



CIÊNCIA,
TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



FSFA

FUNDAÇÃO SÃO FRANCISCO DE ASSIS

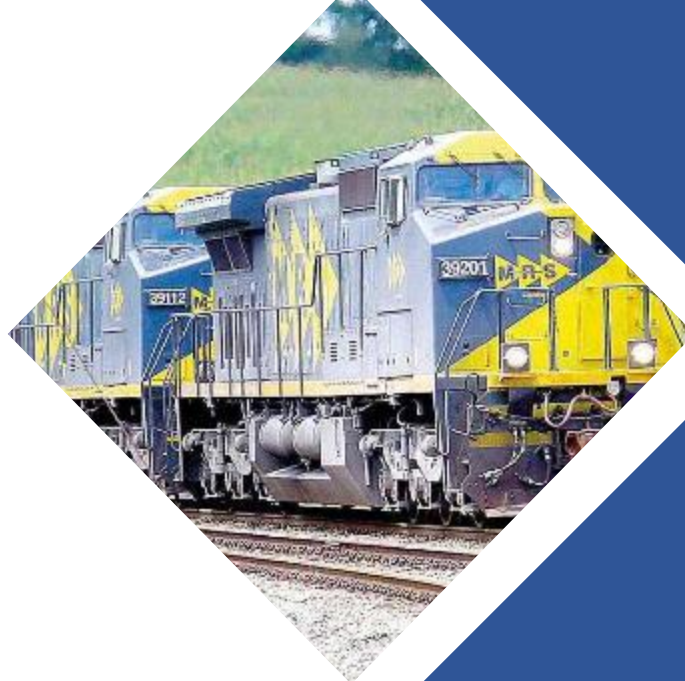
Plano Estratégico de Logística e Cargas do Estado do Rio de Janeiro



Plano Estratégico de Logística e Cargas do Estado do Rio de Janeiro

Transferência do Conhecimento – Semana 02, Dia 01

Rio de Janeiro, 02 de Junho de 2025



Transferência do Conhecimento

Conteúdo Programático



Semana 02

Parte 1

Dia 01
(Segunda, 02 de junho)

Cenários
econômicos e
projeção da
demanda

Dia 02
(Terça, 03 de junho)

Viabilidade
econômica e
ambiental de
projetos simuláveis

Dia 03
(Quarta, 04 de junho)

Conceituação de
modelagem de
transportes e
apresentação do
modelo desenvolvido

Dia 04
(Quinta, 05 de junho)

Apresentação às
ferramentas de apoio
ao uso do software

Dia 05
(Sexta, 05 de junho)

Espaço para
proposição de
exercícios sobre o
modelo do PELC/RJ
2045

Parte 2

Hierarquização
de projetos –
AHP

Análise de
capacidade e nível
de serviço –
HCM2010

Construção da
rede de
modelagem

Construção da
sequência de
cálculos para a
modelagem

Espaço para
proposição de
exercícios sobre o
modelo do PELC/RJ
2045

Aplicações no modelo de simulação em Visum

Transferência do Conhecimento

Conteúdo Programático – Semana 02, Dia 01

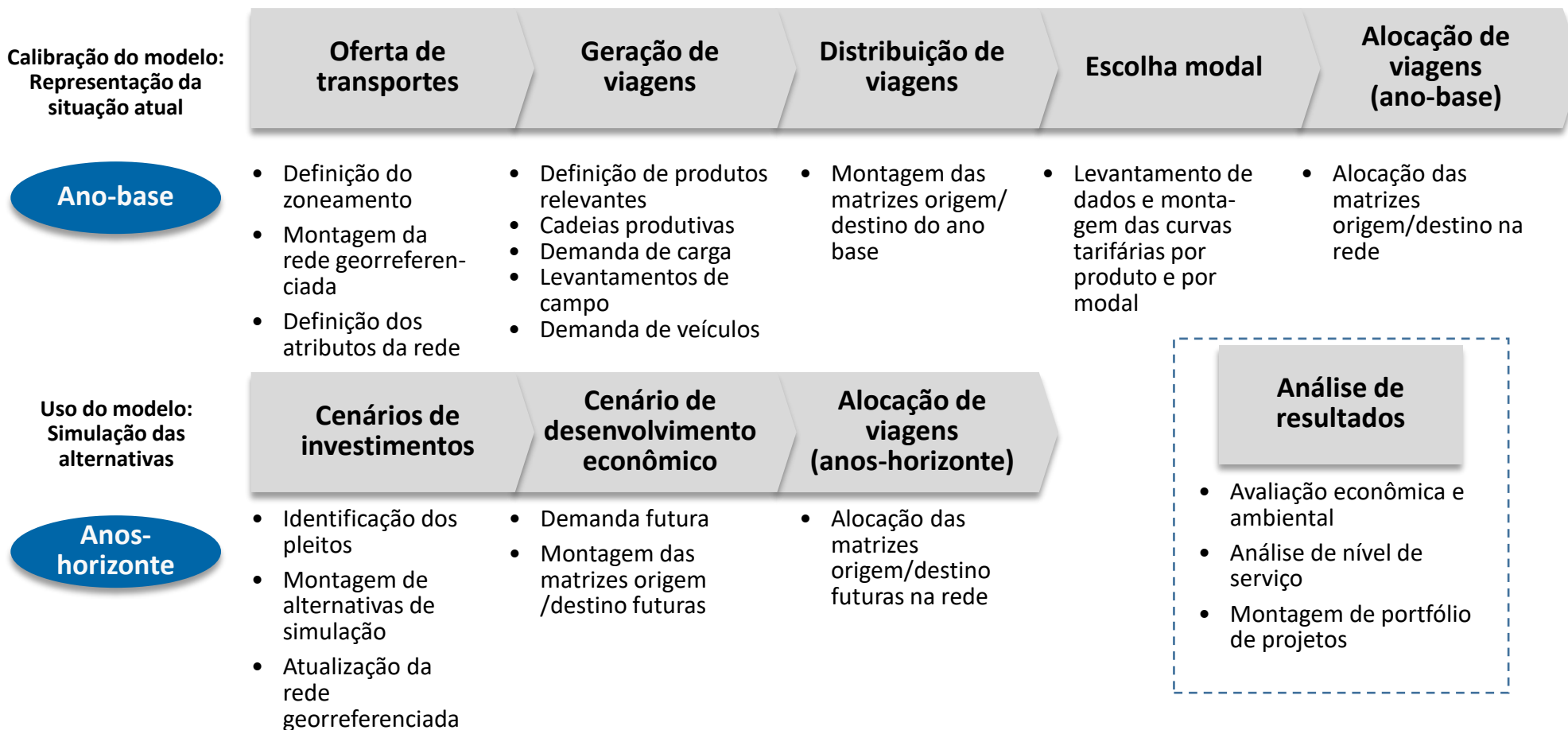


Semana 02

	Dia 01 (Segunda, 02 de junho)	Dia 02 (Terça, 03 de junho)	Dia 03 (Quarta, 04 de junho)	Dia 04 (Quinta, 05 de junho)	Dia 05 (Sexta, 05 de junho)
Parte 1	Cenários econômicos e projeção da demanda	Viabilidade econômica e ambiental de projetos simuláveis	Conceituação de modelagem de transportes e apresentação do modelo desenvolvido	Apresentação às ferramentas de apoio ao uso do software	Espaço para proposição de exercícios sobre o modelo do PELC/RJ 2045
Parte 2	Hierarquização de projetos – AHP	Análise de capacidade e nível de serviço – HCM2010	Construção da rede de modelagem	Construção da sequência de cálculos para a modelagem	Espaço para proposição de exercícios sobre o modelo do PELC/RJ 2045

Aplicações no modelo de simulação em Visum

Contextualização: modelo regional de planejamento de transportes





Agenda Parte 1

1. Conceitos
2. Vetores de Produção e Consumo e Distribuição de viagens
3. Projeções de demanda
4. Exemplo prático

Agenda Parte 1

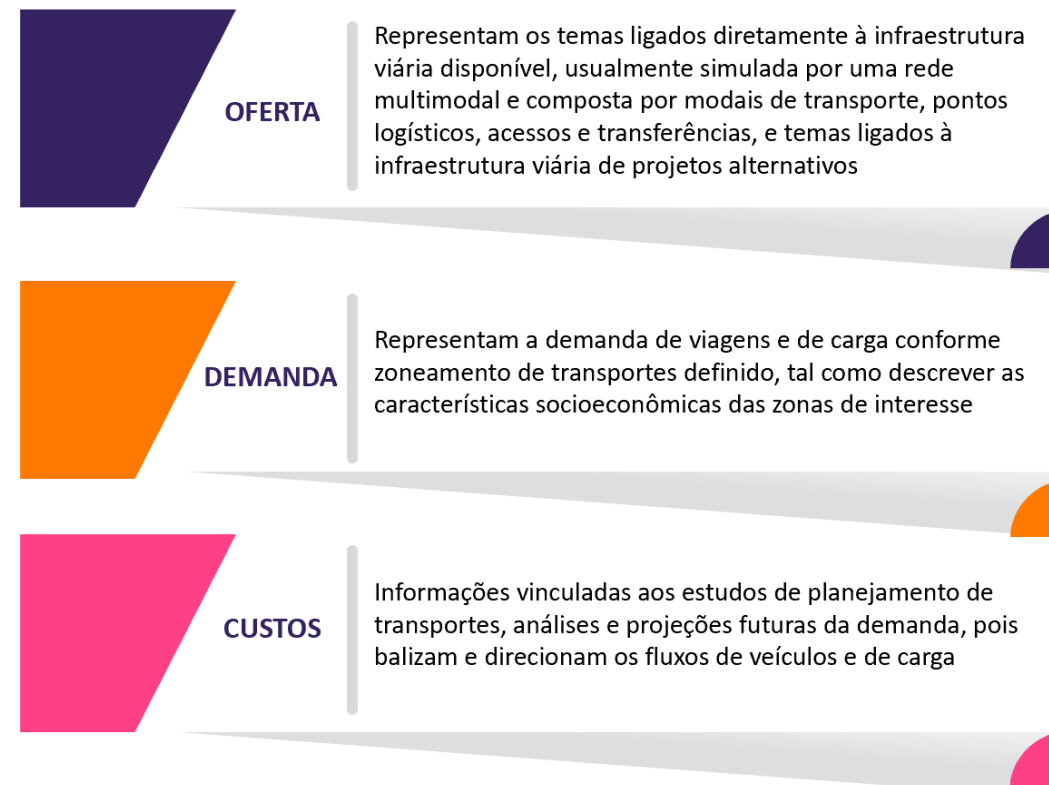
1. Conceitos
2. Vetores de Produção e Consumo e Distribuição de viagens
3. Projeções de demanda
4. Exemplo prático

Conceitos



Base de dados do PELC

- Os dados de **OFERTA** correspondem àqueles que são diretamente caracterizados por atributos relacionados ao sistema viário e conexões. O sistema viário apresenta toda a estrutura da oferta de transportes e é representado na base de dados pela rede multimodal de transportes, formada pelo conjunto de atributos dos modos rodoviário, ferroviário, aquaviário e dutoviário.
- Os dados de **DEMANDA** representam todas as informações sobre produção e consumo, informações socioeconômicas, zonas de tráfego e divisão político-administrativa do Brasil.
- Os dados de **CUSTOS** operacionais, logísticos e tarifários incluem, mas não se limitam, a custos unitários, dados de contagem volumétrica, dados secundários e resultados dos fluxos alocados do modelo de simulação.



