

**V MODERNIZAÇÃO DA
MOBILIDADE NA RMBH**

UMA NOVA ABORDAGEM DOS
MODELOS DE GESTÃO, OPERAÇÃO
E DE CONTRATAÇÃO DOS SERVIÇOS

CONSOLIDAÇÃO DA ETAPA 2

PARTE I

AVALIAÇÃO DE PROJETOS

JUNHO 2021



**MODERNIZAÇÃO DA
MOBILIDADE NA RMBH**

UMA NOVA ABORDAGEM DOS
MODELOS DE GESTÃO, OPERAÇÃO
E DE CONTRATAÇÃO DOS SERVIÇOS

CONSOLIDAÇÃO DA ETAPA 2

PARTE I

AVALIAÇÃO DE PROJETOS

JUNHO 2021

SYSTRA

praxis
PROJETOS E CONSULTORIA

Azevedo Sette
ADVOGADOS

GALÍPOLO
consultoria

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	6
LISTA DE QUADROS	6
MODERNIZAÇÃO DA MOBILIDADE NA RMBH	9
1. INTRODUÇÃO	13
2. AVALIAÇÃO DE PROJETOS	17
2.1. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	18
2.2. AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO	20
2.3. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	21
2.3.1. POLÍTICO-INSTITUCIONAL	22
2.3.2. ECONÔMICO-FINANCEIRO	23
2.3.3. MOBILIDADE INTEGRADA	24
2.3.4. SOCIAL, URBANÍSTICA E AMBIENTAL	26
2.4. DEFINIÇÃO DE PESOS	35
2.4.1. MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA	37
2.4.2. PESOS	38
2.5. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO	44
REFERÊNCIAS	52

LISTA DE SIGLAS	
ADES	ÁREAS DE INTERESSE AMBIENTAL
AHP	ANALYTIC HIERARCHY PROCESS
ARMBH	AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE
BNDES	BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL
BRT	BUS RAPID TRANSIT
CA	COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO
CABAS	COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO BÁSICO
CACENT	COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO DE CENTRALIDADE
CAMAX	COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO MÁXIMO
CAPEX	CAPITAL EXPENDITURE (INVESTIMENTOS EM BENS DE CAPITALIS)
CBTU	COMPANHIA BRASILEIRA DE TRENS URBANOS
COPAM	CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL
CUB	CUSTO UNITÁRIO BÁSICO DE CONSTRUÇÃO
DN	DELIBERAÇÃO NORMATIVA
DOTS	DESENVOLVIMENTO ORIENTADO AO TRANSPORTE SUSTENTÁVEL
GEE	GASES DE EFEITO ESTUFA
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IDE-SISEMA	INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS
IPEA	INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA
IVS	ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL
MDR	MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL
NAU	NOVA AGENDA URBANA
ODS	OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
ONU	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
OPEX	OPERATIONAL EXPENDITURE (DESPESAS OPERACIONAIS)
PDDI-RMBH	PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE
PNMU	POLÍTICA NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA
RMBH	REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE
SEEG	SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA
SEINFRA	SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE DE MINAS GERAIS
TCU	TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO
UDH	UNIDADE DE HABITAÇÃO

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MODELO DE ESCALAS DE NORMALIZAÇÃO DE CRITÉRIOS	13
FIGURA 2: ESTRUTURA DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS	14
FIGURA 3: COMBINAÇÃO DAS CAMADAS ANALISADAS	26
FIGURA 4: ESQUEMA METODOLÓGICO DE CÁLCULO DAS EMISSÕES	30
FIGURA 5: ÁRVORE DE DECISÃO	34
FIGURA 6: ATORES ENVOLVIDOS NO PROCESSO PARTICIPATIVO DE ANÁLISE DOS INDICADORES	35
FIGURA 7: ATORES ENVOLVIDOS NO PROCESSO PARTICIPATIVO DE ANÁLISE DAS DIMENSÕES	36
FIGURA 8: PESOS DAS DIMENSÕES	38
FIGURA 9: PESOS DOS INDICADORES	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: DIMENSÕES, INDICADORES E PESOS	37
TABELA 2: RANKING DOS PROJETOS AVALIADOS	42
TABELA 3: RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SEM APLICAÇÃO DE PESOS	43

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: CRITÉRIOS DE ENQUADRAMENTO DO COPAM/MG	21
QUADRO 2: CONSOLIDAÇÃO DOS FATORES AMBIENTAIS E RESPECTIVOS PESOS	23
QUADRO 3: VALORES DOS CAMÁX DAS MACROZONAS DO PDDI	26
QUADRO 4: ESCALA DE AVALIAÇÃO	34



MODERNIZAÇÃO DA MOBILIDADE NA RMBH

O Grupo CCR, em linha com seus objetivos estratégicos voltados a promover o desenvolvimento sustentável das áreas em que atua e contribuir com a estruturação de projetos de mobilidade que tragam benefícios a todos os segmentos da sociedade, doará à Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade (SEINFRA-MG ou SEINFRA) estudos de mobilidade urbana para a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). O objetivo é contribuir para a estruturação de projetos focados na sustentabilidade do sistema de transporte público coletivo de passageiros, fornecendo subsídios técnicos para a elaboração do Plano de Mobilidade da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PlanMob RMBH) na dimensão do Transporte Coletivo.

Esta doação está amparada pelo Decreto Estadual nº 47.611/2019¹, que define:

Um particular pode apresentar pedido para adoção deste mecanismo, sendo assegurado a terceiros o direito de apresentar comentários, impugnações ou suas próprias propostas;

Possibilidade de convocar Chamamento Público para doação de bens e serviços à Administração Pública.

Seguindo os procedimentos previstos no Decreto Estadual nº 47.611/2019, a SEINFRA deu publicidade à manifestação de interesse realizada pelo Grupo CCR no Diário Executivo do Estado de Minas Gerais em 28 de outubro de 2020. Nesta publicação foi dada possibilidade a demais interessados oferecer serviços similares ou apresentar eventual impugnação à proposta apresentada. Não havendo qualquer outra manifestação até 06 de novembro de 2020, data indicada do Diário Executivo, o Grupo CCR e a SEINFRA-MG procederam à assinatura do Termo de Doação, o qual foi publicado no Diário Executivo do Estado em 26 de novembro de 2020. A proposta apresentada pelo Grupo CCR é composta por quatro grandes áreas de atuação em torno das quais serão estruturados estudos e serviços de consultoria a serem doados, quais sejam: modelagem de transportes, urbanismo e meio ambiente, viabilidade econômico-financeira e jurídico-regulatória.

O objetivo é contribuir para a estruturação de projetos focados na sustentabilidade do sistema de transporte público coletivo de passageiros.

¹ Regulamenta o recebimento de doação de bens móveis e serviços, sem ônus ou encargos, e o recebimento de bens em comodato pela Administração Pública direta, autárquica e fundacional do Poder Executivo e institui o Selo Amigo de Minas Gerais.

Para desenvolvimento dos trabalhos foram mobilizadas consultorias altamente especializadas e com histórico relevante de trabalhos sobre os respectivos temas e na região:



Systra Engenharia e Consultoria LTDA., com sedes em Belo Horizonte - MG e São Paulo - SP, será responsável pela coordenação técnica e integração dos estudos, bem como pela modelagem de transportes em nível metropolitano;



Práxis Projetos e Consultoria LTDA., com sede em Belo Horizonte - MG, que será responsável pelos estudos urbanísticos e ambientais, contemplando, dentre outros: planos de expansão urbana e de Operações Urbanas Consorciadas, áreas no entorno da rede de transporte com potencial de exploração e tecnologias ambientalmente sustentáveis;



Galípolo Consultoria LTDA., com sede em São Paulo - SP, que será responsável pelos estudos econômico-financeiros, contemplando, dentre outros: estudos de viabilidade econômico-financeira, novos modelos de contratação e remuneração e auxílio no Marco Regulatório e estruturação de receitas;



Azevedo Sette Advogados Associados, com sedes em Belo Horizonte - MG e São Paulo - SP, que será responsável pelos estudos jurídico-regulatórios, contemplando, dentre outros: estrutura regulatória, legislativa e institucional da RMBH, diagnóstico jurídico das redes metropolitana e municipais e estruturação do novo ambiente regulatório da mobilidade urbana.

Todas as consultorias estão empenhadas em conjunto no desenvolvimento de uma estratégia multicritério de avaliação de projetos, em benchmarking de novos modelos regulatórios, de remuneração, contratação e financiamento de projetos, visando a estruturação de propostas sustentáveis para a mobilidade da RMBH do ponto de vista técnico, ambiental, jurídico e econômico.

Os estudos propostos vêm a somar às iniciativas já realizadas pela SEINFRA e pela ARMBH entre 2017 e 2018 para elaboração do PlanMob RMBH, e continuadas em 2019 com a criação do Escritório da Mobilidade, com o objetivo de catalisar ações para aprimoramento de soluções integradas de transportes e o aperfeiçoamento da ordenação do uso e ocupação do solo. As iniciativas já realizadas incluem: levantamento de dados de mobilidade; construção de bases de dados cartográficas digitais; pesquisas de tráfego; levantamento de legislação e normas

vigentes; ações de comunicação e participação popular bem como a elaboração de matriz OD de cargas.

Todas estas iniciativas se integram a quatro grandes linhas de atuação que estão sendo conduzidas pelo Escritório da Mobilidade para elaboração do PlanMob: **transporte ativo, logística urbana, transporte individual motorizado e transporte público coletivo**, este último, no âmbito dos estudos aqui apresentados. Transversalmente a estas linhas de atuação, somam-se iniciativas com foco no **uso e ocupação do solo, sustentabilidade, segurança viária, acessibilidade e governança e participação popular**.

Os estudos desenvolvidos, bem como os produtos gerados serão disponibilizados ao EMOB para compor as análises técnicas relativas ao transporte coletivo na RMBH e servirão de subsídio para as ações de elaboração do PlanMob RMBH.

FIGURA 0
Linhas de Atuação



1.1 ESTRUTURA DO PROJETO

O Projeto contempla três Etapas, assim definidas:

ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
MEDIDAS DE ADOÇÃO IMEDIATA	PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS E DIRETRIZES PARA NOVO MODELO	MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NA RMBH
Desenvolvida entre os meses de dezembro de 2020 e março de 2021, que incluiu um diagnóstico técnico, operacional e jurídico da mobilidade na RMBH, em conjunto com a proposição de diretrizes para racionalização da rede de transporte metropolitana e cálculo do impacto nos principais indicadores de produtividade, com vistas a soluções de curto prazo para os problemas impulsionados pela Pandemia da COVID-19.	Desenvolvida entre os meses de março e julho de 2021, que contempla uma avaliação multicritério do portfólio de projetos e ações já previstos em diferentes planos e ações de mobilidade para RMBH e seus municípios, bem como toda avaliação de benchmarking realizada para os diferentes temas abordados nos estudos.	Cujas ações já tiveram início desde a Etapa 1 e devem se estender até dezembro de 2021, contemplando análise dos projetos prioritários em formato de cestas, estudo de reorganização da rede de transporte metropolitana e análise de impactos, estudos de pré-viabilidade dos projetos selecionados e síntese de modelos de contratação, remuneração, gestão da arrecadação e financiamento.

INTRODUÇÃO

Este relatório consolida a Etapa 2 – Parte 1 dos estudos de mobilidade para a RMBH e inclui a avaliação de projetos de mobilidade na RMBH.

A Avaliação de Projetos teve por objetivos principais:

- Construir um portfólio de planos e projetos de mobilidade urbana, já discutidos em âmbito metropolitano e pelos municípios da RMBH, de forma a orientar as análises da rede de transportes futura;
- Construir um processo sistêmico, transparente e participativo de avaliação destes projetos, com base em uma estrutura de avaliação multicritério desenvolvida por especialistas em diferentes áreas da mobilidade urbana e validada pelos principais atores no processo de construção do PlanMob da RMBH: SEINFRA, ARMBH e Comitê Técnico da Mobilidade;
- Permitir a participação dos principais stakeholders em nível metropolitano, na construção do sistema de pesos para ponderação desses projetos;
- Permitir conhecer de forma mais detalhada as ações mapeadas em termos de suas características físicas, demanda atendida, benefícios e externalidades, bem como fraquezas e potencialidades para sua viabilização, a partir dos resultados obtidos para os 12 indicadores de avaliação mensurados para cada projeto;
- Ao término da análise, fornecer um guia de planos, projetos e ações para mobilidade urbana, que possa ser discutido e analisado em maior profundidade, visando identificar sinergias com outras estratégias mapeadas e propostas pelo grupo de trabalho, SEINFRA e ARMBH.

