os roteiros de fornecedores/abastecedores devem proceder de estudos técnicos de demanda do serviço e também da capacidade dos veículos disponíveis ou necessários. Sendo assim, quanto mais planejamento para otimização da rota de viagem para veículos abastecedores do processo construtivo, maior a fluidez e menores as emissões ao ambiente.
Incentivo aos Modos Não-Motorizado/Coletivo	Stein (2015) destaca como estratégia para mobilidade a melhoria na infraestrutura de pedestres e ciclistas e facilitação do uso do transporte público. A Lei nº 12.587 é incisiva e relata que esse incentivo deve ser prioridade para atendimento das necessidades diárias.
Práticas Sustentáveis	As práticas sustentáveis relacionam-se nos processos construtivos com a pesquisa pelas novas tecnologias, desenvolvimento de produtos e fornecedores, treinamento de profissionais da área para a nova forma de projetar e, dessa forma, contribuem com a redução do desperdício e a vivência em harmonia com o planeta. Enquadra-se também o atendimento às resoluções do CONAMA (2002).
Construção e Preservação de Áreas Verdes	As áreas verdes combatem à poluição do ar, regulam a umidade, mantém a permeabilidade, reduz níveis de ruídos, sendo amortecedor do barulho urbano e contribuem de forma amigável com os pedestres. (ERWING, 2001 e GOMES, 2005).
Benefícios/Vantagens – Recurso Social	
Critério	Descrição
Contribuição Cultural/Turismo	Coriolano e Fernandes (2012) abordam que “sem mobilidade não há turismo”. O turismo remete aos fluxos humanos, culturais e técnicos que podem oferecer experiência para as pessoas.
Qualidade de Vida e Felicidade	A qualidade de vida é uma função social da mobilidade (BERTOLDE; COSTA; NETO, 2016). Um dos parâmetros é o Índice de Felicidade Interna Bruta (FIB) da ONU. Conforme Arruda (2009) o FIB leva em conta indicadores da vida familiar e social da população.
Empregabilidade	De acordo com Guilhoto <i>et al.</i> (2005), a construção civil de infraestruturas possui uma importância significativa no setor econômico e social tanto regional quanto nacional e deveria ser um dos focos principais do governo. Kureski (2011) relata que quando as empresas do setor mantêm suas altas produções, também passam a contratar mais pessoas e o círculo fica tendencioso em beneficiar todos os setores.
Acessibilidade	O crescimento do deslocamento de veículos e pessoas demandam um planejamento contínuo para garantir a acessibilidade aos bens e serviços, para toda a sociedade (DRUCIAK, 2014). O PlanMob (2012) estabelece os parâmetros e condições de boa caminhabilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade.

Com a combinação dos métodos multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e Análise Benefício-Custo (ABC) obteve-se a estrutura hierárquica da Figura 17, com os critérios divididos em primeiro nível por custos/desvantagens e benefícios/vantagens, no segundo nível com a separação pelos recursos econômico, ambiental e social, e, em seguida, o terceiro nível com os critérios de cada segundo nível especificados no Quadro 6.

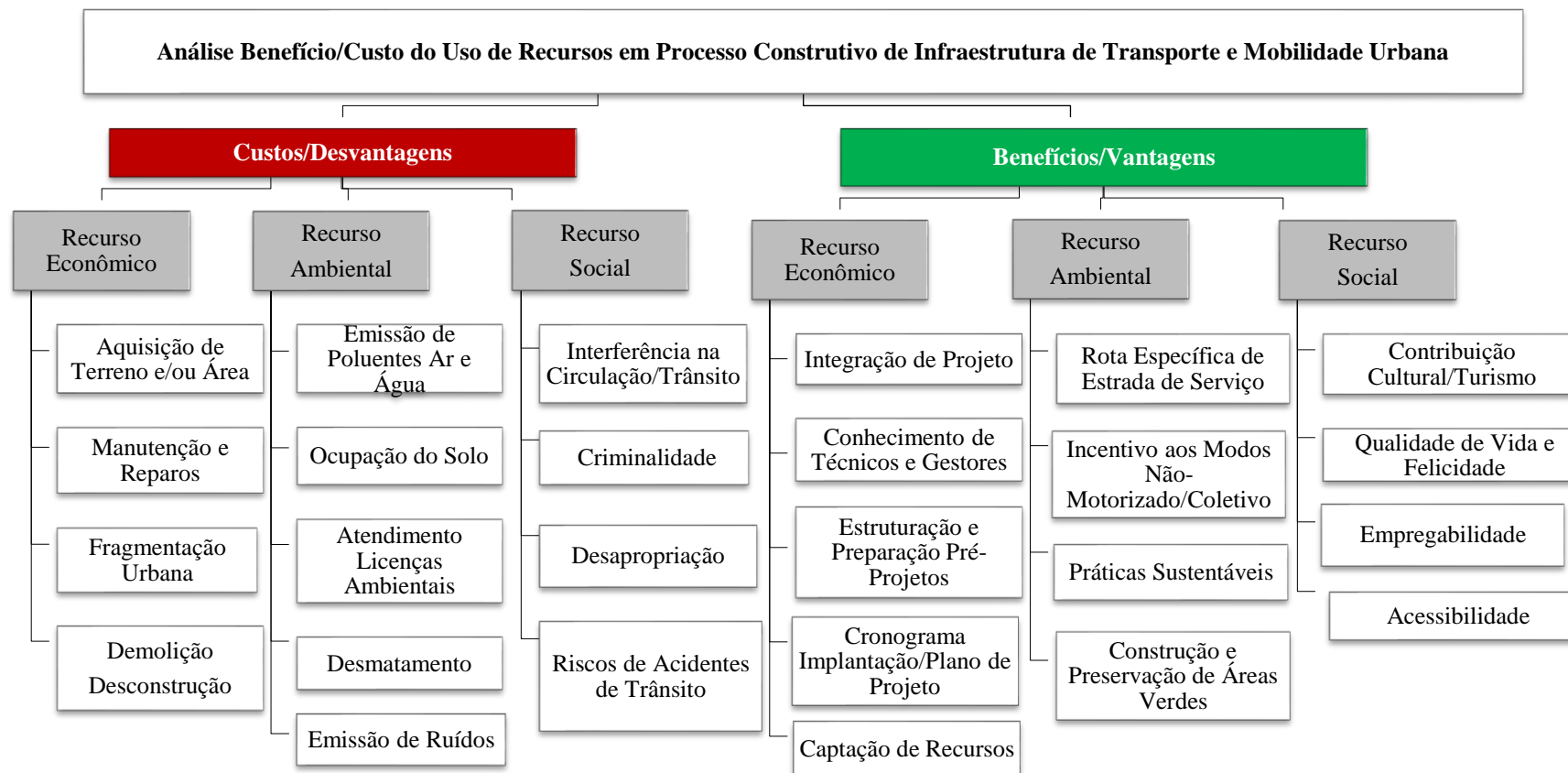


Figura 17 - Estrutura hierárquica para avaliação benefício-custo

4.2 Elaboração das matrizes de comparação

Após obtenção da matriz hierárquica, ocorreu a elaboração das matrizes de comparação, conforme método AHP para estabelecer a importância relativa (peso) dos diferentes critérios do objetivo central de analisar o benefício/custo do uso de recursos em processo construtivo de infraestrutura de transportes e mobilidade urbana. Foi desenvolvida para aplicação do AHP, um sistema, baseado na linguagem *Visual Basic for Applications (VBA)*, dentro do *software Excel da Microsoft*. A ferramenta contribui para a obtenção de avaliação de cada especialista que proporcionará o peso de cada critério. As figuras de 18 a 24 demonstram a estruturação da análise par a par de cada classe e recurso e contém o botão de “Analisar Consistência” para verificação do especialista.

1. SUBCRITÉRIOS RELACIONADOS A CUSTOS/DESVANTAGENS DOS RECURSOS ECONÔMICOS				
Qual a importância relativa dos subcritérios de custos/desvantagens do Recurso Social para o processo construtivo de infraestrutura de transporte e mobilidade urbana?				
	Aquisição de Terreno e/ou Área	Manutenção e Reparos	Fragmentação Urbana	Demolição Desconstrução
Aquisição de Terreno e/ou Área	1			
Manutenção e Reparos	0	1		
Fragmentação Urbana	0	0	1	
Demolição/Desconstrução	0	0	0	1

Figura 18 - Análise par a par dos custos do recurso econômico

2. SUBCRITÉRIOS RELACIONADOS A CUSTOS/DESVANTAGENS DOS RECURSOS AMBIENTAIS					
Qual a importância relativa dos subcritérios de custos/desvantagens do Recurso Ambiental para o processo construtivo de infraestrutura de transporte e mobilidade urbana?					
	Emissão de Poluentes Ar e Água	Ocupação do Solo	Atendimento Licenças Ambientais	Desmatamento	Emissão de Ruídos
Emissão de Poluentes Ar e Água	1				
Ocupação do Solo	0	1			
Atendimento Licenças Ambientais	0	0	1		
Desmatamento	0	0	0	1	
Emissão de Ruídos	0	0	0	0	1

Figura 19 - Análise par a par dos custos do recurso ambiental

3. SUBCRITÉRIOS RELACIONADOS A CUSTOS/DESVANTAGENS DOS RECURSOS SOCIAIS				
Qual a importância relativa dos subcritérios de custos/desvantagens do Recurso Social para o processo construtivo de infraestrutura de transporte e mobilidade urbana?				
	Interferência na Circulação/Trânsito	Criminalidade	Desapropriação	Riscos Acidentes de Trânsito
Interferência na Circulação/Trânsito	1			
Criminalidade	0	1		
Desapropriação	0	0	1	
Riscos Acidentes de Trânsito	0	0	0	1

Figura 20 - Análise par a par dos custos do recurso social

4. SUBCRITÉRIOS RELACIONADOS A BENEFÍCIOS/VANTAGENS DOS RECURSOS ECONÔMICOS					
Qual a importância relativa dos subcritérios de benefícios/vantagens do Recurso Econômico para o processo construtivo de infraestrutura de transporte e mobilidade urbana?					
	Integração de Projeto	Conhecimento de Técnicos e Gestores	Estruturação e Preparação Pré-Projetos	Cronograma Implantação/Plano de Projeto	Captação de Recursos
Integração de Projeto	1				
Conhecimento de Técnicos e Gestores	0	1			
Estruturação e Preparação Pré-Projetos	0	0	1		
Cronograma Implantação/Plano de Projeto	0	0	0	1	
Captação de Recursos	0	0	0	0	1

Figura 21 - Análise par a par dos benefícios do recurso econômico

5. SUBCRITÉRIOS RELACIONADOS A BENEFÍCIOS/VANTAGENS DOS RECURSOS AMBIENTAIS				
Qual a importância relativa dos subcritérios de benefícios/vantagens do Recurso Ambiental para o processo construtivo de infraestrutura de transporte e mobilidade urbana?				
	Rota Específica de Estrada de Serviço	Incentivo aos Modos Não-Motorizado/Coletivo	Práticas Sustentáveis	Construção e Preservação de Áreas Verdes
Rota Específica de Estrada de Serviço	1			
Incentivo aos Modos Não-Motorizado/Coletivo	0	1		
Práticas Sustentáveis	0	0	1	
Construção e Preservação de Áreas Verdes	0	0	0	1

Figura 22 - Análise par a par dos benefícios do recurso ambiental

6. SUBCRITÉRIOS RELACIONADOS A BENEFÍCIOS/VANTAGENS DOS RECURSOS SOCIAIS				
Qual a importância relativa dos subcritérios de benefícios/vantagens do Recurso Social para o processo construtivo de infraestrutura de transporte e mobilidade urbana?				
	Contribuição Cultural/Turismo	Qualidade de Vida e Felicidade	Empregabilidade	Acessibilidade
Contribuição Cultural/Turismo	1			
Qualidade de Vida e Felicidade	0	1		
Empregabilidade	0	0	1	
Acessibilidade	0	0	0	1

Figura 23 - Análise par a par dos benefícios do recurso social

Cada critério na matriz, ao aproximar o mouse na ferramenta, apresenta um quadro de comentário com a descrição resumida do significado do critério, de acordo com o Quadro 6 do capítulo 4.1. A Figura 24, apresenta esse exemplo com a aproximação na classe de custos/desvantagens do recurso econômico.

Aquisição de Terreno e/ou Área	1
Manutenção e Reparos	
Fragmentação Urbana	
Demolição/Desconstrução	
2. SUBCRITÉRIOS RELACIONADOS A BENEFÍCIOS/VANTAGENS DOS RECURSOS ECONÔMICOS	
Qual a importância relativa dos subcritérios de benefícios/vantagens do Recurso Econômico para o processo construtivo de infraestrutura de transporte e mobilidade urbana?	

Jaíne Amaral:
Os custos de projetos e obras também incluem os gastos posteriores com manutenção. É necessária a escolha de materiais de grande resistência e durabilidade, para redução da necessidade de manutenção/reparos.

Figura 24 - Quadro comentário descrição do critério

Outro mecanismo foi também o quadro de comentário para estabelecer a comparação par a par dos critérios, apresentado na Figura 25 e destacando em letras maiúsculas a relação entre linha e coluna de cada matriz.

	Aquisição de Terreno e/ou Área	Manutenção e Reparos	Fragmentação Urbana
Aquisição de Terreno e/ou Área	1		
Manutenção e Reparos	0	1	
Fragmentação Urbana	0	0	1
Demolição/Desconstrução	0	0	0

Qual o grau de importância de AQUISIÇÃO DE TERRENO E/OU ÁREA em relação a MANUTENÇÃO E REPAROS?

Figura 25 - Quadro comentário comparação linha e coluna do critério

Após elaboração das matrizes, a ferramenta recebeu instruções e aplicação das fórmulas do método AHP para definição do grau de importância dos critérios.

Portanto, foram criadas as instruções na ferramenta de uso dos especialistas, informando que somente as células/quadrados da cor cinza deveriam receber a avaliação da escala numérica de Saaty (2012)

que varia de 1/9 que é extremamente menos importante até 9 que significa extremamente mais importante, conforme apresentando no tópico 2.4.2. Ao finalizar o preenchimento, a indicação foi o clique no botão “Analisar Consistência” que possui uma linguagem de VBA, dentro do *software* Excel da *Microsoft* para executar os cálculos do método AHP. A Figura 26 demonstra as linhas da linguagem utilizada.

```

Sub CONST_1()
On Error Resume Next
If Sheets("Ponderação").Range("h14").Value = "" Then
Sheets("Ponderação").Range("h14").Value = Sheets("Consistência").Range("q12").Value
Else
Sheets("Ponderação").Range("h14").Value = ""
End If
End Sub

```

Figura 26 - Linguagem para Análise de Consistência

Os cálculos de consistência foram realizados em aba separada, denominada “Consistência”, após preenchimento das células cinzas da aba “Ponderação”, a serem disponibilizadas aos especialistas e somente para o terceiro nível dos critérios do método AHP, para cada matriz de critério apresentadas no item 4.2.

Conforme Figura 27, primeiramente foi aplicada a normalização, das matrizes 4x4 e 5x5, que tem como resultado uma coluna de conjunto de pesos (*Priority Vector – W*). Através da importância relativa que o critério possui dentro do subgrupo de recursos que ele pertence. Utilizou-se as fórmulas descritas no item 2.4.2 para preparação da ferramenta de análise dos especialistas para obtenção da RC que segue uma tabela padrão especificada no item 2.4.2 e deve ser menor que 0,01 (10%).

Aquisição de Terreno e/ou Area	Manutenção e Reparos	Fragmentação Urbana	Demolição Desconstrução	Priority Vector (w)	Aw	Aw/w	
1	0	0	0	1	0,25	0,25	
0	1	0	0	1	0,25	0,25	
0	0	1	0	1	0,25	0,25	
0	0	0	1	1	0,25	0,25	
1	1	1	1	1	1	1	
Lambda max							1
CI							-1
RI							0,9
CR - Razão Consistência							-1,111111111

Emissão de Poluentes Ar e Água	Ocupação do Solo	Atendimento Licenças Ambientais	Desmatamento	Emissão de Ruídos	Priority Vector (w)	Aw	Aw/w
1	0	0	0	0	1	0,2	1/5
0	1	0	0	0	1	0,2	1/5
0	0	1	0	0	1	0,2	1/5
0	0	0	1	0	1	0,2	1/5
0	0	0	0	1	1	0,2	1/5
1	1	1	1	1	1	1	1
Lambda max							1
CI							-1
RI							1,12
CR - Razão Consistência							-0,892857143

Figura 27 - Cálculos de consistência de matriz 4x4 e 5x5

Cada célula da razão de consistência está parametrizada para cor verde nos julgamentos consistentes menores que 0,01 nas seis matrizes que compõem o modelo. Caso fique na cor vermelha, maior que 0,01, ocorre a necessidade de revisar os julgamentos, conforme instruções estabelecidas.

4.3 Definição das métricas de desempenho dos critérios de avaliação

As descrições e métricas foram desenvolvidas com autoria própria através de revisões da literatura e considerando o contexto brasileiro de urbanização. Cada critério possui uma métrica para avaliação do processo construtivo de infraestrutura que contém uma escala individual de três valores, a qual varia para classificação de custo/desvantagem e benefício/vantagem, assim como possui função de maximizar, manter ou minimizar determinado impacto.

Elas foram divididas em três valores, 0; 0,5 e 1 e possui a inversão de impacto para classe de custo/desvantagem e benefício/vantagem, conforme representado no Quadro 7.

Quadro 7 - Escala de métrica e impacto

Escala de Valor	Descrição da Métrica ou Desempenho do Critério	Impacto na Classificação Benefício/Vantagem	Impacto na Classificação Custo/Desvantagem
1	Atende as especificações	↑ Maximiza	↓ Minimiza
0,5	Atende parcialmente ou possui iniciativas em fase inicial	↔/↑ Mantém ou Maximiza	↔/↓ Mantém ou Minimiza
0	Não atende as especificações	↓ Minimiza	↑ Maximiza

O Quadro 7, sintetiza a descrição de métricas e escala de valor para cada critério, com a cor verde representando impactos em custo/desvantagem minimizados e benefício/vantagem maximizados, em vermelho impactos em custo/desvantagem maximizados e benefício/vantagem minimizados e em amarelo para impactos parciais, tendendo aos melhores cenários por atenderem parcialmente aos valores. A escala de valor quantitativa do Quadro 7 será utilizada como escolha pelos administradores/gestores públicos para avaliação prévia de processos construtivos.

Os Quadros 8 e 9, apresentam as descrições das métricas de valores para avaliação de desempenho de cada critério de terceiro nível da estrutura hierárquica. As métricas de desempenho estão associadas conforme objetivo de análise do uso de recursos em processo construtivo de infraestrutura de transportes e mobilidade urbana. Com avaliação de valor 1 aos critérios, a tendência é que o processo atenda o máximo desempenho no percentual de 100%, minimizando os custos/desvantagens e maximizando os benefícios/vantagens da aplicação de recursos em processos construtivos de infraestrutura.

Quadro 8 - Métricas para Avaliação de Critérios da Classe Custos

Critério	Métrica de Desempenho (Custos)
Recurso Econômico	
Aquisição de Terreno e/ou Área	<p>Valor 0: se não existe local/terreno para execução do projeto, o que pode atrasar ou inviabilizar o processo construtivo.</p> <p>Valor 0,5: se já existe local/terreno para execução do projeto, entretanto o processo construtivo não se enquadre nas leis/decretos municipais vigentes e encontra-se em adaptação.</p> <p>Valor 1: se já existe local/terreno para execução do processo construtivo que se enquadre nas leis/decretos municipais vigentes.</p>
Manutenção e Reparos	<p>Valor 0: caso não conste informações sobre garantia de materiais em memorial descritivo e cláusulas de garantia de serviços.</p> <p>Valor 0,5: caso não tenha informações especificadas, mas genéricas de garantia durante o ciclo de vida em memorial descritivo ou cláusula de contrato.</p> <p>Valor 1: informações especificadas em documentação sobre garantia de materiais em memorial descritivo e cláusulas de garantia de serviços, durante execução da obra ou dentro do prazo de garantia e/ou vida útil do projeto.</p>
Fragmentação Urbana	<p>Valor 0: se o processo construtivo tem necessidade de causar descontinuidade urbana, com dispersão das áreas superando os limites da cidade.</p> <p>Valor 0,5: caso o processo construtivo cause uma fragmentação, entretanto possua medidas mitigadoras definidas em curto e médio prazo.</p> <p>Valor 1: caso não cause descontinuidade urbana, com dispersão das áreas superando os limites da cidade.</p>
Demolição/Desconstrução	<p>Valor 0: se o processo construtivo tem necessidade de desconstruções ou demolições e não estão ainda adequadas as condições de segurança e normas de aproveitamento de resíduos.</p> <p>Valor 0,5: se o projeto tem necessidade de desconstruções e se adequam ou as normas e condições de segurança ou às normas de aproveitamento de resíduos.</p> <p>Valor 1: o projeto não necessita de demolição/desconstrução ou necessita e está de acordo com as normas de aproveitamento de resíduos e segurança.</p>
Recurso Ambiental	
Emissão de Poluentes Ar/Água	<p>Valor 0: se não houver tratamento de água e queima e/ou descarte incorreto dos resíduos sólidos durante o processo construtivo.</p> <p>Valor 0,5: se houver apenas queima e/ou descarte incorreto dos resíduos sólidos com fontes emissoras de poluentes durante o processo construtivo.</p> <p>Valor 1: se não gerar queima/descarte incorreto de resíduos sólidos que são fontes emissoras de poluentes e houver tratamento da água.</p>
Ocupação do Solo	<p>Valor 0: se o projeto não se encontra enquadrado nas leis e regulamento de uso do solo.</p> <p>Valor 0,5: se o projeto encontra-se em fase de adaptação/revisão das leis e regulamentos de uso do solo.</p> <p>Valor 1: se o projeto está de acordo com as especificidades das leis e regulamentos de uso do solo.</p>
Atendimento Licenças	<p>Valor 0: caso não possua documentação e/ou não se enquadre nas licenças ambientais definidas.</p>

Ambientais	<p>Valor 0,5: caso possua documentação de licenciamento parcial e esteja apto para início do processo construtivo.</p> <p>Valor 1: o projeto possui o licenciamento ambiental completo na região/cidade em que será construído.</p>
Desmatamento	<p>Valor 0: se o processo construtivo necessitar da realização de desmatamento ou não preservação de ambiente natural para substituição ao artificial.</p> <p>Valor 0,5: se houver necessidade de retirada de vegetação local com embasamento técnico e medida de reposição dos danos no local ou em outro.</p> <p>Valor 1: caso não ocorra desmatamento e/ou preservação da área onde haverá construção do projeto.</p>
Emissão de Ruídos	<p>Valor 0: se houver diagnóstico e gerar ruído noturno e diurno no local do projeto e seu entorno.</p> <p>Valor 0,5: se gerar ruído aparente somente em períodos noturnos e durante o processo construtivo.</p> <p>Valor 1: se não houver diagnóstico dos níveis de ruídos das obras no local do projeto e seu entorno.</p>
Recurso Social	
Interferência na Circulação/Trânsito	<p>Valor 0: se não houver diagnóstico de interferências de circulação e trânsito das vias que compõem o entorno do projeto e gerar conflitos de tráfego.</p> <p>Valor 0,5: se apenas houver diagnóstico sem estabelecimento das medidas mitigadoras das interferências de circulação e trânsito das vias que compõem o entorno do projeto.</p> <p>Valor 1: se houver diagnóstico com geração de alternativas para as interferências de circulação e trânsito das vias que compõem o entorno do projeto e mitigar os conflitos de tráfego.</p>
Criminalidade	<p>Valor 0: se não há nenhuma medida para modificação do desenho urbano que aumente a sensação de segurança/envolvimento ou não possui preocupação com iluminação em sua área e entorno.</p> <p>Valor 0,5: se o processo construtivo prevê iluminação ou manutenção para manter a diversidade de funções/vizinhança.</p> <p>Valor 1: se o processo construtivo prevê iluminação em sua localização e acesso a manutenção para manter a diversidade de funções/vizinhança.</p>
Desapropriação	<p>Valor 0: caso o projeto necessite de desapropriação e não houve concordância entre moradores.</p> <p>Valor 0,5: há necessidade de desapropriação, com concordância/indenização aprovada entre as partes.</p> <p>Valor 1: se projeto não necessita de desapropriação.</p>
Riscos de Acidentes de Trânsito	<p>Valor 0: caso tenha alguma ausência de sinalização e/ou regulamentação pendente que podem incorrer em riscos de acidentes, devido alteração de fluxo/tráfego.</p> <p>Valor 0,5: se o processo possui medidas para sinalização e autorização pendente para evitar e/ou reduzir o risco de acidentes.</p> <p>Valor 1: se possuir plano e/ou execução de sinalização cabível com autorização para o fluxo de veículos/pedestres para evitar e/ou reduzir o risco.</p>

Quadro 9 - Métricas para Avaliação de Critérios da Classe Benefícios

Critério	Métrica de Desempenho (Benefícios)
Recurso Econômico	
Integração de Projeto	<p>Valor 1: caso houver integração com projeto já existente e há continuidade/complemento de processo construtivo, fazendo um melhor aproveitamento de recurso econômico.</p> <p>Valor 0,5: caso houver integração parcial com processo construtivo existente, contribuindo para melhor aproveitamento de recurso econômico.</p> <p>Valor 0: caso não exista infraestrutura local ou o projeto não integre com nenhuma infraestrutura existente.</p>
Conhecimento de Técnicos e Gestores	<p>Valor 1: se o projeto conta com gestor/técnico que possui conhecimento da política nacional de mobilidade e transporte sustentável e que possui/acompanha o desempenho de indicadores/metras do seu departamento público.</p> <p>Valor 0,5: se o projeto está em busca de técnico/gestor que possui conhecimento da política nacional de mobilidade e transporte sustentável e indicadores/metras não estão definidos.</p> <p>Valor 0: o projeto não possui técnico/gestor com conhecimento da política nacional de mobilidade e transporte sustentável e indicadores/metras não estão definidos.</p>
Estruturação e Preparação Pré-Projetos	<p>Valor 1: se há estudo/projetos prévios de todas as etapas para execução do processo construtivo.</p> <p>Valor 0,5: se há estudos/projetos parciais das etapas para execução do processo construtivo.</p> <p>Valor 0: se não há estudo/projetos prévios, o que pode prejudicar o início do processo construtivo ou causar interrupções após início.</p>
Cronograma Implantação/Plano de Projeto	<p>Valor 1: se há cronograma físico-financeiro do projeto e documentação burocrática se encaixa nas exigências do plano de mobilidade.</p> <p>Valor 0,5: se há cronograma genérico que não se enquadra nas exigências do plano de mobilidade.</p> <p>Valor 0: se não há cronograma físico-financeiro e correlação da documentação com exigências do plano de mobilidade, podendo ocasionar em interrupções do processo construtivo, após início.</p>
Captação de Recursos	<p>Valor 1: caso o projeto se enquadra na sistemática de apresentação de proposta, com finalidades conforme modalidades de apoio disponíveis e documentos burocráticos completos.</p> <p>Valor 0,5: há preocupação com obtenção do recurso, entretanto não se enquadra na sistemática de apresentação de proposta, com finalidades conforme modalidades de apoio disponíveis e documentos burocráticos.</p> <p>Valor 0: caso não possua organização da documentação e preocupação com conquista de recurso específico do governo, mas do município.</p>
Recurso Ambiental	
Rota Específica de	Valor 1: se o projeto engloba definição de rota de serviço para deslocamento de todos os tipos de veículos de carga necessários para abastecimento de