Conceitos

Projeção de Demanda

- Processo de estimar volumes futuros de produção, consumo e fluxos de transporte.
- Baseia-se em análise histórica, tendências econômicas e cenários prospectivos.

Cenários Econômicos

- Cenário Tendencial: Crescimento baseado em tendências passadas e mantidas no futuro.
- Cenário Não-Tendencial: Considera efeitos de investimentos, políticas públicas, mudanças tecnológicas e transformações de mercado.

Relação Demanda x Economia:

- Demanda de transporte é derivada das atividades econômicas (produção, consumo, exportação, importação).
- Uso de modelos econométricos e correlações com PIB, população, consumo per capita, comércio exterior, entre outros.

Identificação dos Produtos Relevantes



Critérios de seleção

- Produtos com impacto na logística e transporte de carga – representatividade econômica e volumétrica na matriz de transporte;
- Produtos de cadeias industriais, agroindustriais e minerais;
- Avaliação de dados de produção e consumo no Estado do Rio de Janeiro, bem como do comércio exterior e fluxos de atravessamento pelo estado;
- Na atualização do PELC/RJ 2045, os produtos relevantes foram mantidos.

Produtos mais relevantes

- **Agronegócio:** Soja, milho, farelo de soja, óleo de soja, açúcar, etanol, cana-de-açúcar;
- **Mineração:** Minério de ferro, carvão mineral, coque siderúrgico;
- **Indústria:** Siderúrgicos, cimento, petroquímicos, veículos, carga geral;
- **Energia:** Derivados de petróleo, gás natural.

Identificação dos Produtos Relevantes



Critérios de seleção: alto valor e grande volume

Grande volume: Commodities e veículos

- Milho
- Trigo
- Cana-de-açúcar
- Soja
- Açúcar
- Minério de ferro
- Carvão e coque
- Farelo de soja
- Óleo de soja
- GLP
- Combustíveis (gasolina A, gasolina C, diesel e óleo combustível)
- Etanol
- Petroquímicos
- Cimento
- Produtos siderúrgicos
- Veículos leves
- Veículos pesados

Produção e
consumo
do ERJ

Comércio
exterior do
ERJ

Fluxos de
passagem
no ERJ

Novos
mercados
para o ERJ

Alto valor: Carga geral

- Máquinas, equipamentos, autopeças, caldeiras, outros produtos de metal e eletrônicos
- Alimentos e bebidas
- Indústria naval, ferroviária, aérea
- Fármacos, químicos, higiene e hospitalar
- Plásticos e borracha
- Indústria gráfica

Produção e consumo
do ERJ

Comércio exterior do
ERJ

Agenda Parte 1

1. Conceitos
2. Vetores de Produção e Consumo e Distribuição de viagens
3. Projeções de demanda
4. Exemplo prático

Geração de Vetores de Produção e Consumo



Na última década tem-se observado um aprimoramento das cadeias produtivas. Fatores como a globalização, a evolução dos mercados consumidores, avanços tecnológicos de processos produtivos e de ferramentas de gerenciamento, tem impactado as cadeias produtivas tornando-se necessário o entendimento dos fluxos de cada um dos produtos considerados além da identificação das suas características relevantes e particularidades.

Etapas

- Levantamento da base produtiva e dos mercados consumidores;
- Análise de bases como IBGE, ANP, ANM, CONAB, MAPA, ComexStat, institutos setoriais;
- Construção dos vetores (matriz por produto x zona geográfica) para anos-base e anos-horizonte.

Geração de Vetores de Produção e Consumo



Balanço de Oferta e Demanda

- Para cada produto, verifica-se:
 - Onde é produzido (polos produtores e importação).
 - Onde é consumido (mercados internos e externos - exportação).
- O envio de um produto para um estado ou o recebimento de outros estados foi estimado de forma a garantir o equilíbrio entre oferta e demanda por estado/unidade federativa sendo realizado alguns ajustes nos vetores de produção e consumo quando necessário para garantir o equilíbrio da balança comercial. Esta análise foi elaborada com base em informações e consultas a fontes oficiais, associações e com base em estudos setoriais;
- Característica de fluxos mais dispersos e com estimativa complexa do volume de transporte entre regiões, onde não cabe análise setorial :
 - Carga geral: PNL 2035 atualizado com dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA), do IBGE, e da base ComexStat;
 - Automóveis e ônibus: PNL 2035 atualizado com evolução do PIB.

$$\text{Oferta} = P - S + I + R$$

onde:

P: produção por estado / zona;
S: perdas (somente no caso de produtos agrícolas);
I: importação do produto;
R: recebimento de outras zonas

$$\text{Demanda} = C + X + E$$

onde:

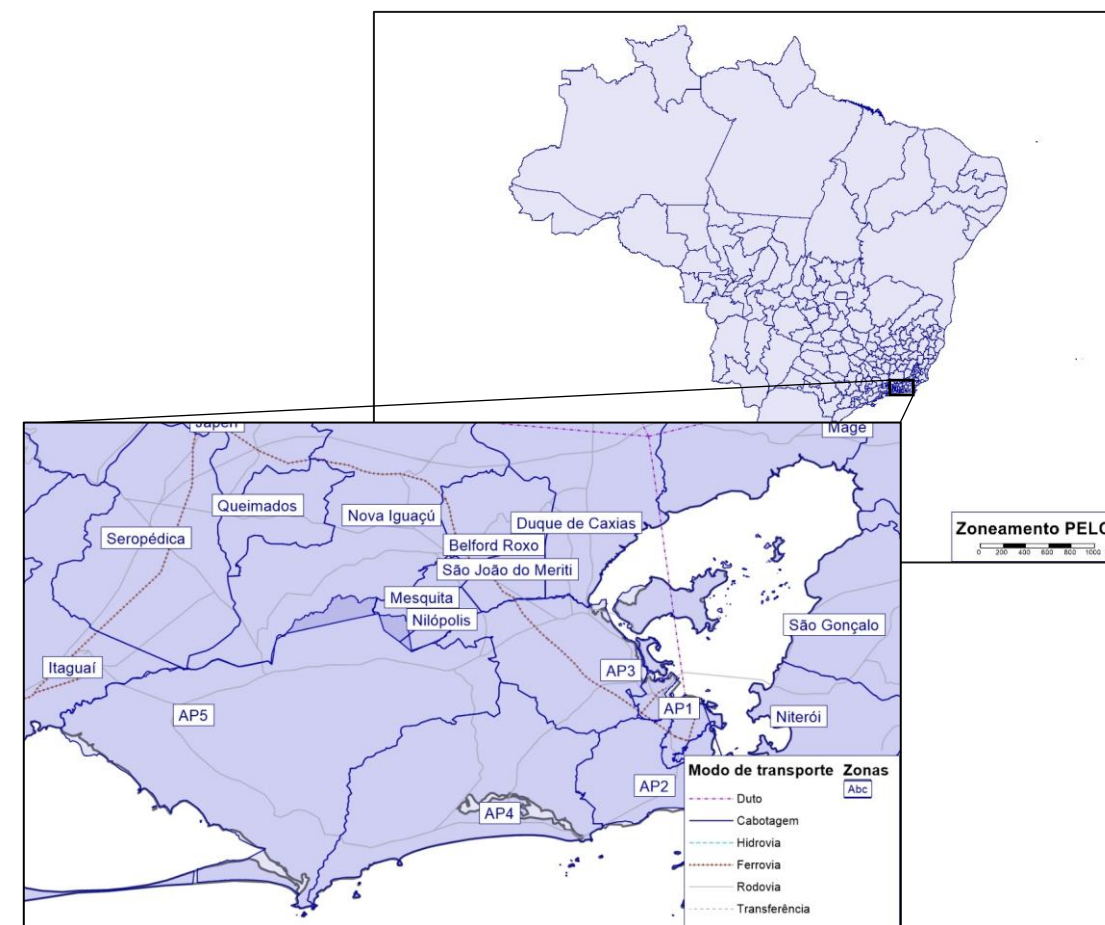
C: consumo por estado / zona;
E: exportação do produto;
X: enviado para outras zonas

Geração de Vetores de Produção e Consumo



Agregação espacial dos produtos – Zoneamento

- Constam no modelo o total de 287 zonas de transporte, baseando-se como unidade mínima os limites de municípios:
 - Para o município do Rio de Janeiro foram consideradas as 5 Áreas de Planejamento a fim de refinar os fluxos de entrada e saída no município
 - Para o ERJ, cada zona corresponde ao próprio município
 - Para os locais que são os principais polos produtivos do país com influência no ERJ atualmente e com potencial para os próximos anos, cada zona corresponde a microrregião homogênea do IBGE (MT, GO e parte de MG e SP)
 - Para os locais na área de influência indireta do ERJ, foram consideradas as mesorregiões do IBGE para representar cada zona (MS, restante de SP e norte de MG)
 - Para o restante do país, foi adotado a UF como zona de transporte (estados das regiões Norte, Nordeste e Sul)
 - São também consideradas como zonas de transporte cada um dos portos e aeroportos que possuam importância como polos geradores de viagens (ou seja, que produzem ou atraem viagens) de produtos relevantes, além de uma zona representativa do exterior