Este documento está assim estruturado:

Primeira parte: Introdução, na qual se apresenta o produto e os diferentes processos que compreenderam a Etapa 2 do estudo;

Segunda parte: intitulada “Avaliação de Projetos”, refere-se à apresentação da metodologia e dos resultados obtidos na análise dos diferentes projetos que haviam sido levantados durante a Etapa 1, contendo os objetivos estratégicos que norteiam o estudo, a descrição da avaliação multicritério e dos critérios de avaliação, bem como do método de cálculo dos indicadores selecionados, o método de análise hierárquico adotado envolvendo os diferentes stakeholders para a definição dos pesos, e, finalmente, os resultados obtidos.

2

AVALIAÇÃO DE PROJETOS

Após amplo levantamento realizado a partir de dados enviados pela SEINFRA de projetos de mobilidade urbana previamente estudados em âmbito metropolitano por diferentes órgãos de gestão estadual e municipal da RMBH, buscou-se analisá-los e compará-los, considerando diferentes critérios pré-definidos, com o objetivo de hierarquizá-los e indicar a relação de projetos prioritários para orientar o planejamento e o uso dos recursos, bem como estratégias integradas de desenvolvimento urbano e alternativas de *funding*.

Esta etapa envolveu diferentes atividades: 1) proposição de objetivos estratégicos para a rede metropolitana, os quais devem nortear as Etapas 2 e 3 do estudo; 2) proposição de uma estrutura de avaliação multicritério para priorização dos projetos; 3) envolvimento das diferentes partes interessadas por meio do Método de Análise Hierárquica para definição dos pesos dos critérios de avaliação (dimensões e indicadores); 4) cálculo e normalização dos indicadores; 5) ranking dos projetos e análise dos resultados. O sistema de avaliação a ser apresentado foi desenvolvido levando em consideração os seguintes aspectos:

- Objetividade;
- Mensurabilidade;
- Transparência;
- Interdisciplinaridade;
- Participação dos diferentes *stakeholders*, com diferentes perspectivas e especialidades.

2.1 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

A estruturação do sistema de avaliação de projetos foi precedida pela definição de um conjunto de objetivos estratégicos para a mobilidade urbana na RMBH, o qual serviu como base para definição da estrutura de Dimensões e Indicadores de avaliação.

A base conceitual para a redação dos objetivos estratégicos envolveu os seguintes documentos:

- Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), instituída pela Lei federal (12.587/2012);
- Nova Agenda Urbana (NAU) da Organização das Nações Unidas (ONU) (2016);
- Agenda 2030 e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (2016);
- Agenda 2030 / ODS: Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (2018);

Produto 12 – Relatório das Ações de Comunicação, Controle e Participação Popular do Plano de Mobilidade da RMBH do Consórcio MOBMETRO (2018), que destacou a preocupação dos stakeholders com modelo de governança e a integração dos serviços de transporte;

- Decisão do Tribunal de Contas da União (TCU) para estabelecimento de critérios mínimos para avaliação dos estudos de viabilidade de empreendimentos de média e alta capacidade em mobilidade urbana do país pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) (2021);
- Planos de Mobilidade Municipais e Metropolitano, Planos Diretores Municipais e Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) da RMBH.

Entrevistas realizadas durante março e abril de 2021 com órgãos gestores de Nova Lima, Betim, Santa Luzia, Contagem e Ribeirão das Neves.

Considerando esta base conceitual, foram definidos os objetivos estratégicos, os quais embasaram a estrutura de avaliação e hierarquização de projetos.



1. GOVERNANÇA METROPOLITANA

1.1. Promover projetos alinhados à Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU), considerando os instrumentos de planejamento da RMBH e dos municípios que a integram, de forma a dar suporte à rede de centralidades identificadas e às demandas atuais e futuras;

1.2. Fortalecer os mecanismos de planejamento e gestão metropolitana buscando o estabelecimento de uma política de mobilidade integrada, suportada por órgãos robustos de gestão e regulação;

1.3. Promover a modernização do marco jurídico e regulatório visando dar suporte à inovação e melhoria dos serviços de transporte coletivo, assegurando o atendimento dos interesses públicos, garantindo a segurança jurídica às partes e a sustentabilidade econômico-financeira do sistema.



2. MOBILIDADE INTEGRADA

2.1. Priorizar os serviços de transporte público coletivo;

2.2. Melhorar e ampliar os sistemas de transporte estruturantes já instalados, de forma a otimizar os serviços, garantir a manutenção da qualidade operacional e sua sustentabilidade econômico-financeira;

2.3. Desenvolver, mediante instrumentos jurídicos robustos, regras para a integração física, operacional e tarifária entre os diversos modos de transporte e prestadores de serviços de transporte público na RMBH;

2.4. Promover a acessibilidade aos serviços de transporte público através da melhoria da infraestrutura dos modos não-motorizados e promoção de serviços complementares integrados.



3. MEIO AMBIENTE, ECONOMIA E SOCIEDADE

3.1. Contribuir para a segurança e equidade no acesso aos serviços de transporte, com especial atenção para pessoas em situação de vulnerabilidade, seja por renda baixa, por raça/cor, por identidade de gênero, ou por apresentarem mobilidade reduzida, tais como, crianças, idosos, gestantes, obesos e pessoas com deficiência;

3.2. Buscar novas formas e estratégias de financiamento do transporte coletivo com vistas à diversificação e à sustentabilidade das fontes de recursos tanto públicos como privados;

3.3. Promover projetos capazes de mitigar custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos, considerando a viabilidade em todo seu ciclo de vida (planejamento, implantação e operação);

3.4. Promover o uso de energias renováveis e menos poluentes;

3.5. Prever monitoramento contínuo do serviço de transporte público e seus operadores, de forma a ampliar o acesso à informação, a transparência e o controle sobre a qualidade dos serviços prestados.



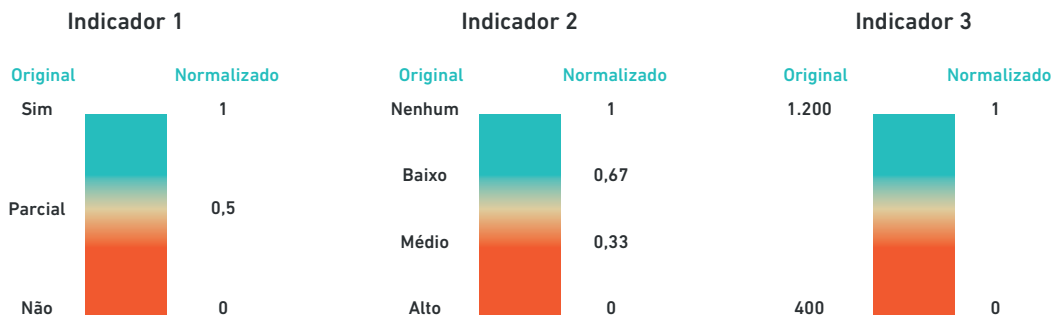
2.2 AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO

Para realizar uma avaliação preliminar de viabilidade dos 52 projetos levantados, que possibilite elencar e ordenar em horizontes de implantação os projetos que constarão da carteira do PlanMob da RMBH, foi desenvolvido um sistema de avaliação baseado em análise multicritério.

A metodologia de análise é composta por uma matriz multicritério que apresenta 4 dimensões e 12 indicadores, com pesos variando entre zero (0) e um (1) (ou entre 0% e 100%).

Os indicadores, qualitativos ou quantitativos, que podem ter ampla variação de valores, devem ser normalizados, ou seja, convertidos para uma escala de 0 a 1, conforme mostra a figura a seguir.

FIGURA 1
Modelo de escalas de normalização de critérios



Ao ponderar o Indicador Normalizado pelo Peso do Indicador na Dimensão e pelo Peso da Dimensão, chega-se à Nota do Indicador. O somatório das Notas dos diferentes indicadores resulta na Nota Final do projeto avaliado:

$$Avaliação = \sum Indica\!d\!o\!r_{Normalizado} * Peso_{Indica\!d\!o\!r} * Peso_{Dimens\!a\!o}$$

Entende-se que a definição dos pesos a serem considerados na análise é parte essencial do processo e exige a participação de diferentes stakeholders, de modo que se propôs que fossem definidos a partir de um processo de construção coletiva por meio do Método de Análise Hierárquica ou Analytic Hierarchy Process (AHP). Ao selecionar este método, o objetivo principal foi envolver a participação dos municípios e demais partes interessadas.

2.3 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Os critérios de avaliação – dimensões e indicadores – foram definidos a partir de ampla discussão entre os especialistas envolvidos no estudo, tendo sido realizados workshops entre o grupo de trabalho e consultores multidisciplinares. Esta estrutura foi ainda validada em discussões com SEINFRA e ARMBH, bem como foi submetida à apreciação do Comitê Técnico de Mobilidade da RMBH em reunião realizada em 27 de abril de 2021 .

O objetivo principal do sistema de avaliação é oferecer subsídios para a tomada de decisão em processos de planejamento, trazendo uma série de benefícios em termos de contribuição para o desenvolvimento sustentável. Uma das grandes virtudes da matriz diz respeito à abordagem multicritério para a avaliação

de cada uma das intervenções. No entanto, é importante estabelecer métodos de cálculos para a atribuição de pontos às intervenções que sejam claros, evitando diferentes interpretações a respeito dos indicadores.

Assim, o foco do analista deve ser o mais restrito possível aos objetivos pretendidos por cada indicador específico. A metodologia empregada na análise multicritério exige do analista uma postura focada nos objetivos estritos do indicador, deixando para que a composição final da matriz responda a abordagem sistêmica.

Visando tornar claro o significado e o método de cálculo de cada um dos indicadores, este capítulo apresenta a base conceitual para o processo de avaliação.

FIGURA 2
Estrutura do modelo de avaliação de projetos

Todos estes elementos são descritos em termos de seus objetivos e método de cálculo.



2.3.1. POLÍTICO-INSTITUCIONAL

Avalia preliminarmente a viabilidade dos projetos levantados sob os aspectos político e de atingimento dos interesses da coletividade.

INDICADOR 1: RECURSOS ORÇAMENTÁRIOS

DEFINIÇÃO

Visa verificar a previsão de alocação de recursos na lei orçamentária anual vigente do Estado de Minas Gerais ou do(s) município(s) competentes para a realização do projeto. A existência prévia de recursos orçamentários alocados ao projeto tende a facilitar significativamente a sua implantação, visto não ser necessária a obtenção de créditos orçamentários junto ao respectivo Poder Legislativo ou a obtenção de repasses de recursos não previstos de outros entes políticos.

MÉTODO DE CÁLCULO

A previsão de recursos em lei orçamentária anual vigente para custeio do valor integral do projeto deve ser considerada como valor 1,0. Se o projeto não depender da alocação de receitas públicas (por exemplo, tratar-se de concessão comum), igualmente deve ser atribuído valor 1,0. Se não houver previsão orçamentária, deve ser atribuído o valor 0,0. Se houver previsão de recursos para custear apenas parcialmente o projeto ou se houver previsão de inclusão desses recursos em lei orçamentária futura ou, ainda, nos casos em que houver procedimento licitatório para a concessão em vias de ser iniciado, o indicador será 0,5.

INDICADOR 2: POPULAÇÃO RESIDENTE

DEFINIÇÃO

População total residente nos municípios da RMBH contemplados pelo projeto. Busca priorizar projetos que atendam de forma mais ampla a população da Região Metropolitana, permitindo que maior número de pessoas com origem em municípios distintos sejam beneficiadas.

MÉTODO DE CÁLCULO

Somatório da população de cada município contemplado no projeto. A avaliação considera a Estimativa de População, 2020, realizada pelo IBGE. A normalização foi feita atribuindo-se 1,00 à maior população atendida e 0,00 à menor.