Estrada de Serviço	<p>materiais das obras.</p> <p>Valor 0,5: caso o processo construtivo engloba rota de serviço para deslocamento de veículos de pequeno e médio porte.</p> <p>Valor 0: caso não esteja sendo considerada rota específica para deslocamento dos veículos de abastecimento durante o processo construtivo.</p>
Incentivo aos Modos Não-Motorizado/Coletivo	<p>Valor 1: se o projeto possui características de incentivo ao uso de modos não motorizados e coletivos.</p> <p>Valor 0,5: se o projeto possui características de incentivo parciais ao uso de modos não motorizados e/ou coletivos.</p> <p>Valor 0: se não houver preocupação ou alguma medida de incentivo ao uso de modos não motorizados e/ou coletivos.</p>
Práticas Sustentáveis	<p>Valor 1: caso o projeto possua preocupação com as práticas sustentáveis, seguindo os procedimentos estabelecidos em decretos municipais e resolução do CONAMA.</p> <p>Valor 0,5: caso não tenha sido apresentada preocupação sobre as práticas sustentáveis, mas houver comprometimento de busca de conhecimento dos procedimentos para estudos e adequações.</p> <p>Valor 0: caso não houver interesse em adaptações sobre as práticas sustentáveis dos decretos e resolução do CONAMA.</p>
Construção e Preservação de Áreas Verdes	<p>Valor 1: se o projeto contempla a construção e preservação de áreas verdes.</p> <p>Valor 0,5: se o projeto necessita retirar áreas verdes, mas contempla a construção de novas áreas verdes.</p> <p>Valor 0: se o projeto não contemple a preservação/adaptação de áreas verdes.</p>
Recurso Social	
Contribuição Cultural/Turismo	<p>Valor 1: se o projeto contribui com premissas práticas para a mobilidade turística e/ou cultural para cidade e pessoas.</p> <p>Valor 0,5: se o projeto tenha somente preocupações com premissas teóricas para a mobilidade turística e/ou cultural para cidade e pessoas.</p> <p>Valor 0: se o projeto não possui nenhuma preocupação/contribuição turística e/ou cultural para cidade e pessoas.</p>
Qualidade de Vida e Felicidade	<p>Valor 1: se o projeto contribui com premissas práticas para a melhoria da qualidade de vida dos colaboradores durante o processo construtivo e para a maioria das pessoas/bairros da cidade. O processo construtivo atende as aspirações e desejos como a felicidade e bem-estar.</p> <p>Valor 0,5: se o projeto se preocupa com a melhoria da qualidade de vida dos colaboradores, sem premissas claras durante a obra e para a maioria das pessoas/bairros da cidade. O processo construtivo busca atender as aspirações e desejos como a felicidade e bem-estar.</p> <p>Valor 0: caso houver despreocupação com relação a qualidade de vida e felicidade dos colaboradores e pessoas.</p>

Empregabilidade	<p>Valor 1: caso durante o projeto, houver a geração de empregos de profissionais públicos/privados, de prestadores de serviço externos para execução das obras, bem como cumprimento das regulamentações/benefícios trabalhistas no município.</p> <p>Valor 0,5: caso o processo construtivo tenha somente preocupação e não efetivação da geração de empregos de profissionais públicos/privados ou cumprimento de regulamentações/benefícios trabalhistas no município.</p> <p>Valor 0: caso projeto não tenha preocupação com geração de empregos de profissionais públicos/privados ou cumprimento de regulamentações/benefícios trabalhistas no município.</p>
Acessibilidade	<p>Valor 1: caso o projeto considere infraestrutura para aumento da proximidade das pessoas com meio físico, como características de boa caminhabilidade e também adequações para portadores de deficiência ou pessoas com restrição de mobilidade.</p> <p>Valor 0,5: caso o projeto considere infraestrutura para aumento da proximidade das pessoas e características de boa caminhabilidade ou adequações para portadores de deficiência ou pessoas com restrição de mobilidade. Valor para caso em que ambos forem parciais.</p> <p>Valor 0: caso o projeto não considere infraestrutura para aumento da proximidade das pessoas com meio físico, como características de boa caminhabilidade e também não possui adequações para portadores de deficiência ou pessoas com restrição de mobilidade.</p>

4.4 Construção da Ferramenta de Processamento de Dados para a ABC_{INFRA}

Através do uso da linguagem *Visual Basic for Applications*, dentro do *software* Excel da *Microsoft*, foi construída a ferramenta de processamento de dados para o modelo de avaliação - ABC_{INFRA} – Análise Benefício Custo de processos construtivos de Infraestrutura. A ferramenta conta com os critérios desenvolvidos na matriz hierárquica e os devidos pesos atribuídos pelos especialistas com lacunas para preenchimento dos valores das métricas de desempenho e avaliação de cada alternativa/processo construtivo prévio a sua construção. A ferramenta foi desenvolvida com interatividade e travamentos para uso de gestores/administradores/técnicos do sistema público avaliarem os projetos e identificarem gargalos, prioridade de processos em detrimento de outros e/ou possibilidades de melhoria em processos com datas previstas de início, tanto para obras de construção própria (mão de obra do próprio município), quanto para privadas (realizadas através de contratações particulares, como licitações). A ferramenta está baseada no melhor uso dos recursos, podendo evitar desperdícios e ligada à margem de critérios objetivos com as metas da política de mobilidade, conforme pontos destacados em auditoria do TCU (2014).

A Figura 28 apresenta a interface de uso da ferramenta de processamento, onde deve ser preenchida a coluna “Avaliação de Desempenho” destacada em cinza para cada uma das classes (Quadros 8 e 9 do tópico 4.3), considerando os valores (0; 0,5 e 1) de métrica de desempenho para cada critério abordado no capítulo 4.3 desse trabalho.

Com o preenchimento da métrica de desempenho, a ferramenta processa a agregação dos valores em custos e benefícios automaticamente, retornando nas células G17 e G18 o *score* em custos e o *score* em benefícios. Essa etapa consiste na síntese de prioridades, isso é, o cálculo do *score* final de cada processo construtivo/alternativa. Conforme Souza (2013), o cálculo ocorre por meio da multiplicação das matrizes de prioridades, em outros termos, cada processo construtivo, representa a avaliação de desempenho de cada critério pela importância relativa de cada peso. A equação 8 do tópico 2.4.2 sobre o método AHP foi utilizada para agregação dos cálculos, os quais serão abordados no capítulo 5.4.

A Figura 28 avaliou um processo construtivo teste como exemplo de preenchimento atendendo todas as melhores avaliações na coluna da “Avaliação de Desempenho” e retorna o *score* de 100% para todos os critérios, minimizando os impactos de custos e maximizando os benefícios. A Figura 29 apresenta um teste como o pior cenário de avaliação e retorna o *score* de 0% para todos os critérios, maximizando os impactos de custos e minimizando os benefícios.

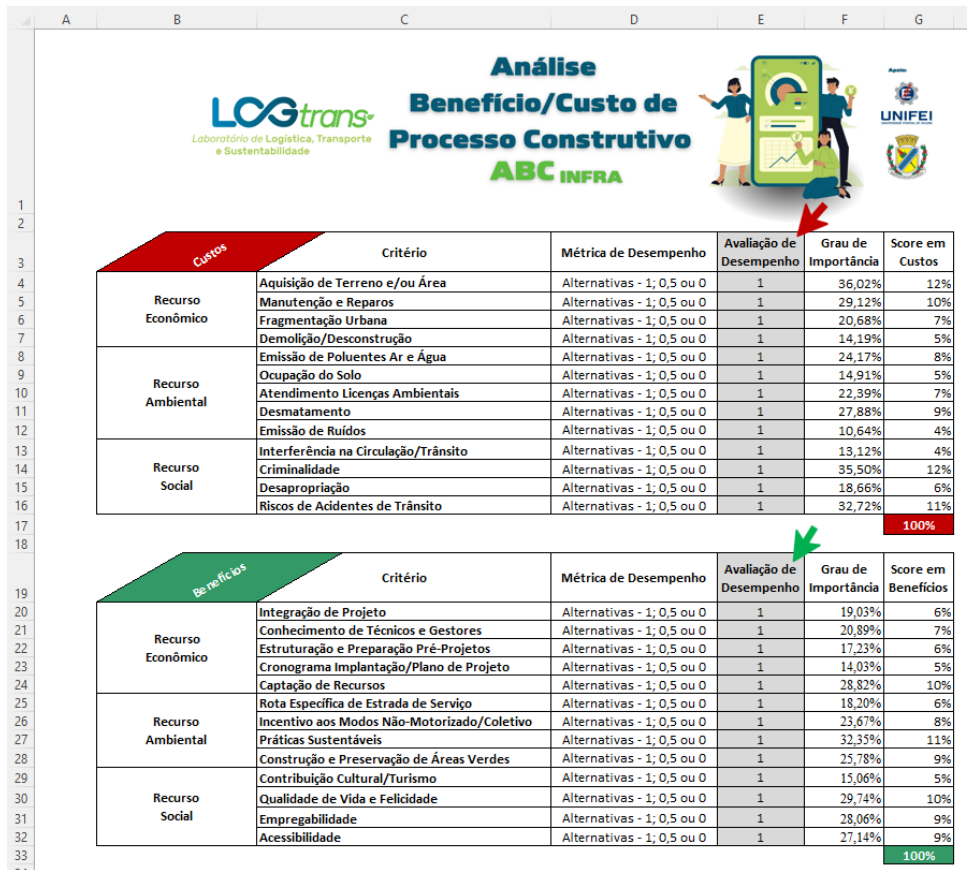


Figura 28 - Área de avaliação de processos construtivos 100%



Figura 29 - Área de avaliação pior cenário benefício/custo de processos construtivos

Após preenchimento, da avaliação de desempenho dentro da escala de três valores informadas no quadro do capítulo 4.3, a ferramenta disponibiliza a geração do relatório. Para emissão, é necessário preencher os dados de “NOME DO PROJETO”; “AVALIADOR RESPONSÁVEL” e possível “OBSERVAÇÃO”, e, posteriormente, clicar no botão “Gerar Relatório”. Caso não incluído o nome do projeto e avaliador, a emissão do relatório é travada. Os campos para preenchimento e o botão para geração do relatório estão destacados na Figura 30.

Figura 30 – Campos de preenchimento e botão de automatização "Gerar Relatório"

Posteriormente ao preenchimento e clique no botão, a linguagem de programação da ferramenta armazena a data e horário em histórico, e gera um arquivo relatório em pdf para formalizar a avaliação. A Figura 32 apresenta o relatório gerado automaticamente, o qual pode contribuir com praticidade e reforçar a execução dos gestores públicos e técnicos tomadores de decisão no uso combinado de duas metodologias de avaliação. Nos apêndices, encontram-se as linhas de código em *VBA* desenvolvidas para geração automática do arquivo do relatório.

No relatório modelo de teste, o processo construtivo analisado recebeu *score* de 100% de avaliação como métrica em custos e benefícios, ou seja, a análise final é que faz uso aprimorado de recursos dos pilares econômicos, sociais e ambientais em seu processo construtivo e adequações conforme propósitos da política pública local e do Plano de Mobilidade Urbana estão parcialmente atendidas. Cada recurso da sustentabilidade também recebeu a compilação do *score*, dividindo igualmente em 33,33% para econômico, ambiental e social de cada uma das classes com visualização está na Figura 31.

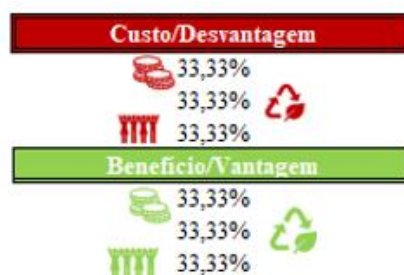


Figura 31 - Compilação do *Score* de Recursos

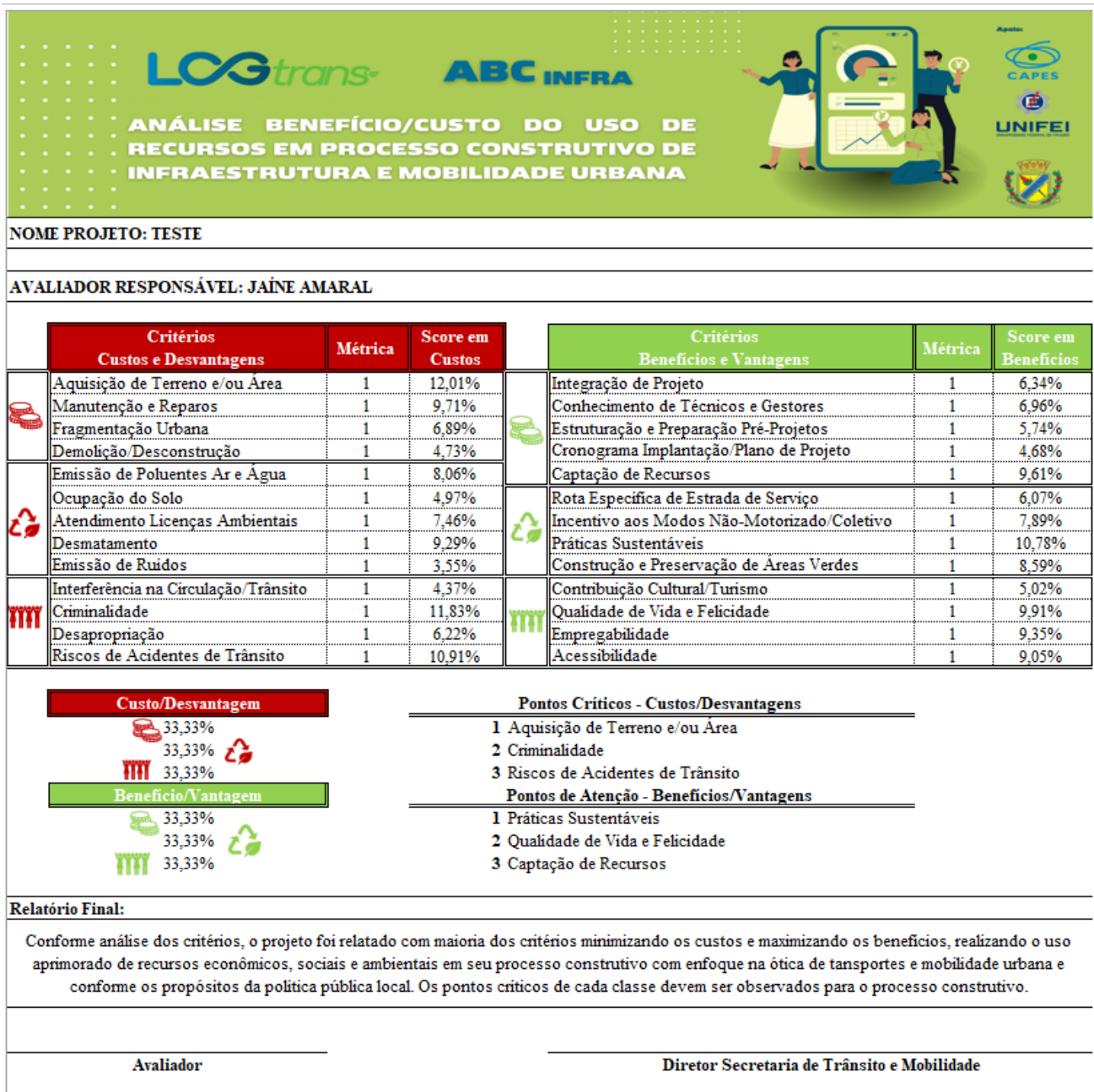


Figura 32 - Relatório gerado automaticamente de avaliação de processos construtivos de infraestrutura

A ferramenta, através da combinação AHP e ABC também engloba ao gestor/técnico os três pontos críticos mais relevantes de cada classe que merecem acompanhamento prévios e durante à execução do processo construtivo. No modelo de relatório teste da Figura 32, o processo construtivo foi modelado com métrica do melhor cenário para todos os 26 critérios. Entretanto, obtiveram os três critérios mais significativos elencados como pontos críticos tanto em custo quanto benefício.

Martinelli e Milosevic (2020) abordam que a mensuração dos pontos críticos é essencial para monitorar o desempenho, fazer identificação de problemas e tomar medidas corretivas

No trabalho, a definição da sequência de pontos críticos é dada primeiro com a análise de métrica, pela qual os pesos de 0 e 0,5 possuem prioridade para o sequenciamento, pois referem-se a critérios

que se encontram parcialmente ou totalmente não atendidos. Caso algum critério receba métrica zero, receberá a 1ª colocação nos pontos críticos. Caso possua mais de um critério com desempenho 0, o critério de desempate será o grau de importância dos especialistas.

Posteriormente a análise de métrica de desempenho 0, a próxima é para 0,5 e, quanto maior o grau de importância, proporcional é a criticidade. A inserção do grau de importância da ponderação dos especialistas que será abordada no capítulo 5.3 exerce influência em toda análise dos métodos combinados da ferramenta. A Figura 33 ilustra os pontos críticos dos custos e benefícios.

Pontos Críticos - Custos/Desvantagens
1 Aquisição de Terreno e/ou Área
2 Criminalidade
3 Riscos de Acidentes de Trânsito
Pontos de Atenção - Benefícios/Vantagens
1 Práticas Sustentáveis
2 Qualidade de Vida e Felicidade
3 Captação de Recursos

Figura 33 - Pontos Críticos de Custos e Benefícios

O cálculo e sequenciamento dos pontos críticos ocorre com fórmulas internas na ferramenta e são apresentados no tópico 5.4 da análise agregada do trabalho.

Com a aplicação da coleta de dados da Vila Criativa, Vila Feliz, as análises de pontos críticos será realizada de acordo com as métricas de desempenho definidas. É válido salientar que os critérios necessitam de acompanhamento/adequação e podem se tratar de gargalos dos processos construtivos com relação as alocações de recursos, reforçando a necessidade de estabelecer pontos críticos de atenção.

5 APLICAÇÃO DO MODELO ABC_{INFRA} NO MUNICÍPIO DE SANTA RITA DO SAPUCAÍ – MG

5.1 Objeto de estudo

O modelo será aplicado no processo construtivo da Vila Criativa, Vila Feliz de Santa Rita do Sapucaí, cidade situada ao Sul do estado de Minas Gerais, com uma população estimada de 43.753 pessoas. A Figura 34 representa a localização do município no estado e a vista superior da cidade.



Figura 34 - Mapa do estado de Minas Gerais e vista da cidade

O município que possui o processo construtivo objeto de estudo está próximo à rodovia BR-459 - à 30 km da rodovia BR 381 – Fernão Dias. A BR 381 conecta cidades de grande importância no âmbito nacional e internacional como São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. A cidade já possui uma importante e histórica ferrovia, a antiga Estrada de Ferro Sapucaí que fazia o percurso de grande parte das cidades do Sul de Minas e Serra da Mantiqueira para escoamento cafeeiro e agropecuário da região. Segundo Fontes (2007), o nome da cidade originou em homenagem a Santa Rita de Cássia e ao rio Sapucaí, o qual cerca o município em toda sua extensão. Fontes (2007) também destaca que o entorno de Santa Rita do Sapucaí ainda possui paisagem de morros verdes com plantações de café, entretanto, a cidade se desenvolveu, mantendo a predominância de casas. Se tornando um exemplo de empreendedorismo do país e conservando a tranquilidade. A Figura 35 demonstra a vista baixa da cidade, com o rio e o nome dos bairros.



Figura 35 - Vista de Santa Rita do Sapucaí/MG

Além de sua localização, a cidade foi escolhida pois possui uma iniciativa popular e colaborativa,

denominado “Movimento Cidade Criativa, Cidade Feliz (CCCCF)”. O movimento nasceu em 2013 e se propõe a estabelecer condições para melhoria da qualidade de vida da população e atingimento da meta humana: a Felicidade. Conforme Figura 36, para profissionalização do movimento, foi desenvolvido um documento que possui indicadores para que a felicidade seja cocriada para exercer sua função de plataforma de interações das pessoas.



Figura 36 - Movimento Cidade Criativa, Cidade Feliz

Foi pesquisado sobre o indicador Felicidade Interna Bruta (FIB), parâmetro da ONU ligado ao bem-estar da população. De acordo com Arruda (2009), “O FIB leva à redefinição do objetivo do desenvolvimento, à afirmação de um outro modo de planejar e organizar a cidade, e à reorientação da economia e da tecnologia para que sirvam aos objetivos superiores do desenvolvimento social e humano.” Entretanto, o movimento tem um complemento além das nove categorias do FIB, como também a medição da experiência pessoal para validação da experiência de felicidade. O relatório reforça uma citação de Seligman (2011), que compatibiliza com o objetivo de avaliação de critérios do trabalho para melhor aplicação de diversos tipos de recursos, não somente o econômico relacionado ao dinheiro.

“A política pública deriva daquilo que avaliamos — e até recentemente nós avaliávamos apenas o dinheiro, o Produto Interno Bruto (PIB). Portanto, o sucesso do governo podia ser quantificado apenas pela quantidade de riqueza que ele produz. Mas para quê serve a riqueza, afinal de contas? O objetivo da riqueza, no meu entender, não é apenas produzir mais riqueza, mas produzir florescimento.” (SELIGMAN, M; 2011).

A equipe envolvida no desenvolvimento do movimento foi inspirada pelos trabalhos de Jimenez *et al.*, *Positive Design Reference Guide* (2015) de Delft, na Holanda, que estimulam o desenvolvimento de conhecimento para apoio de iniciativas de design para a felicidade e o florescimento humano das

idades. Foram utilizados também a teoria do acrônimo P.E.R.M.A., ampliada em 2002 por Marting Seligman que em inglês significa *Positive Emotion, Engagement, Relationships, Meaning e Achievement*. O *framework* desenvolvido pela equipe do movimento transformou o P.E.R.M.A. para S.E.E.R.R e resultado da tradução para o português dos termos Sentido, Engajamento, Emoções Positivas, Relacionamentos e Realização. Toda a abordagem do relatório e movimentos gerados na cidade de Santa Rita do Sapucaí, confirmam-na como objeto de estudo e propícia para escolha de um processo construtivo e aplicação da ferramenta de avaliação desse trabalho.

É válido salientar que a ferramenta de processamento de dados ABC_{INFRA}, foi estruturada com uma vasta pesquisa de iniciativas, e de formatos de avaliação utilizados no Brasil em processos públicos com referência ao *The Green Book* do Reino Unido, que foi focado para tornar o processo de avaliação em todo o governo mais consistente e transparente. Outra justificativa é uma das dificuldades defendida em auditoria pelo TCU (2015), onde o Brasil não possui a seleção de propostas e processos à margem de critérios estritamente objetivos, os quais ocasionam em desperdício de recursos públicos. No início do processo de coleta de dados, foi realizado um levantamento dos processos construtivos iniciados, em execução ou finalizados na cidade para posterior decisão do processo que seria utilizado para o trabalho. Foram realizadas visitas *in loco* por vários locais da cidade que possuem obras recentes e outras de expectativas de reforma/construção pela população e as imagens apresentadas nas Figuras 37, 38, 39, 40 e 41 obtidas pelo próprio autor.



Figura 37 - Ponte de acesso a cidade reformada em 2021



Figura 38 - Construção de creche e escola em bairro divisa do município



Figura 39 - Estação ferroviária inoperante



Figura 40 - Cine teatro paralisado



Figura 41 - Área central de posse do poder público utilizada semanalmente como estacionamento

Através desse panorama geral, foi possível estabelecer juntamente às entrevistas da secretaria de transportes e mobilidade urbana a obra/processo construtivo para coleta de dados e aplicação da ferramenta ABC_{INFRA}. O processo construtivo escolhido foi a obra da Vila Criativa, Vila Feliz com os conceitos do documento da Cidade Criativa, Cidade Feliz que possui a escola e creche no conjunto de bairros da “Nova Cidade” da Figura 38. As imagens e informações do processo construtivo, serão exemplificadas no próximo capítulo deste trabalho.

5.2 Desempenho dos critérios: coleta de dados do projeto da Vila Criativa, Vila Feliz

O processo construtivo passou por uma coleta de dados de todos os 26 (vinte e seis) critérios definidos no capítulo 4.1 desse trabalho. A Figura 42 apresenta a localização da construção da escola e creche no Conjunto Habitacional Luiz Rennó Mendes que é um dos últimos bairros da divisa do município. O processo construtivo que receberá a aplicação do ABC_{INFRA} é a revitalização das ruas e espaço de ligação entre a escola e a creche que estão em fase final e precisam de pavimentação de ligação para acesso das crianças e população geral. Em entrevista com o arquiteto e urbanista Gustavo Vedana designado pelo poder executivo para o projeto, foi possível evidenciar o cuidado com os indicadores de metas da cidade ligados a felicidade e a preocupação para disseminação da cultura de mobilidade para Santa Rita do Sapucaí.

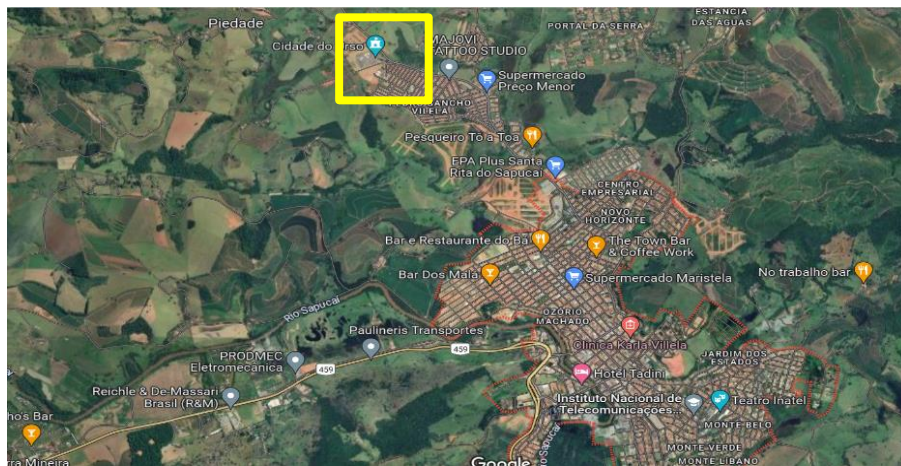


Figura 42 - Mapa de Santa Rita e localização do processo construtivo

O processo construtivo localiza-se no bairro Nova Cidade, que faz a divisa com o início de uma das zonas rurais da cidade, conforme destaque da Figura 42 anterior. A Figura 43 apresenta a área onde será construído o projeto, que se encontra com a creche e escola em fase de finalização para atendimento da demanda da população.