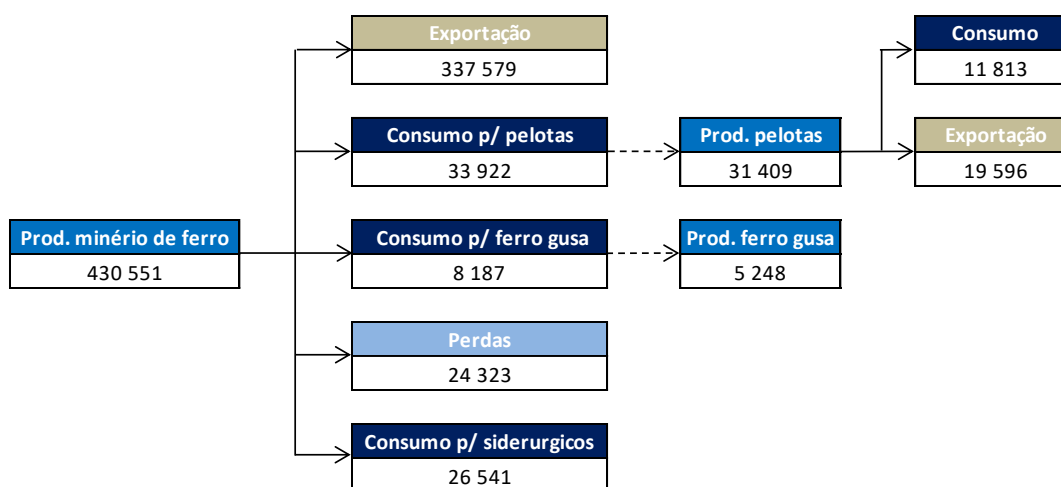


Geração de Vetores de Produção e Consumo



Exemplo: Minério de Ferro | Cadeia Produtiva

- O Brasil é um dos maiores produtores de minério de ferro do mundo, com 96% das reservas concentradas em Minas Gerais e Pará. Cerca de 79% da produção é destinada à exportação, em forma de minério bruto ou pelotas. A pelotização visa otimizar o uso nos fornos e facilitar o transporte, sendo a principal consumidora interna de minério. O mercado interno também inclui o setor siderúrgico e os produtores de ferro gusa, utilizado como insumo em usinas semi-integradas.



Ano-base: 2021

Unidade: mil toneladas

Área geográfica: Brasil

Fonte: ANM, Instituto Aço Brasil, Sindifer e informações de mercado

Geração de Vetores de Produção e Consumo



Exemplo: Minério de Ferro | Vetores

- A principal mineradora de ferro no Brasil é a Vale, com operações em Minas Gerais e no Pará, responsável por cerca de 74% da produção nacional.
- Também se destacam Anglo American, CSN, Usiminas e Vallourec, com atuação em Minas Gerais.
- Apesar dos impactos de desastres ambientais, o setor expandiu, com destaque para o Projeto Serra Sul (S11D) da Vale e o Projeto Minas-Rio da Anglo American, que prevê alcançar 90 milhões de toneladas/ano até 2045.
- O transporte inclui minerodutos, como os da Samarco (MG-ES) e da Anglo American (MG-RJ).
- Os portos do Rio de Janeiro são responsáveis por cerca de 30% da exportação nacional de minério de ferro.

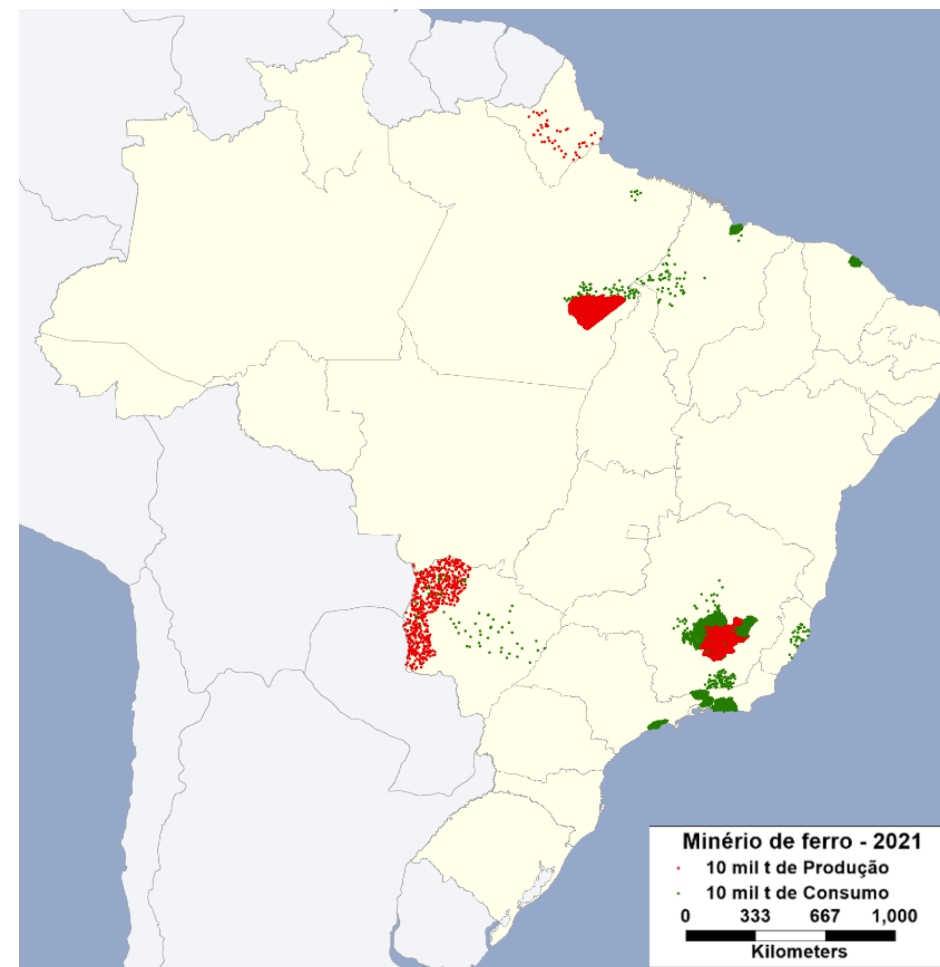
Minério de ferro: balanço produção-consumo 2021		
Região	Produção (1000 t)	Consumo (1000 t)
Região Sul	0	0
Regiões Norte e Centro-Oeste	196.679	1.660
Região Nordeste	3.624	8.259
Região Sudeste	266.342	74.832
São Paulo	-	3.257
Minas Gerais	241.736	23.311
Espírito Santo	24.606	36.427
Rio de Janeiro	-	11.837
RJ - Mesorregião Centro Fluminense	-	-
RJ - Mesorregião Metropolitana do Rio	-	6.237
RJ - Mesorregião do Noroeste Fluminense	-	-
RJ - Mesorregião do Norte Fluminense	-	-
RJ - Mesorregião do Sul Fluminense	-	5.600
RJ - Mesorregião das Baixadas Litorâneas	-	-
	Importação (1000 t)	Exportação (1000 t)
Comércio Exterior	-	381.893
Total Brasil	466.645	466.645

Geração de Vetores de Produção e Consumo



Exemplo Minério de Ferro | Produção e consumo

- No mercado interno, a principal consumidora de minério de ferro é a indústria de pelletização, concentrada no Espírito Santo, com produção majoritariamente voltada à exportação.
- Na siderurgia, apenas usinas integradas utilizam minério, enquanto as semi-integradas operam com sucata e/ou ferro gusa. Os maiores consumidores estão no Sudeste, devido à alta produção de aço.
- Já os produtores de ferro gusa estão distribuídos em MG, ES, MS, PA e MA.
- O setor apresenta crescimento desde 2016, acelerado no pós-pandemia com a reativação de usinas e fornos.
- No estado Rio de Janeiro não há produção deste insumo, mas há dois polos consumidores: Volta Redonda (CSN) e na capital (Ternium Brasil). Ressalta-se também o destaque do Rio de Janeiro no escoamento do fluxo de minérios de ferro com destino à exportação através de seus portos.



Distribuição de viagens



Modelo de distribuição gravitacional

- O número de viagens entre zonas é proporcional à produção e à atração e inversamente proporcional a um custo;
- Forma pares OD mais próximos em termos de custo, sendo aplicável quando há maior dispersão da produção e consumo.
- A impedância de um produto foi considerada como o menor custo de transporte entre a zona de origem e a zona de destino;
- São realizados ajustes para que os totais de produção e atração por zona (vetores calculados) sejam atendidos. Para isso, é utilizado o método Furness, que calcula iterativamente os fatores de ajuste para produção e atração, até ser obtido um resultado com a precisão almejada.

$$\begin{aligned} Atracao_i^p &= \sum_j d_{ij}^p \\ Producao_j^p &= \sum_i d_{ij}^p \end{aligned}$$

$$d_{ij}^p = \alpha * \frac{Atracao_i^p * Producao_j^p}{c_{ij}^{p\beta}}$$

- i e j são as zonas de transporte, com exceção dos portos
- p é o produto relevante
- d_{ij}^p é o fluxo do produto p entre as zonas i e j
- c_{ij}^p é o custo (tempo, distância, ou qualquer combinação de custo entre as zonas i e j)
- α e β são parâmetros de calibração do modelo

Distribuição de viagens



Exemplo: Minério de Ferro | Vetores de Produção e Consumo e Matriz OD

Minério de ferro: balanço produção-consumo 2021		
Região	Produção (1000 t)	Consumo (1000 t)
Região Sul	0	0
Regiões Norte e Centro-Oeste	196.679	1.660
Região Nordeste	3.624	8.259
Região Sudeste	266.342	74.832
São Paulo	-	3.257
Minas Gerais	241.736	23.311
Espírito Santo	24.606	36.427
Rio de Janeiro	-	11.837
RJ - Mesorregião Centro Fluminense	-	-
RJ - Mesorregião Metropolitana do Rio	-	6.237
RJ - Mesorregião do Noroeste Fluminense	-	-
RJ - Mesorregião do Norte Fluminense	-	-
RJ - Mesorregião do Sul Fluminense	-	5.600
RJ - Mesorregião das Baixadas Litorâneas	-	-
	Importação (1000 t)	Exportação (1000 t)
Comércio Exterior	-	381.893
Total Brasil	466.645	466.645