2.3.2. ECONÔMICO-FINANCEIRO

Permite verificar se um projeto apresenta capacidade de geração de receitas suficiente para sua implantação e manutenção ou se este necessita de recursos complementares para assegurar sua viabilidade econômico-financeira. Quanto maior a viabilidade econômica de um projeto – medida pelo potencial de geração de receita, frente aos seus custos de manutenção, operação e implantação – maior é a sua capacidade de ofertar recursos excedentes para o sistema, na forma de subsídios cruzados, permitindo que projetos igualmente importantes do ponto de vista da matriz de transporte, para a sociedade, tornem-se viáveis, mesmo quando deficitários do ponto de vista financeiro.

Os insumos utilizados para o cálculo dos indicadores da dimensão econômico-financeira são:

CAPEX ANUAL

Considerando informações a partir de estudos anteriores, corrigidas monetariamente e estimativas paramétricas com base na experiência do Grupo de Trabalho e projetos semelhantes.

RECEITA ANUAL

Considerando a demanda prevista para os projetos e a tarifa média do sistema.

OPEX ANUAL

Considerando estimativas paramétricas com base na experiência do Grupo de Trabalho e projetos semelhantes.

INDICADOR 3: CAPACIDADE DE COBERTURA OPERACIONAL

DEFINIÇÃO

Demonstra se a receita do projeto é suficiente para suportar os custos da operação. Valores positivos indicam que os projetos são superavitários. Quanto maior o indicador, mais superavitário é o projeto. Quanto mais superavitário o projeto, mais ele ajuda a suportar o sistema, contribuindo para as análises combinatórias de sustentabilidade de outros projetos.

MÉTODO DE CÁLCULO

O cálculo do indicador é feito por meio da fórmula:

(Receita Anual/OPEX Anual)-1

Os resultados são posteriormente normalizados atribuindo-se ao maior resultado obtido o valor igual a 1,00. Ao resultado negativo mais expressivo atribuiu-se o valor igual a 0,00.

INDICADOR 4: CAPACIDADE DE COBERTURA DO INVESTIMENTO

DEFINIÇÃO

Expressa a capacidade de cobertura do investimento pela cobertura dos custos operacionais – que expõe a capacidade de geração de saldo operacional do projeto. Seu objetivo é expor a capacidade operacional de pagamento do investimento, permitindo a análise de projetos heterogêneos.

MÉTODO DE CÁLCULO

O cálculo do indicador é feito por meio da fórmula:

Log [CAPEX/ (Receita Anual/OPEX Anual)]

Os resultados são posteriormente normalizados considerando melhores os projetos com menor resultado obtido, aos quais são atribuídos o valor 1,00, e ao pior projeto, de maior resultado, é atribuído o valor 0,00.

INDICADOR 5: MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO POR PASSAGEIRO

DEFINIÇÃO

Conforma a contribuição de resultado operacional por passageiro. Seu objetivo é indicar a margem de contribuição positiva (valores positivos). Quanto maior o indicador, mais sensível ele é a oscilações de demanda. Quanto maior o indicador, maior o ganho de longo prazo, fruto de crescimento do seu uso para o sistema.

MÉTODO DE CÁLCULO

O cálculo do indicador é feito por meio da fórmula:

(Receita Anual – OPEX Anual)/ passageiros anual

Os resultados são posteriormente normalizados atribuindo-se ao maior resultado obtido o valor 1,00 e ao pior, o valor 0,00.

2.3.3. MOBILIDADE INTEGRADA

Seu objetivo é identificar projetos que priorizem o transporte público coletivo, que atendam um maior número de pessoas, e que apresentem benefícios aos usuários como redução do tempo e custo de viagem, além de reduzir externalidades negativas a toda sociedade.

INDICADOR 6: REDUÇÃO DO CUSTO GENERALIZADO

DEFINIÇÃO

Representa a redução de custos de deslocamento levando em consideração custos tarifários e os tempos da viagem desde a origem até o destino final do passageiro. A redução será obtida em relação à rede básica (atual) e considerando a inserção de cada projeto na rede. Os tempos de deslocamentos são monetizados sob a percepção do usuário (custo de tempo). Seu objetivo é identificar projetos

que apresentam maior impacto na percepção do passageiro quanto à redução dos custos econômicos dos deslocamentos.

MÉTODO DE CÁLCULO

O indicador é calculado por meio da soma do custo tarifário e do custo do tempo, tanto no deslocamento em si, quanto no acesso, egresso e transferência, ou seja, o custo de tempo desde a origem até o destino final. O resultado é fornecido em reais (R\$). Em seguida, calcula-se o percentual de economia em relação ao cenário base. Este percentual de economia é então normalizado entre 0,00 (menor redução ou redução nula) e 1,00 (maior redução).

O cálculo do indicador envolve a simulação da rede em softwares de planejamento de transportes. Além da tarifa, o valor do tempo também é um parâmetro considerado na escolha dos caminhos, e é associado a tarifa através da conversão do tempo em dinheiro. Ambas as variáveis compõem o custo generalizado dos itinerários possíveis para cada par O-D e a alocação dos fluxos de passageiros se dá através da minimização desse custo.

CG = \sum_i F_i + VOT \times \left(\sum_j W_j t_j + \sum_k P_k \right)

Onde:

- CG é o custo generalizado, variável que deve ser minimizada durante a alocação;
- Fj são as tarifas pagas nas linhas de transporte coletivo, incluindo os eventuais descontos tarifários;
- VOT corresponde ao valor do tempo;
- Tj são os tempos de cada trecho da viagem e Wj seus respectivos pesos, sendo esses:
 - tempo de acesso: trecho, normalmente percorrido a pé (mas também podendo ser de bicicleta, carona etc.), entre o ponto de origem da viagem (representado pelo centroide da zona de origem) e o primeiro embarque em uma linha de transporte coletivo;

- tempo de espera, no ponto de ônibus ou plataforma da estação de metrô;
 - tempo a bordo da linha de transporte coletivo (que inclui tempo em circulação e tempo de parada, ou dwelling time);
 - tempo de transbordo: trecho percorrido a pé para realizar integração entre duas linhas de transporte coletivo, entre o desembarque da primeira e a espera pela segunda;
 - tempo de egresso: trecho entre o último desembarque e o ponto final da viagem, representado pelo centroide da zona de destino.
- Pk são as penalidades eventualmente aplicadas ao cálculo do custo generalizado, em função do número de transbordos, de determinados embarques e desembarques etc.

INDICADOR 7: POPULAÇÃO RESIDENTE NO ENTORNO DO PROJETO

DEFINIÇÃO

Apresenta a avaliação da população imediatamente impactada pela implantação do projeto. Visa priorizar projetos que podem impactar diretamente um maior número de pessoas.

MÉTODO DE CÁLCULO

O cálculo do indicador é o somatório da população residente nos setores censitários alcançados por um buffer do eixo do projeto. Para os projetos de terminais e estações foi considerada uma área de influência de 3.000 m, enquanto para os demais projetos a área de influência considerada foi de 1.000 m. A normalização é feita atribuindo-se 1,00 à maior população atendida e 0,00 à menor.

Ressalta-se que para este indicador foram feitas estimativas populacionais para o ano de 2020, de forma a atualizar os dados do IBGE relativos aos setores censitários de 2010.

INDICADOR 8: PRIORIZAÇÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO

DEFINIÇÃO

Avalia se o projeto atende prioritariamente deslocamentos por transporte público coletivo ou individual. Visa priorizar projetos de transporte público coletivo de forma a ampliar o atendimento à população e gerar maiores benefícios econômicos, sociais e ambientais.

MÉTODO DE CÁLCULO

- Para o cálculo do indicador, foi realizada uma classificação qualitativa dos projetos de acordo com os modos e serviços de transporte que atendem, conforme abaixo:
 - Sim: Projetos exclusivamente de transporte público coletivo, como linhas de metrô, linhas de trens de passageiros, sistemas de BRT ou BRS, ou ainda faixas exclusivas receberam a nota máxima, ou seja 1,00.
 - Parcial: Projetos destinado principalmente ao transporte individual motorizado, mas que preveem a implantação de uma infraestrutura específica para o transporte coletivo, receberam uma nota parcial, ou seja 0,50.
 - Não: Projetos exclusivamente para transporte individual motorizado, como projetos rodoviários em que não se preveem infraestruturas destinada ao transporte coletivo, receberam a nota mínima, ou seja 0,00.

2.3.4. SOCIAL, URBANÍSTICA E AMBIENTAL

A Dimensão Social contempla a comunidade que convive no mesmo território objeto de análise. A Dimensão Urbanística, por sua vez, compreende o território urbano propriamente dito, onde vive esta população: morfologia, áreas ocupadas ou não, uso do solo, áreas de riscos, arcabouço legal, potenciais de desenvolvimento, entre outros temas. Por fim, a Dimensão Ambiental trata dos impactos da ocupação sobre o território em foco e a população residente, buscando garantir a sustentabilidade das ações a serem empreendidas sobre ele.

INDICADOR 9: POPULAÇÃO VULNERÁVEL ATENDIDA

DEFINIÇÃO

Procura sinalizar a eficiência do projeto em análise no atendimento de população vulnerável, aferido através do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) calculado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

MÉTODO DE CÁLCULO

- O IVS é calculado a partir da média aritmética de três subíndices que o compõem, são eles:
- Infraestrutura Urbana;
- Capital Humano; e,
- Renda e Trabalho.

No total, são 16 indicadores, calculados a partir das variáveis do último Censo Demográfico do IBGE (2010). Cada indicador tem parâmetros máximos e mínimos, com valores variando de 0,000 a 1,000. Cada indicador tem seu valor normalizado numa escala que varia entre 0 e 1, em que 0 corresponde à situação ideal, ou desejável, e 1 corresponde à pior situação.

Foram necessárias as seguintes informações:

- Área de entorno do projeto definida (buffer de 3 km para os projetos de terminais e estações e 1 km para os demais projetos) e georreferenciada.
- Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) calculado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) desagregado por Unidade de Habitação (UDH) da RMBH. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/.IPEA>.

Calculou-se inicialmente a área de cada UDH inserida na área de entorno do projeto² e, em seguida, o IVS médio a partir da média ponderada pela área do IVS das UDHs abrangidas.

Ao final dos cálculos fez-se a normalização dos valores obtidos, classificando-os entre o intervalo de 1-0, da maior para a menor população atendida.

INDICADOR 10: NÍVEL DE RESTRIÇÕES AMBIENTAIS OU SOCIAIS

DEFINIÇÃO

Busca avaliar o nível de restrição ambiental ou social existente nos limites do território atravessado pelos projetos em estudo, ao longo de toda a extensão das intervenções previstas.

MÉTODO DE CÁLCULO

Como unidade de medida para este indicador utilizaram-se os pontos obtidos a partir da soma dos pesos definidos para cada fator ambiental integrante da Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017, apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1
Critérios de Enquadramento do COPAM/MG

CRITÉRIOS	PESOS
1. Localização prevista em Unidade de Conservação de Proteção Integral, nas hipóteses previstas em Lei	2
2. Supressão de vegetação nativa em áreas prioritárias para conservação, considerada de importância biológica “extrema” ou “especial”, exceto árvores isoladas	2
3. Supressão de vegetação nativa, exceto árvores isoladas	1
4. Localização prevista em zona de amortecimento de Unidade de Conservação de Proteção Integral, ou na faixa de 3 km do seu entorno quando não houver zona de amortecimento estabelecida por Plano de Manejo; excluídas as áreas urbanas.	1
5. Localização prevista em Unidade de Conservação de Uso Sustentável, exceto APA	1
6. Localização prevista em Reserva da Biosfera, excluídas as áreas urbanas	1
7. Localização prevista em Corredor Ecológico formalmente instituído, conforme previsão legal	1
8. Localização prevista em áreas designadas como Sítios Ramsar	2
9. Localização prevista em área de drenagem a montante de trecho de curso d’água enquadrado em classe especial	1
10. Captação de água superficial em Área de Conflito por uso de recursos hídricos.	1
11. Localização prevista em área de alto ou muito alto grau de potencialidade de ocorrência de cavidades, conforme dados oficiais do CECAV-ICMBio	1

Fonte: Tabela 4 - DN Copam nº 217/2017 Copam/MG

² Como o formato das UDHs é variável e não coincide com os limites adotados no estudo, elas foram recortadas de forma que somente fosse considerada no cálculo do indicador a parcela da UDH efetivamente inserida na área de entorno dos projetos analisados.