Figura 43 - Área de construção do processo construtivo

A Figura 44 apresenta o projeto com a planta humanizada da Vila Criativa, Vila Feliz. O nome é devido ao Movimento Cidade Criativa, Cidade Feliz da cidade de Santa Rita do Sapucaí/MG que conforme tópico 5.1 anterior, nasceu em 2013 para contribuir significativamente na melhoria da qualidade de vida da população. O projeto possui enfoque de gerar condições para a felicidade com um conjunto de ações para favorecer o relacionamento entre as pessoas, colocando a cidade na sua função primordial como o lugar do encontro e do fórum social. O projeto possui algumas características principais, como:

- Um desenho de ruas seguras com tráfego lento para gerar sensação de segurança aos pedestres, alunos da escola e da creche.
- Uma divisão de usos para os lotes que garantisse a sobreposição de funções de dia e à noite que proporcione um ambiente público cheio de vida e sensação de segurança.
- Projeto de arborização urbana para um paisagismo sustentável, levando em conta parâmetros técnicos de escolha do porte e morfologia, apontando árvores nativas e priorizando espécies com ocorrência na Reserva Biológica de Serra de Santa Rita Mítzi Brandão vizinha ao projeto. O projeto gera não só ganhos ambientais óbvios quando se compara com um paisagismo de plantas exóticas, mas possibilita uma aproximação cultural das espécies brasileiras regionais e sua possível valorização para a comunidade, crianças e jovens das escolas.
- Sensação de segurança com ambiente público cheio de vida e “olhos” da rua.
- Quarteirões menores, calçadas maiores, áreas verdes, espaços para atividades físicas e oportunidades para o brincar e a criatividade.



Figura 44 - Projeto da Vila Criativa, Vila Feliz

Para compreender o primeiro critério de custo econômico – **Aquisição de Terreno e/ou Área** - foi realizada uma pesquisa *in loco* na biblioteca municipal de Santa Rita do Sapucaí que possui arquivos históricos do início dos bairros. Através das pesquisas, observou-se que o bairro era um antigo sítio com um latifúndio desapropriado com início das construções em 1992 e doação de mais de 1.600

lotes para famílias da cidade pela gestão do prefeito Jeferson Gonçalves Mendes. A área onde será realizada a pavimentação para conexão dos polos educacionais é de origem institucional. Conforme Lei nº 6.766/79, as áreas institucionais de loteamento são aquelas destinadas à construção dos equipamentos de uso comunitário, como praças, áreas de lazer, escolas, postos de saúde, ginásio de esportes, dentre outros. Cabe ao município a regulamentação da porcentagem que os loteamentos devem possuir de espaços livres ao uso público, como art. 4º, inciso I, da Lei Federal nº 6.766/79, de acordo com plano diretor. As documentações resumidas das pesquisas realizadas na biblioteca encontram-se na Figura 45.

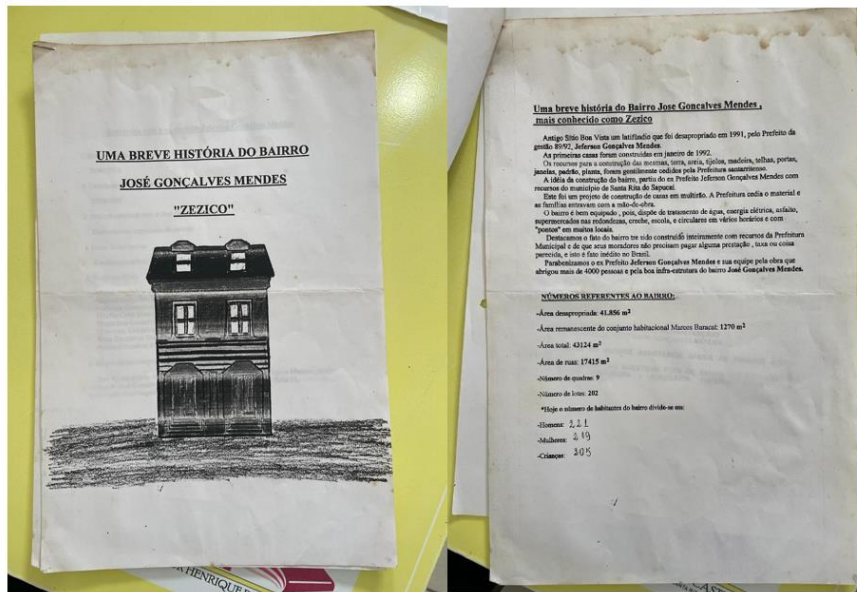


Figura 45 - Coleta de informações na biblioteca

Dessa maneira, o critério Aquisição de Terreno e/ou Área recebeu métrica 1, pois existe local/terreno para execução do projeto que se enquadre nas leis/decretos municipais vigentes.

Com relação ao segundo critério do modelo - **Manutenção e Reparos** – nas licitações da cidade constam memoriais descritivos sobre os materiais que precisam ser empregados nos processos construtivos. Os materiais adquiridos para uso interno, direto da equipe da prefeitura possuem alguns requisitos de qualidade, entretanto não possuem informações especificadas, mas genéricas de garantia durante o ciclo de vida em memorial descritivo ou cláusula de contrato. A Figura 46 demonstra as observações que constam fixas em memoriais descritivos, porém deixa lacunas com relação as substituições de marcas comerciais que sempre deverão receber aprovação das equipes envolvidas da prefeitura. Dessa maneira, podem incorrer em uso incoerente de recursos públicos, ou somente adaptações com materiais de construção da região. Essas substituições ou não definições prévias, podem ocasionar em recentes manutenções preventivas ou outros pontos que necessitem de recorrência à garantia. O critério recebeu métrica 0,5 para esse processo construtivo, por possuir uma preocupação parcial dos tomadores de decisão.

B - MEMORIAL EXECUTIVO:

Todos os serviços serão executados de acordo com os Códigos, Normas e Especificações Brasileiras pertinentes, sendo a construtora responsável pela pesquisa de todos os Códigos, Normas e Especificações, devendo ser utilizadas as edições mais recentes.

A citação específica de uma Norma, Especificação, etc., em alguns itens, não elimina o cumprimento de outras aplicáveis a cada caso.

Na forma do Artigo 618 do Código Civil Brasileiro, como responsável que é pelas obras e serviços, a construtora deverá por sua conta rever todos os cálculos e desenhos.

Os elementos descritos e contidos no Projeto deverão ser considerados mesmo não sendo mencionados expressamente neste Memorial. No caso de divergências entre o Memorial e as peças gráficas, deverá ser obedecido sempre o Memorial.

Na conclusão dos serviços a construtora deverá apresentar o "as built" da obra.

A presente especificação de materiais de acabamento, bem como os desenhos e memoriais respectivos, deverão ser usados em conjunto, pois se completam.

O Contratado será responsável por qualquer erro ou serviço executado em desacordo com o projeto, correndo por sua conta a demolição e reconstrução dos mesmos.

Caso ocorra alguma alteração a ser feita no projeto devido a fatores quaisquer, deverá imediatamente ser comunicada ao engenheiro fiscal da Prefeitura ou a prepostos autorizados, para ser dada a solução adequada, bem como deverá ser consultado o autor do projeto sobre quaisquer alterações no projeto original.

As marcas comerciais eventualmente especificadas neste Memorial ou no projeto de arquitetura poderão ser substituídas, sempre com aprovação da Prefeitura, por materiais similares, entendendo-se por essas expressões "similares" materiais com as mesmas características de qualidade, natureza, peso, cor, textura, acabamento, etc.

Figura 46 - Descrição do memorial descritivo do município

Com relação ao critério – **Fragmentação Urbana** – definido no trabalho como o rompimento, e não continuidade sobre o uso da cidade, que pode causar a impossibilidade de uso, ou não-uso de espaços diversos, como os públicos, o bairro está na divisa e é considerado distante pela população, entretanto, não tem o objetivo de causar dispersão das áreas superando os limites da cidade. Dessa maneira, a métrica de avaliação recebe o valor 0,5; pois o processo causa uma fragmentação devido dificuldade de acesso. A fragmentação possui medidas mitigadores em curto e médio prazo que serão abordadas nos próximos critérios.

O critério seguinte é - **Demolição/Desconstrução** – abordado no trabalho como desconstruções de obras, quando necessárias para adaptações de projetos novos ou demolições completas que devem seguir a legislação vigente e impactam em custo econômico. Entretanto esse critério enquadra na métrica 1, pois o terreno já estava vazio e não necessita de demolição/desconstrução.

O quinto critério e adentrando nos recursos ambientais da classe de custo/desvantagem é - **Emissão de Poluentes Ar e Água** – que no modelo refere-se principalmente à queima e/ou descarte incorreto de materiais e resíduos que podem poluir o ar e água. No processo construtivo, prevê-se o descarte de materiais e resíduos sólidos em caçambas estacionárias mantidas em contrato de locação com terceiros, através de licitação. A Figura 47 apresenta o modelo de caçamba mantida em locação.



Figura 47 - Caçamba para descarte de resíduos sólidos

Através das caçambas, conquista-se parcialmente o critério de descarte de resíduos, com métrica 0,5; pois a prefeitura não acompanha o processo completo de embarque e desembarque até o descarte final dos resíduos.

O sexto critério na categoria dos recursos ambientais da classe de custo/desvantagem é – **Ocupação do Solo** – conforme conceituação, o solo deve ser o melhor possível reaproveitado para minimizar os impactos sobre o ambiente, trânsito e transporte. De acordo com entrevistas com gestores públicos e visitas in loco, dentro da área disponível após construção de dois polos de educação (escola e creche), o processo construtivo objeto dessa pesquisa está sendo planejado e executado com a construção de diversos mecanismos para uso da população, incluindo a pavimentação, conforme plano diretor que está sendo acompanhado e em fase de atualização no município. Dessa maneira, esse critério recebeu a avaliação de 0,5, pelos cuidados com as construções para inclusão/ligação da escola e da creche.

O sétimo critério enquadra-se na categoria dos recursos ambientais da classe de custo/desvantagem - **Atendimento Licenças Ambientais** – reflete as três fases do licenciamento, a Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação. Como a obra objeto de estudo é de execução interna dos servidores públicos, em muitos momentos ocorre o equívoco do processo de não conferência das verificações do enquadramento do projeto dentro das normas definidas. Dessa maneira, foi realizado o alerta para os gestores públicos envolvidas e o processo possui documentação parcial, estando apto para continuidade do processo construtivo e avaliado com parâmetro 0,5.

O oitavo critério também na categoria dos recursos ambientais da classe de custo/desvantagem é o **Desmatamento**, que afeta o meio ambiente ao alterar o espaço natural para o artificial. Conforme descrito, o loteamento possuía um sítio em suas dependências e atualmente conta somente com área livre em terra com algumas erosões. Apesar de não terem sido encontradas imagens antigas, as evidências e relatos demonstram que o desmatamento da vegetação nativa ocorreu para criação dos mais de 1.600 lotes. Dessa maneira, esse impacto afetou negativamente o ambiente, sendo identificado com valor 0.

O nono e último critério dos recursos ambientais da classe de custo/desvantagem é a **Emissão de Ruídos**. Conforme abordado no capítulo 4.1, existem evidências que abordam os efeitos negativos

do ruído no sono e relações negativas para a saúde. Para o processo construtivo objeto de estudo, foi informado que pretende-se gerar ruídos diurnos e poucos noturnos somente no local da obra, devido prazo para conclusão próximo a necessidade de utilização pela população. Dessa maneira, a métrica de enquadramento foi de 0,5.

Para finalizar os critérios da classe de custos/desvantagens, o primeiro do recurso social é a **Interferência na Circulação/Trânsito**. Conforme avaliação realizada e deslocamento até o local da obra, o processo construtivo não impacta na circulação de veículos e pessoas, devido sua localização em bairro na divisa da cidade. A métrica que mais se enquadra é de valor 1, pois no diagnóstico para geração de alternativas, verificou-se não haver necessidade de medidas com relação as interferências de circulação e do trânsito das vias que compõem o entorno do projeto, não necessitando de ações para mitigar os conflitos de tráfego.

O segundo critério dos recursos sociais da classe de custos/desvantagens é a **Criminalidade**, que segundo Gehl (2013) é fundamental a segurança nos espaços públicos para a vida na cidade. E o discurso dos servidores públicos envolvidos no processo construtivo é desenvolver “habitação noturna” para que haja envolvimento dos moradores e vizinhança nos espaços construídos. Essa movimentação se dará através da frequência em pontos alimentícios, praça de convivência e outros mecanismos a serem desenvolvidos com grande preocupação com iluminação. Dessa forma, o processo atende completamente o critério de criminalidade, ao manter a diversidade de atividades e funções noturnas para vizinhança, recebendo o valor 1 no desempenho da métrica.

O penúltimo critério dos recursos sociais da classe de custos/desvantagens é a **Desapropriação**, que está prevista no Código Civil Brasileiro e refere-se às desapropriações de populações em determinadas moradias devido necessidades de adequação. Nesse caso, o valor que se enquadrou foi 1, pois o terreno para construção não possui moradias e não se torna necessária a desapropriação.

O último critério dos recursos sociais e também da classe de custos/desvantagens é o **Risco de Acidentes de Trânsito**, que no trabalho refere-se ao processo construtivo que possa causar perturbação ou interromper a livre circulação, ou também colocar em risco a segurança, e deve possuir autorização para iniciar. O valor recebido da métrica de desempenho foi 1, pois o projeto ocorrerá em área distante e já possui um plano de sinalização para evitar e/ou reduzir o risco de acidentes.

O primeiro critério do recurso econômico da classe de benefício/vantagem é a **Integração de Projeto**, pois é economicamente viável um projeto complementar/integrar determinado processo construtivo já existente. O projeto da Vila Criativa, Vila Feliz é a própria integração de obras locais desenvolvidas, como a creche e escola construídas. Dessa maneira, a pontuação em benefício/vantagem, foi de valor 1.

Com relação ao critério de **Conhecimento de Técnicos e Gestores**, percebeu-se que a prefeitura está

se preocupando com relação aos conceitos de mobilidade em processos construtivos e desenvolvendo sua equipe e comissões da cidade para atualizações. Dessa maneira, o valor 0,5 enquadrou-se melhor, pois o projeto está buscando e se preparando com relação ao conhecimento dos técnicos e gestores. O terceiro critério econômico da classe de benefícios/vantagens é a **Estruturação e Preparação dos Pré-Projetos**, que condiz com um estudo prévio antes do início da obra para comprovar a viabilidade de execução. Conforme visitas técnicas nos departamentos do município objeto de estudo, o projeto da Vila contou com equipe interna e profissional externo com dedicação para estruturação e acompanhamento do processo construtivo. A Figura 48 apresenta o posto de trabalho com inspirações e planejamento para desenvolvimento do projeto.

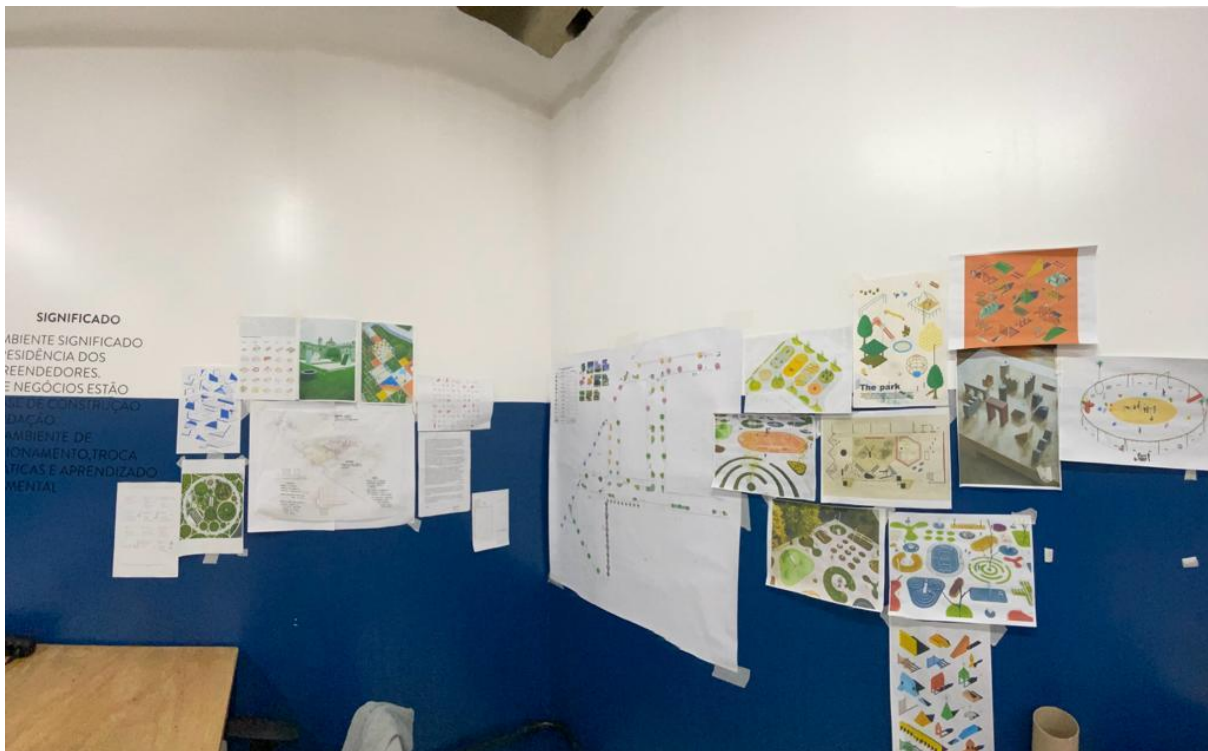


Figura 48 - Posto de Trabalho Arquiteto Urbano

Sendo assim, o valor recebido foi de 1, por possuir um planejamento para execução das etapas de construção.

O próximo critério dos recursos econômicos da classe dos benefícios/vantagens, é o **Cronograma Implantação/Plano de Projeto**, que tem especificações no plano de mobilidade no eixo vinculado ao fomento financeiro. No município de Santa Rita do Sapucaí, os editais e obras de licitação da cidade possuem os cronogramas como pré-requisito, entretanto, o processo construtivo da coleta de dados, por se tratar de uma obra com recursos de mão de obra internos, possuem um cronograma genérico, não se enquadrando nas exigências do plano de mobilidade. Dessa maneira, o valor atribuído foi de 0,5.

O último critério dos recursos econômicos da classe dos benefícios/vantagens, é a **Captação de**

Recursos, e, como definição, há diversas fontes de captação, as quais necessitam seguir sistemática burocrática para conquista de recursos disponíveis pelo governo. Com relação ao processo construtivo objeto de estudo, houve preocupação com a destinação do recurso, entretanto, não enquadramento na sistemática de apresentação burocrática e exigida para modalidades disponível, devido classificar como recurso próprio. Dessa maneira, ficou enquadrado como valor 0,5.

O primeiro critério dos recursos ambientais na classe dos benefícios/vantagens, é a **Rota Específica de Estrada de Serviço**, a qual prevê os planejamentos para as otimizações de rota de viagem dos veículos abastecedores e diminuição do impacto no solo e menores emissões ao meio ambiente. O projeto da Vila Criativa, Vila Feliz encontra-se em um bairro divisa e possui principalmente um caminho de acesso para chegada, logo, é possível o desvio de trânsito em horários estratégicos, englobando veículos de pequeno e médio portes. Dessa maneira, o valor atribuído é 0,5.

O segundo critério dos recursos ambientais da classe dos benefícios/vantagens é o **Incentivo aos Modos Não-Motorizado/Coletivo**, o qual destaca que a mobilidade precisa de melhorias na infraestrutura de ciclistas e facilitação do uso do transporte coletivo. O processo construtivo com aplicação do modelo é um marco para o município, pois será iniciada a construção da primeira ciclovia. O projeto se localiza em um dos extremos da cidade e possui vias com aptidão para início das faixas de ciclovia. A Figura 49 ilustra com as faixas em vermelho o início da ciclovia.

Com relação ao transporte público, a localização do projeto e a estrutura das vias também favorecem a alteração dos pontos de embarque/desembarque que serão atualizados com a empresa prestadora do serviço. Dessa maneira, o valor é 1, por atender todos os requisitos do incentivo aos modos não-motorizados/coletivos.

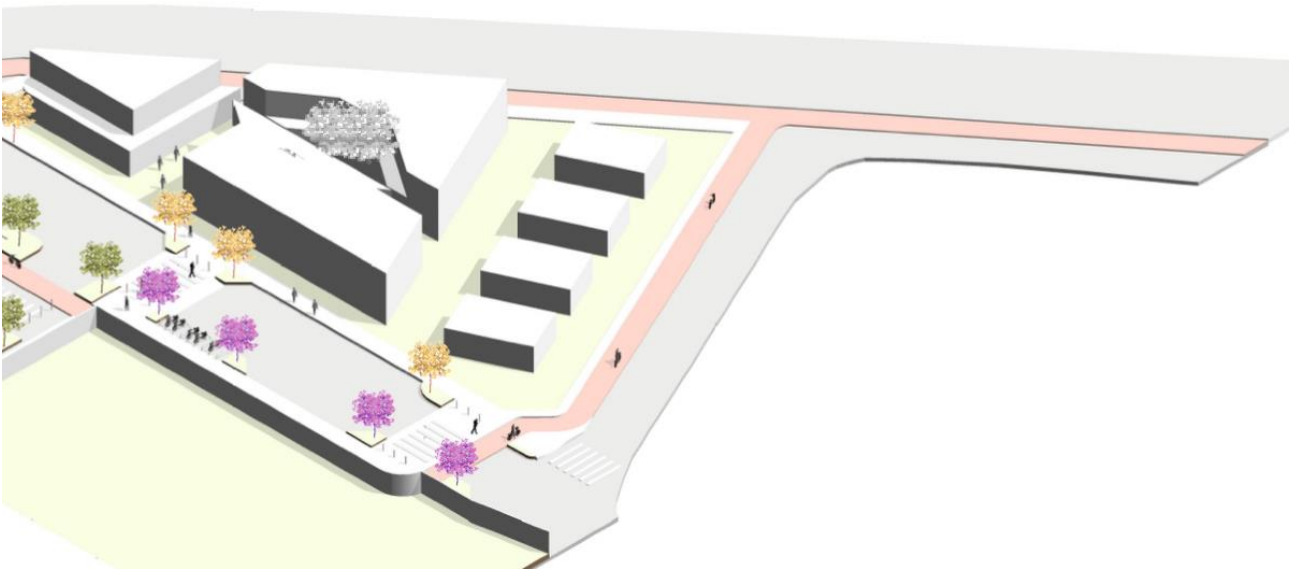


Figura 49 - Início da Ciclovia

O terceiro critério dos recursos ambientais da classe dos benefícios/vantagens são as **Práticas Sustentáveis**, que no trabalho são definidas como práticas que se relacionam com a pesquisa de novas

tecnologias, desenvolvimento de produtos e fornecedores, treinamento de profissionais da área para a nova forma de projetar e, contribuir com a redução do desperdício e a vivência em harmonia com o planeta. De acordo com visitas *in loco* e acompanhamento da execução das atividades, há preocupação com nova forma de projetar do profissional externo para obter harmonia dos futuros usuários do projeto, assim como acompanhamento dos materiais utilizados para acompanhamento de não desperdícios. As resoluções e aprovações ambientais também estão em andamento, dessa maneira, o critério se enquadrou como valor 1.

O último critério dos recursos ambientais da classe dos benefícios/vantagens é a **Construção e Preservação de Áreas Verdes**, as quais, conforme Gomes (2005) e Erwing (2001), combatem à poluição do ar, regulam a umidade, contribuem com mantimento da permeabilidade, reduz níveis de ruídos, sendo amortecedor do barulho urbano e contribuem de forma amigável com os pedestres. Esse foi um dos critérios mais levados em consideração para o processo construtivo objeto de estudo. Como mencionado anteriormente, o local sofreu total desmatamento e a concepção para o projeto foi a definição de uma matriz de vegetação brasileira da mata atlântica e que possuem origens e adaptabilidade com o clima local. Dessa maneira, foi realizada uma pesquisa com cruzamento de dados para especificação de espécies de vegetação para arborização das calçadas. A Figura 50, apresenta as espécies brasileiras nativas disponíveis na Reserva Biológica de Serra de Santa Rita Mítzi Brandão, em Santa Rita do Sapucaí, em zona rural vizinha ao projeto.



Figura 50 – Espécies Brasileiras escolhidas da Reserva Biológica

A Figura 51, apresenta as especificações de espécies de vegetação para arborização e suas respectivas quantidades.













SÍMBOLO	ESPECIFICAÇÃO	QTD.	OBSERVAÇÃO
 PER	Peroba-rosa <i>Aspidosperma polyneuron</i>	5	
 CAN	Canjarana	10	
 IPB	Ipê-branco <i>Tabebuia roseo-alba</i>	20	
 JAC	Jacarandá mimoso <i>Jacaranda mimosifolia</i>	25	
 IPR	Ipê-roxo-7-folhas (Rosa) <i>Handroanthus heptaphyllus</i>	25	
 IPA	Ipê-amarelo <i>Handroanthus chrysotrichus</i>	15	
 SAS	Canela-sassafrás <i>Ocotea odorifera</i>	6	
 UVA	Uvaia <i>Eugenia pyriformis</i>	10	
 GUA	Guaçatonga <i>Casearia sylvestris</i>	10	
 PAU	Pau Cigarra <i>Senna multijuga</i>	20	
 ALD	Aldrigo <i>Pterocarpus violaceus</i>	10	
	Grama Amendoim	675m ² - 10.000 mudas	Plantar 15 mudas (aprox. 1 caixa por metro quadrado)

Figura 51 - Especificações de Espécies de Vegetação para Arborização

A Figura 52, demonstra um recorte com referência ao paisagismo para plantação das espécies no processo construtivo da Vila Criativa, Vila Feliz objeto de estudo.