Minério de ferro (mil toneladas) 2021	Região Sul	Regiões Norte e Centro-Oeste	Região Nordeste	São Paulo	Minas Gerais	Espírito Santo	RJ - Mesorregião Centro Fluminense	RJ - Mesorregião Metropolitana do Rio	RJ - Mesorregião do Noroeste Fluminense	RJ - Mesorregião do Norte Fluminense	RJ - Mesorregião do Sul Fluminense	RJ - Mesorregião das Baixadas Litorâneas	Comércio Exterior	TOTAL
Região Sul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regiões Norte e Centro-Oeste	0	1.530	7.139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188.010	196.679
Região Nordeste	0	68	288	6	6	0	0	5	0	0	5	0	3.246	3.624
São Paulo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minas Gerais	0	0	0	2.631	21.436	33.808	0	4.836	0	0	4.633	0	174.391	241.736
Espírito Santo	0	62	833	621	1.869	2.618	0	1.396	0	0	961	0	16.246	24.606
RJ - Mesorregião Centro Fluminense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ - Mesorregião Metropolitana do Rio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ - Mesorregião do Noroeste Fluminense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ - Mesorregião do Norte Fluminense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ - Mesorregião do Sul Fluminense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ - Mesorregião das Baixadas Litorâneas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comércio Exterior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	1.660	8.259	3.257	23.311	36.427	0	6.237	0	0	5.600	0	381.893	466.645

Agenda Parte 1

1. Conceitos
2. Vetores de Produção e Consumo e Distribuição de viagens
3. Projeções de demanda
4. Exemplo prático

Projeções para Anos-Horizonte



Conceito

- A análise da geração de demanda é essencial na modelagem de transportes, pois define a demanda total a ser atendida nos anos-horizonte do estudo.
- Pelo fato de a demanda por transportes ser derivada da demanda por outras atividades, os modelos de geração de viagens devem ser desenvolvidos independentemente para cada tipo de fluxo. Para o transporte de cargas, o procedimento consiste em caracterizar a demanda específica de cada produto relevante.
- A estimativa da geração de demanda por transporte é feita através do uso de modelos de regressão linear ou de análise de categoria recorrendo-se também as projeções realizadas por órgãos competentes de cada setor analisado.
- No caso do planejamento em nível regional, as técnicas de geração de viagens muitas vezes diferem das empregadas no meio urbano. Isto se deve à importância dos fluxos de mercadorias, que têm uma dinâmica intrinsecamente ligada à dinâmica da atividade econômica da região, do país e do exterior.
- Em vista disso, os procedimentos para a estimativa da demanda futura assemelham-se aos métodos de projeção de variáveis econômicas. Envolvem uma série muito grande de informações quantitativas e qualitativas, geralmente ligadas a aspectos de localização (como a proximidade aos mercados de matérias primas ou de consumidores, a complementaridade entre os processos produtivos, a posição estratégica em relação ao sistema de transportes) ou conjunturais (evolução dos mercados atingidos, situação dos competidores diretos).

Projeções para Anos-Horizonte

Metodologia

- Anos-horizonte de 2025 (curto prazo), 2035 (médio prazo) e 2045 (longo prazo);
- Modelos econométricos baseados em regressões com variáveis econômicas: PIB, PIB setorial, população, produção agrícola, balança comercial;
- Fontes: OECD, EPE, USDA, agentes setoriais;
- Cenários elaborados conforme tendências econômicas globais, nacionais e setoriais;
- Ajustes a partir de tendências econômicas, políticas de infraestrutura e tecnologia;
- Identificação de produtos estratégicos dentro de um cenário econômico.

PRODUTO	DRIVERS
Gasolina A	Plano decenal de expansão de energia (EPE) até 2031 e crescimento tendencial a partir de 2031
Gasolina C	Correlacionada com a Gasolina A
Óleo Diesel	Plano decenal de expansão de energia (EPE) até 2031 e crescimento tendencial a partir de 2031
Óleo Combustível	Plano decenal de expansão de energia (EPE) até 2031 e crescimento tendencial a partir de 2031
GLP	Plano decenal de expansão de energia (EPE) até 2031 e crescimento tendencial a partir de 2031
Siderúrgicos	Correlação com o PIB da construção civil e da indústria de transformação e PIB Mundial
Minérios de ferro	Correlação com a produção de produtos siderúrgicos
Carvão e coque	Correlação com a produção de produtos siderúrgicos
Cimento	Correlação com o PIB da construção civil
Petroquímicos	Correlação com o PIB
Milho	Projeções do Agronegócio Brasil (MAPA) até 2032 e crescimento tendencial a partir de 2032 considerando restrições de produtividade e limitação de área plantada
Trigo	Projeções do Agronegócio Brasil (MAPA) até 2032 e crescimento tendencial a partir de 2032 considerando restrições de produtividade e limitação de área plantada
Soja em grãos	Projeções do Agronegócio Brasil (MAPA) até 2032 e crescimento tendencial a partir de 2032 considerando restrições de produtividade e limitação de área plantada
Farelo de soja	Projeções do Agronegócio Brasil (MAPA) até 2032 e correlação com a produção de soja e consumo de milho
Óleo de soja	Projeções do Agronegócio Brasil (MAPA) até 2032 e correlação com a produção de soja
Veículos leves	Projeções EPE até 2031 e correlação com o PIB
Veículos pesados	Correlação com o PIB
Açúcar	Projeções do Agronegócio Brasil (MAPA) até 2031 e correlação com o crescimento populacional
Etanol	Cenários de oferta de etanol e demanda do ciclo Otto (EPE) até 2031 e correlação com o PIB
Cana-de-açúcar	Correlação com a produção de açúcar e de etanol

Projeções para Anos-Horizonte



Exemplos de Projeções

- **Minério de ferro:** Crescimento ancorado na demanda externa, com flutuações conforme mercado asiático.
- **Soja:** Aumento contínuo da produção para exportação, puxando demanda logística para os portos do Arco Norte.
- **Derivados de petróleo:** Redução relativa no consumo de combustíveis fósseis a partir de 2035, conforme transição energética.

Agenda Parte 1

1. Conceitos
2. Vetores de Produção e Consumo e Distribuição de viagens
3. Projeções de demanda
4. Exemplo prático

Exemplo Prático



Minério de Ferro

- O Brasil é um dos principais produtores mundiais de minério de ferro sendo a maior parte da sua extração destinada ao mercado externo, tanto na forma de minério bruto quanto na forma de pelotas de ferro (aglomerados de finos de minério para melhor aproveitamento no alto forno e facilidade de transporte). A principal mineradora de ferro no Brasil é a VALE S.A., responsável por cerca 74% da produção nacional.
- No cenário internacional, o mercado do minério de ferro apresenta algumas incertezas. Após um período constante de aumento de preço, o valor do minério tem registrado quedas a partir da metade de 2021. Por outro lado, países europeus e China vem cortando a produção de aço e consumo de minério de ferro em função da desaceleração do setor imobiliário, da alta da inflação, dos temores de recessão e em função dos conflitos na Ucrânia.
- Nesta perspectiva, os preços de mercado mais baixo e as incertezas associadas a procura prejudicam os lucros das mineradoras, forçando as mineradoras a adiarem seus planos de expansão.

Exemplo Prático



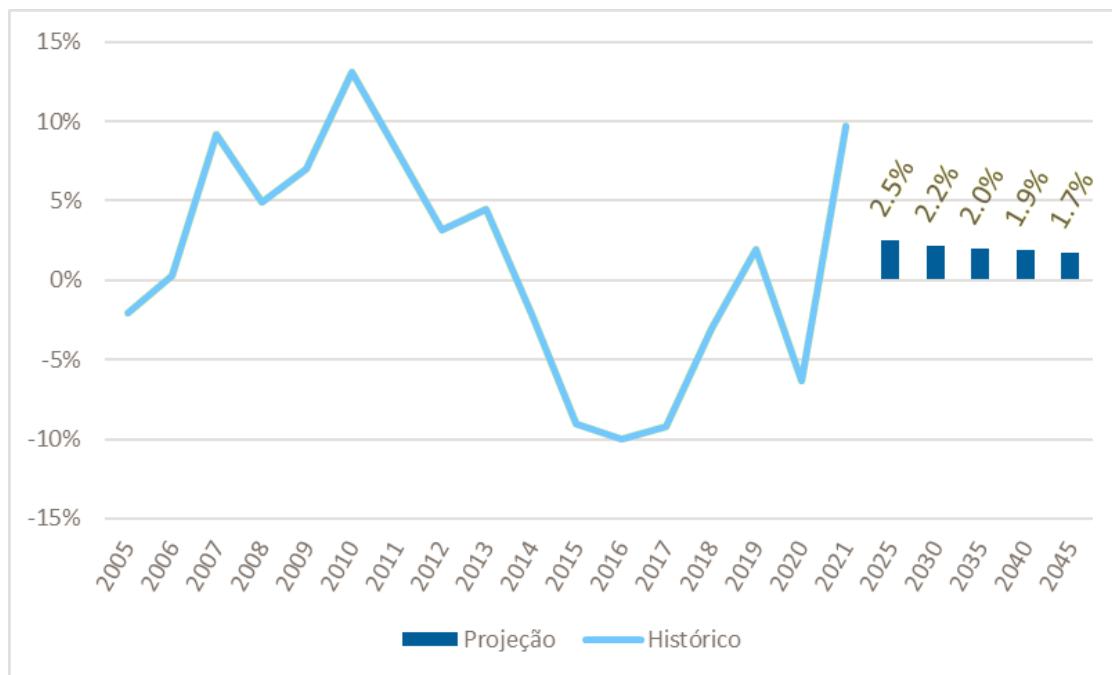
Minério de Ferro

- A projeção das exportações admite que haverá uma retomada da demanda externa, por conta do crescimento do PIB mundial no futuro, segundo as projeções do Banco Mundial e da EPE. Dessa forma, as projeções de exportação do minério foram correlacionadas com o PIB mundial.
- Para a projeção do consumo interno, admitiu-se que o consumo de minério de ferro irá evoluir conforme a produção dos principais setores que o utilizam o minério como insumo, nomeadamente:
 - Ferro gusa: para a projeção, considerou-se que a produção deve atender as demandas do mercado interno e externo. As exportações foram balizadas com o crescimento do PIB mundial e o consumo interno balizado com o cenário tendencial econômico sendo correlacionado o consumo com o PIB;
 - Pelotas: a projeção da produção admite que a oferta deve atender ao mercado interno e externo. As exportações foram balizadas com o crescimento do PIB internacional e o consumo interno balizado com o crescimento da produção de aço (produtos siderúrgicos);
 - Siderúrgicas: a projeção da produção foi estimada de modo a atender a previsão da demanda interna e externa de aço