A DN 217/2017 estabelece critérios para classificação dos empreendimentos, a partir de seu porte e potencial poluidor e fator locacional. O objetivo é enquadrar a intervenção, através de sua pontuação nas modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais.

Para dar prosseguimento aos cálculos, os seguintes dados se fizeram necessários:

- Área de entorno do projeto definida (buffer de 3 km para os projetos de terminais e estações e 1 km para os demais projetos) e georreferenciada em arquivo formato shape;
- Camada “Restrição Ambiental” disponível no sistema informatizado da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sisema (IDE SISEMA); Infraestrutura de Dados Espaciais do Sisema - IDE-Sisema. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>
- Mapeamento de Áreas de ocupação informal (ZEIS, AEIS etc.) na RMBH georreferenciadas, conforme Planos Diretores e Leis de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo dos municípios.

O cálculo do indicador foi feito sobrepondo a diretriz de projeto sobre o a cartografia da plataforma IDE Sisema. Foram ligadas todas as camadas disponíveis na pasta “Restrição Ambiental” e avaliadas a interseção do projeto com elas.

A partir do cruzamento da diretriz de projeto com a cartografia do IDE SISEMA, obteve-se a pontuação conforme os pesos definidos no Quadro 2, que além de incorporar os fatores ambientais originários da tabela 4 da DN 217/2017, recebeu complementação com outras restrições provenientes da tabela 5 da mesma deliberação normativa (fatores 12,13 e 14 – Quadro 2), e da legislação dos municípios (item 15 - Quadro 2).

Como não há uma camada “vegetação nativa” disponível no IDE SISEMA, a análise, correspondente ao item 3 do Quadro 2, foi feita a partir do Mapa Base (imagens de satélite Google) disponível do Menu do IDE SISEMA. Quando o projeto interceptava mancha de vegetação significativa, ele foi pontuado, ainda que não fosse possível verificar se de fato tratava-se de vegetação nativa.

A análise do item 15 do Quadro 2 foi feita a partir do Mapa Base (imagens de satélite Google) disponível do Menu do IDE SISEMA (e/ou dos zoneamentos municipais – ZEIS e AEIS), considerando a interceptação de áreas de ocupação informal.

QUADRO 2

Consolidação dos Fatores Ambientais e Respectivos Pesos

FATORES AMBIENTAIS	PESO
1. Localização prevista em Unidade de Conservação de Proteção Integral	2
2. Supressão de vegetação nativa em áreas prioritárias para conservação, considerada de importância biológica “extrema” ou “especial”, exceto árvores isoladas	2
3. Supressão de vegetação nativa, exceto árvores isoladas	1
4. Localização prevista em zona de amortecimento de Unidade de Conservação de Proteção Integral, ou na faixa de 3 km do seu entorno quando não houver zona de amortecimento estabelecida por Plano de Manejo; excluídas as áreas urbanas.	1
5. Localização prevista em Unidade de Conservação de Uso Sustentável, exceto APA	1
6. Localização prevista em Reserva da Biosfera, excluídas as áreas urbanas	1
7. Localização prevista em Corredor Ecológico formalmente instituído	1
8. Localização prevista em áreas designadas como Sítios Ramsar	2
9. Localização prevista em área de drenagem a montante de trecho de curso d’água enquadrado em classe especial	1
10. Captação de água superficial em Área de Conflito por uso de recursos hídricos.	1
11. Localização prevista em área de alto ou muito alto grau de potencialidade de ocorrência de cavidades, conforme dados oficiais do CECav-ICMBio	1
12. Rios de Preservação Permanente (Lei Estadual nº 15.082, de 27 de abril de 2004) - vedada a modificação no leito e das margens, ressalvados os casos legalmente permitidos.	2
13. Terras Indígenas e Quilombolas (Portaria Interministerial n.º 60, de 24 de março de 2015, do Ministério do Meio Ambiente, da Justiça, da Cultura e da Saúde) - localização restrita em faixas de 5 km para ferrovias e 10 km para rodovias. (*)	2
14. Interferência em bem cultural acautelado pelo Estado (camada área de influência)	2
15. Demanda por remoção e reassentamento de população	2

(*) – Neste indicador considerou-se somente a localização das Terras Indígenas e Quilombolas como fator de restrição, ambiental, sem a aplicação dos raios de 5 ou 10 km como área de amortecimento. Como se trata de área urbana muito consolidada, este raio acabaria por impactar todos os projetos em análise, não correspondendo de fato à uma restrição ambiental. Em tempo, no IDE SISEMA não há registros de Terras Indígenas para a RMBH, há somente Quilombos, que ocupam pequenas áreas totalmente circundadas por lotes urbanos edificadas. Quando o projeto estava na área de influência direta dos mesmos ele recebeu a pontuação prevista para este indicador.

Fonte: Práxis Projetos e Consultoria Ltda.



A pontuação final foi decorrente da soma dos pesos do projeto avaliado. A interferência em mais de uma feição correspondente ao mesmo fator ambiental não acumulou pontos e foi contabilizada uma única vez conforme o peso previsto Quadro 1 (por exemplo, um projeto que intercepta duas áreas com alto potencial de ocorrência de cavidades pontuou apenas 1 e não o dobro disto). Ressalta-se que quando o projeto trata apenas de reforma de infraestrutura de mobilidade, sem demandar novas frentes de obra, tais como movimentações de terra, algumas interferências foram desconsideradas, tais como buffers de terras quilombolas e potencial de ocorrência de cavidades.

Observa-se que quanto mais alto o valor, pior o projeto do ponto de vista ambiental, ou seja, estão presentes um maior número de restrições.

- Pontuação mínima possível: 0 – melhor situação
- Pontuação máxima possível: 22 – pior situação

Sobre a normalização dos pontos obtidos em uma escala de 0,00 a 1,00, atribuiu-se ao menor valor obtido, neste caso 0,00, a pontuação um 1,00 e ao 0,00, o maior valor obtido, que foi de 13 pontos.

INDICADOR 11: POTENCIAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO DAS ÁREAS DO ENTORNO

DEFINIÇÃO

Porcentagem da área de entorno do projeto com potencial para o desenvolvimento urbano, traduzidos em adensamento construtivo e populacional, considerando a legislação urbanística vigente nos municípios e prevista pelo Macrozoneamento do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI-RMBH).

MÉTODO DE CÁLCULO

O Coeficiente de Aproveitamento (CA), que define o total de área a ser construída em cada lote e presente na legislação urbanística de todos os municípios analisados, bem como no Macrozoneamento do PDDI, foi adotado como o parâmetro urbanístico a ser analisado neste indicador. Trata-se de fator que, multiplicado pela área do terreno, resulta na área construída permitida. Esse parâmetro define o potencial construtivo do lote urbano e influencia diretamente também o potencial de adensamento populacional da zona urbana. Pare este indicador, adotou-se o percentual (%) da área de entorno com potencial de adensamento. O cálculo baseou-se nos seguintes dados:

- Área de entorno do projeto definida (buffer de 3 km para os projetos de terminais e estações e 1 km para os demais projetos) e georreferenciada;
- Zoneamento municipal georreferenciado de todos os municípios em estudo e respectivas tabelas de parâmetros urbanísticos das zonas (Coeficiente de Aproveitamento – CA ou Coeficiente de Aproveitamento Máximo – CAmáx previsto) integrantes das legislações municipais: Planos Diretores e Leis de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo.
- Macrozoneamento metropolitano georreferenciado e respectiva tabela de parâmetros urbanísticos das macrozonas disponível no Projeto de Lei Complementar nº 74/2017, que institui o PDDI da RMBH, de forma que o indicador refletisse tanto os potenciais construtivos previstos pelos municípios, quanto os propostos no PDDI para as Zonas de Interesse Metropolitano (ZIMs). Para tanto, adotou-se a seguinte metodologia, como detalhado a seguir:
 - » Os mapas de zoneamento dos municípios da RMBH foram georreferenciados e posteriormente mesclados em uma camada única. Essa camada foi convertida em raster3 e em cada pixel foi registrado o valor do CA previsto naquela área. Ressalta-se que os CAs previstos pelos municípios variam de 0 a 5;

- » O mapa do macrozoneamento do PDDI também foi transformado em raster, de forma que o pixel assumisse o valor do CA máximo permitido em cada Macrozona. Os valores estão listados no Quadro 3 a seguir.

QUADRO 3
Valores dos CAmáx das Macrozonas do PDDI

ZONEAMENTO METROPOLITANO	CAMÁX
MZP-1 - Macrozona de Proteção Ambiental 1	NA
MZP-2 - Macrozona de Proteção Ambiental 2	NA
MZP-3 - Macrozona de Proteção Ambiental 3	≤0,8
MZAC-1 - Macrozona de Atividades Complementares 1	≤1,0
MZAC-2 - Macrozona de Atividades Complementares 2	≤1,5
MZAC-3 - Macrozona de Atividades Complementares 3	1,2 ≤ CAmáx ≤ 2,5
MZDA - Macrozona de Diversificação e Adensamento (*)	≥1,5
MZDEI - Macrozona de Desenvolvimento Econômico e Industrial	≤2,5

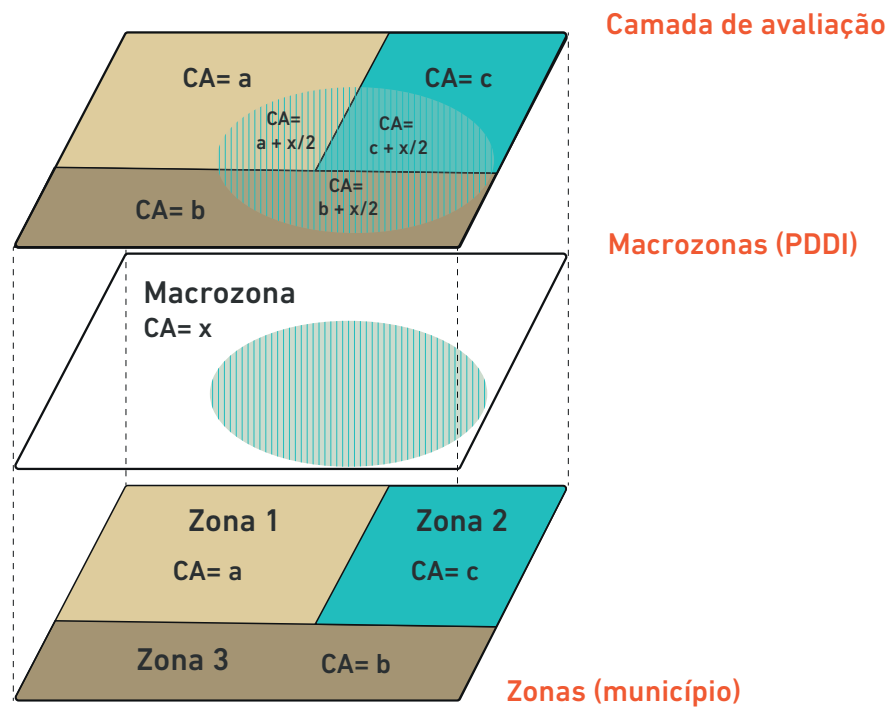
(*) Nessa Macrozona específica, o Projeto de Lei prevê a aplicação de CA mínimo de 1,5. Nos casos em que o município propunha um CA menor, o valor foi ajustado para 1,5; nos casos em que o CA do município era maior que 1,5, prevaleceu o previsto no Plano Diretor.

Fonte: Elaboração própria, adaptado de MINAS GERAIS, 2017.

- As camadas foram sobrepostas, de forma que, nas áreas coincidentes com as macrozonas do PDDI, os valores correspondessem à média dos CAs previstos pelos municípios e o macrozoneamento. A Figura 3 ilustra a combinação das camadas.
- A camada combinada (Camada de Avaliação) foi sobreposta aos buffers dos projetos, de forma a extrair a média ponderada dos valores de CA pela área correspondente.

3 A conversão em raster é necessária para realizar cálculos espaciais e álgebra de mapas, permitindo cálculos pixel a pixel e resultados independentes para as unidades espaciais. Nesse caso, considerou-se um pixel de 10 m, resolução suficiente para manutenção das formas e perímetros das zonas dos Planos Diretores.

• FIGURA 3
Combinação das Camadas Analisadas



Fonte: Práxis, 2021.

Visando normalizar os valores, dividiu-se todos os resultados encontrados pelo valor máximo.