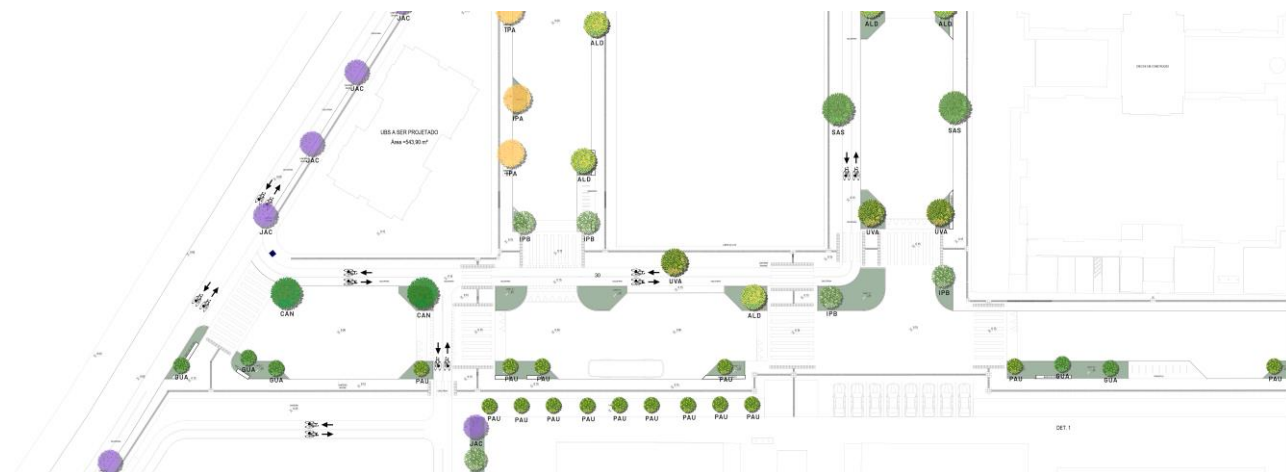


Figura 52 - Paisagismo da Vila Criativa, Vila Feliz

O critério foi atribuído com valor 1, pois contempla a preocupação com paisagismo, incluindo a plantação e preservação das áreas verdes, conforme características locais.

O primeiro critério dos recursos sociais da classe dos benefícios/vantagens avaliado foi a **Contribuição Cultural/Turismo**. Conforme definições no trabalho, as contribuições com turismo e cultura afetam nos fluxos humanos para beneficiar a mobilidade das pessoas. O processo construtivo da vila possui estrutura destinada aos comerciantes locais, como bares, lanchonetes e restaurantes para funcionamento diurno e noturno, contribuindo assim com a movimentação e turismo local. A Figura 53 ilustra a estrutura planejada para o funcionamento do comércio e turismo.



Figura 53 - Área Convivência e Comércio

É possível observar na Figura 53, local destinado aos *food-truck* e estrutura para área comercial em

arcos com mesas e cadeiras. O valor atribuído ao critério é de 1, pois contribui para a mobilidade turística e cultural da cidade.

O segundo critério dos recursos sociais da classe dos benefícios/vantagens é a **Qualidade de Vida e Felicidade**. De acordo com a contextualização do objeto de estudo, a cidade de Santa Rita do Sapucaí possui a meta da felicidade, dentro do movimento “Cidade Criativa, Cidade Feliz”. Essa meta possui um documento dos indicadores da felicidade desenvolvido pelos métodos da psicologia positiva e da empresa *Happy Cities*, que visa a transformação das vidas através do *design* urbano. Dessa maneira, esse critério foi totalmente atendido, atribuindo o valor 1, pois a cidade possui premissas práticas para contribuição com a felicidade das pessoas.

O terceiro critério dos recursos sociais da classe dos benefícios/vantagens é a **Empregabilidade**, e, conforme definições de Kureski (2011), as altas produções do setor de construção, contribui com a contratação de pessoas e o círculo beneficia tendenciosamente todos os setores. Tanto o projeto da vila, quanto na construção da creche e escola pública, houve a geração de empregos de profissionais públicos/privados, de prestadores de serviço externos, assim como, cumprimento das regulamentações/benefícios trabalhistas no município. Dessa maneira, esse critério social também recebeu valor 1.

O último dos critérios é a **Acessibilidade** que está no recurso social na classe dos benefícios/vantagens. Esse critério refere-se ao crescimento do deslocamento de veículos e a necessidade de prover infraestrutura para aumento da proximidade das pessoas com meio físico, como características de boa caminhabilidade e também adequações para portadores de deficiência ou pessoas com restrição de mobilidade. O processo construtivo seguiu os parâmetros dos 12 critérios de qualidade com respeito ao pedestre da caixa de ferramentas de Jan Gehl, representados na Figura 54.





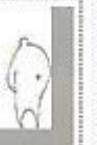







Proteção	<p>PROTEÇÃO CONTRA O TRÁFEGO E ACIDENTES – SENSÇÃO DE SEGURANÇA</p> <ul style="list-style-type: none"> Proteção aos pedestres Eliminar o medo do tráfego 	<p>PROTEÇÃO CONTRA O CRIME E A VIOLÊNCIA – SENSÇÃO DE SEGURANÇA</p> <ul style="list-style-type: none"> Ambiente público cheio de vida Olhos da rua Sobreposição de funções de dia e à noite Boa iluminação 	<p>PROTEÇÃO CONTRA EXPERIÊNCIAS SENSORIAIS DESCONFORTÁVEIS</p> <ul style="list-style-type: none"> Vento Chuva/ neve Frio/ calor Poluição Poeira, barulho, ofuscamento 
	<p>OPORTUNIDADES PARA CAMINHAR</p> <ul style="list-style-type: none"> Espaço para caminhar Ausência de obstáculos Boas superfícies Acessibilidade para todos Fachadas interessantes 	<p>OPORTUNIDADES PARA PERMANECER EM PÉ</p> <ul style="list-style-type: none"> Efeito de transição/zonas atraentes para permanecer em pé/ficar Apoios para pessoas em pé 	<p>OPORTUNIDADES PARA SENTAR-SE</p> <ul style="list-style-type: none"> Zonas para sentar-se Tirar proveito das vantagens: vista, sol, pessoas Bons lugares para sentar-se Bancos para descanso 
	<p>OPORTUNIDADES PARA VER</p> <ul style="list-style-type: none"> Distâncias razoáveis para observação Linhas de visão desobstruídas Vistas interessantes Iluminação (quando escuro) 	<p>OPORTUNIDADES PARA OUVIR E CONVERSAR</p> <ul style="list-style-type: none"> Baixos níveis de ruído Mobiliário urbano com disposição para paisagens/ para conversas 	<p>OPORTUNIDADES PARA BRINCAR E PRATICAR ATIVIDADE FÍSICA</p> <ul style="list-style-type: none"> Convites para criatividade, atividade física, ginástica e jogos Durante o dia e à noite No verão e no inverno 
Prazer	<p>ESCALA</p> <ul style="list-style-type: none"> Edifícios e espaços projetados de acordo com a escala humana 	<p>OPORTUNIDADES DE APROVEITAR OS ASPECTOS POSITIVOS DO CLIMA</p> <ul style="list-style-type: none"> Sol/sombra Calor/frescor Brisa 	<p>EXPERIÊNCIAS SENSORIAIS POSITIVAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Bom projeto e detalhamento Bons materiais Ótimas vistas Árvores, plantas, água 

Figura 54 - 12 critérios de qualidade para pedestre
Fonte: Gehl *et. al* (2006)

Os critérios contribuíram para definição das experiências sensoriais positivas, oportunidades de aproveitar aspectos positivos do clima, oportunidades para brincar e praticar atividade física, oportunidade para caminhar e diversas outras. Dessa maneira, foi atribuído o valor 1, pois houve preocupação com a acessibilidade, promovendo a proximidade das pessoas com meio físico.

A Tabela 6 apresenta o valor de desempenho determinado para cada critério das duas classes: Custos e Benefícios.

Tabela 6 – Valores de desempenho dos critérios das duas classes

Critério	Avaliação Desempenho
Aquisição de Terreno e/ou Área	1,0
Manutenção e Reparos	0,5
Fragmentação Urbana	0,5
Demolição/Desconstrução	1,0
Emissão de Poluentes Ar e Água	0,5
Ocupação do Solo	0,5
Atendimento Licenças Ambientais	0,5
Desmatamento	0,0
Emissão de Ruídos	0,5
Interferência na Circulação/Trânsito	1,0
Criminalidade	1,0
Desapropriação	1,0
Riscos de Acidentes de Trânsito	1,0
Integração de Projeto	1,0
Conhecimento de Técnicos e Gestores	0,5
Estruturação e Preparação Pré-Projetos	1,0
Cronograma Implantação/Plano de Projeto	0,5
Captação de Recursos	0,5
Rota Específica de Estrada de Serviço	0,5
Incentivo aos Modos Não-Motorizados/Coletivo	1,0
Práticas Sustentáveis	1,0
Construção e Preservação de Áreas Verdes	1,0
Contribuição Cultural/Turismo	1,0
Qualidade de Vida e Felicidade	1,0
Empregabilidade	1,0
Acessibilidade	1,0

5.3 Grau de Importância dos critérios: Entrevista com especialistas

Devido complexidade do método AHP, foi necessário a seleção de especialistas ligados as áreas de processos construtivos e engenharia para determinação dos pesos e contribuição interdisciplinar, devido às visões de diferentes grupos. Foram consultados 9 especialistas relacionados com áreas pública, privada e acadêmica para avaliação dos critérios de processos construtivos e suas respectivas ponderações. O Quadro 10 caracteriza os especialistas e suas experiências.

Quadro 10 - Experiência dos Especialistas

Nº	Experiência de cada Especialista
1	Possui formação em Processos Gerenciais e atua na área de engenharia de <i>software</i> em um conglomerado transnacional do Brasil, fabricante de veículos do modal aeroviário.
2	Membro como mestrando do grupo de pesquisa em Logística, Transporte e Sustentabilidade da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) trabalhando com simulação para modos não motorizados/coletivos.
3	Empresário, foi servidor público e atuante na área de consultoria e estratégia de negócios, ligados à diversas áreas, incluindo processos construtivos, comerciais e logística.
4	Mestrando em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) trabalhando com técnicas de modelagem de processos.
5	Servidor Público e Mestrando em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) com a linha de pesquisa na área de planejamento estratégico em serviços públicos, com ênfase no transporte público.
6	Membro como doutorando do grupo de pesquisa em Logística, Transporte e Sustentabilidade da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) trabalhando com transporte rodoviário de cargas.
7	Engenheira Civil e Mestranda em Desenvolvimento, Tecnologia e Sociedade pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei), com experiência área de planejamento urbano, tendo atuado na elaboração de planos municipais de saneamento básico, projeto básico de transporte coletivo urbano e na coordenação de plano municipal de mobilidade urbana.
8	Engenheira Civil e Mestre em Engenharia Hídrica, possui atividades relacionadas ao Instituto de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei) e experiência em processos construtivos públicos e privados.
9	Agente político do legislativo do município de Santa Rita do Sapucaí/MG, eleito por três mandatos consecutivos para representação da população.

Os especialistas avaliaram os critérios do modelo através da ferramenta elaborada no *software* Excel da *Microsoft*, conforme apresentado no capítulo 4.2, contendo as instruções sobre o procedimento de preenchimento. Conforme críticas levantadas por Saaty (2008), a escala restrita de limite de 1 a 9 pode causar inconsistência. Gomes (2012) complementa com um exemplo de julgamento inconsistente, onde, caso A seja julgado em uma escala 5 vezes de mais importância que B e B, com 5 vezes mais importância do que C, logo A deveria possuir uma escala de 25 vezes mais importante do que C para o julgamento ser coerente. Então, ficou definido que caso o cálculo apresentasse resposta superior a 0,1; revisões dos julgamentos pelos especialistas deveriam ser refeitas em, no máximo, 3 vezes. Demais revisões poderiam enviesar erroneamente a análise de importância. Apesar das potenciais limitações, a ferramenta AHP, com sua vantagem de estruturação dos atributos de forma hierárquica, justifica sua aplicação, devido a divisão do problema em problemas menores para

o processo decisório (GOMES, 2012).

Para representatividade de cada classe e grupo de recursos, foram obtidos gráficos em barras empilhadas para demonstrar o percentual de contribuição de cada critério, dentro de sua respectiva classificação pelos 9 (nove) especialistas. A Figura 55 aponta os percentuais da classificação de custos/desvantagens dos recursos econômicos na atribuição dos 9 (nove) especialistas. O critério de maior percentual do grupo é Aquisição de Terreno e/ou Área, com pesos variando entre 4,50% para o critério de Demolição/Desconstrução e 63,83% para fragmentação urbana. O critério de demolição/desconstrução que recebeu o menor peso, também é de menor ponderação geral final dos especialistas para a classe de custo/desvantagem do grupo de recursos econômicos. Enquanto fragmentação urbana, mesmo recebendo o maior percentual individual por especialista, enquadrou-se na média final em terceiro para classe de custo/desvantagem do grupo de recursos econômicos.

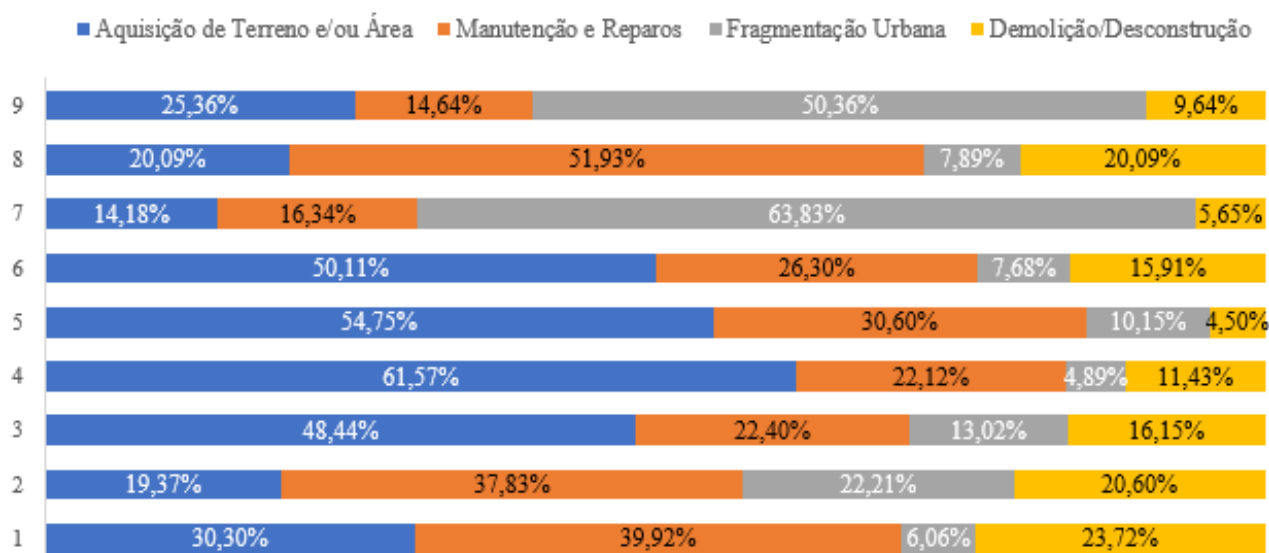


Figura 55 - Peso dos critérios de custos dos recursos econômicos

A Figura 56 aponta os percentuais da classificação de custos/desvantagens dos recursos ambientais na atribuição dos 9 (nove) especialistas. O critério de maior percentual do grupo é o Desmatamento, e os pesos para todos os critérios possuem variação entre 3,41% para o critério de Emissão de Ruídos e 50,28% para Desmatamento. O critério de Emissão de Ruídos que recebeu o menor peso, também é de menor ponderação geral final dos especialistas para a classe de custo/desvantagem do grupo de recursos ambientais. O mesmo replica-se para Desmatamento que ficou com a maior média final.

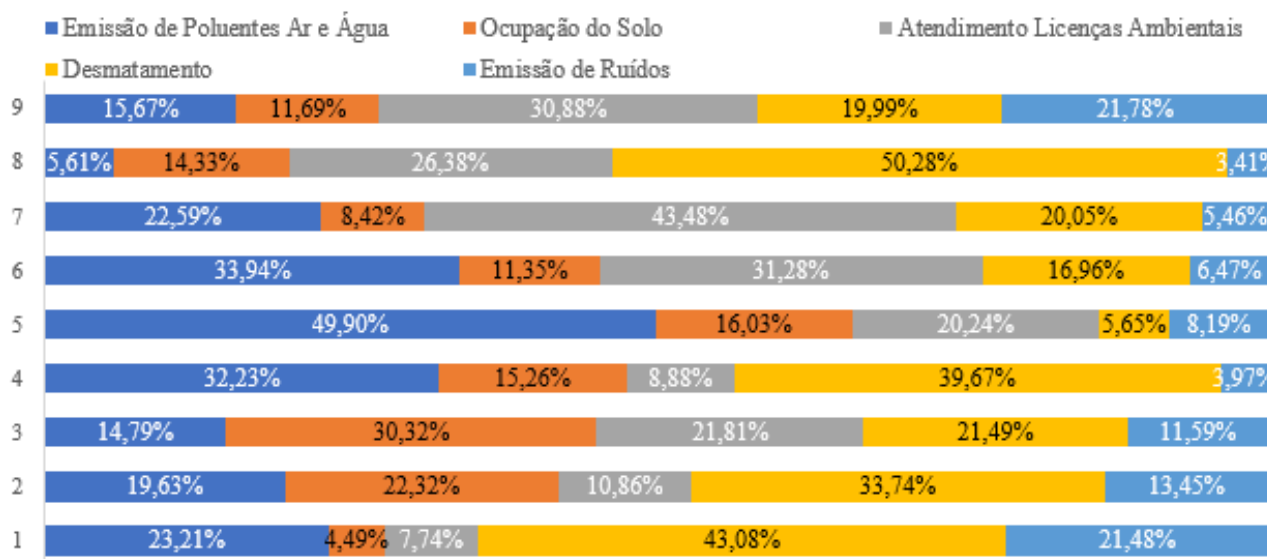


Figura 56 - Peso dos critérios de custos dos recursos ambientais

A Figura 57 aponta os percentuais da classificação de custos/desvantagens dos recursos sociais na atribuição dos 9 (nove) especialistas. O critério de maior percentual do grupo é a Criminalidade, e os pesos para todos os critérios possuem variação entre 5,33% para o critério Interferência na Circulação/Trânsito e 56,69% para Criminalidade. O critério de Interferência na Circulação/Trânsito que recebeu o menor peso, também é de menor ponderação geral final dos especialistas para a classe de custo/desvantagem do grupo de recursos sociais. O mesmo replica-se para Criminalidade que ficou com a maior média final e foi considerado o de maior custo social para população, de acordo com análise dos especialistas.

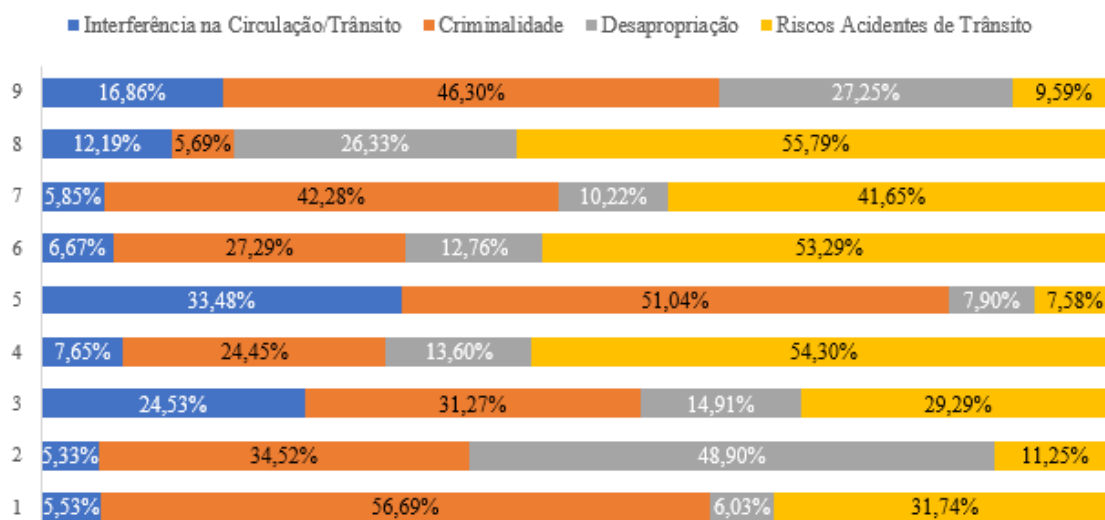


Figura 57 - Peso dos critérios de custos dos recursos sociais

A Figura 58 aponta os percentuais da classificação de benefícios/vantagens dos recursos econômicos na atribuição dos 9 (nove) especialistas. O critério de maior percentual do grupo, ou seja, que

maximiza o benefício econômico é a Captação de Recursos, e os pesos para todos os critérios possuem variação entre 3,80% e 50,49%, ambos referentes à Captação de Recursos. O segundo critério foi de Conhecimento de Técnicos e Gestores, que conforme mencionado pela maioria dos especialistas, a qualidade da equipe contribui para cronograma, estruturação dos projetos e para o processo construtivo, além do direcionamento para captação de recursos.

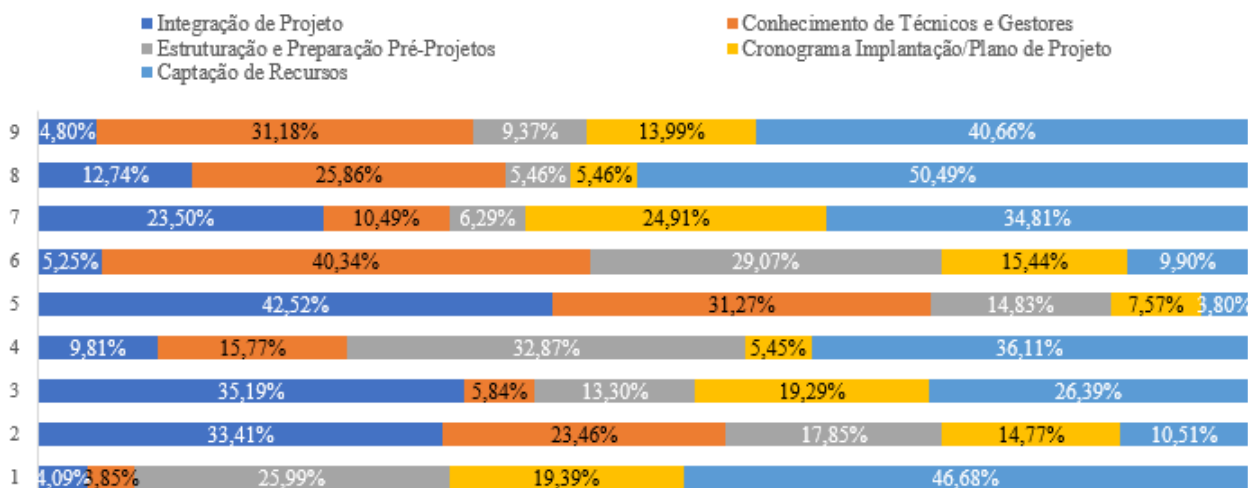


Figura 58 - Peso dos critérios de benefícios dos recursos econômicos

A Figura 59 aponta os percentuais da classificação de benefícios/vantagens dos recursos ambientais na atribuição dos 9 (nove) especialistas. O critério de maior percentual do grupo é Práticas Sustentáveis, e os pesos para todos os critérios possuem variação entre 4,03% para o critério Rota Específica de Estrada de Serviço e 55,79% para Práticas Sustentáveis. O critério de Rota Específica de Estrada de Serviço que recebeu o menor peso, também é de menor ponderação geral final dos especialistas para a classe de custo/desvantagem do grupo de recursos ambientais. O mesmo replica-se para Práticas Sustentáveis que ficou com a maior média final e foi considerado o de maior benefício ambiental, de acordo com análise dos especialistas.

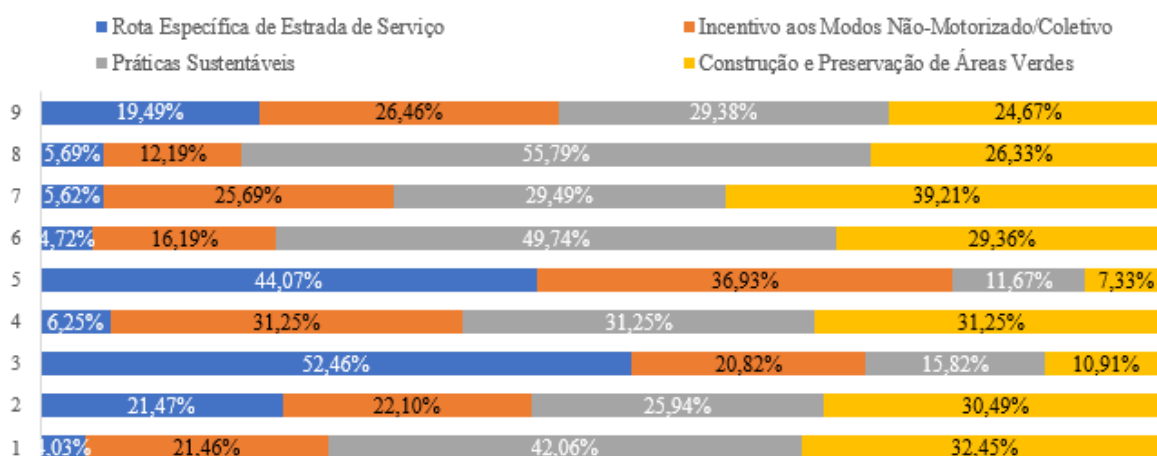


Figura 59 - Peso dos critérios de benefícios dos recursos ambientais

A Figura 60 aponta os percentuais da classificação de benefícios/vantagens dos recursos sociais na atribuição dos 9 (nove) especialistas. O critério de maior percentual do grupo é a Qualidade de Vida e Felicidade, e os pesos para todos os critérios possuem variação entre 4,75% e 57,67%, ambos para o mesmo critério de Contribuição Cultural e Turismo. Fazendo uma análise detalhada do perfil dos especialistas, a atribuição de menor valor é referente ao especialista 8 que possui preferências pela Acessibilidade, enquanto o especialista 5, por trabalhar com planejamento estratégico para órgão público, atribui importância elevada para contribuição cultural e de turismo dos processos construtivos. O critério de Contribuição Cultural/Turismo que recebeu o menor peso, também é de menor ponderação geral final dos especialistas para a classe de benefícios/vantagens do grupo de recursos sociais. O mesmo replica-se para Qualidade de Vida e Felicidade que ficou com a maior média final e foi considerado o de maior benefício social, de acordo com análise dos especialistas.