Exemplo Prático

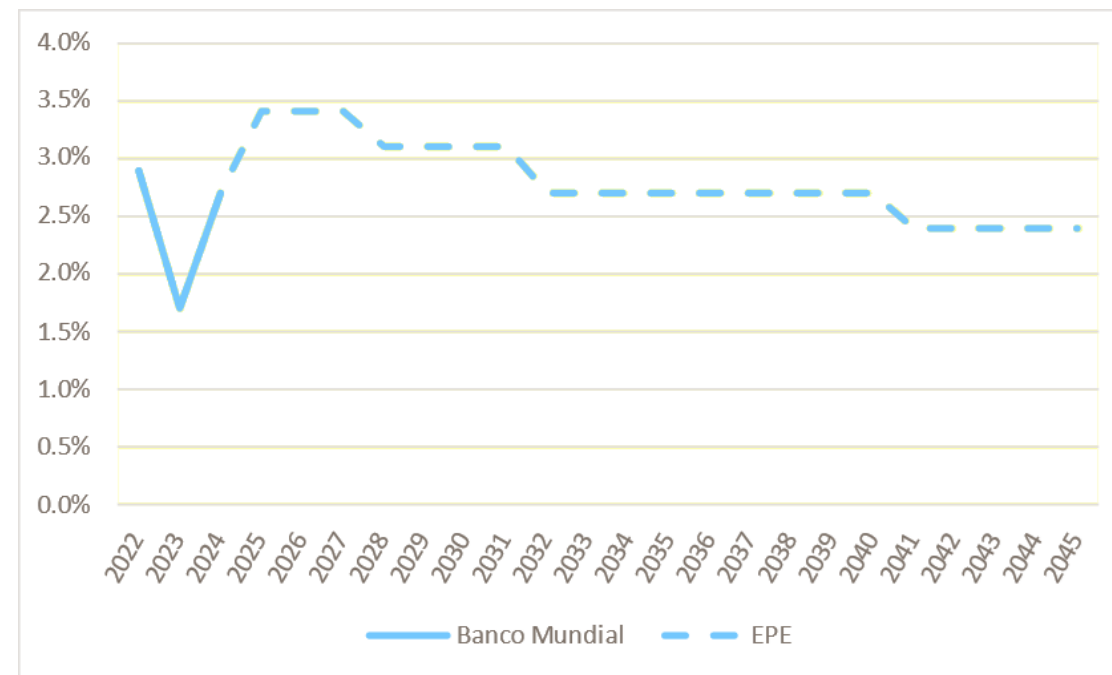


PIB da construção civil e indústria da transformação



Fonte: IBGE, Banco Mundial, EPE

PIB Mundial



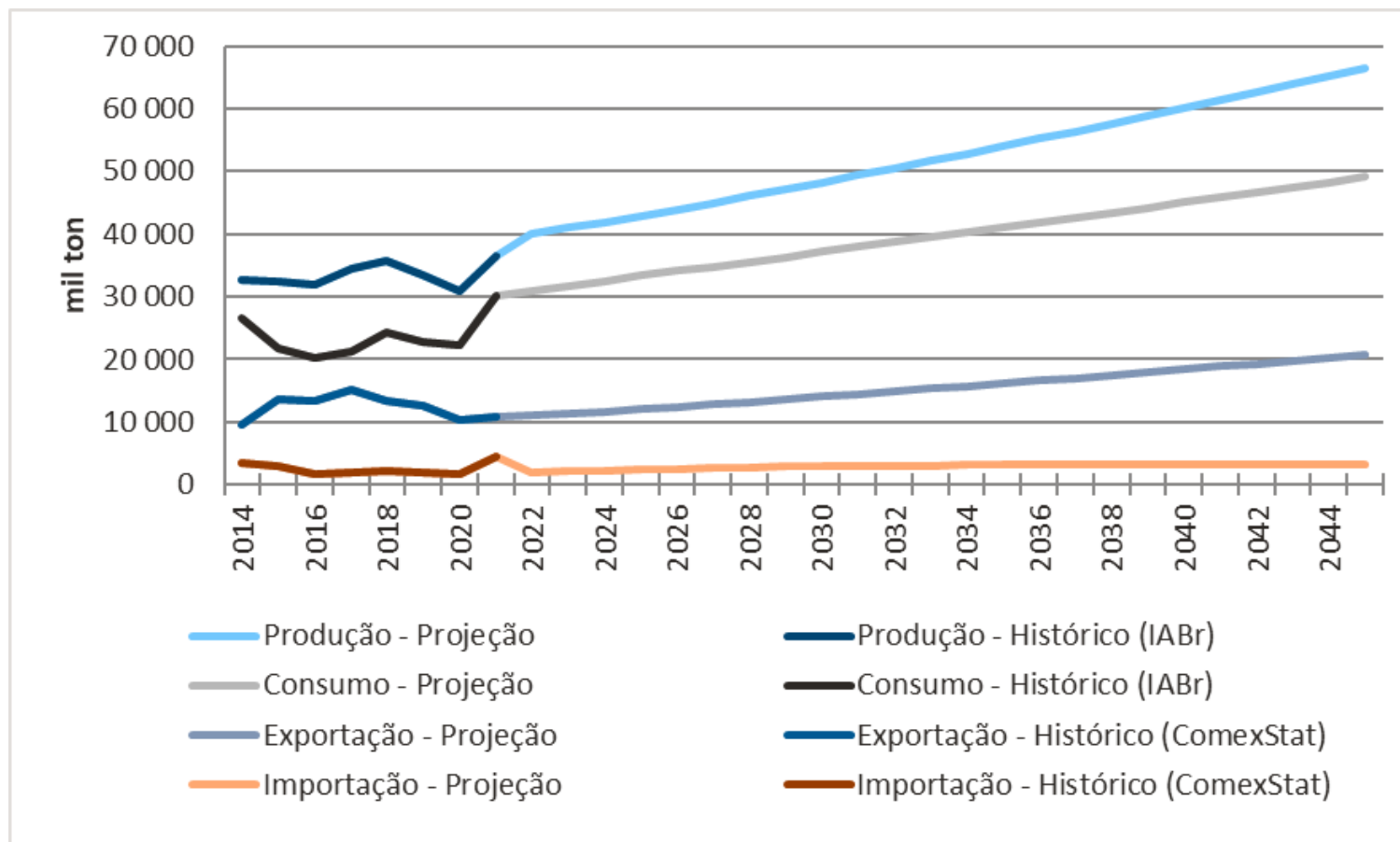
Fonte: Banco Mundial, EPE

Exemplo Prático



Mercado Interno | Produtos Siderúrgicos

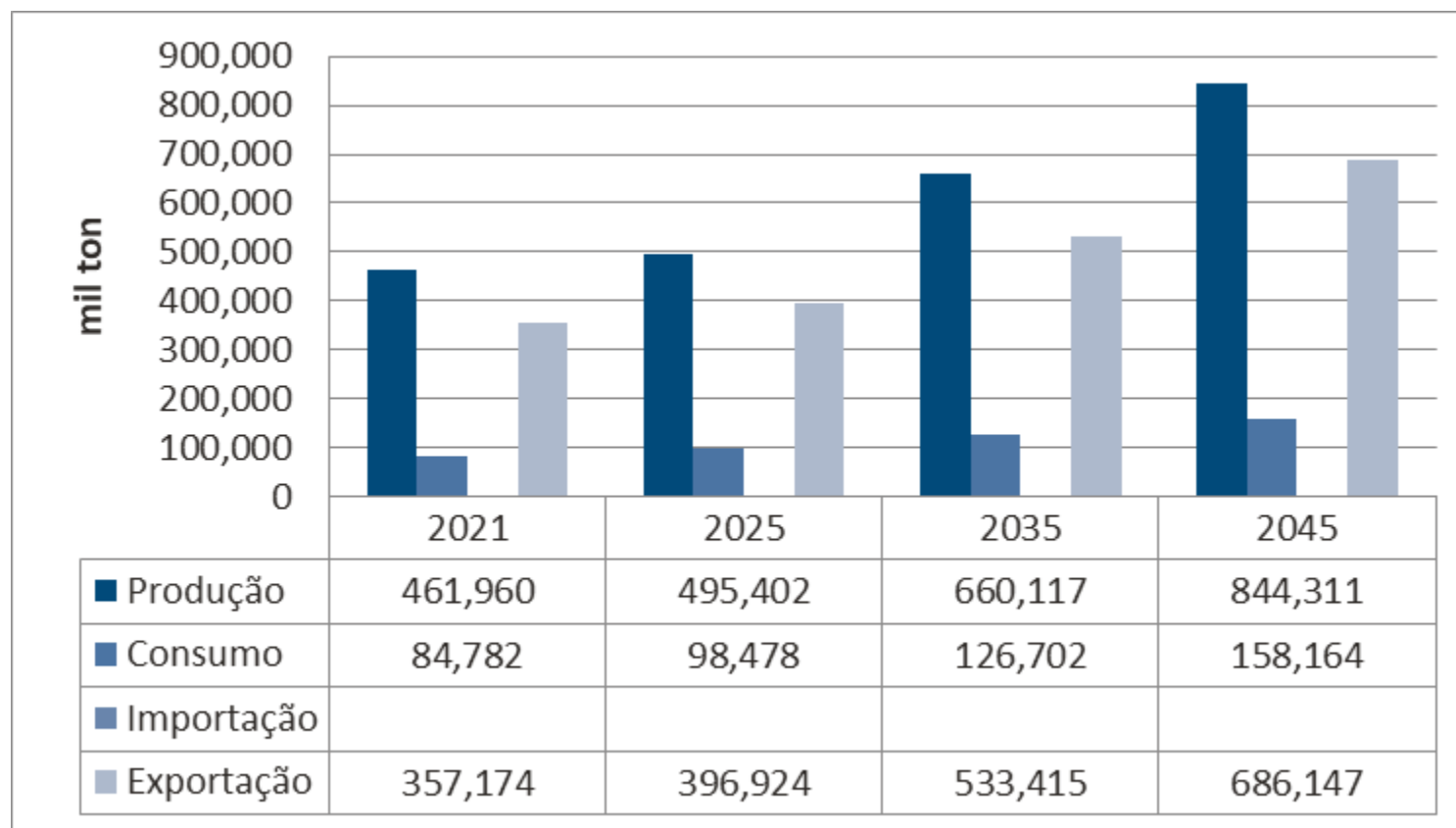
- Diante das incertezas econômicas, vários projetos de expansão do parque siderúrgico foram adiados
- Para atender à demanda futura, considera-se a redução da ociosidade das plantas e um crescimento vegetativo da capacidade até 2035 e 2045, apoiado em ganhos de produtividade e inovação.