INDICADOR 12: REDUÇÃO DA
POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

DEFINIÇÃO

Mede a capacidade do projeto, a partir da migração modal de usuários, de reduzir a geração de poluentes provenientes dos combustíveis fósseis no transporte.

MÉTODO DE CÁLCULO

O método utilizado para a estimativa da redução da emissão de poluentes foi desenvolvido considerando metodologia já consagrada e utilizada nos planos de redução das emissões das cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador e Curitiba, que foi ajustada para o estudo em foco. A principal inovação da

metodologia em foco foi a incorporação na avaliação de uma modelagem espacial de transportes metropolitana, simplificada, que estimou o efeito potencial na migração modal de cada um dos 52 projetos em estudo, ou seja, na redução do uso do automóvel individual com consequente captação de um maior número de usuários para o transporte coletivo.

O método de cálculo adotado na modelagem considerou que haverá redução na poluição atmosférica sempre que os sistemas de transporte coletivo forem capazes de captar demanda oriunda do transporte privado após um aprimoramento na oferta, seja pela melhoria de um sistema já existente, ou ainda a inauguração de uma nova linha ou a introdução de sistemas metroferroviários. Dado isso, para calcular o percentual de migração modal de cada um dos projetos avaliados, utilizou-se como subsídio o Indicador 6, de redução do

custo generalizado, de tal forma que, o percentual de redução do custo é o mesmo percentual de atração de demanda do transporte privado.

Dessa forma, com os resultados da alocação – cuja metodologia se encontra detalhada no item 2.3.3.1 – obtidos para cada projeto, foi possível estimar um percentual de migração modal por meio da seguinte fórmula:

$TC^{\wedge} j = TCj + (\%CGi \cdot TPj)$

Onde:

- **TC'j:** é um respectivo par OD j da nova matriz de transporte coletivo acrescida da demanda captada do transporte privado;
- **TCj:** é um respectivo par OD j da matriz de transporte coletivo utilizada na alocação, referente ao ano de 2019;
- **%CGi:** é o percentual de melhora do custo generalizado que cada projeto i proporcionou, já previamente calculado no indicador 6;
- **TP:** é um respectivo par OD j da matriz de transporte privado.

O cálculo é feito célula a célula da matriz, por par OD, o que significa que um projeto será mais vantajoso se proporcionar maiores reduções de custo em regiões onde predominantemente os deslocamentos são feitos por transporte privado. Após a obtenção da nova matriz de transporte coletivo, o indicador é calculado percentualmente em relação à matriz original:

$I12 = (TC^{\wedge}) / TC - 1 \text{ (\%)}$

De posse destes dados, os primeiros passos foram classificar todos os projetos em relação ao porte e à sua tipologia e identificar os municípios interceptados pelas diretrizes dos projetos em análise.

A classificação por tipologia e porte pondera o efeito da migração modal nas emissões de GEE e poluentes. Um exemplo é de que a migração modal para transporte metroferroviário tem impacto maior na redução

das emissões do que para um projeto de BRT ou de linhas exclusivas de ônibus, por exemplo.

A consideração dos municípios relativiza o efeito da migração modal e, consequentemente, as estimativas de emissões de GEE e poluentes, pois estes dados são disponibilizados pelo Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) e foram estimados recentemente na escala municipal. A associação do projeto ao município permite avaliar a escala do efeito da migração modal estimada pela modelagem de transportes e as emissões associadas a cada município, caracterizando a análise do perfil das emissões municipais de GEE e poluentes relacionados ao transporte.

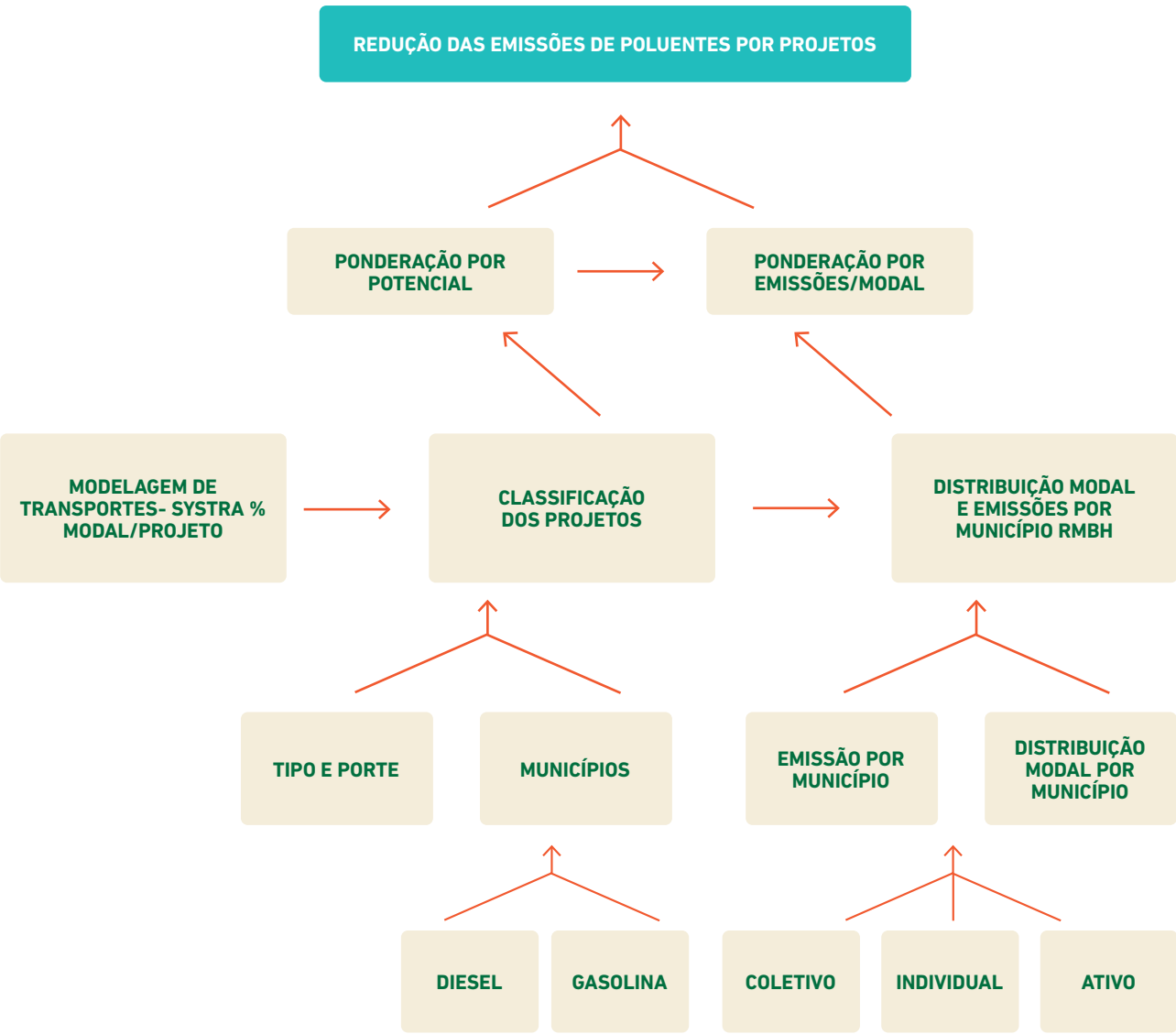
Desta forma, a migração modal estimada pela modelagem de transportes foi ponderada, por um lado, pela escala potencial da mudança calculada pela empresa, e, por outro, pela representação das emissões dos municípios. A Figura 4 ilustra os passos do esquema metodológico.

Ressalta-se que houve uma adaptação da metodologia para os projetos em que não foi realizado o cálculo da migração modal, seja pela simplificação da rede de simulação de transporte público nesta fase dos estudos. No caso dos terminais, considerando que são facilitadores do deslocamento por transporte público, em detrimento do uso do veículo individual, e, portanto, colaboram também para a redução da emissão, o cálculo do indicador foi feito com base em valores médios obtidos na literatura especializada, como os estudos do Institute for Transportation and Development Policy (ITDP)⁴ e Institute of Transportation Studies (ITS).

Para avaliação final dos impactos dos projetos, utilizou-se um indicador de potencial redução de emissão de poluentes atmosféricos relacionados aos motores à combustão, que é dado em percentual de migração modal. Desse modo, cada um dos projetos tem seu potencial de redução de transição modal. Por fim, os resultados foram normalizados, atribuindo-se o valor 1,00 para o percentual máximo de redução e 0,00 para o mínimo.

⁴ https://itdpdotorg.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/11/A-Global-High-Shift-Cycling-Scenario_-_Nov-12-2015.pdf

FIGURA 4
Esquema Metodológico de cálculo das emissões



Fonte: Elaboração própria

Ressalta-se que a soma dos percentuais apurados de redução de GEE e outros poluentes oriundos da queima de carbono, em decorrência da migração modal, calculados por projeto analisado através da aplicação da metodologia acima, resultou em percentual de cerca de 17%, indicando que, a longo prazo com a migração modal pretendida, este é o horizonte do índice de redução previsto. O valor encontrado está compatível com outras estimativas similares desenvolvidas no Brasil, em contexto de adoção de melhorias nos sistemas de transporte público. Cabe comentar, que a busca por melhores percentuais de redução de poluentes poderá ser atingida com maiores investimentos em tecnologias limpas.

2.4 DEFINIÇÃO DE PESOS

Assumindo-se que as 4 dimensões e os 12 indicadores aqui apresentados serão os aspectos considerados no processo decisório, o problema do tomador de decisão consiste então em atribuir pesos para cada critério.

Para garantir a necessária consistência ao sistema de pesos, deve-se levar em conta que o aumento de influência em alguma dimensão deve necessariamente ser compensado pela diminuição na influência de outra(s). Assim, os pesos estabelecidos em cada uma das dimensões devem obedecer às seguintes restrições:

- A soma dos pesos atribuídos às dimensões deve, necessariamente, ser igual à unidade. Qualquer aumento de importância para uma dimensão deve ser compensado pela redução na importância de uma ou ambas as outras;
 - Da mesma forma, internamente, os indicadores ligados à cada dimensão também devem necessariamente igualar-se à unidade.
 - Este arranjo permite uma série de abordagens para o problema, ampliando e enriquecendo a atividade de avaliação. Registra-se, dentre outros aspectos, os seguintes:
 - a abordagem sistêmica, onde o indicador e o respectivo peso estão articulados com objetivos, abordagens e enfoques, trazendo à tona os seus aspectos setoriais;
 - a possibilidade de visualizar os pesos relativos das quatro grandes dimensões propostas: 1) político-institucional; 2) econômico-financeiro; 3) mobilidade integrada; 4) social, urbanístico e ambiental;
 - a soma dos pesos dos indicadores de determinada dimensão sempre resulta em 100%, bem como a dos objetivos estratégicos que compõem uma abordagem e a soma dos pesos destas últimas para um determinado enfoque político;
 - a estrutura de pesos mostrada na nova matriz multicritério é diretamente decorrente dos pesos propostos, e refletem as preferências dos diferentes stakeholders.
- A metodologia da avaliação multicritério foi apresentada na Reunião do Comitê Técnico de Mobilidade, organizada pela ARMBH, em 29 de abril de 2021. Participaram da reunião representantes dos municípios que integram a RMBH, bem como representantes da academia e de entidades da sociedade civil organizada.
- Em seguida, reuniões com os diferentes vetores da RMBH (Norte, Sul, Leste e Oeste) também ocorreram nas primeiras semanas de maio de 2021, contando com a participação de representantes dos seguintes municípios:



Vetor Leste
11 de maio de 2021

- Caeté
- Santa Luzia
- Rio Acima
- Nova Lima
- Betim
- Florestal
- Ibirité
- Itaquara
- Igarapé
- Rio Manso



Vetor Norte
13 de maio de 2021

- Jaboticatubas
- Lagoa Santa
- São José da Lapa



Vetor Sul
12 de maio de 2021



Vetor Oeste
14 de maio de 2021

- Vespasiano
- Confins
- Contagem
- Esmeraldas
- Capim Branco
- Florestal
- Taquaraçu de Minas

Além de apresentar as dimensões, indicadores e a avaliação multicritério, tais reuniões resultaram em uma ampliação no número de projetos a serem avaliados, uma vez que os diferentes municípios envolvidos sugeriram e pontuaram projetos relevantes em seu território.