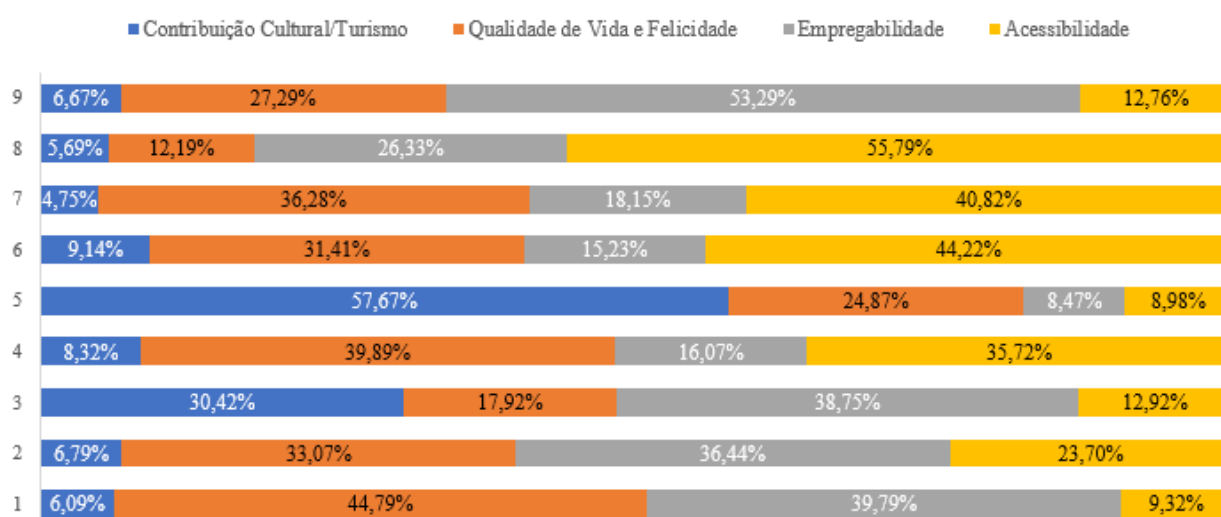
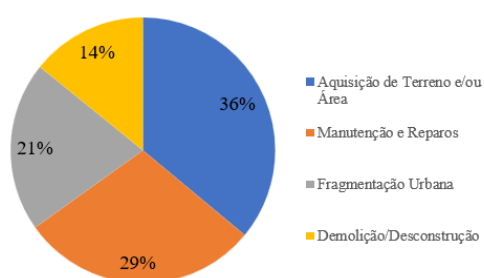


Figura 60 - Peso dos critérios de benefícios dos recursos sociais

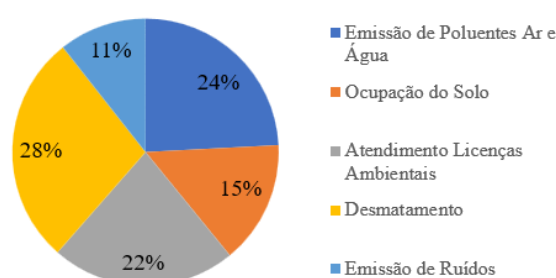
As análises evidenciam que as experiências dos especialistas e suas diferentes profissões e vivências diárias impactam nos julgamentos. Costa e Belderrain (2009) abordam que quando os especialistas atuam separadamente, é necessária a utilização da média dos elementos. Sendo assim, o peso final dos critérios do terceiro nível foram obtidos através da média dos valores individuais.

A Figura 61 a) demonstra que no gráfico da classe de custos referente ao grupo de recursos econômicos, prevaleceu o critério Aquisição de Terrenos e/ou Área, com 36%, seguido pela Manutenção e Reparos, com 29%, por conseguinte Fragmentação Urbana com 21% e Demolição/Desconstrução com 14%. A Figura 61 b) representa a classe de custos com o gráfico referente ao grupo de recursos ambientais prevaleceu o critério Desmatamento como gerador de maior custo para população, com 28%, seguido pelo Emissão de Poluentes do Ar e Água, com 24%, por conseguinte Atendimento Licenças Ambientais com 22%, Ocupação do Solo com 15% e por último Emissão de Ruídos com 11%. A Figura 61 c) representa o grupo dos recursos sociais dos custos, na

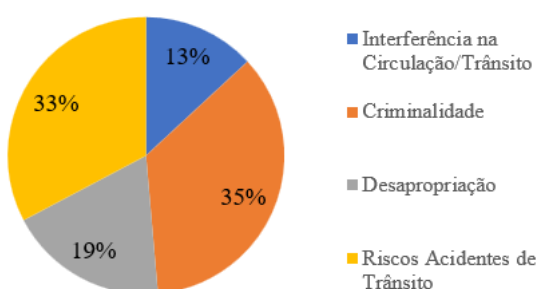
qual prevaleceu o critério Criminalidade, com 35%, seguido pelo Risco de Acidentes de Trânsito, com 33%, por conseguinte Desapropriação com 19% e Interferência na Circulação/Trânsito com 13%. A Figura 61 d) demonstra o gráfico da classificação dos benefícios de recursos econômicos, na qual prevaleceu o critério Captação de Recursos, determinado com maior benefício econômico pelos especialistas com 29%, seguido pelo Conhecimento de Técnicos e Gestores, com 21%, na sequência Integração de Projeto com 19%, Estruturação e Preparação de Pré-Projetos com 17% e Cronograma Implantação/Plano de Projeto com 14%. A Figura 61 e) representa a classe de benefício referente ao grupo de recursos ambientais, na qual prevaleceu o critério Práticas Sustentáveis com 32%, seguido pela Construção e Preservação de Áreas Verdes com 26%, em terceiro o Incentivo aos Modos Não-Motorizado/Coletivo com 24% e por último a Rota Específica de Estrada de Serviço com 18%. A Figura 61 f) apresenta o terceiro e último gráfico, referente ao grupo dos recursos sociais, na qual prevaleceu o critério Qualidade de Vida e Felicidade, com 30%, seguido pela Empregabilidade com 28%, por conseguinte Acessibilidade com 27% e por último Contribuição Cultural/Turismo com 15%.



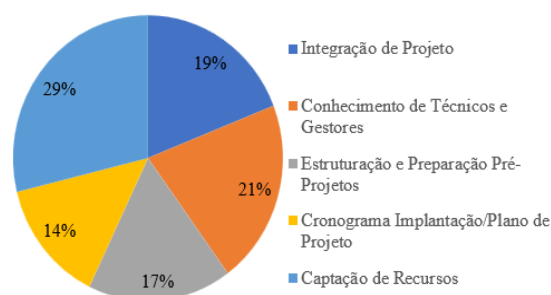
a) Classe Custos - Recursos Econômicos



b) Classe Custos - Recursos Ambientais



c) Classe Custos - Recursos Sociais



d) Classe Benefícios - Recursos Econômicos

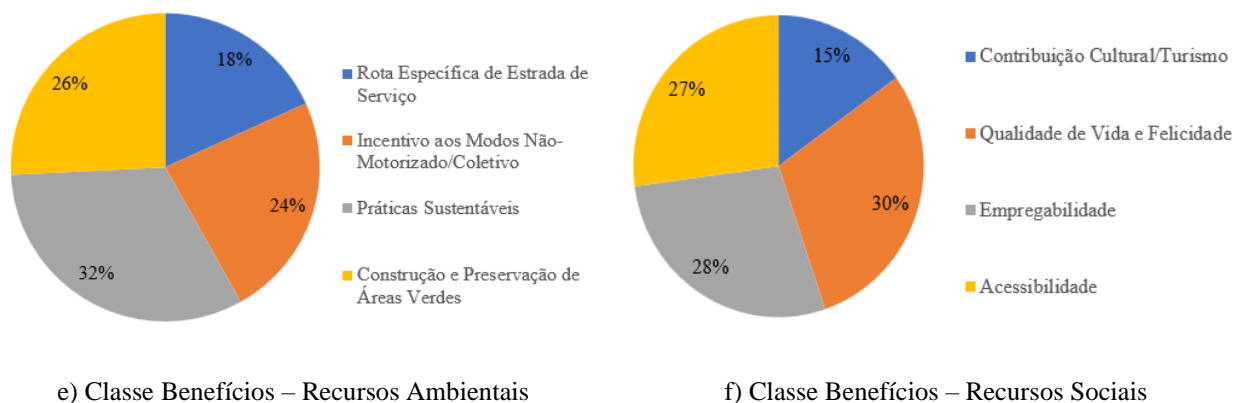


Figura 61 - Grau de Importância dos critérios das duas classes – Custos e Benefícios

Com os pesos finais, a próxima etapa consiste em definir as métricas de desempenho para que posteriormente, a construção da ferramenta combinada receba as inserções necessárias para estar apta para amparar técnicos e gestores para tomada de decisão e aprimoramento do uso de recursos em processos construtivos direcionados à mobilidade urbana e transportes.

A fase de entrevista com os especialistas para preenchimento da matriz de comparação par a par quanto aos 26 critérios de avaliação benefício-custo, contou com observações e comentários para esclarecimento de dúvidas e ponderações.

Flyvbjerg (2013) relata que o julgamento humano, inclusive no desenvolvimento de casos de negócios e previsões de projetos/processos construtivos, é tendencioso e pode ocasionar na ‘falácia do planejamento’. Essa questão pode ser resolvida a partir de uma visão externa com controle de qualidade das decisões, através de um método pré-estabelecido como o AHP.

De forma a fazer uma análise conjunta dos critérios de cada classe, foram elaborados gráficos de radar, possibilitando demonstrar de forma visual diferenças e semelhanças entre os pesos médios dos critérios. A Figura 62 apresenta o gráfico radar com os valores de peso dos critérios da classe benefício normalizado na escala percentual de 0% a 100%. Observa-se que, as Práticas Sustentáveis do grupo de recursos ambientais é o critério de maior peso com 10,78%. Devido perfil de envolvimento dos especialistas com a temática das práticas sustentáveis em alta na região, confirma-se a abordagem dos autores Bosco, Roussel e Kantchev (2020) sobre a importância de reduzir os impactos ambientais na seleção de materiais e execução de obras.

O próximo critério é a Qualidade de Vida e Felicidade com 9,91% do grupo de recursos sociais. Os especialistas são de diferentes âmbitos como público, privado e acadêmico e na entrevista, foi possível verificar que o conhecimento da descrição desse critério contribuiu para associação da mobilidade urbana sustentável como pilar para a qualidade de vida e felicidade das pessoas. É válido destacar Montgomery (2013) que aborda como o *design* urbano pode afetar a felicidade das pessoas e McHarg (2015) que destaca como a mobilidade urbana pode contribuir com a qualidade de vida e o meio

ambiente. Esses são alguns autores que abordam que projetos bem-sucedidos como aqueles que levam em conta as necessidades e desejos das pessoas e promovem uma vida saudável e feliz nas cidades. Em seguida, teve-se a Captação de Recursos com 9,61% do grupo de recursos econômicos, abordada por muitos especialistas como essencial para execução de processos construtivos. A última colocação ficou para Cronograma Implantação/Plano de Projeto com 4,68%, pois, conforme ponderação com os especialistas, o cronograma é garantido com o critério de Conhecimento de Técnicos e Gestores com 6,96%, que bem treinados, não admitem o início de projeto com ausência de cronograma e plano estruturado.

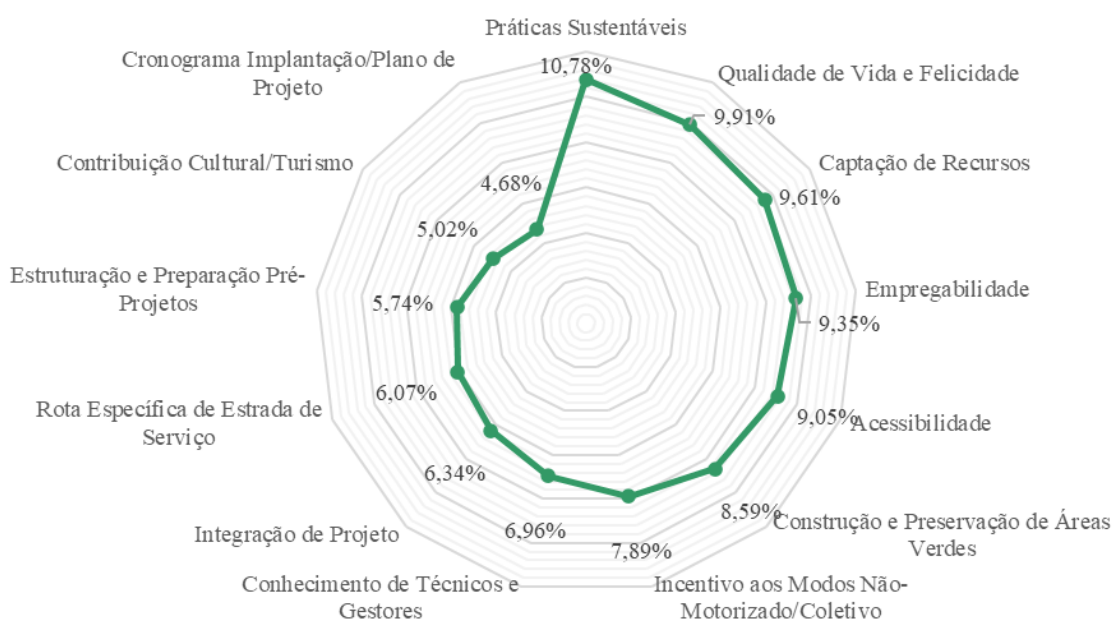


Figura 62 – Pesos normalizados dos Especialistas – Classe Benefício

A Figura 63 apresenta o gráfico radar com os valores de peso dos critérios da classe de custo normalizado na escala percentual de 0% a 100%. Observa-se que Aquisição de Terreno e/ou Área do grupo de recursos econômicos é o critério de maior peso com 12,01%. Os especialistas defenderam que a inexistência de área para processos construtivos públicos pode inviabilizar a construção de qualquer projeto e deve ser critério determinante para a análise prévia a construção. Fonseca (2016) refere-se à etapa de aquisição de terrenos como uma das etapas mais complexas e importantes do processo construtivo. O que envolve a negociação do preço, escolha de terreno adequado, questões legais e dentre outras que devem ser cuidadosamente acompanhadas.

Em seguida, tem-se a Criminalidade com 11,83% e diretamente ligada a qualidade de vida das pessoas. Camargo (2019) relata que a violência urbana pode impactar negativamente o desenvolvimento dos processos construtivos de mobilidade. Em seguida, Riscos de Acidentes de Trânsito com 10,91% também do grupo de recurso social, confirmando pelos especialistas a importância do critério.

O primeiro representante dos recursos ambientais é a quinta colocação com o critério Desmatamento, recebendo 9,29% de percentual, devido seus impactos de custos para o meio ambiente e sociedade em geral. No estado de Minas Gerais, região de experiência dos especialistas, encontram-se vegetação nativa da mata atlântica, justificando a quinta importância, mas a primeira dos critérios ambientais. Haddad (2017) refere-se a medidas para minimizar a degradação de áreas como fundamentais, principalmente quando envolve o desmatamento de áreas verdes e a supressão da vegetação nativa. A última colocação ficou para Emissão de Ruídos com 3,55%, caracterizados nesse trabalho, principalmente por importunações noturnas que podem afetar a saúde da população e dos colaboradores do processo construtivo. Moraes (2019) aborda que o ruído é um dos principais poluentes ambientais urbanos, entretanto é frequentemente negligenciado, sendo considerado um problema secundário em relação a outros aspectos, como o trânsito e a segurança viária.

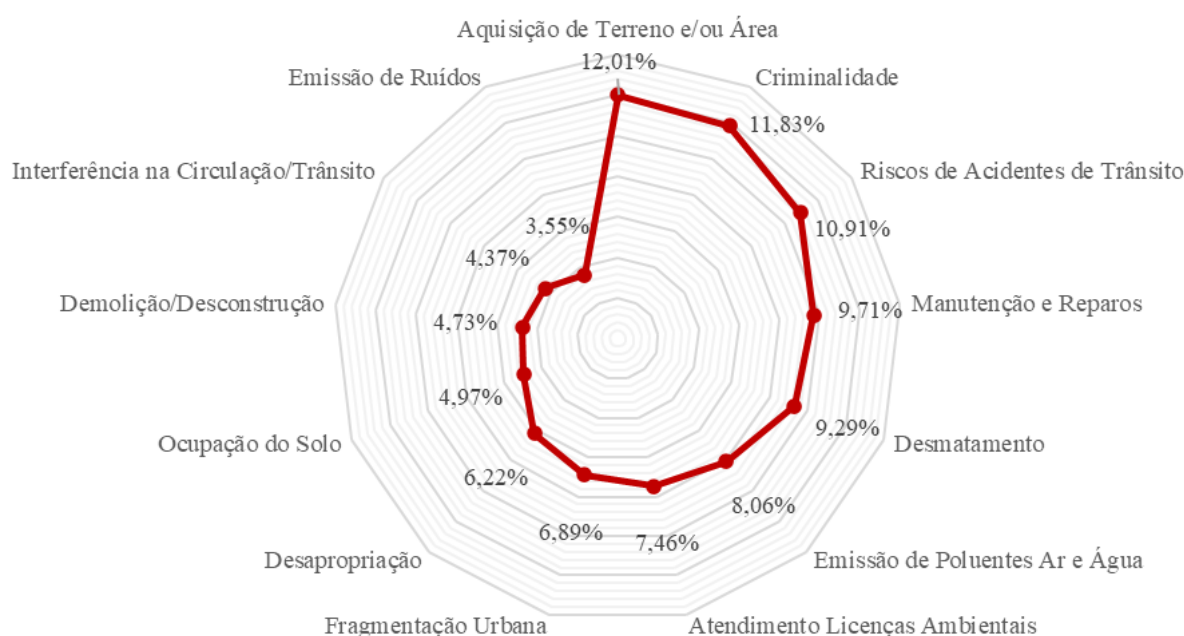


Figura 63 – Pesos normalizados dos Especialistas – Classe Custo

5.4 Análise Agregada e Desagregada dos Resultados

Posteriormente às ponderações e levantamento de dados de desempenho, foram realizadas as análises agregadas. O modelo proposto neste trabalho, possibilita a utilização híbrida da análise benefício-custo com a ferramenta multicritério, também utilizada em outros estudos de aplicação industrial (Yilmaz e Çay, 2021) e processos de negócios (Liu e Zhang, 2020). A utilização conjunta dos métodos possibilitou a avaliação considerando a diversidade de fatores envolvidos com recursos econômicos, sociais e ambientais em processo construtivo. Permitiu verificar, através da análise de desempenho

do tópico 5.2 que maximiza o benefício e minimiza o custo, e as ponderações dos especialistas do tópico 5.3, os critérios que mais impactam e precisam de uma atenção prioritária na execução do processo construtivo.

A análise contou com duas etapas, uma agregada e outra desagregada. Na primeira foi realizada a multiplicação dos valores individuais de desempenho dos critérios pelos seus respectivos pesos, gerando valores de *scores* (%) para o projeto em estudo (nesse caso, a Vila Criativa, Vila Feliz). Os *scores* individuais dos critérios são somados em cada grupo de recurso econômico, ambiental e social, e possibilitam gerar valores agregados que representam o quanto o recurso está contribuindo para minimizar os custos e maximizar os benefícios do projeto analisado. As Tabelas 7 e 8 apresentam as análises de cada classe, com o *score* dos critérios calculados individualmente e o peso normalizado. O peso normalizado foi determinado com o intuito de apontar os critérios que merecem uma maior atenção, pois são aqueles que não atenderam as necessidades para atingir um projeto construtivo sustentável e são os pontos críticos que devem ser observados.

Portanto, para determinar os pontos críticos utilizou-se uma análise desagregada que faz uma interpretação isolada do menor desempenho e por sequência, maior peso de acordo com o julgamento dos especialistas. Aqueles que apresentaram menor desempenho e possuem maior peso, são os que merecem maior atenção. A Equação 9 utilizada para cálculo dos pontos críticos realiza varredura por prioridade na coluna de desempenho (x), com prioridade 1 para o valor 0, em sequência, prioridade 2 para o valor 0,5 e por último, prioridade 3. Para desempate, é considerado o sequenciamento de ponto crítico pelo maior valor de peso (w). Na Tabela 7, para a classe de custos, Desmatamento é considerado o primeiro ponto crítico, devido ao desempenho 0. Para o segundo lugar, a fórmula realiza a varredura para os desempenhos de valor 0,5 e como prioridade, o que possui maior peso é Manutenção e Reparos. A ordem dos pontos críticos é realizada pela equação 10 da fórmula “ORDEM.EQ” que considera o intervalo e organiza do menor para o maior obtido na coluna Pontos Críticos (Eq. 9).

$$= SE(x=0;1;SE(x=0,5;2;3))*100-(w) \quad (9)$$

$$=ORDEM.EQ(Ponto Crítico; Intervalo de Ponto Crítico; \quad (10)$$

Tabela 7 – Análise agregada da Classe Custos da Vila Criativa

Recursos	Critério Custo	Desempenho (x)	Peso dos critérios (w)	Score dos critérios (u) [u = x * w]	Peso Normalizado (wg) [wg = w/Σw]	Pontos Críticos (Eq. 9)	Pontos Críticos (Eq. 10)
Econômico	Aquisição de Terreno e/ou Área	1,0	36,02%	36,02%	12,01%	299,6	8
	Manutenção e Reparos	0,5	29,12%	14,56%	9,71%	199,7	2
	Fragmentação Urbana	0,5	20,68%	10,34%	6,89%	199,8	5
	Demolição/Desconstrução	1,0	14,19%	14,19%	4,73%	299,9	12
	<i>Score recurso econômico</i>				75%		
Ambiental	Emissão de Poluentes Ar e Água	0,5	24,17%	12,09%	8,06%	199,8	3
	Ocupação do Solo	0,5	14,91%	7,46%	4,97%	199,9	6
	Atendimento Licenças Ambientais	0,5	22,39%	11,20%	7,46%	199,8	4
	Desmatamento	0,0	27,88%	0,00%	9,29%	99,7	1
	Emissão de Ruídos	0,5	10,64%	5,32%	3,55%	199,9	7
<i>Score recurso ambiental</i>				36%			
Social	Interferência na Circulação/Trânsito	1,0	13,12%	13,12%	4,37%	299,9	13
	Criminalidade	1,0	35,50%	35,50%	11,83%	299,6	9
	Desapropriação	1,0	18,66%	18,66%	6,22%	299,8	11
	Riscos de Acidentes de Trânsito	1,0	32,72%	32,72%	10,91%	299,7	10
	<i>Score recurso social</i>				100%		
			300,00%		100,00%		

Tabela 8 - Análise agregada da Classe Benefícios da Vila Criativa

Recursos	Critério Benefício	Desempenho (x)	Peso dos critérios (w)	Score dos critérios [u = x * w]	Peso Normalizado (wg) [wg = w/Σw]	Pontos Críticos (Eq. 9)	Pontos Críticos (Eq. 10)
Econômico	Integração de Projeto	1	19,03%	19,03%	6,34%	299,81	11
	Conhecimento de Técnicos e Gestores	0,5	20,89%	10,45%	6,96%	199,79	2
	Estruturação e Preparação Pré-Projetos	1	17,23%	17,23%	5,74%	299,83	12
	Cronograma Implantação/Plano de Projeto	0,5	14,03%	7,01%	4,68%	199,86	4
	Captação de Recursos	0,5	28,82%	14,41%	9,61%	199,71	1
	<i>Score recurso econômico</i>				68%		
Ambiental	Rota Específica de Estrada de Serviço	0,5	18,20%	9,10%	6,07%	199,82	3
	Incentivo aos Modos Não-Motorizado/Coletivo	1	23,67%	23,67%	7,89%	299,76	10
	Práticas Sustentáveis	1	32,35%	32,35%	10,78%	299,68	5
	Construção e Preservação de Áreas Verdes	1	25,78%	25,78%	8,59%	299,74	9
	<i>Score recurso ambiental</i>				91%		
Social	Contribuição Cultural/Turismo	1	15,06%	15,06%	5,02%	299,85	13
	Qualidade de Vida e Felicidade	1	29,74%	29,74%	9,91%	299,70	6
	Empregabilidade	1	28,06%	28,06%	9,35%	299,72	7
	Acessibilidade	1	27,14%	27,14%	9,05%	299,73	8
	<i>Score recurso social</i>				100%		
			300,00%		100%		

A análise agregada possibilitou realizar testes de diversos cenários para o gestor público tomador de decisão, e a demonstração de pontos críticos prévios à execução do projeto que merecem atenção. A matriz de dispersão apresentada na Figura 64, composta pelo valor médio de desempenho dos critérios e *score* dos recursos das tabelas 7 e 8, possibilita visualizar os pontos para tomada de decisão em uma análise agregada dos *scores* de cada recurso (econômico, ambiental e social, em cada classe de Custo e Benefício).

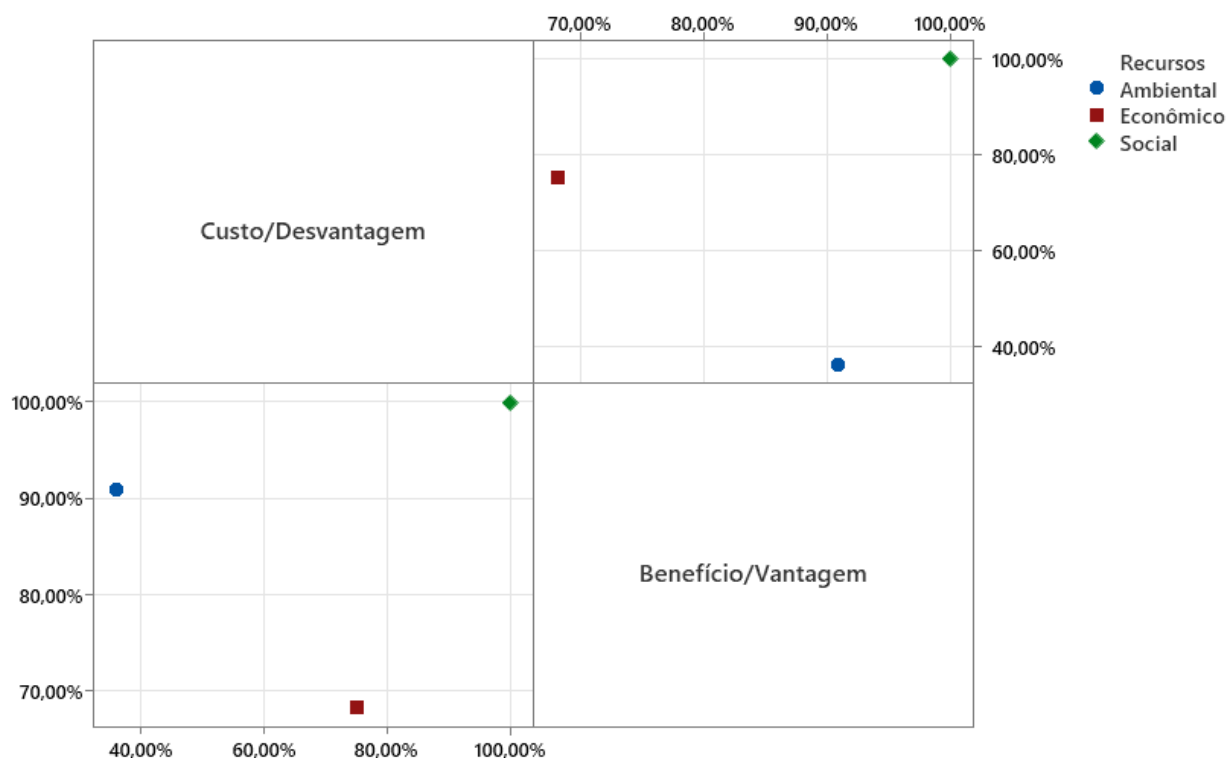


Figura 64 - Matriz de Dispersão dos Recursos

A matriz possui os recursos de custos representados na parte superior e benefícios na parte inferior, com os recursos econômicos de legenda de quadrado vermelho, os recursos ambientais de legenda de círculo azul e a legenda do social de losango verde. Foi possível identificar que o recurso social que obteve melhor desempenho no modelo foi classificado como atendendo todos os critérios em 100%, minimizando os custos e maximizando os benefícios.