Exemplo Prático



Minério de Ferro



Exemplo Prático



Minério de Ferro

Minério de ferro (mil toneladas) 2045	Região Sul	Regiões Norte e Centro-Oeste	Região Nordeste	São Paulo	Minas Gerais	Espírito Santo	RJ - Mesorregião Centro Fluminense	RJ - Mesorregião Metropolitana do Rio	RJ - Mesorregião do Noroeste Fluminense	RJ - Mesorregião do Norte Fluminense	RJ - Mesorregião do Sul Fluminense	RJ - Mesorregião das Baixadas Litorâneas	Comércio Exterior	TOTAL
Região Sul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regiões Norte e Centro-Oeste	0	3.405	11.024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	364.787	379.215
Região Nordeste	0	163	1.536	1.236	1.491	672	0	969	0	0	1.002	0	14.188	21.257
São Paulo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minas Gerais	0	0	0	7.048	44.897	62.648	0	7.293	0	0	9.514	0	284.529	415.929
Espírito Santo	0	0	14	325	1.199	2.616	0	630	0	0	484	0	22.642	27.909
RJ - Mesorregião Centro Fluminense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ - Mesorregião Metropolitana do Rio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ - Mesorregião do Noroeste Fluminense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ - Mesorregião do Norte Fluminense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ - Mesorregião do Sul Fluminense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ - Mesorregião das Baixadas Litorâneas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comércio Exterior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	3.568	12.574	8.608	47.586	65.937	0	8.892	0	0	11.000	0	686.146	844.311



DÚVIDAS?



Agenda Parte 2

1. Introdução
2. Método AHP
3. Exemplos Aplicados
4. Aplicação no PELC/RJ 2045

Agenda Parte 2

1. Introdução
2. Método AHP
3. Exemplos Aplicados
4. Aplicação no PELC/RJ 2045

INTUIÇÃO vs. RAZÃO



INTUIÇÃO

SISTEMA 1

RAZÃO

SISTEMA 2



Imagem: Roberto Camanho

RECONHEÇA O SEU PONTO DE VISTA



Agenda Parte 2

1. Introdução
2. Método AHP
3. Exemplos Aplicados
4. Aplicação no PELC/RJ 2045

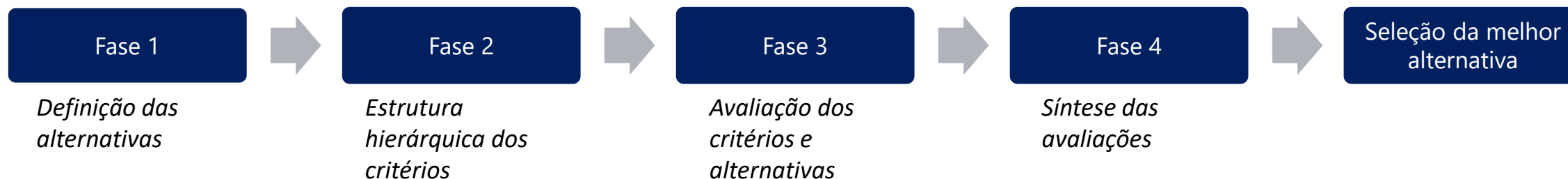
MÉTODO AHP (*Analytic Hierarchy Process*)



- Método científico de apoio à decisão
- Agrega, de forma transparente, a síntese das avaliações de múltiplos gestores para identificarem a melhor decisão
- Por ter uma estrutura intuitiva o AHP é o **método mais difundido**.

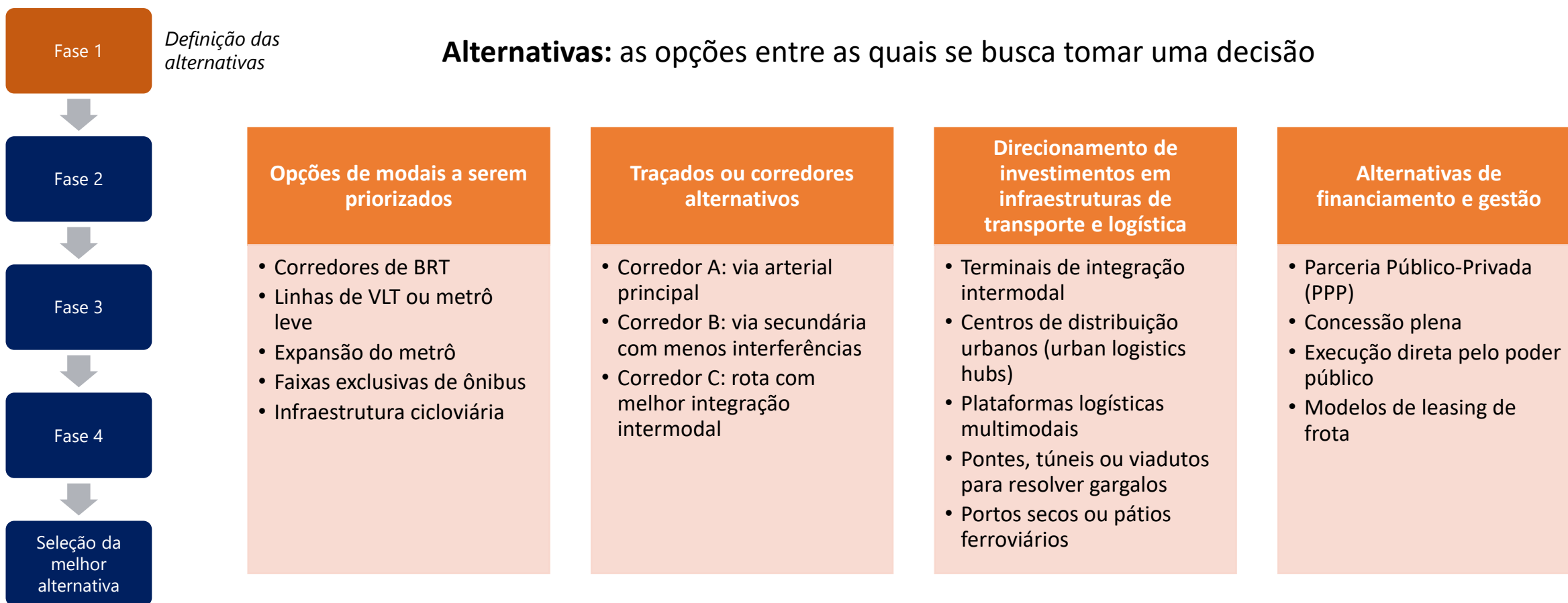
*Journal MANAGEMENT SCIENCE - July 2008 -
Multiple Criteria Decision Making, Multiattribute
Utility Theory: Recent Accomplishments and What
Lies Ahead*

Com o método, a decisão é decomposta em níveis hierárquicos, o que facilita a sua compreensão e avaliação. Os gestores avaliam os **pesos dos critérios** e a sua **preferencia** de cada alternativa em função de cada critério. Com a síntese dos valores definidos pelos decisores é definido o **ranking** das alternativas.



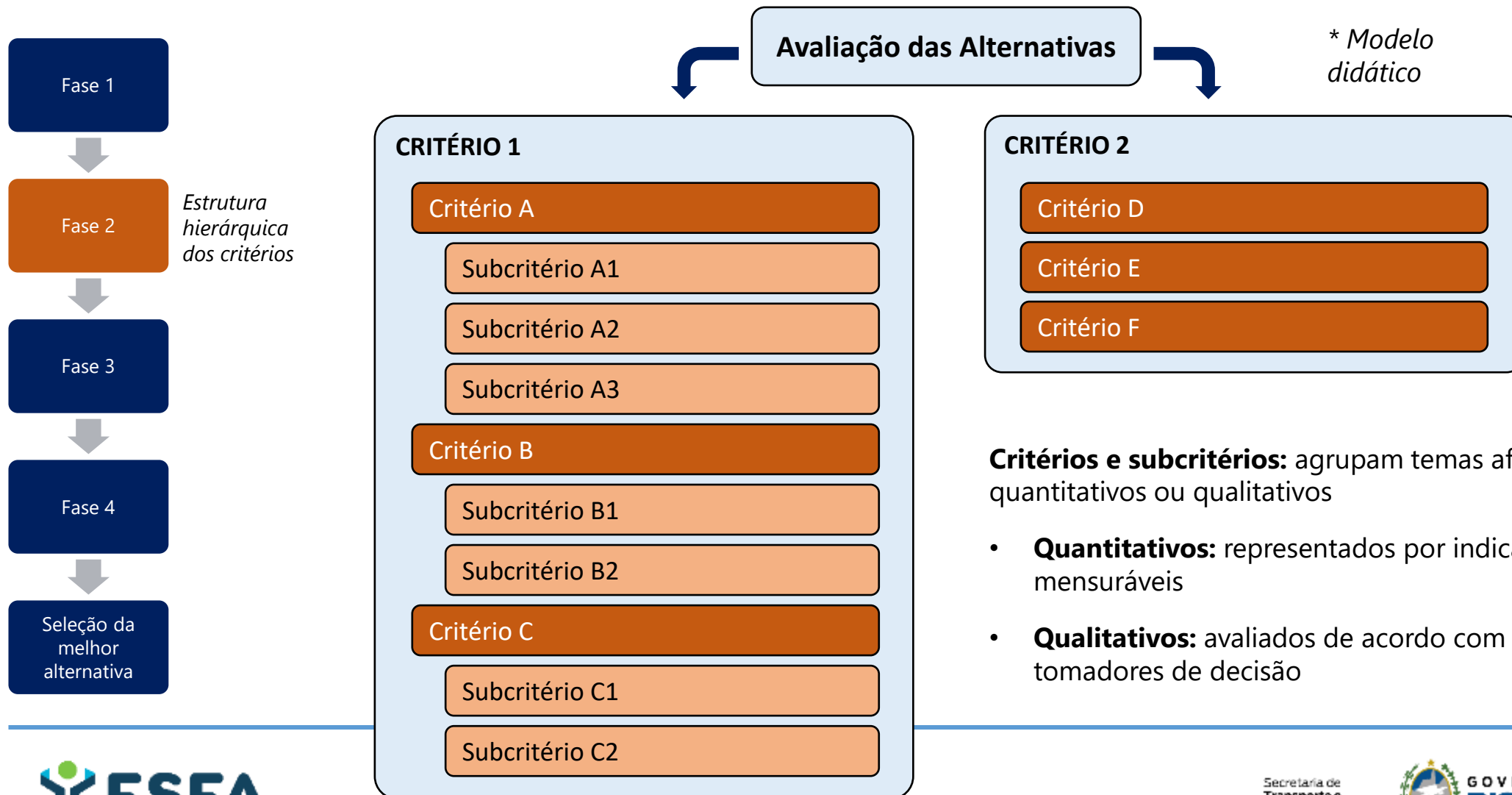
MÉTODO AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Definição das alternativas