Em seguida, foi enviado um formulário digital para as partes interessadas, o qual estruturou o Método de Análise Hierárquica, comparando um indicador com outro, e, em seguida, comparando as dimensões entre si, conforme descrito a seguir.

2.4.1. MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA

O Método de Análise Hierárquica (AHP em sua sigla em inglês) visa representar de maneira simples problemas complexos e trata-se de um modelo de representação do funcionamento da mente humana ao avaliar alternativas em um processo decisório. É um método aplicável

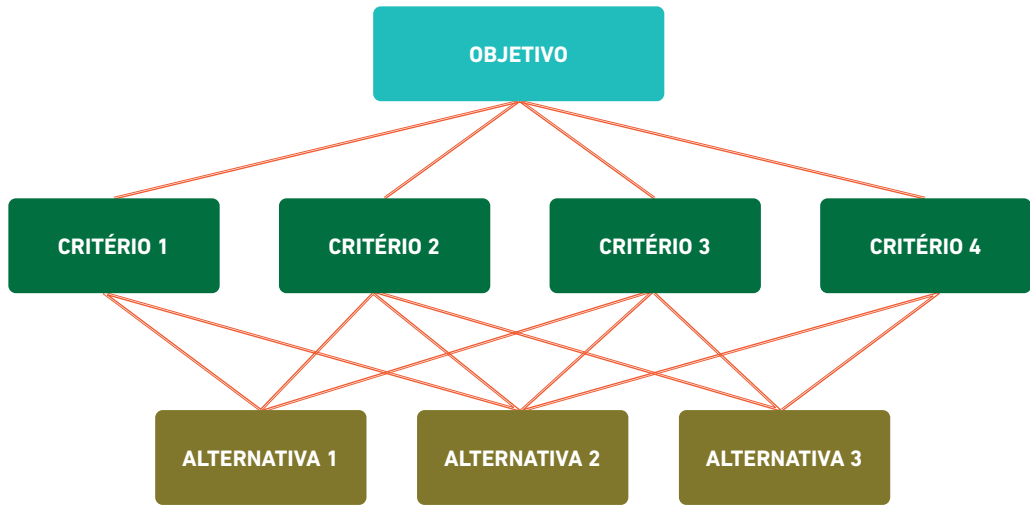
para aspectos tangíveis ou intangíveis, uma vez que quantifica variáveis qualitativas com base em julgamentos subjetivos emitidos pelos decisores⁵.

O método compreende as seguintes etapas:

1. Construção de hierarquia onde o problema é decomposto em diferentes níveis, para melhor compreensão dos stakeholders (árvore de decisão);
2. Priorização, valendo-se da habilidade do ser humano de perceber o relacionamento entre situações, comparando pares à luz de um determinado foco ou objetivo (escala de avaliação);
3. Avaliação da consistência lógica do modelo de priorização.

Conforme ilustrado na Figura 5, os decisores devem realizar uma comparação pareada entre dois elementos. Na comparação entre os dois elementos, deve-se levar em conta qual o elemento mais importante considerando o critério avaliado.

FIGURA 5
Árvore de decisão



Fonte: Adaptado de Saaty (1990, 1991).

O julgamento deve ser baseado na escala de Saaty (1991) conforme apresentado no Quadro 4, buscando-se primeiro o julgamento conceitual e, em seguida, a conversão para a escala numérica a fim de registrá-lo na matriz.

⁵ Saaty (1990, 1991)

QUADRO 4
Escala de avaliação

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA CONCEITUAL	DESCRIÇÃO
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o juízo favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com mais alto grau de segurança
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se busca uma condição de compromisso entre duas definições

Fonte: Adaptado de Saaty (1990)

2.4.2. PESOS

Conforme mencionado, os pesos são fatores utilizados no método da análise multicritério para obtenção das notas para cada um dos projetos. Por sua relevância, a participação das partes interessadas neste processo decisório foi essencial. Assim, em maio de 2021 formulários *web* foram encaminhados aos *stakeholders*, visando facilitar a avaliação dos critérios. Nestes formulários os critérios puderam ser avaliados par a par, com base na escala de avaliação apresentada no Quadro 4. As avaliações foram consolidadas e registradas em planilha eletrônica para obtenção de pesos para cada critério a partir das avaliações individuais, bem como dos pesos globais para os critérios (média das avaliações).

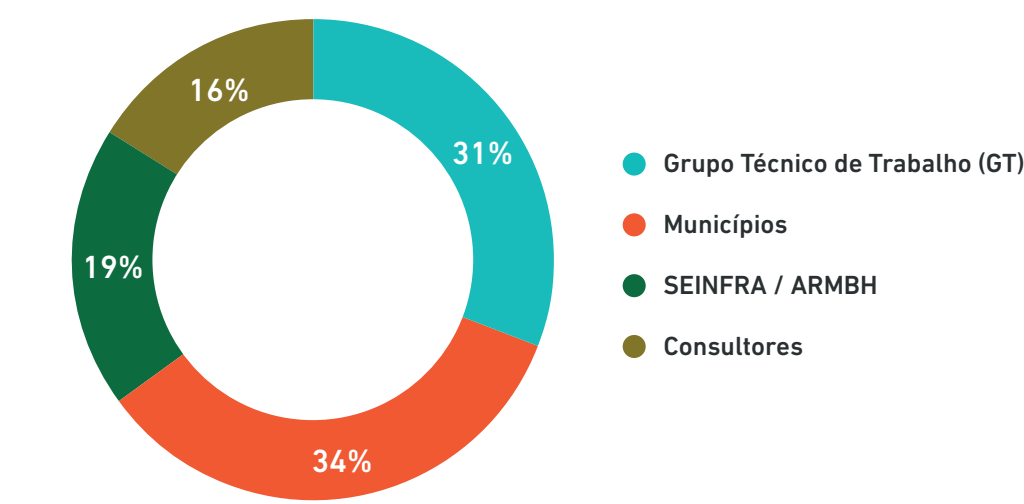
2.4.2.1. PESOS PARA OS INDICADORES

- O envio do formulário para análise dos indicadores resultou no recebimento de **32 respostas:**
- 11 Municípios da RMBH através de seus órgãos gestores de transporte e desenvolvimento urbano (34%);
 - 10 Técnicos do Grupo de Trabalho (GT) formado

pelas consultorias participantes do projeto (31%);

 - 6 Técnicos da SEINFRA e ARMBH envolvidos na elaboração do PlanMob (19%);
 - 5 Consultores especialistas envolvidos no projeto (16%).

FIGURA 6
Atores envolvidos no processo participativo de análise dos indicadores



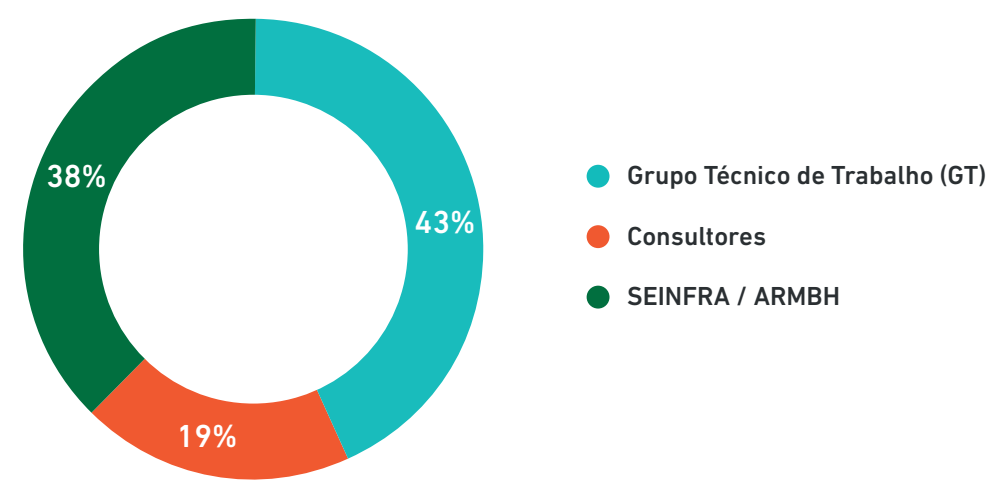
Para obtenção do peso global de cada indicadores, ou seja, o peso levando em conta os resultados obtidos de todas as avaliações recebidas, **foram considerados pesos para os grupos de avaliadores, com o objetivo de privilegiar a participação dos municípios na avaliação:**

- Municípios – 50%
- SEINFRA/ARMBH – 30%
- GT e Consultores – 20%

2.4.2.2. PESOS PARA DIMENSÕES

A análise das dimensões foi limitada aos grupos de avaliadores: Grupo de Trabalho (43%), Consultores (19%), SEINFRA e ARMBH (38%). O envio do formulário para análise dos indicadores resultou no recebimento de **21 avaliações**.

FIGURA 7
Atores envolvidos no processo participativo de análise das dimensões



Do mesmo modo dos indicadores, para obtenção do peso das dimensões **foram considerados pesos para os grupos de avaliadores, de forma a privilegiar a participação da SEINFRA e da ARMBH na avaliação:**

- SEINFRA/ARMBH – 60%
- GT e Consultores – 40%

2.4.2.3. RESULTADOS DOS PESOS GLOBAIS PARA OS INDICADORES

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para as dimensões (P1) e para cada um dos indicadores, tanto por dimensão (P2) quanto o peso global (P3).

TABELA 1
Dimensões, indicadores e pesos

DIMENSÃO P1	INDICADOR	P2	GLOBAL P3
POLÍTICO-INSTITUCIONAL (16,708%)	1: Recursos orçamentários	56,803%	9,491%
	2: População residente	43,197%	7,218%
ECONÔMICO-FINANCEIRA (17,409%)	3: Capacidade de cobertura operacional	46,474%	8,091%
	4: Capacidade de cobertura do investimento	24,166%	4,207%
	5: Margem de contribuição por passageiro	29,359%	5,111%
MOBILIDADE INTEGRADA (33,834%)	6: Redução do custo generalizado	30,529%	10,329%
	7: População residente no entorno do projeto	31,475%	10,649%
	8: Priorização do Transporte Público	37,996%	12,856%
SOCIAL, URBANÍSTICA E AMBIENTAL (32,049%)	9: População vulnerável atendida	32,256%	10,338%
	10: Nível de restrições ambientais ou sociais para implantação	25,442%	8,154%
	11: Potencial de desenvolvimento urbano das áreas do entorno	22,391%	7,176%
	12: Redução da poluição atmosférica	19,912%	6,381%

As figuras a seguir apresentam os pesos obtidos para cada uma das dimensões (Figura 8) e indicadores (Figura 9).