Após análise da matriz de dispersão, foi realizada uma busca por correlação gráfica entre os recursos do segundo nível da estrutura hierárquica. Optou-se por desenvolver o gráfico *Importance-performance Analysis*, citado por Azzopardi e Nash (2013) como usado em diversas áreas da administração pública, TI (Tecnologia da Informação), setores financeiros, de saúde foi observado nos resultados da aplicação do modelo. De acordo com a Figura 65, a análise de quadrantes permite identificar as oportunidades de melhoria, possibilitando a determinação de estratégias efetivas sobre o desempenho de cada critério.

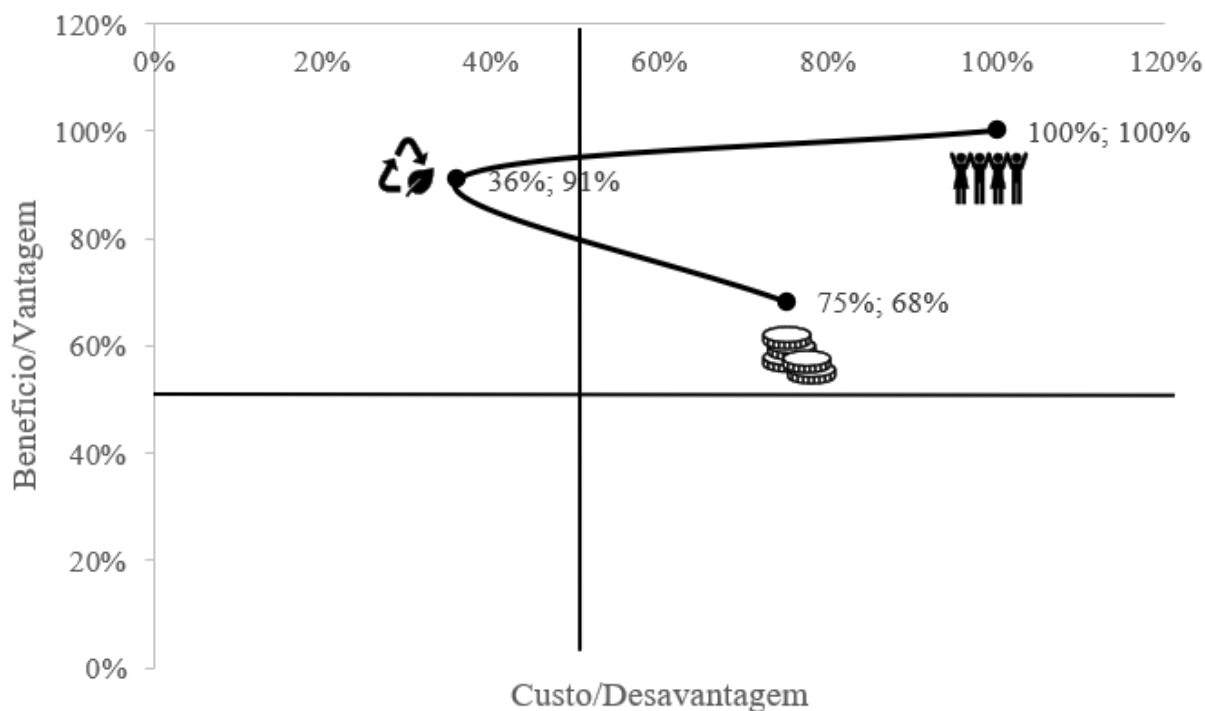


Figura 65 – Análise de quadrantes dos scores finais dos recursos

Por meio da análise de quadrantes e de desempenho de cada critério individual, foi possível fazer algumas observações e averiguações relevantes. Os critérios que mais se destacaram nos recursos sociais da Vila Criativa, também foram os mesmos abordados em diversas literaturas recentes sobre Cidade para Pessoas de Gehl (2013) e *Design Urbano* de Montgomery (2013) foram Qualidade de Vida/Felicidade e Criminalidade. Ambos atendidos com enfoque pelos gestores/administrados públicos de Santa Rita do Sapucaí/MG, devido ao movimento Cidade Criativa, Cidade Feliz. O recurso econômico obteve o segundo melhor desempenho, sendo que os critérios que mais contribuíram para diminuição da performance nos recursos econômicos de custos foram Manutenção/Reparos e Fragmentação Urbana com 75%. Conforme coleta de dados do item 5.2, verificou-se que o processo construtivo da Vila Criativa possui memoriais descritivos de materiais, mas há necessidade de aperfeiçoamento dos tomadores de decisão, pois substituições ocorrem e podem acarretar manutenção/reparos inesperados. A Fragmentação Urbana também recebeu valor parcial de 0,5; devido ao processo da Vila possuir distância para acesso de diversos bairros da cidade. Enquanto em benefícios, os dois critérios que afetaram para *score* em 68% foram os critérios de Conhecimento de Técnicos e Gestores, Cronograma de Implantação/Plano de Projeto e a Captação de Recursos. Todos avaliados com valor 0,5; pois atenderam parcialmente a definição estabelecida e se faz necessária a capacitação da equipe de técnicos e gestores públicos sobre o conhecimento em mobilidade urbana, para seguir um cronograma implantação/plano de projeto conectados com os propósitos da política, conforme alínea c do capítulo 1.2. Com relação a captação de recursos que

recebeu o maior peso na ponderação dos especialistas, teve o desempenho de 0,5, sendo necessário o enquadramento do órgão público conforme sistemática de apresentação da proposta em modalidades de apoio/captação financeira disponíveis nos âmbitos estaduais e federais.

Os recursos ambientais foram os únicos não dispostos no 4º (quarto) quadrante e conforme exposto na Figura 70, na qual ocorreu a maximização do custo que alcançou apenas 36% do desempenho e maximização do benefício que ficou em 91%. O critério que exerceu maior influência em custos foi o desmatamento, que recebeu métrica de desempenho de valor 0, devido ao local do processo construtivo que abrigava um sítio, conforme abordado no capítulo 5.2 e encontrava-se completamente sem área verde. Os outros quatro critérios de custos/desvantagens do recurso ambiental obtiveram desempenho parcial com valor 0,5.

Conforme testes realizados, somente a adequação do critério de desmatamento para valor 1, alteraria o quadrante dos recursos ambientais para o 1º (primeiro) quadrante, devido alteração do score para 64% e ponderação de importância dos especialistas sobre os custos causados pelo desmatamento. Entretanto, é válido salientar que o paisagismo sustentável se tornou um dos principais enfoques do projeto para construção e preservação de áreas verdes e práticas sustentáveis do capítulo 5.2 que receberam valor máximo 1 e contribuíram para o *score* de 91% em benefícios.

5.5 Aplicação do ABC_{INFRA}

Conforme contextualização no capítulo 5.2 da coleta de dados, obteve-se os valores de desempenho de cada critério para avaliar a obra da Vila Criativa, Vila Feliz em Santa Rita do Sapucaí-MG, no que diz respeito a relação benefício/custo do seu processo construtivo.

Os dados de desempenho (item 5.2, tabela 6) devem ser inseridos pelo gestor. Essa é única atualização no banco de dados que deve ser feita na ferramenta, fazendo com que a mesma seja bastante amigável. Essas informações são inseridas na ferramenta ABC_{INFRA} (na coluna cinza da planilha) depois de feita a coleta de dados sobre o projeto em questão. Todas as equações tratadas nesse trabalho e cálculos apresentados também no item 5.4 estão incorporadas na ferramenta, possibilitando a multiplicação dos dados com os pesos atribuídos pelos especialistas. Dessa forma, são obtidos os *scores* de avaliação do ABC_{INFRA}.

Conforme mencionado no item 5.4, o cálculo e sequenciamento dos critérios considerados pontos críticos também ocorre com fórmulas internas automatizadas na ferramenta, que não são visíveis aos gestores e apenas o resultado é apresentado no relatório final.

Os *scores* atribuem uma análise quantitativa para o modelo e visando atender ao gestor público, ficou automatizada a geração de relatório que detalha cada critério com seu respectivo percentual, juntamente com cabeçalho e parte final de rodapé com os pontos críticos.

A Figura 66 ilustra o formato do relatório contido na Ferramenta e com setas indicativas das suas informações.

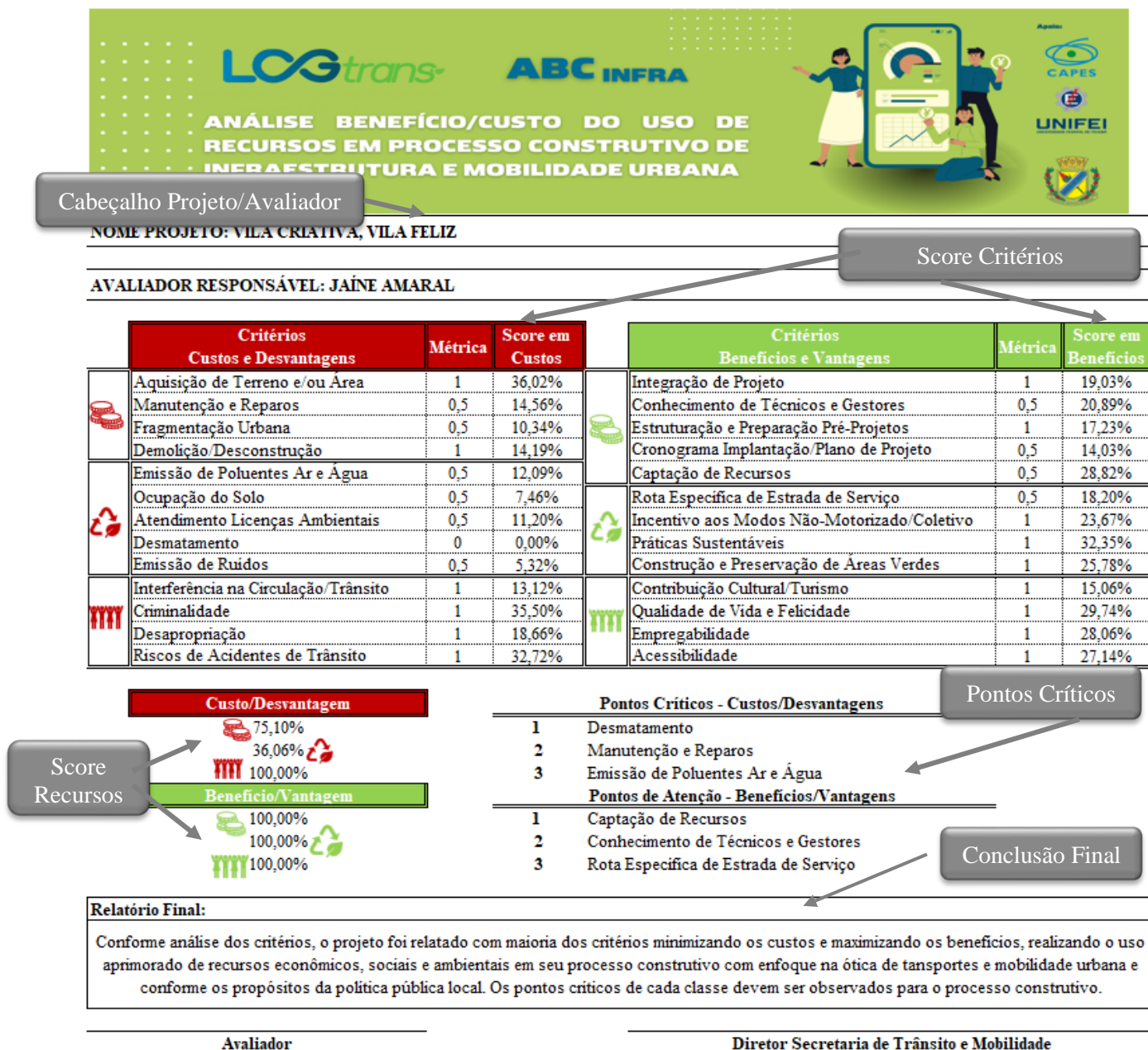


Figura 66 - Relatório da aplicação do ABCINFRA

É válido salientar que os *scores* da Vila Criativa, Vila Feliz tem como conclusão um processo construtivo com maioria dos critérios minimizando os custos e maximizando os benefícios, fazendo o uso aprimorado de recursos econômicos, sociais e ambientais com enfoque em mobilidade e de acordo com os propósitos da política pública. Dessa maneira, o modelo ABCINFRA pode ser utilizado como ferramenta pelos gestores públicos para tomadas de decisões prévias ao início de processos construtivos.

O campo de Pontos Críticos dá suporte ao tomador de decisão quanto a identificação dos critérios

avaliados que apresentam mais custos e menos benefícios. É um ponto de partida para priorizar ações que vão melhorar a sustentabilidade do processo construtivo e direcionar a alocação dos recursos disponíveis.

Os critérios apontados como pontos críticos nesse caso de estudo, apresentados na Figura 67, foram os valorados com menor desempenho, recebendo valor 0, como o caso do desmatamento ou 0,5 como os critérios Manutenção e Reparos, Emissão de Poluentes Ar e Água, Captação de Recursos, Conhecimento de Técnicos e Gestores e Rota Específica de Serviço. Foram os escolhidos entre aqueles que possuem um alto peso atribuído pelos especialistas, com baixo desempenho. Os pontos críticos conclusivos do modelo também auxiliam na identificação de ajustes necessários para melhoria na alocação dos recursos prévio ao processo construtivo.

Pontos Críticos - Custos/Desvantagens	
1	Desmatamento
2	Manutenção e Reparos
3	Emissão de Poluentes Ar e Água
Pontos de Atenção - Benefícios/Vantagens	
1	Captação de Recursos
2	Conhecimento de Técnicos e Gestores
3	Rota Específica de Estrada de Serviço

Figura 67 - Pontos Críticos da Vila Criativa, Vila Feliz

6 CONCLUSÃO

O trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de um modelo combinado de análise benefício-custo com ferramenta multicritério para avaliação do uso de recursos econômicos, sociais e ambientais em processo construtivo de infraestrutura de transporte e mobilidade urbana.

Pôde ser verificado através do referencial teórico que a fase de definição dos critérios e estruturação dos recursos com a escala de três valores contribuíram com a qualidade para análise benefício-custo de visão externa. As cidades são caracterizadas por problemas desde a revolução industrial, a qual gerou uma urbanização acelerada, contribuindo para necessidade de infraestrutura que desconsideraram os processos econômicos, ambientais e sociais. Uma das consequências para a população são problemas como a poluição do ar e sonora, falta de espaço público, congestionamentos, entre outros que contribuem para perda da qualidade de vida das pessoas no ambiente urbano. Entretanto, há uma necessidade clara na Revolução Industrial do século XXI que exigirá infraestrutura e mobilidade de formas inovadoras, as quais suportem uma economia digital global, conectada e sustentável.

Muitos desses problemas de infraestrutura estão ligados as análises inconsistentes e até incompletas do uso de recursos públicos em processos construtivos de infraestrutura, tanto dos transportes quanto de mobilidade urbana. A preocupação sobre análises de propostas para processos construtivos, como escolha de projetos que estão desconectados com os propósitos, reforçam que a descontinuidade de obras, desperdiçam investimentos e não atendem à população. O trabalho reforçou que decisões do setor público para investimentos em processos necessitam de análises de critérios prévios da viabilidade socioeconômica para o alcance do bem-estar da sociedade.

Na fase de estruturação dos critérios, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, disponível no capítulo 2 deste trabalho para contextualização do cenário brasileiro e *cases* internacionais de ferramentas e procedimentos para avaliação de processos construtivos de infraestrutura. A definição de critérios contribuiu para cumprimento de planejamentos ligados a mobilidade urbana e transportes sustentáveis que precisam ser levados em consideração durante processos de análises. A metodologia combinada para obtenção de ferramenta de avaliação utilizando o método multicritério AHP e Análise Benefício-Custo, realizam uma contribuição científica com uma pesquisa de metodologias combinadas para avaliação prévia de processos construtivos de mobilidade e transporte.. Através da revisão da literatura, iniciou-se o processo de estruturação do modelo combinado, no qual foram determinados 26 critérios de terceiro nível da matriz hierárquica, sendo 13 da classe de custos/desvantagens e 13 da classe de benefícios/vantagens segmentados nos três recursos da sustentabilidade no segundo nível – econômico, ambiental e social.

Foi realizada a definição de cada critério de terceiro nível em sua respectiva classe de

benefício/vantagem ou custo/desvantagem no Quadro 6 e, posteriormente, obtida a estrutura hierárquica do modelo. Após obtenção da estrutura, foram elaboradas as matrizes de comparação par a par do método AHP e instruções para definição do grau de importância dos critérios a serem realizadas pelos especialistas, através da linguagem de *Visual Basic for Applications*, dentro do *software* Excel da *Microsoft* para cálculos das consistências.

Nas entrevistas com os especialistas definidos para obtenção dos pesos, foi necessária a explicação da ferramenta AHP que não era de conhecimento da maioria, e também da explanação do objetivo do trabalho. Na classe dos custos/desvantagens, destacaram-se os critérios de Aquisição de Terreno e/ou Área nos recursos econômicos, Desmatamento nos recursos ambientais e Criminalidade nos recursos sociais como os que são responsáveis por maiores custos/desvantagens para as cidades/pessoas. Os especialistas deram destaque para a importância de todo processo construtivo iniciar com a definição de área, sendo necessária a verificação da Aquisição de Terreno. O Desmatamento foi considerado de maior impacto, pois, em muitos casos, avaliar esse critério pode evitar a retirada de árvores e diminuição de áreas verdes. A Criminalidade recebeu maior peso devido o custo social ao bem-estar da população em processos construtivos de mobilidade desconectados com as pessoas/local. Na classe dos benefícios/vantagens, destacaram-se os critérios de Captação de Recursos nos recursos econômicos, Práticas Sustentáveis nos recursos ambientais e Qualidade de Vida e Felicidade nos recursos sociais como os que são responsáveis por maiores benefícios/vantagens para as cidades/pessoas. A maioria dos especialistas deram grande importância à Captação de Recursos pois abordaram como premissa da viabilidade para construção dos projetos. As Práticas Sustentáveis foram abordadas em um conceito mais amplo e de forma a garantir benefícios consideráveis ao meio ambiente e por último a Qualidade de Vida e Felicidade, de concordância geral para a maioria como essenciais para o bem-estar das pessoas na vida das cidades.

A escala de valores e métricas especificadas para cada critério foi representativa para o trabalho por permitir ser utilizada como mecanismo padrão de avaliação do gestor/técnico na tomada de decisão, através de valores para diversos cenários de critérios que não atendem, atendem parcialmente ou atendem totalmente as relações com mobilidade e transporte urbanos. Através das métricas de desempenho, foi possível construir a ferramenta de processamento de dados para o modelo ABC_{INFRA}, desenvolvida no trabalho e utilizadora de técnicas combinadas da Análise Benefício-Custo em processos construtivos de infraestrutura e mobilidade.

A ferramenta conta com os critérios desenvolvidos na matriz hierárquica, os devidos pesos atribuídos pelos especialistas e campos para uso de gestores/administradores/técnicos do sistema público preencherem os valores das métricas de desempenho para avaliação de cada alternativa/processo construtivo prévio a sua construção. Ao final do preenchimento, o modelo possui um botão para

geração de relatório (capítulo 4.6), estando apto para amparar técnicos e gestores para tomada de decisão e aprimoramento do uso de recursos em processos construtivos direcionados à mobilidade urbana e transportes.

Para aplicação do modelo ABC_{INFRA}, foi definida a cidade de Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais. O município foi escolhido, conforme explanado no capítulo 5.1 por possuir o Movimento Cidade Criativa, Cidade Feliz que possui indicadores para cocriar com a população uma cidade mais feliz para as pessoas. Dessa maneira, diversos processos e ações estão em planejamento e execução para complementarem as infraestruturas da cidade, dentre os quais foi escolhida a Vila Criativa, Vila Feliz para coleta de dados e análise dos critérios definidos na matriz hierárquica. O enfoque do processo construtivo objeto de estudo é gerar condições para favorecer o relacionamento entre as pessoas, promovendo o uso dos três recursos abordados no objetivo deste trabalho. Foram realizadas visitas *in loco* na área destinada para construção do projeto da Vila Criativa, Vila Feliz e entrevistas dos profissionais envolvidos da prefeitura do município para cumprimento do objetivo específico de testar aplicabilidade do modelo. Verificou-se que o principal profissional envolvido no projeto está alinhado com as premissas de mobilidade urbana e, dessa maneira, todos os 26 critérios definidos possuíram avaliação. As visitas e acompanhamento próximo ao planejamento do processo construtivo da Vila Criativa permitiu a validação dos valores e respectivas definições das métricas de desempenho dos critérios, contribuindo com a aplicação em campo da ferramenta e *feedbacks* para adaptações que se fizeram necessárias para obtenção do quadro de valores de desempenho final. Dessa maneira, confirmou-se a aplicabilidade do modelo combinado e ferramenta.

Na avaliação de desempenho dos critérios, o melhor foi para o recurso social que alcançou 100% em ambas as classes, minimizando o custo/desvantagem e maximizando o benefício/vantagem.

Para definição dos outros recursos que obtiveram diferentes percentuais para cada classe, foi realizado um gráfico de correlação por classe, identificando os recursos ambientais no quadrante IV e os recursos econômicos no quadrante I. Para discussão dos resultados, verificou-se que o gráfico de *Importance-performance Analysis* apresentou similaridade com o modelo proposto e conclusões para futuras aplicações da ferramenta e análise em diferentes processos construtivos. O Quadrante I, onde se localizaram os recursos sociais e econômicos, na análise agregada, é considerado o de melhor performance com maximização dos benefícios/vantagens e minimização dos custos/desvantagens. Após o recurso social que atingiu melhor avaliação de desempenho, segue-se para o recurso econômico que teve uma avaliação parcial nos critérios Manutenção e Reparos, Fragmentação Urbana, Conhecimento de Técnicos e Gestores, Cronograma de Implantação/Plano de Projeto e Captação de Recursos, localizando-se no 1º quadrante. Por último, o recurso ambiental que teve o critério desmatamento como único avaliado em 0, e todos os outros critérios da classe de

custo/desvantagem com 0,5. Na classe de benefícios/vantagens, o critério de Rota Específica de Estrada de Serviço foi o único avaliado como atendendo parcialmente às métricas de desempenho definidas.

De forma geral, o projeto atendeu o objetivo geral de minimização dos custos/desvantagens e maximização dos benefícios/vantagens, contribuindo cientificamente com a aplicação do método combinado e com a ferramenta para tomada de decisão dos gestores/técnicos de órgãos públicos na tomada de decisão.

O resultado obtido com a aplicação do modelo de análise benefício-custo do processo construtivo da Vila Criativa, Vila Feliz em Santa Rita do Sapucaí/MG, fornecem subsídios com critérios e ferramenta técnica para contribuir com a aplicação de recursos públicos conectados com o propósito da mobilidade, conforme abordados na justificativa e objetivo do trabalho. A aplicação do modelo em Santa Rita do Sapucaí também confirmou que este trabalho pode ser replicado em outras cidades. O modelo desenvolvido poderá contribuir com o monitoramento de processos construtivos em estudo, prévia às decisões de construção amparando a tomada de decisão e melhor alocação de recursos que maximizem os benefícios/vantagens e minimizem os custos/desvantagens relacionados aos conceitos de mobilidade urbana e sustentabilidade nos processos construtivos de infraestrutura e transportes.

Quanto às limitações do trabalho, tem-se vieses subjetivos dos especialistas regionais em suas ponderações, devido suas experiências e vivências.

Sugere-se, como trabalhos futuros, a aplicação do modelo ABC_{INFRA}, em processos construtivos públicos de diversas finalidades e diferentes cidades, contribuindo para novas comparações e análises. Como também, a ampliação dos especialistas, representando outros estados brasileiros para definição de grau de importância dos critérios no nível estadual e nacional.