MÉTODO AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Estrutura hierárquica dos critérios

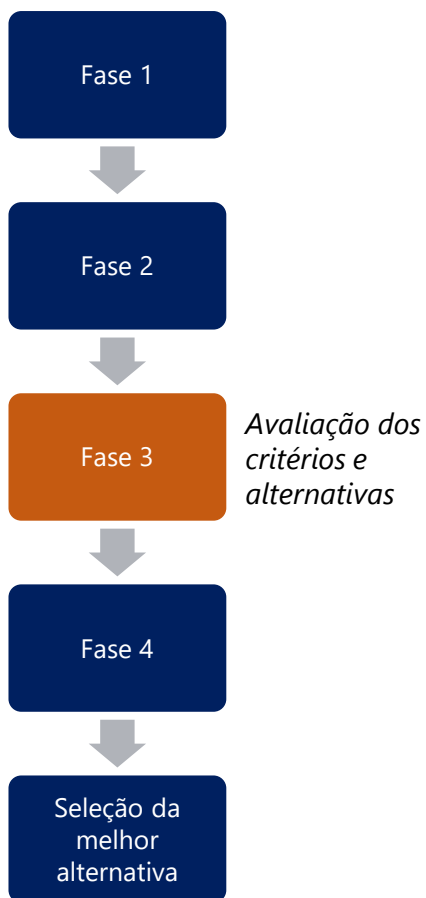


Crítérios e subcritérios: agrupam temas afins e podem ser quantitativos ou qualitativos

- **Quantitativos:** representados por indicadores mensuráveis
- **Qualitativos:** avaliados de acordo com a percepção dos tomadores de decisão

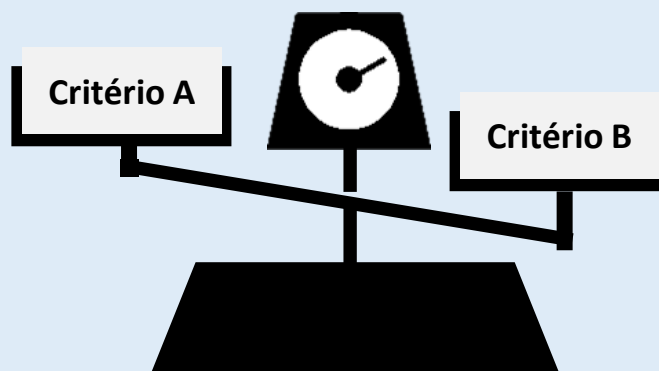
MÉTODO AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Avaliação dos critérios e alternativas



Avaliação dos CRITÉRIOS

Para **cada um dos pares possíveis de critérios** de um mesmo nível, os atores envolvidos são instruídos a ponderar sobre qual dos critérios é o mais importante e o quanto mais importante.



	A	B	C
A			
B			
C			

Pergunta 1

"Qual critério, entre os critérios A e B, é o mais importante?"

Critério A

Igualmente importantes

Critério B

Pergunta 2

"O quanto esse critério é mais importante do que o outro?"

Fraco

Moderado

Moderado +

Forte

Forte +

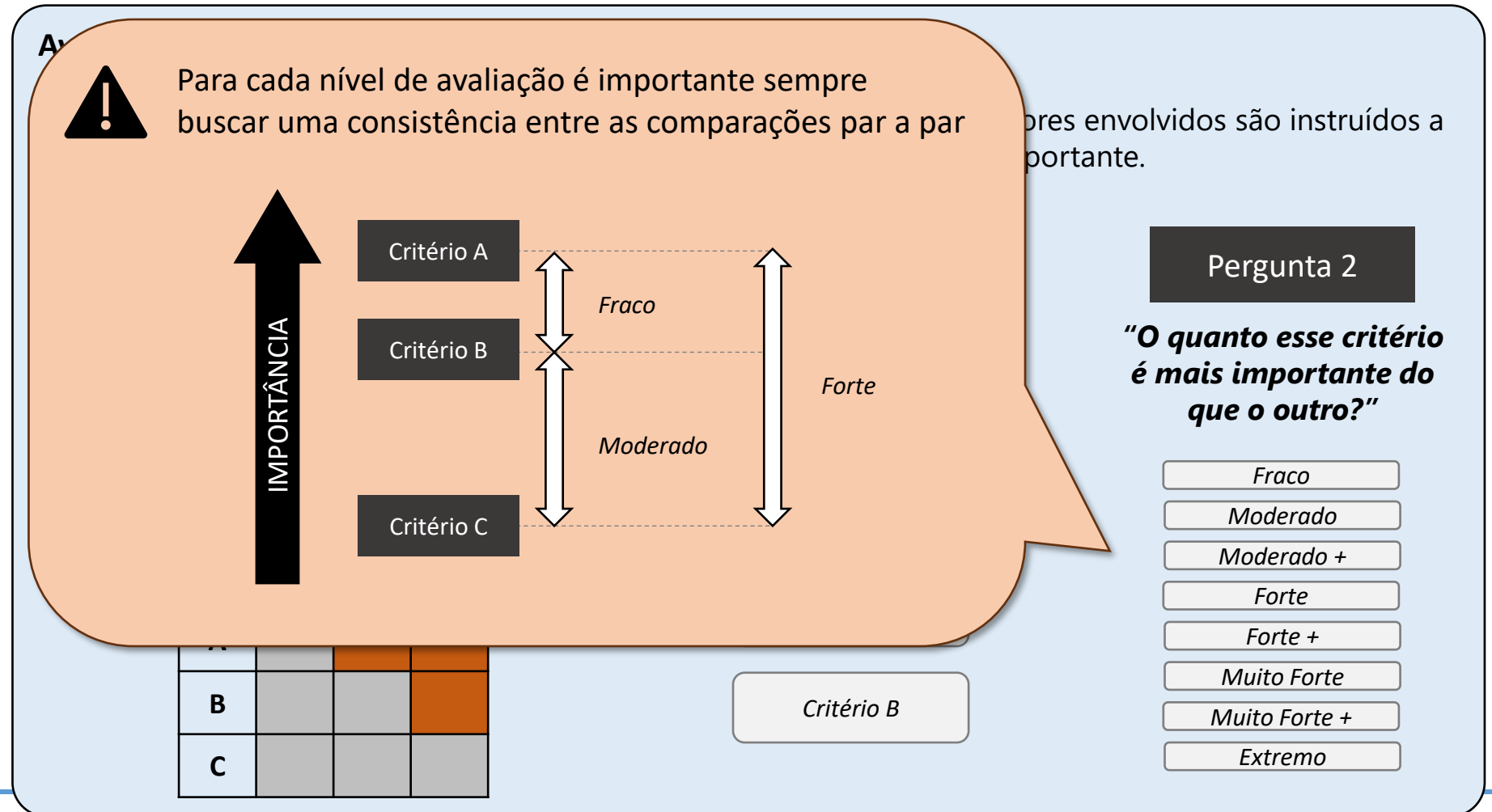
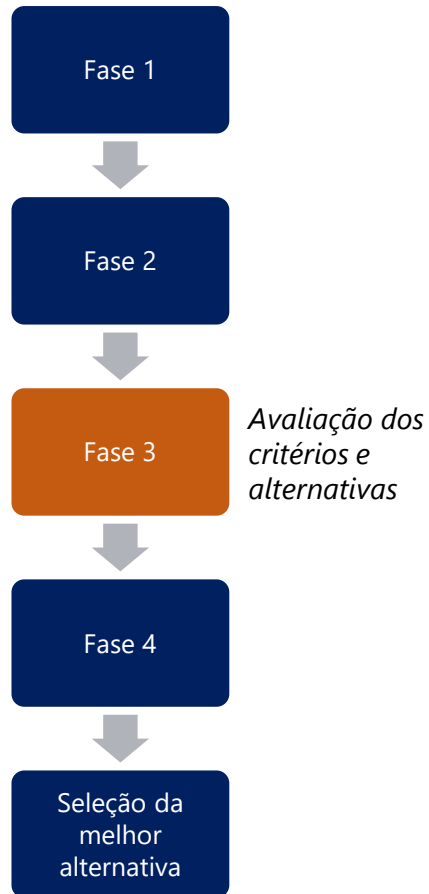
Muito Forte

Muito Forte +

Extremo

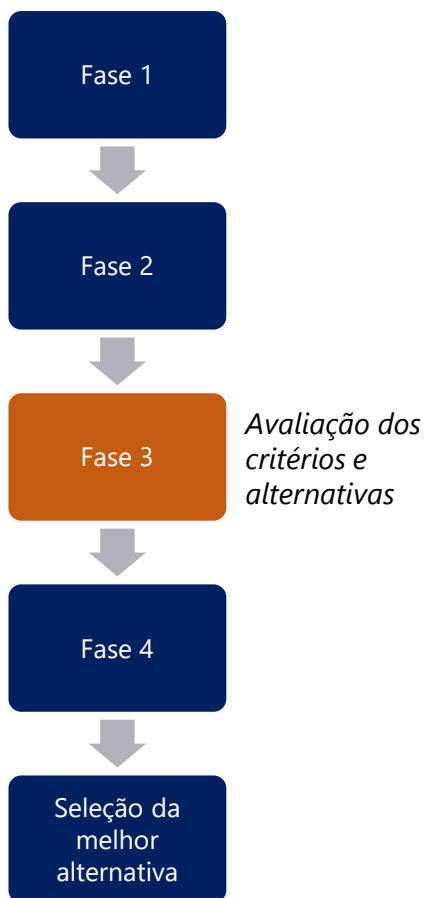
MÉTODO AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Avaliação dos critérios e alternativas



MÉTODO AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Avaliação dos critérios e alternativas



Avaliação das ALTERNATIVAS

A avaliação das alternativas à luz dos critérios é realizada por meio da combinação de **indicadores quantitativos** (resultados do modelo de transportes, dados primários, entre outros) e **avaliações qualitativas** (percepção dos gestores).