FIGURA 8
Pesos das dimensões

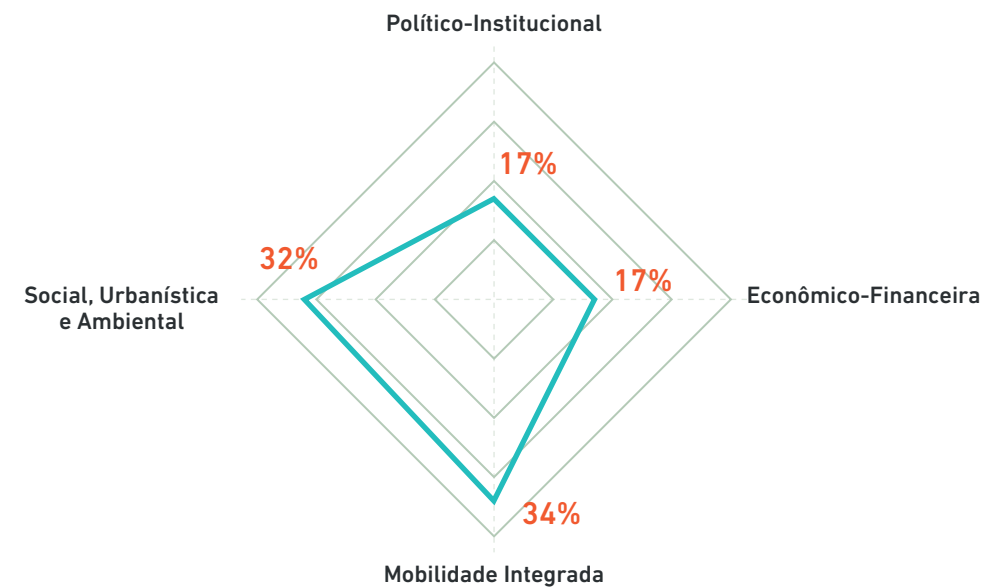
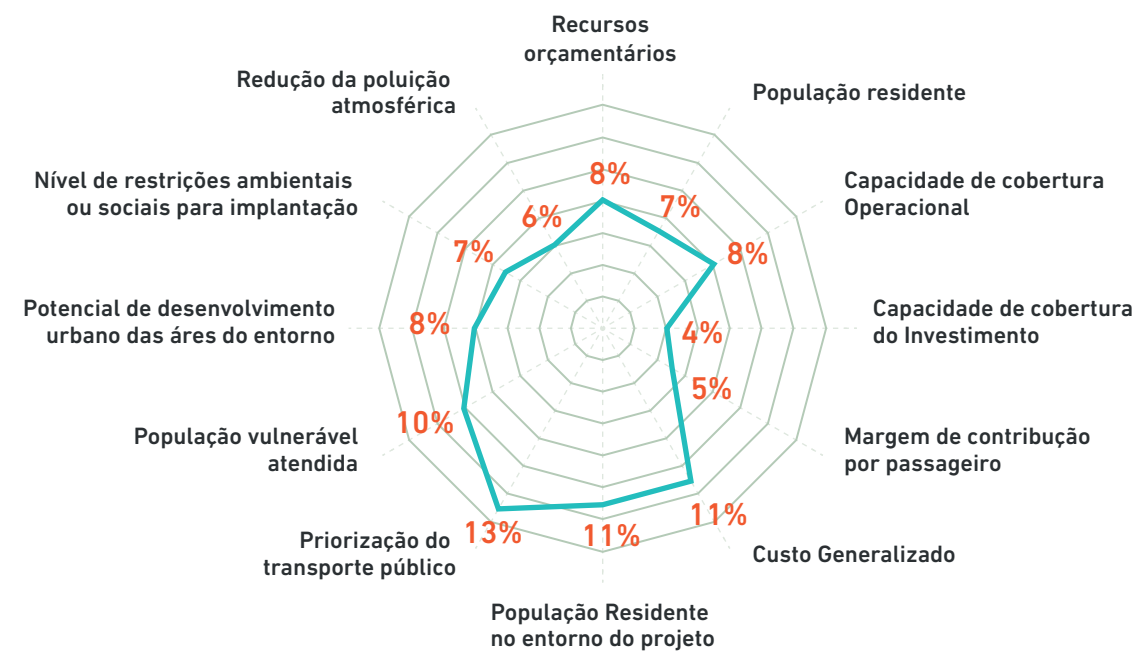


FIGURA 9
Pesos dos indicadores



Determinados indicadores não puderam ser avaliados para certos projetos, em função das características destes. Com o objetivo de não penalizar tais projetos, os pesos que deveriam ser atribuídos aos indicadores não avaliados foram redistribuídos aos demais indicadores da dimensão. Nos casos em que todos os indicadores de uma dimensão não foram avaliados, os indicadores foram então redistribuídos nas demais dimensões.

2.4.2.4. OUTRAS CONSIDERAÇÕES

Dado o número limitado de avaliadores, o índice de Inconsistência das avaliações foi calculado, conforme previsto no Método AHP, porém, não resultou na exclusão de nenhuma avaliação, uma vez que não foram identificadas inconsistências relevantes nos julgamentos dos avaliadores.



2.5 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

São apresentados os resultados da avaliação dos 52 projetos identificados para a RMBH, a partir da estrutura (critérios e pesos) definida neste estudo. O cálculo dos indicadores, bem como sua ponderação a partir dos pesos definidos nas etapas colaborativas permitiram:

- Organizar um grande volume de informação, incluindo dados geoespaciais, a respeito dos projetos identificados, lançando as bases para análises mais detalhadas neste estudo ou estudos futuros a serem empreendidos pela SEINFRA e ARMBH;
- Avaliar os projetos em termos de suas características físicas, operacionais e indicadores socioeconômicos, a partir da estrutura de 12 indicadores propostos. Ainda que esta avaliação seja feita em nível estratégico, considerando diversas premissas assumidas pelo Grupo de Trabalho, com base em informações existentes ou de sua experiência técnica, permitiu um adequado overview destas iniciativas, do ponto de vista de seu atendimento às necessidades de mobilidade, sinergia com questões de desenvolvimento urbano e fraquezas e potencialidades para sua viabilização;
- Incorporar os pontos de vista dos principais decisores no processo de desenvolvimento das estratégias de mobilidade na RMBH, gerando pesos que foram decisivos para o posicionamento das iniciativas dentro de um ranking inicial de viabilidade;
- Conformer um ranking inicial de projetos e iniciativas, o qual deverá ser a base para as estratégias para mobilidade sustentável a serem desenvolvidas na Etapa 3 do estudo.

A Nota Final de cada projeto foi obtida por meio do somatório de suas notas para cada indicador. As notas dos indicadores resultaram do produto do resultado normalizado de sua avaliação (entre 0 e 1) e os respectivos pesos do indicador e de sua Dimensão.

Esta análise não é exaustiva, nem tampouco o ranking gerado define a sequência de implantação das ações ou descarta definitivamente qualquer projeto. Permite conhecer melhor os projetos e ações levantados e identificar pontos possíveis de atuação, sinergia e otimização. Além disso, permite avaliar gaps de atendimento, para os quais nenhuma ação foi considerada até o momento no âmbito da RMBH. Assim, este conjunto de projetos bem como a avaliação realizada, fornecem a base para a proposição da rede futura de transportes da RMBH, a qual deve ser testada em termos da melhor combinação de projetos e maiores benefícios em termos sociais, econômicos e ambientais.

Os valores apresentados – em especial os valores de CAPEX, OPEX, receita e demanda – não devem ser considerados em termos absolutos, visto que foram estimados a partir de análises simplificadas, puramente com o objetivo de gerar notas relativas entre os projetos, e permitir sua comparação e priorização.

Outro aspecto importante sobre a avaliação, é o fato de que esta considerou **projetos que se sobrepõem às infraestruturas existentes ou mesmo planejadas**. Pode-se citar o caso dos projetos P07 (Linha Leste-Oeste / Betim-Sabará) e P08 (Linha Ibirité-Ribeirão das Neves), que tem seus traçados sobrepostos à Linha 1 do metrô. Estes projetos consistem na extensão da infraestrutura existente e, nesse

sentido, a sua avaliação positiva no ranking **reforça a importância da viabilização do projeto P01 (Linha 1 – Metrô Extensão e Melhorias)**. O P01 é um projeto que condiciona, portanto, a execução de outros, bem como tem sido pauta de amplas discussões promovidas pelo BNDES, CBTU e SEINFRA, que têm desenvolvido as bases para sua viabilização.

Sobre os projetos que compreendem o traçado da Linha 3 do Metrô (P04-01, P04-02 e P05), em especial o trecho Lagoinha – Savassi, deve se considerar que estes promovem a conexão do sistema metroviário existente (Linha 1) aos principais polos de comércio e serviços da RMBH (Hipercentro). Assim, ao desenvolver a análise do projeto de maneira isolada, como foi desenvolvido no âmbito desta avaliação, e, portanto, não considerando a demanda da Linha 1, além da demanda própria atraída pelas novas estações previstas, pode não refletir a realidade. Uma análise complementar considerando a demanda da Linha 1 existente demonstrou grande mudança nos resultados, passando a Linha 3 a integrar o ranking entre os 10 projetos mais bem posicionados. Contudo, com o objetivo de manter a integridade das premissas de avaliação, optou-se por manter o resultado original, que considera os mesmos critérios adotados para os demais projetos e o apenas a demanda estimada dos trechos da Linha 3.

Outros projetos, devido ao seu perfil de ligação viária, com baixa ou nenhuma priorização ao transporte coletivo e restritos a poucos municípios, acabaram ocupando posições inferiores no ranking. Pode-se destacar neste caso o **Rodoanel Metropolitano**, que atravessa áreas de baixa densidade populacional. Este projeto tem sido discutido no âmbito das iniciativas promovidas pelo Governo de Minas Gerais para melhoria da infraestrutura de transportes regional.

No entanto, é de se manter em foco que **este projeto atende demandas de transporte de carga e individual na RMBH, devendo gerar benefícios indiretos no sistema de transporte público, ao reduzir congestionamentos e minimizar gargalos de circulação viária na região**.

Quanto aos terminais de transporte e estações de transferência, estes devem ser avaliados à luz dos eixos de transporte que integram. Assim, a análise individual feita aqui, deve ser complementada na análise de rede a ser desenvolvida na Etapa 3.

Deve-se ter em mente ainda que os projetos avaliados foram levantados em diferentes planos e estudos e, dessa maneira, foram desenvolvidos em tempos distintos, considerando diferentes aspectos técnicos, sociais e políticos. Assim, **muitos destes projetos apresentam alguma superposição ou até mesmo premissas divergentes de implantação**, como é o caso do P07 (Linha Leste-Oeste / Betim-Sabará) e do P38 (Linha 4 do Metrô da RMBH/ Eldorado-Betim). Nesse âmbito, o presente estudo deve identificar a melhor alternativa ou propor a melhor combinação entre elas, considerando não somente a Avaliação de Projetos aqui apresentada, mas também as análises e simulações a serem desenvolvidas na Etapa 3.

O projeto P14 (Integração Tarifária), embora tenha sido levantado na Etapa 1 e inicialmente avaliado, não foi considerado na versão final da avaliação de projetos por sua natureza, uma vez que se trata de uma premissa de cenários que devem ser estudados na modelagem de transportes prevista para a Etapa 3.

Os resultados da Avaliação de Projetos são apresentados por meio do ranking da Tabela 2. As Notas constantes aqui refletem a combinação final da avaliação dos indicadores, ponderados pelos seus respectivos pesos.

TABELA 2
Ranking dos Projetos Avaliados

RANKING	CÓDIGO	PROJETO	NOTA
1	P01	Linha 1 - Metrô Extensão e melhorias	0,7269
2	P02	Linha 2 - Metrô (Barreiro-Nova Suissa)	0,6721
3	P08	Linha Ibirité-Ribeirão das Neves	0,6545
4	P31	Linha A (trilhos): Betim-Contagem-BH- Nova Lima	0,6203
5	P25	BRS Corredor Amazonas	0,6136
6	P03	Linha 2 - Metrô (Santa Tereza-Calafate)	0,5692
7	P45	Terminal Jardim Colonial	0,5658
8	P46	BRT Corredor Av. Brasília (Terminal São Benedito)	0,5654
9	P13	Complexo Intermodal de Transporte: Terminal Rodoviário Metropolitano de Contagem	0,5646
10	P23	Implantação faixas exclusivas/preferenciais nas principais vias de ônibus	0,5629
11	P47	BRT Corredor LMG-806 (Terminal Justinópolis)	0,5597
12	P36	BRS Corredor Ressaca	0,5487
13	P44	Terminal Ressaca	0,5454
14	P34	BRT/BRS Corredor Norte-Sul	0,5422
15	P35	BRS Corredor Leste-Oeste	0,5417
16	P48	Terminal Santa Luzia	0,5375
17	P37	Metrô Leve-BH	0,5349
18	P11-1	Terminal Rodoviário Metropolitano: Betim	0,5322
19	P11-2	Terminal Rodoviário Metropolitano: Cidade Industrial	0,5282
20	P06	Linha Norte-Sul (Vila da Serra-Aeroporto de Confins)	0,5262
21	P05	Linha 3 - Metrô (Lagoinha-Morro do Papagaio)	0,5235
22	P20	Estação de Integração São José - BRS Pedro II (medida principal BRS)	0,5228
23	P04-2	Linha 3 - Metrô (Lagoinha-Savassi)	0,5227
24	P10	Linha Ribeirão das Neves-Savassi	0,5195
25	P43	Terminal Darcy Ribeiro/ Nova Contagem	0,5141
26	P09	Linha Vila da Serra-Santa Luzia	0,5045
27	P39	BRS Corredor Sudoeste	0,4989
28	P24	BRT Cristiano Machado (complemento)	0,4952
29	P30	BRS Anel Intermediário	0,4871
30	P21	BRS Afonso Pena (medida principal BRS)	0,4849