APÊNDICE

APÊNDICE A: Programação da automatização de emissão de relatório da ferramenta ABC_{INFRA}

```

Sub PROCESSO_PDF_HOSPEDAGEM()
Application.ScreenUpdating = False
Application.DisplayAlerts = False
Atual = ActiveSheet.Name
Sheets("Relatório +").Select
'Linha = 10
'Do While Cells(Linha, 1).Value <> ""
'Linha = Linha + 1
'Loop
'Linha = Linha - 1
'ActiveSheet.PageSetup.PrintArea = "$A$1:$g$" & 48 & ""
Horario = Sheets("Tabela Final").Range("n1").Value
Nome = "RELATORIO " & Horario & ".1"
  ChDir "C:\Users\DEVA_PC\OneDrive\Área de Trabalho"
  ActiveSheet.ExportAsFixedFormat Type:=xlTypePDF, Filename:= _
    "C:\Users\DEVA_PC\OneDrive\Área de Trabalho\" & Nome & ".pdf", Quality:=xlQualityStandard _
    , IncludeDocProperties:=True, IgnorePrintAreas:=False, OpenAfterPublish:= _
    True
Sheets(Atual).Select

Sheets("Relatório -").Select
'Linha = 10
'Do While Cells(Linha, 1).Value <> ""
'Linha = Linha + 1
'Loop
'Linha = Linha - 1
'ActiveSheet.PageSetup.PrintArea = "$A$1:$g$" & 48 & ""
Horario = Sheets("Tabela Final").Range("n1").Value
Nome = "RELATORIO " & Horario & ".2"
  ChDir "C:\Users\DEVA_PC\OneDrive\Área de Trabalho"
  ActiveSheet.ExportAsFixedFormat Type:=xlTypePDF, Filename:= _
    "C:\Users\DEVA_PC\OneDrive\Área de Trabalho\" & Nome & ".pdf", Quality:=xlQualityStandard _
    , IncludeDocProperties:=True, IgnorePrintAreas:=False, OpenAfterPublish:= _
    True
Sheets(Atual).Select
End Sub

```

```
Public Function Localizar_Caminho() As String
```

```
    Dim strCaminho As String
```

```
    With Application.FileDialog(msoFileDialogFolderPicker)
```

```
        'Permitir mais de uma pasta
```

```
        .AllowMultiSelect = False
```

```
        'Mostrar janela
```

```
        .Show
```

```
    If .SelectedItems.Count > 0 Then
```

```
        strCaminho = .SelectedItems(1)
```

```
    End If
```

```
End With
```

```
'Atribuir caminho a variável
```

```
Localizar_Caminho = strCaminho
```

```
Sheets("Relatório +").Range("m3").Value = Localizar_Caminho
```

```
End Function
```

```
Sub GERAR_RELATORIO_PDF_HOSPEDAGEM()
```

```
    If Range("j1").Value > 0 Then
```

```
        MsgBox ("Necessário preencher todos os campos!!")
```

```
    Else
```

```
        Atual = ActiveSheet.Name
```

```
        Sheets("Relatório +").Range("m3").Value = ""
```

```
        MsgBox ("Favor, selecionar o caminho onde o arquivo deve ser salvo!!")
```

```
        Localizar_Caminho
```

```
        If Sheets("Relatório +").Range("m3").Value = "" Then
```

```
            MsgBox ("Não é possível gerar o PDF sem antes direcionar o caminho onde o relatório deve ser salvo. Favor, setar o caminho corretamente!!")
```

```
        Else
```

```
            PROCESSO_PDF_HOSPEDAGEM
```

```
            Linha = 1
```

```
            Do While Sheets("Base Histórico").Cells(Linha, 1).Value <> ""
```

```
                Linha = Linha + 1
```

```
            Loop
```

```
            Sheets("Base Histórico").Cells(Linha, 1).Value = Now
```

```
            Sheets("Base Histórico").Cells(Linha, 2).Value = Sheets("Tabela final").Range("i8").Value
```

```
            Sheets("Base Histórico").Cells(Linha, 3).Value = Sheets("Tabela final").Range("i6").Value
```

```
            Sheets("Base Histórico").Cells(Linha, 4).Value = Sheets("Tabela final").Range("g17").Value
```

```
Sheets("Base Histórico").Cells(Linha, 5).Value = Sheets("Tabela final").Range("g34").Value
Sheets("Base Histórico").Cells(Linha, 6).Value = Sheets("Tabela final").Range("i10").Value
Sheets("Tabela final").Range("i8").Value = ""
Sheets("Tabela final").Range("i6").Value = ""
Sheets("Tabela final").Range("i10").Value = ""
MsgBox ("PDF gerado com sucesso!!")
End If
Sheets(Atual).Select
End If
End Sub
```

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGBO, F. J., OYELERE, S. S., SUHONEN, J., & TUKIAINEN, M. (2021). **Scientific production and thematic breakthroughs in smart learning environments: a bibliometric analysis**. *Smart Learning Environments*, vol. 8, no. 1, pp. 1-25.
- AGUIAR, D. (2012) **Urbanidade e a qualidade da cidade**. Urbanidades, Ed. Letra & Imagen, Rio de Janeiro.
- ALCAYAGA, A.; WIENER, M.; HANSEN, E. G. **Towards a framework of smart-circular systems: An integrative literature review**. *Journal of Cleaner Production*, v. 221, p. 622–634, 2019.
- ALMANÇA, N. C. V.; COSTA, N. R.; BEZERRA, A. Y. W.; MIRAGLIA, S. G. K. **Poluição atmosférica** – Análise sobre as medidas de controle da poluição atmosférica e o sistema de informação do Parque do Ibirapuera. *GEPROS – Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Ano 6, n. 2, Abr-Jun, 2011.
- ANDRÉ, S.; ROY, B. (2009). **Évaluation de la performance des projets de mécénat en entreprise: Application de la démarche EPISSURE**. Cahier du Lamsade n.289. Université Paris Dauphine. 38p.
- ANTP (2003). **Mobilidade e Cidadania**. São Paulo: Associação Nacional de Transportes Públicos.
- ARAÚJO, I. F.; RAMOS, J. D.; SILVA, W. R. **Avaliação Ergonômica do sistema bicicleta-usuário do modelo Barra Circular da Monark**. XXVI ENEGEP, 2006.
- ARIA, M; CUCCURULLO, C. **Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis**. *Journal of Informetrics*, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017.
- ARROYO, M. T.; SCHUCH, L. **A sustentabilidade e o desenvolvimento econômico**. In: SCHUCH, L.; COMINI, G. (Orgs.). *Sustentabilidade: diálogos e desafios para as ciências sociais*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. p. 48-51.
- ARRUDA, F. S. **Aplicação de um modelo baseado em atividades para análise da relação uso do uso e transportes no contexto brasileiro**. 2005. 199p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2005.
- ARRUDA, Marcos. **As nove dimensões do FIB**, Cooperadamente, Mogi das Cruzes, 13 Abr. 2009. Disponível em: < <http://cooperadamente.blogspot.com.br/2009/04/fib-qualquer-semelhanca-com-prout-e.html> >. Acesso 27 de Agosto de 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 15575:2013** - Edificações habitacionais - Desempenho.
- AVER, Ana. **A relação Iluminação Pública e Criminalidade**, 2013. Revista Especialize On Line – Ipog. Acesso em: 05 jun. 2021.
- AZZOPARDI, Ernest; NASH, Robert. **A critical evaluation of importance-performance analysis**. *Tourism Management*, [s.i.], v. 35, p.222-333, 2013.
- BAJJOU, M. S.; CHAFI, A. **Lean construction implementation in the Moroccan construction industry: Awareness, benefits and barriers**. *Journal of Engineering, Design and Technology*, v. 16, n. 4, p. 533–556, 1 jan. 2018.

BANA E COSTA. 2001. **Modelos Multicritério de Apoio à Decisão**. Lisboa: Instituto Superior Técnico.

BANCO MUNDIAL. 2020. **Relatório Anual de 2020 do Banco Mundial**, Washington, DC: Banco Mundial. doi: 10.1596/978-1-4648-1625-3.

BANERJEE, A. K. **Sustainable development: concepts and issues**. New Delhi: New Age International, 2003.

BARBIERI, A. C.; LIMA, J. P. Métodos de análise multicritério aplicados a transportes: uma revisão sistemática. In: **Anais XXX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, 2016, Rio de Janeiro, RJ.

BARBOSA, S. B.; FERREIRA, M. G. G.; NICKEL, E. M.; et al. Multi-criteria analysis model to evaluate transport systems: An application in Florianópolis, Brazil. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 96, p. 1–13, 2017.

BELTRÃO SPOSITO, M. E. **Novos conteúdos nas periferias urbanas das cidades médias do Estado de São Paulo**, Brasil. In: *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía – UNAM*, n° 54, pp. 114-139, 2004b.

BERIA, P.; MALTESE, I.; MARIOTTI, I. 2012. **Multicriteria versus cost benefit analysis: a comparative perspective in the assessment of sustainable mobility**, *European Transport Research Review* 4(3): 137–152. <https://doi.org/10.1007/s12544-012-0074-9>

BERNARDES, M. M. e S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande de Sul, 2001.

BITTENCOURT, M. F. N.; FERREIRA, P. A. 2014. **As obras na implementação de políticas**.

BOSCO, Yannick; ROUSSEL, Vincent; KANTCHEV, Sami. **Sustainable and Innovative Construction Materials in Transport Infrastructure: A Review**. *Sustainability*, v. 12, n. 7, p. 2882, 2020.

BOUHOUSAS, E.; BASBAS, S. **Policies towards sustainable city logistics**. The case of Thessaloniki. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, vol. 16, no. 2, p. 417– 423, 2015.

BOUYSSOU, D. **Building Criteria: A Prerequisite for MCDA**. In: Bana e Costa, C.A. (eds) *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*. Springer, Berlin, Heidelberg. 1990.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 20 dez. 1979. Seção 1, p. 19154. Disponível em: <link para o texto completo>.

BRASIL. **Lei 10.257 de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de

Mobilidade Urbana; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm. Acesso em 10 abr. de 2021.

BRASIL. **Lei nº 4.132, de 10 de setembro de 1962**. Define os casos de desapropriação por interesse social e dispõe sobre sua aplicação. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=717565>. Acesso em: 10 jul 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. Mobilidade e desenvolvimento urbano / Ministério das Cidades, Secretaria de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Gestão Integrada da Mobilidade Urbana** – Brasília: MCidades, 2006. 164 Páginas.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Programa Nacional de Capacitação das Cidades: Módulo Básico**. Brasília. Ministério das Cidades, 2009.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana – SeMob**. Guia PlanMob, 2007 e 2016.

BRASIL. Ministério de Desenvolvimento Regional. **Programa 2217 – Desenvolvimento Regional Territorial e Urbano. Lei nº 11.079 de 2004**. Ação 10T2 - Reabilitação Urbana Acessível. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/obter-apoio-para-reabilitacao-urbana>. Acesso em: 28 jul. 2022.

BROWNE, David and RYAN, Lisa B. **Comparative analysis of evaluation techniques for transport policies**. Environmental Impact Assessment Review. Volume 31, Issue 3, April 2011, Pages 226-233.

BRUCKER, K. D.; VERBEKE, A.; MACHARIS, C. the Applicability of Multicriteria-Analysis To the Evaluation of Intelligent Transport Systems (Its). **Research in Transportation Economics**, v. 8, n. 4, p. 151–179, 2004.

BULHÕES, E. C. (2015) **Proposta alternativa de avaliação econômica aplicada a investimentos em infraestrutura hidroviária brasileira utilizando opções reais**. Tese de doutorado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

CAMARGO, L. A. M. de. **Mobilidade urbana: conceitos, planejamento e desafios**. Editora Atlas, 2019.

CAMPOS, V. B. G. (2006) Uma visão da mobilidade urbana sustentável. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 2, p. 99-106

CARDOSO, A.; MATOS, R. **Desenvolvimento socioeconômico e condições de mobilidade: desafios e perspectivas**. In: Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Transporte, 31., 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ANPET, 2007.

CARDOSO, G., & GOLDNER, L. G. (2007). **Desenvolvimento e aplicação de modelos para previsão de acidentes de trânsito**. Transportes, 15(2), 43-51

CARTENÌ A., HENKE I. **The evaluation of public investments according to the cost-benefit analysis: An application to the formia-gaeta railway line** (2019) Ingegneria Ferroviaria. 74.

CARTENI, A. **The Evolution of Traditional Cost-Benefit Analysis: an update for modern times**.

Socio-Economic Planning Sciences, v. 62, p. 68-74, 2018.

CARVALHO, F. M. de. 2016. **Desafios da mobilidade urbana no Brasil: perspectivas e soluções.** In Anais do Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica (pp. 1-10). Recife, PE: Instituto Federal de Pernambuco.

CARVALHO, M. V. (2021). **Análise custo-benefício de um programa de intervenção para prevenção de obesidade infantil em escolas públicas.** Revista Brasileira de Economia da Saúde, 13(1), 23-30.

CASADO, R. C. **Práticas sustentáveis na construção civil.** 1. ed. São Paulo: Pini, 2010.

CAUCHICK-MIGUEL, Paulo A. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações.** 3a . [S. l.]: Elsevier, 2018.

CAULFIELD, B., BAILEY, D. and MULLARKEY, S., **Using Data Envelopment Analysis as a Public Transport Project Appraisal Tool,** Transp. Policy, Vol. 29, pp 74-85, 2013.

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. **Manual de Sinalização Urbana.** Vol 8. Revisão 1. GPV/Normas. Abril 2005. Disponível em: <
http://www.cetsp.com.br/media/392043/msuvol08_obrasrev1.pdf>. Acesso em: 05 jul 2022.

CHRISTIANSEN, P.; KOETSE, M.; HANSEN, L. G.; JENSEN, A. T. **Benefit–cost analysis of transport improvements in the Greater Copenhagen area.** Transportation Research Part A: Policy and Practice, v. 92, p. 50-71, 2016.

CLEMENT, J., & CRUTZEN, N. (2021). **How local policy priorities set the Smart City agenda.** Technological Forecasting and Social Change, 171, Article 120985.

COMINO, Elena; BOTTERO, Marta; POMARICO, Silvia; ROSSO, Maurizio. Exploring the environmental value of ecosystem services for a river basin through a spatial multicriteria analysis. **Land Use Policy,** vol. 36, p. 381–395, 2014.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.09.006>

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS (2007). **Livro Verde: Por uma Nova Cultura de Mobilidade Urbana.** Documento de Trabalho da Comissão, Bruxelas, 25 set. 2007. Disponível em: https://transport.ec.europa.eu/index_en. Acesso em: 10 set 2022.

CONAMA. Resolução no 307. 2002. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).** 5 jul. 2022.

CORIOLOANO, L. N., & FERNANDES, L. M. **Migração temporária e mobilidade sazonal no turismo.** In: SEMINÁRIO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM TURISMO - ANPTUR, 9., 2012, São Paulo. Anais... São Paulo: Universidade do Anhembi Morumbi/UAM, 2012. 12 p

COSTA, Helder Gomes. **Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão.** Niterói, RJ: SBPO, 2002. Available at: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2004/pdf/arq0279.pdf>.

COSTA, Marcela. **Mobilidade Urbana Sustentável: Um Estudo comparativo e as Bases De um Sistema De Gestão para Brasil e Portugal.** , p. 196, 2003. . COSTA, Marcela. Um índice de mobilidade urbana sustentável. 2008. 248 f. 2008. Available at: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde.../Tese_MCOSTA.pdf.

COSTA, P. B.; NETO, G. C. MORAIS; BERTOLDE, A. I. **Urban Mobility Indexes: A Brief Review of the Literature.** Transportation Research Procedia, vol. 25, p. 3645–3655, 2017. DOI 10.1016/j.trpro.2017.05.330.

COSTA, R. C. da; BELDERRAIN, M. C. **Especialistas em análise hierárquica de processos: a construção de uma nova metodologia.** In: Anais do XXXIII Encontro da ANPAD. [s.l.: s.n.], 2009. p. 1-16. Disponível em: http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnANPAD/enanpad_2009/TEC/TEC_ANA1838_3913.pdf. Acesso em: 15 abr. 2022.

CRETELLA JÚNIOR, José. **Comentários à Lei da desapropriação:** constituição de 1988 e leis ordinárias. 4. Ed. Rio de Janeiro: Forense, 1998. P 91.

CURI, Denise. **Gestão ambiental.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

D'AGOSTO, M. A. **Transporte, uso de energia e impactos ambientais: uma abordagem introdutória.** 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

DALBEM, M. C., BRANDÃO, L., & MACEDO-SOARES, D. V. A. 2010. **Avaliação econômica de projetos de transporte:** melhores práticas e recomendações para o Brasil. Revista de Administração Pública, 44(1), 87-117.

DE LEAL JUNIOR, I. C. (2010). **Políticas públicas e meio ambiente:** uma análise do papel do Estado na preservação do meio ambiente. In: Anais do II Encontro Nacional de Meio Ambiente e Política Ambiental. São Paulo: USP, p. 1-10.

DE LUCA, S. Public engagement in strategic transportation planning: An analytic hierarchy process based approach. **Transport Policy**, v. 33, n. January, p. 110–124, 2014.

DEINFRA (2008). **Plataforma Catarinense de Mobilidade Sustentável.** Departamento Estadual de Infraestrutura, Governo do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.deinfra.sc.gov.br/pcms/>>. Acesso em: 11 jul 2022.

DENATRAM. **Manual de Procedimentos para o Tratamento de Polos Geradores de Tráfego.** Departamento Nacional de Trânsito, Ministério da Justiça, Brasília, DF, 2001.

DI CESARE, S., SILVERI, F., SALA, S., PETTI, L. (2016). **Positive impacts in social life cycle assessment:** state of the art and the way forward. Int. J. Life Cycle Assess., 23(3): 406-421, doi: 10.1007/s11367-016-1169-7

DÍAZ-SARACHAGA, J.M., JATO-ESPINO, D., ALSULAMI, B., CASTRO-FRESNO, D. (2016). **Evaluation of existing sustainable infrastructure rating systems for their application in developing countries.** Ecol. Indic., 71: 491–502, doi:10.1016/j.ecolind.2016.07.033

DRUCIAK, Vinícius Polzin. **Transporte público metropolitano nas regiões metropolitanas de Londrina e Maringá sob a ótica da mobilidade espacial.** 2014. 205 f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista – UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2014.

DULAC, John. **Global land transport infrastructure requirements.** Paris: [s. n.], 2013.

EIV–EIT. **Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança & Estudo Complementar de Impacto no Trânsito:** Parque Shopping Grão-Pará. Terra Meio Ambiente, Belém, PA, 2010.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A. **Manual Benefício-Custo de Projetos de Infraestrutura**: Metodologia EPL. Brasília: EPL, 2019.

ENSSLIN, L.; DUTRA, A.; ENSSLIN, S. R. **MCDA**: a constructivist approach to the management of human resources at a governmental agency. *International Transactions in Operational Research*, v. 7, n. 1, p. 79–100, jan. 2000.

ERWING, R (2001) Pedestrian and transit-friendly design: a primer for smart growth. **Department of Transportation**, American Planning Association. Washington: Florida.

ERYILDIZ, S.; XHEXHI, K. “Eco cities” under construction. **Gazi University Journal of Science**, v. 25, n. 1, p. 257–261, 2012

EUROFORUM (2007). **Draft paper State of the Art of Research and Development in the Field of Urban Mobility**. The European Research Forum for Urban Mobility (EUROFORUM). Disponível em: . Acesso em: 10 set 2022.

FARIA, H. M.; LIMA, C. A. **Andar a pé**: Mobilidade urbana e sustentabilidade nas regiões metropolitanas brasileiras. *Revista do Laboratório de Estudos Urbanos do Núcleo de Desenvolvimento da Criatividade Unicamp – Labeurb / Nudecri*, v. 55, n. 41, 2016.

FGV DATASAN. 2021. **Retrospectiva 2021: plataforma permite acesso a 70 indicadores em dez áreas do saneamento básico**. Disponível em: <<https://portal.fgv.br/noticias/retrospectiva-2021-plataforma-permite-acesso-70-indicadores-dez-areas-saneamento-basico>>. Acesso em: 15 ago 2022.

FINNERTY, J.D. (1999) **Project Finance**: Engenharia Financeira baseada em ativos, Rio de Janeiro: Qualitymark, 536p.

FLORIO, Massimo. FORTE, Stefano. SIRTORI, Emanuela. **Forecasting the socio-economic impact of the Large Hadron Collider**: A cost–benefit analysis to 2025 and beyond. *Technological Forecasting and Social Change*. Volume 112, November 2016, Pages 38-53

FLYVBJERG, B.; HOLM, M. S.; BUHL, S. (2005). How (In)accurate Are Demand Forecasts in Public Works Projects? The Case of Transportation. **Journal of the American Planning Association**, vol. 71, no. 2, Spring Issue, pp. 131-146

FONSECA, M. V. **Desenvolvimento Imobiliário**: técnicas e práticas. 2ª ed. Editora PINI, 2016.

FONT, A. **Dispersão e difusão na região metropolitana de Barcelona**. IN: REIS, N. G & TANAKA, M. S. (org). *Dispersão Urbana: Diálogo sobre pesquisas Brasil – Europa*, FAU/USP, São Paulo, 2007.

FONTES, Lílian. **Sinhá Moreira** – Uma mulher à frente de seu tempo. Rio de Janeiro. Gryphus. 2007.

FREITAS, Tarcísio Gomes de. **Governo federal garante R\$ 37,6 bilhões em investimentos para infraestrutura**. Agência Brasil, Brasília, 29 mar. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-03/governo-federal-garante-r-376-bilhoes-em-investimentos-para-infraestrutura>. Acesso em: 15 abr. 2022.

FU, Shanshan; YAN, Xinpeng; ZHANG, Di; ZHANG, Minyang. Risk influencing factors analysis of Arctic maritime transportation systems: a Chinese perspective. **Maritime Policy and Management**, vol. 45, no. 4, p. 439–455, 2018. DOI 10.1080/03088839.2018.1448477. Available at:

<https://doi.org/10.1080/03088839.2018.1448477>.

GEHL, Jan (2013) **Cidade para as pessoas**, Perspectivas, São Paulo.

GEHL, J., GEMZOE, L., KIRKNAES, P., & SONDERGAARD, B. (2006). **New city life**. Copenhagen: The Danish Architectural Press.

GEIPOT (2001). **Transportes no Brasil: História e Reflexões**. Oswaldo Lima Neto (coord.). Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. Recife: Ed. Universitária da UFPE.

GIANNETTI, E. **Felicidade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002 e 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4a . São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GOMES, L. F., GOMES, C. F.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de Decisão Gerencial –Enfoque multicritério**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2012.

GOMES, Marcos Antônio Silvestre. **As praças de Ribeirão Preto-SP: uma contribuição geográfica ao planejamento e à gestão dos espaços públicos**. 2005. 204 f. Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2005

GOVINDAN, K.; JEPSEN, M. B. ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. **European Journal of Operational Research**, v. 250, n. 1, p. 1–29, 2016.

GRAZIANO, Francisco Paulo. **Compatibilização de projetos**. 2003. Disponível em: <http://www.lem.ep.usp.br/pef604/pef640-impactos%20do%20projeto.pdf> . Acesso em: 26 mar. 2022.

GUARNIERI, P.; SOBREIRO, V. A. et. al. (2015) The challenge of selecting and evaluating third-party reverse logistics providers in a multicriteria perspective: A Brazilian case. **Journal of cleaner production**, v. 96, p. 209 - 219.

GUDMUNDSSON, H. (2001). **Indicators and Performance Measures for Transportation, Environment and Sustainability in North America**. Report from a German Marshall Fund Fellowship 2000, Individual Study Tour October 2000. National Environmental Research Institute, Denmark. 87 p. - Research Notes from NERI number 148.

GUDMUNDSSON, H. (2004). **Sustainable Transport and Performance Indicators**. In: Hester, R.E. & Harrison, R.M. (Eds). *Issues in Environmental Science and Technology*, n. 20, p. 35- 63. Disponível em: <<http://forskningbasen.deff.dk/ddf/rec.external?id=ruc20876>>. Acesso em: 21 jul. 2022.

GUERRA, A. J. B. S. O.; PEREIRA RIBEIRO, J. M.; FERNANDEZ, F.; *et al.* **The adoption of strategies for sustainable cities: A comparative study between Newcastle and Florianopolis focused on urban mobility**. *Journal of Cleaner Production*, v. 113, p. 681–694, 2016.

GUERRA, S. O direito de ingerência em matéria ambiental. In: DIREITO, C. A. M.; TRINDADE, A. A. C.; PEREIRA, A. C. A. (Org.). **Novas perspectivas do direito internacional contemporâneo: estudos em homenagem ao Professor Celso D. Albuquerque Mello**. Rio de Janeiro: Renovar, 2008.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. **Análise da estrutura produtiva da Amazônia brasileira**. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, Belém, v. 1, n. 1, p. 7-33, jul./dez. 2005.

HADDAD, E. A. **Mobilidade urbana sustentável**. Editora Manole, 2017.

H.M. TREASURY (1997). "**The Green Book**": Appraisal and Evaluation in Central Government, Treasury Guidance. London: Her Majesty's Stationary Office

_____ (2022). "**The Green Book**": Appraisal and Evaluation in Central Government, Treasury Guidance. London: Her Majesty's Stationary Office

HEINEN, Eva; MAAT, Kees; WEE, GP van. Workers mode choice in the Netherlands: The decision to cycle to work and the effect of work-related aspects. **K Button** (Ed.), p. 1-22, 2009.

HENKE I., CARTENÌ A., DI FRANCESCO L. **A sustainable evaluation processes for investments in the transport sector**: A combined multi-criteria and cost–benefit analysis for a new highway in Italy (2020) Sustainability (Switzerland), vol 12.

HIDALGO, D. e HUIZENGA, C. **Implementation of sustainable urban transport in Latin America**. 2013. Research in Transportation Economics. Vol 40.

HOLZ, S. MONTEIRO, T. V. A. **Política de habitação social e o direito a moradia no Brasil**. (“O direito constitucional a moradia digna na Constituição Federal de ...”) Diez años de cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales, 1999-2008. Actas del X Coloquio Internacional de Geocrítica, Universidad de Barcelona, 26-30 de mayo de 2008. (“(PDF) MENEZES, M. Entre o desenvolvimento sociocultural e a conservação ...”)

HÜGING, H.; GLENSOR, K.; LAH, O. 2014. **Need for a holistic assessment of urban mobility measures** – review of existing methods and design of a simplified approach, *Transportation Research Procedia* 4: 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.11.001>

IBAM e Ministério das Cidades (2005). **Mobilidade e Política Urbana**: Subsídios para uma Gestão Integrada. Lia Bergman e Nídia Inês Albesa de Rabi (coord.). Rio de Janeiro: IBAM; Ministério das Cidades.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO E INFORMAÇÃO EM TRANSPORTE (ITRANS). **Mobilidade e Pobreza**: relatório final. Brasília: Itrans, 2004.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos instrumentos urbanísticos no Brasil**: o que mudou entre 2001 e 2014? Brasília: Ipea, 2016.

ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Review of the main developments in the analytic hierarchy process. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 11, p. 14336–14345, 2011.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. Tradução Carlos S. Mendes Rosa; revisão da tradução Maria Estela Heider Cavalheiro; revisão técnica Cheila Aparecida Gomes Bailão. – 3 ed. – São Paulo : Editora WMF Martins Fontes, 2011. – (Coleção cidades) Título original: The death and life of great American cities. ISBN 978-85-7827-421-4

JANIAK, Maja Kiba; ZAK, Jacek. Multiple criteria evaluation of different redesign variants of the public tram system. **Transportation Research Procedia**, vol. 3, p. 690–699, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.048>.

JANNUZZI, P. de M.; MIRANDA, WL de; SILVA, D. da S. G da. Análise multicritério e tomada de decisão em políticas públicas: aspectos metodológicos, aplicativo operacional e aplicações. **Revista Informática Pública**, v. 11, n. 1, p. 69-87, 2009.

JEREISSATI, Geórgia Morais. **Licitação e obras públicas sustentáveis**. 2011. 195 f. Dissertação

(mestrado em engenharia civil: estruturas e construção civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

JIMENEZ, S., POHLMAYER, A.E., & DESMET, P.M.A (2015). **Positive Design Reference Guide**. **Delft**: Delft University of Technology.

KEYVAN EKBATANI, M; CATS, O. **Multi-criteria appraisal of multi-modal urban public transport systems**. 2015. *Transportation Research Procedia*, 10.

KRAMA, MÁRCIA REGINA. **Análise dos indicadores de desenvolvimento sustentável no Brasil usando a ferramenta painel de sustentabilidade**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2008.

KUMARAGE, A. S.; WEERAWARDANA, J. 2013. **System cost-based multi-criteria analysis for urban transport solutions**, *International Journal of Urban Sciences* 17(2): 212–225. <https://doi.org/10.1080/12265934.2013.776285>

KURESKI, R. (2011), **Produto interno bruto, emprego e renda do macrossetor da construção civil paranaense em 2006**. *Ambiente Construído*, Vol. 11, No. 3, pp. 131-142.

KUTTY, A. A., ABDELLA, G. M., KUCUKVAR, M., ONAT, N. C., & BULU, M. (2020). **A system thinking approach for harmonizing smart and sustainable city initiatives with United Nations sustainable development goals**. *Sustainable Development*, 28(5), 1347–1365.

LARSEN, Jonas; URRY, John; AXHAUSEN, Kay. **Networks and tourism: mobile social life**. *Annals of Tourism Research*, v. 34, n. 1, p.244-262, jan. 2007.

LIEGGIO Junior, M. L., GRANEMANN, S. R., De Souza, O. A. (2012). Aplicabilidades da análise multicritério às problemáticas de decisão no transporte rodoviário de produtos perigosos: uma perspectiva teórica. *Journal of Transport Literature*, 6(2), 197- 217

LIMA, J. R. B. **Aplicação de técnicas multicritério para escolha de local para instalação de aterro sanitário**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2008.

LIU, S., & ZHANG, M. (2020). **An integrated AHP-ABC model for customer value analysis in business model innovation**. *Journal of Modelling in Management*, 15(3), 609-628.

LIU, Y.; ZHU, Y.; XIAO, Y. **Analysis of the impact of parking restrictions on travel behavior based on big data**. *Sustainability*, v. 11, n. 5, p. 1438, 2019.

LYUBOMIRSKY, S. (2007). **The how of happiness: A scientific approach to getting the life you want**. Penguin Press.

MACÁRIO, M. R. M. .R (2005). **Quality Management in Urban Mobility Systems: an Integrated Approach**. 362 p. Dissertação (Doutoramento) - Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 2005.

MACHADO, L. A. Z. **Acessibilidade e mobilidade para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida: um estudo sobre a realidade brasileira**. São Paulo: Annablume, 2008.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Regulamentação de Estudo de Impacto Ambiental**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2015.

MACKIE, P. and WORSLEY, T. (2013) **International Comparisons of Transport Appraisal Practice**. Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds.

MACKIE, P.; WORSLEY, T.; ELIASSON, J. (2014). Transport appraisal revisited. **Research in Transportation Economics**, 47, 3-18.

MACKIE, Peter; JOHN Nellthorp e JAMES Laird. 2005. **Distribution of benefits and impacts on poor people**. Transport Economics, Policy and Poverty Thematic Group. TRN-26. Washington DC: The World Bank.

MACMILLEN J., GIVONI M., BANISTER D. **Evaluating active travel: Decision-making for the sustainable city** (2010) *Built Environment*, 36 (4), pp. 519 - 536.

MANUAL DE OBRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS DE MINAS GERAIS. **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2008.

MALCZEWSKI, J. (1999). **Gis and multicriteria decision analysis**. New York: John Willey & Sons.

MARUJO, N.; BELO, R.; TEIXEIRA, P.; JORGE, F.; FERREIRA, J. **The role of bike-sharing in the urban mobility system**. *Transportation Research Procedia*, v. 34, p. 207-214, 2018.

MASOUMI, Reza. Active transportation in urban areas: exploring health benefits and social inequalities. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 4, p. 552, 2019.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo. Editora Pini (2010).

MCHARG, M. R. (2015). **Transportation, land use, and environmental planning**. John Wiley & Sons.

MEDEIROS, V. (2013) **Urbis Brasiliae: o labirinto das cidades brasileiras**. Brasília: Editora UnB. 612p.

MELAMED, Megan L; SCHMALE, Julia e SCHNEIDEMESSER, Erika von. **Sustainable policy—key considerations for air quality and climate change**. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2016, 23:85–91.

MENDONZA, Ginés de Rus, et al. **Manual de evaluación económica de proyectos de transporte**. Publicación del Banco Interamericano de Desarrollo, noviembre de 2006.

MIGUEL, P. C. A. *et al.* **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 226 p.

MILGRAM, S. (1970) **The experience of living in cities**. *Science, New Series*, 167(3924), 1461-1468.

MINAS GERAIS, Governo do Estado, **Manual de Obras Públicas Sustentáveis**. SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: Acesso em: 21 de outubro 2021.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável**. *Cadernos MCidades*, 2004, 2006 e 2009.

MINISTÉRIO DAS CIDADES; SEMOB. **PLANMOB: Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**. 2015. Disponível em: <https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSE/planmob.pdf>. Acesso em 05 abr. 2021.

MISSIMER, M., ROBERT, K.H., BROMAN, G. (2017). **A strategic approach to social sustainability** - Part 1: exploring social system. *J. Clean. Prod.*, 140: 32–41, doi:10.1016/j.jclepro.2016.03.170

MOHER, D., SHAMSEER, L., CLARKE, M., GHERSI, D., LIBERATI, A., PETTICREW, M., SHEKELLE, P. & STEWART, L. A. **Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P)**. 2015 statement. *Systematic reviews*, 4(1), 1.

MØLLER, A. M.; MYLES, P. S. **What makes a good systematic review and meta-analysis?** *British Journal of Anaesthesia*, v. 117, n. 4, p. 428–430, 2016.

MONTEIRO, Ana Caroline Nogueira *et al.* **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: IMPORTÂNCIA, MÉTODOS E FERRAMENTAS**. 2017. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:YPQb1gdctM8J:periodicos.iesp.ed>. Acesso em: 27 mar. 2022.

MONTGOMERY, J. (2013). **Happy City: Transforming Our Lives Through Urban Design**. Farrar, Straus and Giroux.

MORAES, J. R. **Mobilidade Urbana e o Planejamento da Cidade**. Editora Atlas, 2019.

MOSTAFA, M., EL-GOHARY, N. (2014). **Stakeholder-sensitive social welfare-oriented benefit analysis for sustainable infrastructure project development**, *J. Constr. Eng. Manage.*, 140(9): 04014038, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000788

MUKAI, Toshio. **Direito Urbano e Ambiental**. Editora Fórum. 3ª ed. Belo Horizonte, 2016.

MULDOON-SMITH, K.; GREENHALGH, P.; CONROY-DALTON, R.; ALVANIDES, S.; KING, H.; SPARKES, B. (2015) **Urban transactions: Investigating the relationship between spatial preference and spatial configuration in the city of Leeds**. 10th International Space Syntax Symposium. London. UK.

MUNDA, G. (2004). **Social multi-criteria evaluation: Methodological foundations and operational consequences**. *Eur. J. Oper. Res.*, 158(3): 662–677, doi: 10.1016/S0377-2217(03)00369-2

MUNDA, G. (2006). **Social multi-criteria evaluation for urban sustainability policies**. *Land use policy*, 23: 86–94, doi:10.1016/j.landusepol.2004.08.012

MUNIRA, Sirajum; SANTOSO, Djoen San. Examining public perception over outcome indicators of sustainable urban transport in Dhaka city. **Case Studies on Transport Policy**, vol. 5, no. 2, p. 169–178, 2017. DOI 10.1016/j.cstp.2017.03.011. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cstp.2017.03.011>.

MÜNDEL, T.; KRÖLLER-SCHÖN, S.; OELZE, M.; GORI, T.; SCHMIDT, F. P.; STEVEN, S.; HAHAD, O.; RÖÖSLI, M.; WUNDERLI, J. M.; DAIBER, A.; SØRENSEN, M. **Adverse Cardiovascular Effects of Traffic Noise with a Focus on Nighttime Noise and the New WHO**

Noise Guidelines. Annu. Rev. Public Health, v.41, p. 29.1–29.20, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-081519-062400>

NADERPAJOUH, N., MAHDAVI, A., HASTAK, M., ALDRICH, D. (2014). **Modeling social opposition to infrastructure development.** J. Constr. Eng. Manage., 140, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000876

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Grand Challenges for Engineering.** Washington: National Academy of Engineering, 2008.

NUCCI, João Carlos. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)** / João Carlos Nucci. 2ª ed. - Curitiba: O Autor, 2008. 150 p.; il.

OECD. **Report on the OECD Conference Environmentally Sustainable Transport (EST): Futures, strategies and best practice,** 2002.

OKAFOR, I. F., OGECHI-UNACHUKWU, G. AND OKAY-ODUKWE, A., Measuring Energy Efficiency of the Public Passenger Road Transport Vehicles in Nigeria, **Transp. Policy**, Vol. 35, pp 319-325, 2014.

OLIVEIRA, E.; FLECK, L.; BECKER, M. **Êxodo rural e sua problemática em relação ao meio ambiente e sociedade civil.** Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Rondon, setembro 2011.

OLIVEIRA, L. C. S.; VALERY, F. D. **Discutindo as Questões do Ambiente Urbano e Rural na Cidade de Governador DixSept Rosado / RN.** Fórum Ambiental da Alta Paulista, São Paulo, v.3, 2007.

OLIVEIRA, L. D. B. **Mobilidade urbana e redução de emissões de CO₂: cenários para o campus da cidade universitária da UFRJ no horizonte de 2030.** 2017. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

OLIVEIRA, M. A. M., & SANTOS, E. M. (2015). **Desenvolvimento Sustentável: uma análise da implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, 11(3), 86-106.

OMT. **Turismo Internacional: Uma Perspectiva Global.** 2. ed. Porto Alegre: Bookmann, 2003.

OSTANELLO, A. (1990). Action Evaluation and Action Structuring: Different Decision Aid Situations Reviewed Through Two Actual Cases. In: Bana e Costa, C. A. (ed). **Readings in Multiple Criteria Decision Aid.** Berlin : Springer-Verlag, p.36-57.

PARANAIBA, A. C. (2017). **Modelo para a priorização de projetos de infraestrutura em mobilidade urbana com base na configuração urbana e no escalonamento multidimensional.** Tese de doutorado em Transportes. Universidade de Brasília, DF, 146p.

PASCHOALIN FILHO, J. A. P. *et al.* **Usinas de reciclagem de entulho e os entraves existentes no setor da construção civil: uma pesquisa exploratória.** 2014. Exacta, v. 19, n. 1, p. 52–72, 25 mar. 2021.

PAVAN, M., & TODESCHINI, R. (2010). **Multicriteria Decision-Making Methods.** In

Comprehensive Chemometrics (Vol. 1, pp. 591–629).

PEDROSO, Guilherme; BERMANN, Célio; SANCHES-PEREIRA, Alessandro. Combining the functional unit concept and the analytic hierarchy process method for performance assessment of public transport options. **Case Studies on Transport Policy**, vol. 6, no. 4, p. 722–736, 2018. DOI 10.1016/j.cstp.2018.09.002. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.09.002>.

PELLICER E., YEPES V., TEIXEIRA J.C., MOURA H.P. AND CATALA J. (2014). **Construction Management**, Wiley-Blackwell, Cambridge, United Kingdom.

PEREIRA, A. C.; NETO, O. S (2013). Viabilidade econômica de projetos e aspectos particulares em empreendimentos tipo project finance aplicados a investimentos em infraestrutura de transportes. **Revista Holos**. Ano 28, vol.6, p.203-219.

PEREIRA, R. H. M. *et al.* **Transporte público e qualidade de vida nas cidades**. Rio de Janeiro: E-papers, 2004.

POLÈSE, Mario e STREN, Richard. 2000. **The Social Sustainability of Cities**. Diversity and the Management of Change. University of Toronto Press Incorporated. Toronto Buffalo London.

PONTI, M. **Evaluation of transport infrastructure projects beyond cost-benefit analysis**. An application to Barcelona's 4th ring road. A comment. *Int. J. Transp. Econ. Riv. Internazionale Econ. Trasp.* 2002, 29, 235–237

POSSENTI, C.; PONTILI, R. M. (2015), **Influências do PAC no setor da construção civil, no período de 2007 a 2012**. In: Conferência Internacional em Gestão de Negócios – CINGEN, Cascavel, PR, 16- 18 nov. 2021.

QUADROS, Saul Germano RAbello; NASSI, CARLS David. **An evaluation on the criteria to prioritize transportation infrastructure investments in Brazil**. *Transport Policy*, vol. 40, p. 8– 16, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.02.002>

RAIA JUNIOR, A.A.; SILVA, A.N.R.; BOCANEGRA, C.W.R. (2001). **Acessibilidade e Mobilidade na Estimativa de um Índice de Potencial de Viagens Utilizando Redes Neurais e SIG**. Anais do XV Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes. Rio de Janeiro: ANPET, v. 2. p. 253-261.

RAO, Congjun; GOH, Mark; ZHAO, Yong; ZHENG, Junjun. Location selection of city logistics centers under sustainability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 36, p. 29–44, 2015. DOI 10.1016/j.trd.2015.02.008. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2015.02.008>.

REIS, N. G. Sobre a dispersão em São Paulo. IN: REIS, N. G & TANAKA, M. S. (org). **Dispersão Urbana: Diálogo sobre pesquisas Brasil – Europa**, FAU/USP, São Paulo, 2007.

REJOWSKI, Mirian (Org.). **Turismo no Percurso do Tempo**. 2. ed. São Paulo: Aleph, 2002

RETONDO, L. **Escolha do terreno: a etapa mais importante da construção!** Construindo Casas, 7 abr. 2021. Disponível em: <https://construindocasas.com.br/blog/preparacao/escolha-do-terreno/>.

REZAEI, JAFAR; VAN ROEKEL, WILCO S.; TAVASSZY, LORI. Measuring the relative importance of the logistics performance index indicators using Best Worst Method. *Transport Policy*, vol. 68, no. May, p. 158–169, 2018. DOI 10.1016/j.tranpol.2018.05.007. Available at:

<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.05.007>. Rio de Janeiro: EnANPAD, 2014.

RICHARDSON, Barbara C. Sustainable transport: Analysis frameworks. **Journal of Transport Geography**, vol. 13, no. 1 SPEC. ISS., p. 29–39, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.11.005>.

RODRIGUES. Juciano Martins. **Mobilidade urbana no Brasil: crise e desafios para as políticas públicas**. Disponível em: https://www.observatoriodasmetroles.net.br/wp-content/uploads/2020/05/Mobilidade-urbana_Juciano-Rodrigues.pdf. 2016.

ROY, B. (1990). Decision-aid and Decision-making. In: Bana e Costa, C. A. (ed). **Readings in Multiple Criteria Decision Aid**. Berlin: Springer-Verlag, p.17-35.

ROY, B. (1993). **Decision Science or Decision-Aid Science?** European Journal of Operational Research. v.66, n.2, p. 184-203. Disponível em: . Acesso em: 20 nov. 2006.

RUIZ, T.; BERNABÉ, J. C. Measuring factors influencing valuation of nonmotorized improvement measures. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 67, p. 195–211, 2014.

SAATY, Thomas L.; VARGAS, Luis G. **Decision Making with the Analytic Network Process**. [S. l.]: Springer US, 2013. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7279-7>.

SAATY, Thomas; VARGAS, Luis. **Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process**. Second. New York: Springer, 2012. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6>.

SAATY, T. L. 2008. **What is wrong with the eigenvector?** Why Eigenvectors, not eigenvalues. The Analytic Hierarchy and Network Processes (ANP) Journal, 1(1), 18-26.

SACHS, I. (2002). **Dimensões humanas da sustentabilidade**. In S. H. B. Almeida, A. L. Gonçalves, & F. T. Ribeiro (Eds.), *Desenvolvimento e meio ambiente: reflexões sobre as dimensões humanas da sustentabilidade* (pp. 41-57). Garamond.

SALLES, M. C. T.; GRIGIO, A. M.; SILVA, M. R. F. **Expansão urbana e conflito ambiental: uma descrição da problemática do município de Mossoró, RN – Brasil**. Soc. & Nat., Uberlândia, 25 (2): 281-290, 2013.

SANTANA, A. C. FREITAS, D. A. F. **Educação ambiental para a conscientização quanto ao uso da água**. Revista eletrônica Mestrado em Educação Ambiental, v.28, p.179-188, 2012. Disponível em: <http://repositorio.furg.br:8080/handle/1/3817>. Acesso em: 31 jul. 2022.

SANTANA, A. C. FREITAS, D. A. F. **Educação ambiental para a conscientização quanto ao uso da água**. Revista eletrônica Mestrado em Educação Ambiental, v.28, p.179-188, 2012. Disponível em: <http://repositorio.furg.br:8080/handle/1/3817>. Acesso em: 31 jul. 2022.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2009.

SCHWAB, KLAUS. The Fourth Industrial Revolution. **Geneva**: World Economic Forum, 2016.

SEABRA, L.O., GONZALES TACO, W., DOMINGUEZ, E. M. (2013) **Sustentabilidade em transportes: do conceito às políticas públicas de mobilidade urbana**. Revista dos Transportes Públicos – ANTP, ano 35, 2º quad., p. 103-122

SELIGMAN, M. E. P. (2011). **Florescer**: Uma nova compreensão sobre a natureza da felicidade e do bem-estar (C. P. Lopes, Trad.). Rio de Janeiro: Objetiva.

SELIGMAN, M. E. P. (2002). **Authentic happiness**: Using the new positive psychology to realize your potential for lasting fulfillment. New York: Free Press.

SEMAD-MG. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais. **Construção sustentável**: guia para incorporação de critérios de sustentabilidade em edificações. Belo Horizonte, 2008.

SEONG J. C.; PARK T.H.; KO, J. H.; CHANG, S. I.; KIM, M., HOLT, J. B.; MEHDI, M. R. Modeling of road traffic noise and estimated human exposure in Fulton County, Georgia, USA. **Environment International**, v. 37, p. 1336–1341., 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.05.019>

SILVA, A. F.; MENEZES, A. C.; MENDONÇA, F. A. L.; CARVALHO, F. L. A.; RIBEIRO, G. M.; AZEVEDO, R. C. **Curso de planejamento de transportes**: programa para técnicos e planejadores dos níveis municipais. Brasília: ANTP, 2007.

SILVA, A. F.; SILVA R.; MITSUYA M. **Análise do índice pluviométrico da região de Santarém (PA), entre 1969 e 2010**. 65º Reunião Anual da SBPC. 2013.

SILVA, Antônio Néelson Rodrigues da; RAMOS, Rui António Rodrigues; SOUZA, Léa Cristina Lucas de; RODRIGUES, Daniel Souto; MENDES, José Fernando Gomes. **SIG - Uma Plataforma para Introdução de Técnicas Emergentes no Planejamento Urbano, Regional e de Transportes: uma Ferramenta 3D para Análise Ambiental Urbana, Avaliação Multicritério, Redes Neurais Artificiais**. São Carlos, SP: Ed. dos Autores, 2004. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003><https://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12.018><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.005><http://dx.doi.org/10.1080/00206814.2014.902757><http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003>

SILVA, E. M. T. *et al.* **Planejamento Como Instrumento De Implementação Da Coleta Seletiva De Resíduos Sólidos Urbanos**. ENEGEP 2003 ABEPRO 1 - XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003.

SIQUEIRA, R. L.; LIMA, J. P. S. **A mobilidade urbana no Brasil**: importante marco com relação ao desenvolvimento de soluções para deslocamentos. In: Anais do XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, 2015, Fortaleza. Anais do XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, 2015.

SMITH, T. W. P.; JALKANEN, J. P.; ANDERSON, B. A.; CORBETT, J. J.; FABER, J.; HANAYAMA, S.; O'KEEFE, E.; PARKER, S.; JOHANSSON, L.; ALDOUS, L.; RAUCCI, C.; TRAUT, M.; ETTINGER, S.; NELISSEN, D.; LEE, D. S.; NG, S.; AGRAWAL, A.; WINEBRAKE, J. J.; HOEN, M., A. Third IMO Greenhouse Gas Study 2014. **International Maritime Organization (IMO)**, p. 327, 2014. DOI 10.1007/s10584-013-0912-3. Available at: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/ThirdGreenhouseGasStudy/GHG3ExecutiveSummaryandReport.pdf>.

SONG, Y. *et al.* **Exploring two decades of research on classroom dialogue by using bibliometric analysis**. Computers in Education, v. 137, p. 12–31, 2019.

SOUZA, E. **TERRENO IDEAL**. EwertonSouzaArquitetura. 2013. Disponível em: <http://ewertonsouzaarquitectura.blogspot.com/2013/02/terreno-ideal.html>.

SOUZA, J. T. DE, & POMPERMAYER, L. G. (2016). **Viabilidade econômica e financeira de empreendimentos imobiliários**. São Paulo: Atlas.

STEIN, P. P. (2013) **Barreiras, motivações e estratégias para mobilidade sustentável no campus São Carlos da USP**. 2013. 269p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

STRAPASSON, D. C.; SANTOS, A. dos; SANTOS, A. de P. L. **Falhas de desempenho devido ao planejamento ineficaz em edificações de ensino públicas**. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERAIS, 5., Ponta Grossa, 2010. Anais... Ponta Grossa: EETCG, 2010.

SU, M.; PENG, H.; LI, S. **A visualized bibliometric analysis of mapping research trends of machine learning in engineering (MLE)**. Expert Systems with Applications, [s. l.], v. 186, 2021.;

SUGANTHI, L. Multi expert and multi criteria evaluation of sectoral investments for sustainable development: An integrated fuzzy AHP, VIKOR / DEA methodology. **Sustainable Cities and Society**, vol. 43, no. August, p. 144–156, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.08.022>.

SUKSTER, Roberto. **A integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Dissertação. Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

SUTTERFIELD, J. S.; FRIDAY-STROUD, S. S.; SHIVERS-BLACKWELL, S. L. A case study of project and stakeholder management failures – lessons learned. **Journal of Project Management**, v. 37, n. 5, p. 26-35, 2006.

TCU (2015) Tribunal de Contas da União. **Relatório de auditoria operacional, governança em políticas públicas de mobilidade**. TC 020.745/2014-1. TCU. Brasília-DF.

TE BOVELDT G., VAN RAEMDONCK K., MACHARIS C.A. **New railway tunnel under Brussels? Assessing political feasibility and desirability with competence-based multi criteria analysis**. 2018. Transport Policy, 66

TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. (2005), A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, No. 109, pp. 9-26.

TEMPER, L., BENE, D., MARTINEZ-ALIER, J. (2015). **Mapping the frontiers and frontlines of global environmental justice: the EJAtlas**. J. Political Ecol., 22: 255-278.

THE WORLD BANK. Commitment to Sustainable Transport. [S. l.: s. n.], 2012. UNEP, Annual Report, 2007, citado em SOBREIRA *et al.*, **Sustentabilidade em Edificações Públicas: Entraves e Perspectivas**, Brasília, 2007.

TORRES-MACHI, C., PELLICER, E., YEPES, V., CHAMORRO, A. (2017). **Towards a sustainable optimization of pavement maintenance programs under budgetary restrictions**. J. Clean. Prod., 148:90-102, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.01.100

TUMPACH, Chantal; DWIVEDI, Puneet; IZLAR, Robert; COOK, Chase. **Understanding perceptions of stakeholder groups about Forestry Best Management Practices in Georgia**. Journal of Environmental Management, vol. 213, p. 374–381, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.02.045>.

- VALDÉS-VÁSQUEZ, R., KLOTZ L.E. (2013). **Social sustainability considerations during planning and design**: framework of processes for construction projects, *J. Constr. Eng. Manage.*, 139: 80-89, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000566
- VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. 2ª edição. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2006, 256 p.
- VAN DE WALLE, D. (2002). **Choosing Rural Road Investments to Help Reduce Poverty**. *World Dev.*, 30:575–589, doi:10.1016/S0305-750X(01)00127-9
- VANDERBILT, Tom – **Por que dirigimos assim?** : e o que isso diz sobre nós / Tom Vanderbilt; tradução Cristina Yamagami – Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. Título Original: Traffic Bibliografia.
- VARGAS, R. V. **An overview of the analytic hierarchy process and its applications**. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 44, n. 5, p. 1277-1304, 2010.
- VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Transporte e meio ambiente**: conceitos e informações para análise de impactos. São Paulo: Edição do Autor, 2006.
- VIEIRA, V. A. As tipologias, variações e características da pesquisa de marketing. **Revista da FAE**, v. 5, n. 1, p. 61-70, 2002.
- VINCKE, P., 1992. **Multicriteria Decision-aid**. John Wiley & Sons
- WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION, Environmental Noise Guidelines for the European Region, **WHO Regional Office for Europe**, Copenhagen, Denmark, 2018. Disponível em: <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>. Acesso em: 05 set. 2021.
- WOLCH, Jennifer R. BYRNE, Jason. Newell, Joshua P. **Urban green space, public health, and environmental justice: the challenge of making cities ‘just green enough’**. *Landsc. Urban Plan.*, 125 (2014), pp. 234-244, 10.1016/j.landurbplan.2014.01.017
- WORLD RESOURCES INSTITUTE BRASIL (WRI). 2017. **Acessos Seguros - Diretrizes para qualificação do acesso às estações de transporte coletivo**. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/AcessosSeguros_mai18.pdf. Acesso em: 30 set. 2022.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE BRASIL (WRI). 2018. **A engrenagem urbana brasileira**. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/engrenagem-urbana-brasileira>. Acesso em: 10 abr. 2022.
- YILMAZ, N. K., & ÇAY, A. (2021). **A Hybrid Approach for Sustainable Supply Chain Performance Evaluation**: A Case Study in the Textile Industry. *Sustainability*, 13(3), 1145.
- ZEČEVIĆ, S.; TADIĆ, D.; KRSTIĆ, M. **Barriers to the implementation of sustainable urban transport measures in cities**. *Tehnika*, v. 72, n. 5, p. 759-766, 2017.
- ZHAO-WEI Qu, NING-BO CAO. 2017. **Modeling electric bike–car mixed flow via social force model** <https://doi.org/10.1177/1687814017719641>. *Advances in Mobility Theories, Methodologies, and Applications 2016 - Research Article*