RANKING	CÓDIGO	PROJETO	NOTA
31	P07	Linha Leste-Oeste (Betim-Sabará)	0,4823
32	P26	BRS Contorno/Andradas/Assis Chateaubriand	0,4821
33	P12-1	Terminal Rodoviário Metropolitano: Alvorada (Sabará)	0,4815
34	P28	BRT Anel Rodoviário	0,4815
35	P29	BRS Barão Homem de Mello	0,4511
36	P38	Linha 4 do Metrô da RMBH (Eldorado-Betim)	0,4499
37	P33	Linha C - São Gabriel - Pedro Leopoldo	0,4443
38	P27	BRS Raja Gabaglia	0,4437
39	P22	BRS N. Senhora do Carmo (medida principal BRS)	0,4399
40	P04-1	Linha 3 - Metrô (Pampulha-Lagoinha)	0,4347
41	P32	Linha B (trilhos): Estação Horto - Nova Lima	0,4192
42	P12-2	Terminal Rodoviário Metropolitano: Nova Lima	0,3933
43	P32-1	Extensão da Linha B (trilhos): Nova Lima - Rio Acima	0,3412
44	P15	Rodoanel - Alça Oeste	0,3284
45	P40	Melhorias no Anel Rodoviário	0,3186
46	P17	Rodoanel - Alça Sudoeste	0,3083
47	P41	Via Estruturante Sul	0,3073
48	P16	Rodoanel - Alça Norte	0,3012
49	P42	Acesso Sabará - Ramal Leste	0,2540
50	P19	Ligação região sul da RMBH ao Aeroporto de Confins	0,2151
51	P18	Rodoanel - Alça Sul	0,2131

Uma análise mais detalhada dos resultados sem a aplicação de pesos, considerando apenas as notas normalizadas para os Indicadores no intervalo entre 0,00 e 1,00, permite observar os pontos fracos e fortes de cada projeto, identificando as potencialidades e os desafios para a implantação de cada um deles, conforme apresentado na Tabela 3. Os indicadores estão dispostos na sequência de 1 a 12, conforme foram apresentados anteriormente. Os resultados em verde indicam melhor desempenho do projeto frente ao indicador. Os resultados em vermelho indicam pior desempenho.

TABELA 3
Resultados da avaliação sem aplicação de pesos

CÓDIGO	INDICADORES											
	POLÍTICO-INSTITUCIONAL			ECONÔMICO-FINANCEIRA		MOBILIDADE INTEGRADA		SOCIAL, URBANÍSTICA E AMBIENTAL				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P01	1,00	0,84	0,26	0,32	0,87	0,89	0,64	1,00	0,53	0,81	0,65	0,51
P02	1,00	0,66	0,42	0,40	0,93	0,45	0,21	1,00	0,66	0,81	0,73	0,68
P03	0,00	0,66	0,15	0,24	0,79	0,93	0,15	1,00	0,27	0,81	0,79	1,00
P04-1	0,00	0,66	0,05	0,10	0,61	0,17	0,14	1,00	0,52	0,86	0,58	0,26
P04-2	0,00	0,66	1,00	0,45	1,00	0,12	0,14	1,00	0,26	0,86	0,81	0,18
P05	0,00	0,66	0,68	0,35	0,97	0,34	0,20	1,00	0,25	0,77	0,68	0,48
P06	0,00	0,70	0,09	0,02	0,65	0,44	0,54	1,00	0,61	0,59	0,62	0,68
P07	0,00	1,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,70	1,00	0,66	0,68	0,69	0,40
P08	0,00	0,80	0,09	0,10	0,61	1,00	1,00	1,00	0,73	0,63	0,58	0,71
P09	0,00	0,92	0,08	0,00	0,63	0,18	0,60	1,00	0,72	0,40	0,46	0,69
P10	0,00	0,93	0,27	0,15	0,88	0,11	0,39	1,00	0,71	0,77	0,58	0,26
P11-1	0,00	0,09	-	-	-	-	0,13	1,00	0,81	0,90	1,00	0,01
P11-2	0,00	0,15	-	-	-	-	0,24	1,00	0,70	0,90	0,80	0,01
P12-1	0,00	0,01	-	-	-	-	0,23	1,00	0,70	0,90	0,44	0,00
P12-2	0,00	0,00	-	-	-	-	0,02	1,00	0,49	0,90	0,20	0,00
P13	0,50	0,15	-	-	-	-	0,21	1,00	0,69	0,90	0,64	0,00
P15	0,50	0,36	-	-	-	-	0,10	0,00	0,89	0,68	0,44	0,00
P16	0,50	0,22	-	-	-	-	0,03	0,00	1,00	0,63	0,33	0,00
P17	0,50	0,14	-	-	-	-	0,06	0,00	0,98	0,72	0,37	0,00
P18	0,50	0,06	-	-	-	-	0,02	0,00	0,66	0,54	0,10	0,00
P19	0,00	0,15	-	-	-	-	0,12	0,00	0,84	0,40	0,35	0,00
P20	0,00	0,66	-	-	-	-	0,24	1,00	0,53	0,90	0,48	0,00
P21	0,00	0,66	0,53	1,00	0,95	0,03	0,11	1,00	0,20	0,90	0,85	0,02
P22	0,00	0,66	0,37	0,89	0,92	0,02	0,12	1,00	0,24	0,86	0,50	0,01
P23	0,00	0,66	0,48	0,65	0,94	0,15	0,79	1,00	0,52	0,86	0,55	0,08
P24	0,00	0,66	0,45	0,60	0,93	0,04	0,23	1,00	0,77	0,77	0,47	0,02

CÓDIGO	INDICADORES											
	POLÍTICO-INSTITUCIONAL			ECONÔMICO-FINANCEIRA		MOBILIDADE INTEGRADA		SOCIAL, URBANÍSTICA E AMBIENTAL				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P25	1,00	0,66	0,44	0,81	0,93	0,18	0,24	1,00	0,45	0,90	0,72	0,09
P26	0,00	0,66	0,48	0,97	0,94	0,02	0,16	1,00	0,34	0,90	0,64	0,01
P27	0,00	0,66	0,37	0,83	0,91	0,01	0,13	1,00	0,29	0,90	0,47	0,01
P28	0,00	0,66	0,28	0,55	0,88	0,03	0,37	1,00	0,62	0,81	0,52	0,02
P29	0,00	0,66	0,38	0,87	0,92	0,00	0,14	1,00	0,38	0,90	0,40	0,00
P30	0,00	0,66	0,55	0,83	0,95	0,00	0,25	1,00	0,63	0,77	0,36	0,00
P31	0,00	0,98	0,19	0,31	0,81	0,64	0,66	1,00	0,74	0,40	0,69	0,80
P32	0,00	0,72	0,04	0,30	0,38	0,10	0,21	1,00	0,88	0,54	0,31	0,15
P32-1	0,00	0,00	0,04	0,35	0,38	0,10	0,04	1,00	0,87	0,59	0,27	0,00
P33	0,00	0,75	0,06	0,28	0,48	0,14	0,24	1,00	0,83	0,59	0,51	0,10
P34	1,00	0,15	0,21	0,60	0,85	0,08	0,25	1,00	0,73	0,90	0,48	0,00
P35	1,00	0,15	0,19	0,74	0,83	0,00	0,15	1,00	0,80	0,90	0,60	0,00
P36	1,00	0,15	0,22	0,76	0,85	0,01	0,15	1,00	0,76	0,90	0,68	0,00
P37	0,00	0,77	0,12	0,12	0,75	0,40	0,55	1,00	0,68	0,68	0,55	0,47
P38	0,00	0,27	0,07	0,26	0,59	0,09	0,30	1,00	0,77	0,77	0,89	0,06
P39	0,00	0,73	0,39	0,63	0,92	-	0,23	1,00	0,87	0,81	0,33	0,02
P40	0,00	0,66	-	-	-	-	0,38	0,00	0,62	0,63	0,52	0,00
P41	0,00	0,68	-	-	-	-	0,04	0,50	0,49	0,45	0,26	0,00
P42	0,000	0,68	-	-	-	-	0,00	0,00	0,73	0,81	0,24	0,00
P43	0,50	0,15	-	-	-	-	0,02	1,00	0,80	1,00	0,21	0,00
P44	0,50	0,15	-	-	-	-	0,16	1,00	0,70	0,90	0,53	0,00
P45	0,50	0,06	-	-	-	-	0,04	1,000	0,89	1,00	0,72	0,02
P46	0,50	0,72	0,47	0,80	0,94	0,03	0,08	1,00	0,83	0,90	0,60	0,01
P47	0,50	0,75	0,38	0,79	0,92	0,04	0,08	1,00	0,91	0,90	0,49	0,00
P48	0,50	0,03	-	-	-	-	0,04	1,00	0,95	0,86	0,52	0,00

Dentre os aspectos positivos, chama a atenção o **Potencial de Desenvolvimento Urbano no entorno dos projetos avaliados (Indicador 11)**. A avaliação apontou um alto potencial de desenvolvimento para a maioria dos projetos, em especial para as linhas de metrô, corredores de BRT e BRS, terminais metropolitanos e estações de integração. Esta característica demonstra uma potencialidade que deverá ser explorada em estudos urbanísticos e projetos associados, de forma a viabilizar sua implantação por meio da estratégia de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS), bem como alternativas de funding e captura dos benefícios gerados pelos projetos. Ademais, observou-se que a maioria dos projetos pontuou muito bem no indicador que trata sobre o Nível de Restrições Ambientais ou Sociais (10), demonstrando que há poucos impeditivos neste aspecto para sua implantação.

Outro indicador que chama a atenção é a Margem de Contribuição por Passageiro (5), com ótimos resultados especialmente para projetos de corredores de BRT e BRS.

Deve-se ressaltar, entretanto, os desafios para a implantação dos projetos relativos à previsão de **Recursos Orçamentários (1)**, uma vez que a maioria dos projetos avaliados obteve a nota zero, ou seja, não possuem previsão orçamentária. Este aspecto deixa evidente a necessidade de uma análise aprofundada destes projetos a fim de avaliar sua viabilidade econômico-financeira e se ponderar sobre seus horizontes de implantação e possíveis fontes de financiamento.

A questão da viabilidade econômico-financeira pode ser verificada através dos indicadores **Capacidade de Cobertura Operacional (3) e Capacidade de Cobertura de Investimento (4)**. Destaca-se o desafio em se viabilizar projetos metroferroviários, os quais exigem maior montante de investimentos e estão associados a maiores custos operacionais. Porém, deve-se levar em conta a demanda atendida, o maior potencial de atração de usuários de outros modos de transporte, além do potencial de desenvolvimento do uso do solo e de redução de emissão de poluentes atmosféricos, bem como demais aspectos sociais e ambientais que justificam sua implantação.

Por outro lado, os projetos de corredores de BRT e BRS apresentaram melhor desempenho nos indicadores econômico-financeiros, pelos baixos investimentos necessários e custos de operação reduzidos. Porém, tais projetos têm sua capacidade de transporte limitada, bem como menor potencial de redução de emissão de poluentes se comparados a projetos metroferroviários. Estes corredores podem ser uma solução mais rápida, em cenários de orçamento restritivo, porém, deve-se ter em mente que poderão exigir expansão ou mesmo substituição de tecnologia em futuro próximo. Ademais, tais projetos obtiveram um pior desempenho nos indicadores **Custo Generalizado (6) e Redução da Poluição Atmosférica (12)**. Nesse sentido, ressalta-se a importância de se avaliar as tecnologias previstas para tais corredores, buscando maximizar o atendimento à demanda, bem como minimizar os impactos ambientais. Neste sentido, a substituição de BRTs e BRS por corredores eletrificados ou mesmo tecnologias de metrô leve podem ser consideradas.

A análise de potencialidades e fragilidades dos projetos baseada na avaliação dos Indicadores é, portanto, um importante subsídio para construção da Rede Futura de Mobilidade da RMBH, a medida que permite identificar as lacunas de atendimento e aspectos físico, operacionais e econômico-financeiro de cada iniciativa.



REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012.** Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nºs 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nºs 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Brasília, 2012.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica.** Tradução de Wainer da Silveira e Silva, McGraw-Hill, Makron, São Paulo, SP, 1991.

SAATY, T.L. **How to make a decision: The analytic hierarchy process.** European Journal of Operational Research, Vol.48 No.1, pp.9-26, 1990.



WWW.GRUPOCCR.COM.BR/