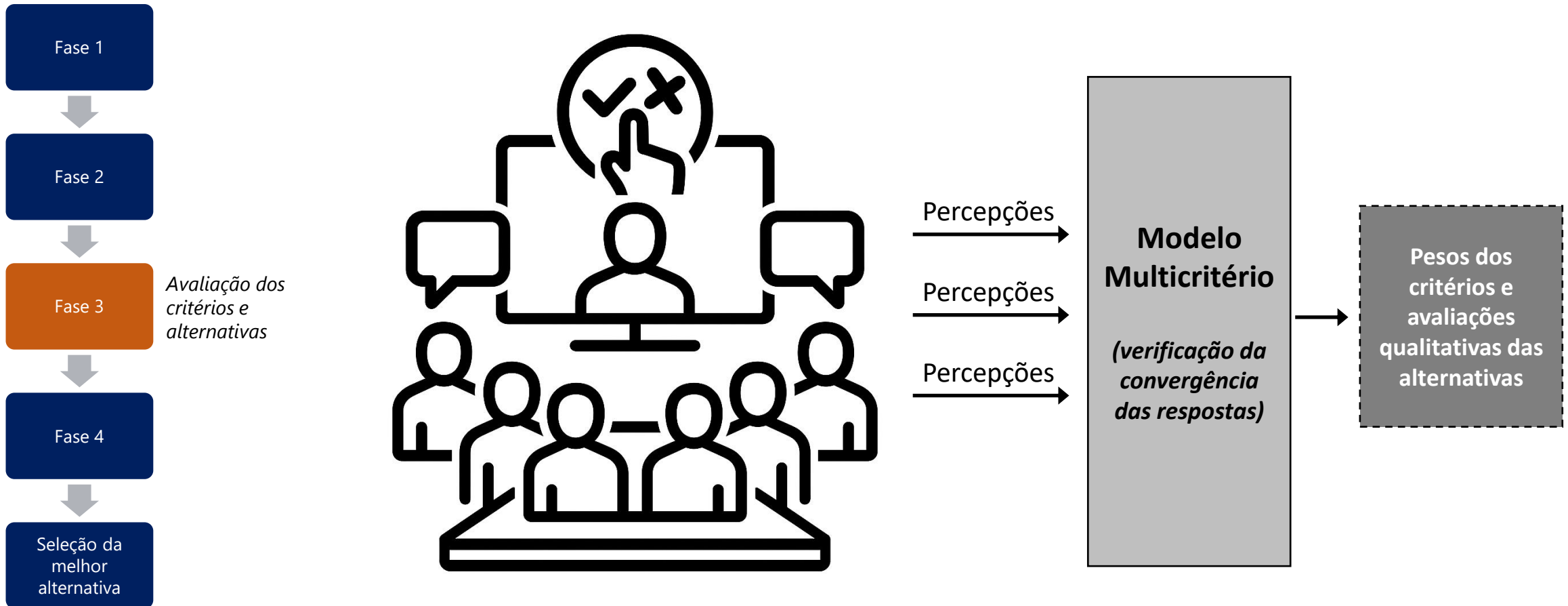
Avaliações
qualitativas

*“Qual a probabilidade
de que o Critério A
seja atendido pela
Alternativa?”*

Gradação	Descrição	Contribuição para o critério
Probabilidade muito alta	Há uma probabilidade muito alta de que o Critério A seja atendido pela alternativa.	100%
Probabilidade alta	Há uma probabilidade alta de que o Critério A seja atendido pela alternativa.	75%
Probabilidade boa	Há uma probabilidade boa de que o Critério A seja atendido pela alternativa.	50%
Probabilidade baixa	Há uma probabilidade baixa de que o Critério A seja atendido pela alternativa.	25%
Probabilidade muito baixa	Há uma probabilidade muito baixa de que o Critério A seja atendido pela alternativa.	5%
Inviável	A alternativa é inviável com relação ao Critério A.	0%

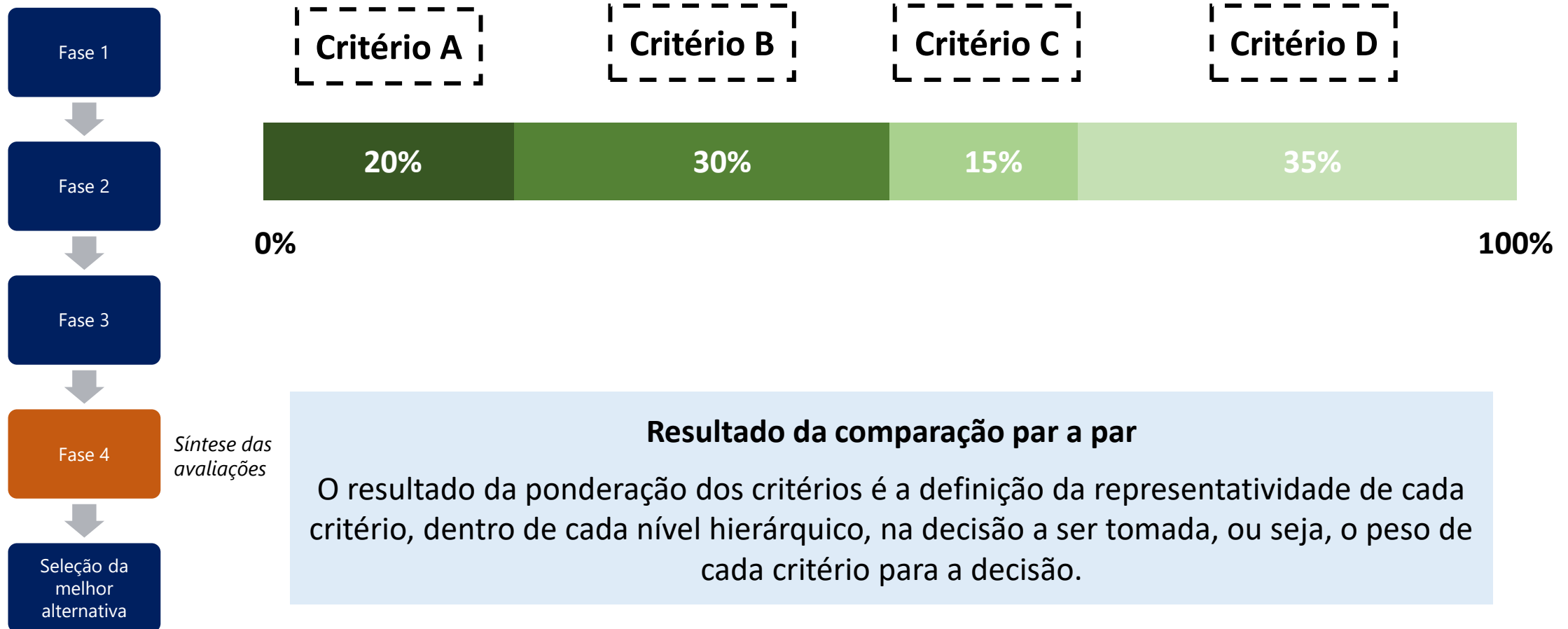
MÉTODO AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Avaliação dos critérios e alternativas



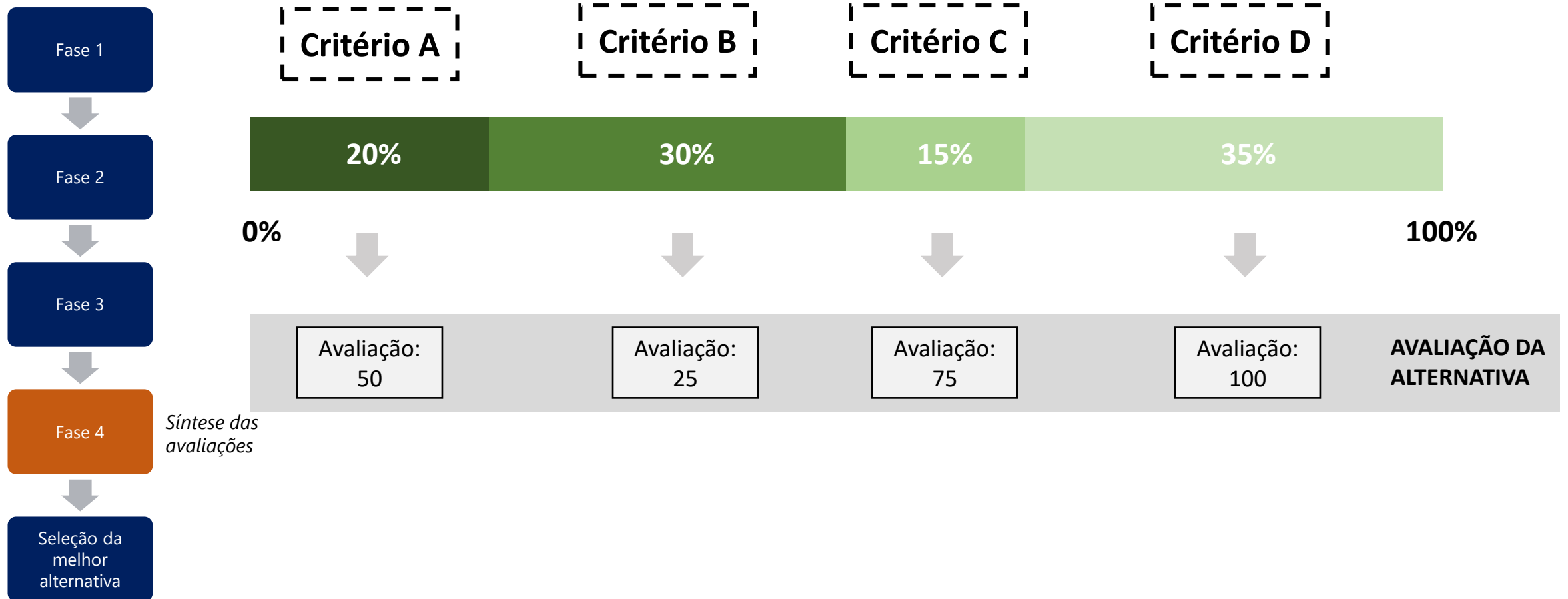
MÉTODO AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Síntese das avaliações



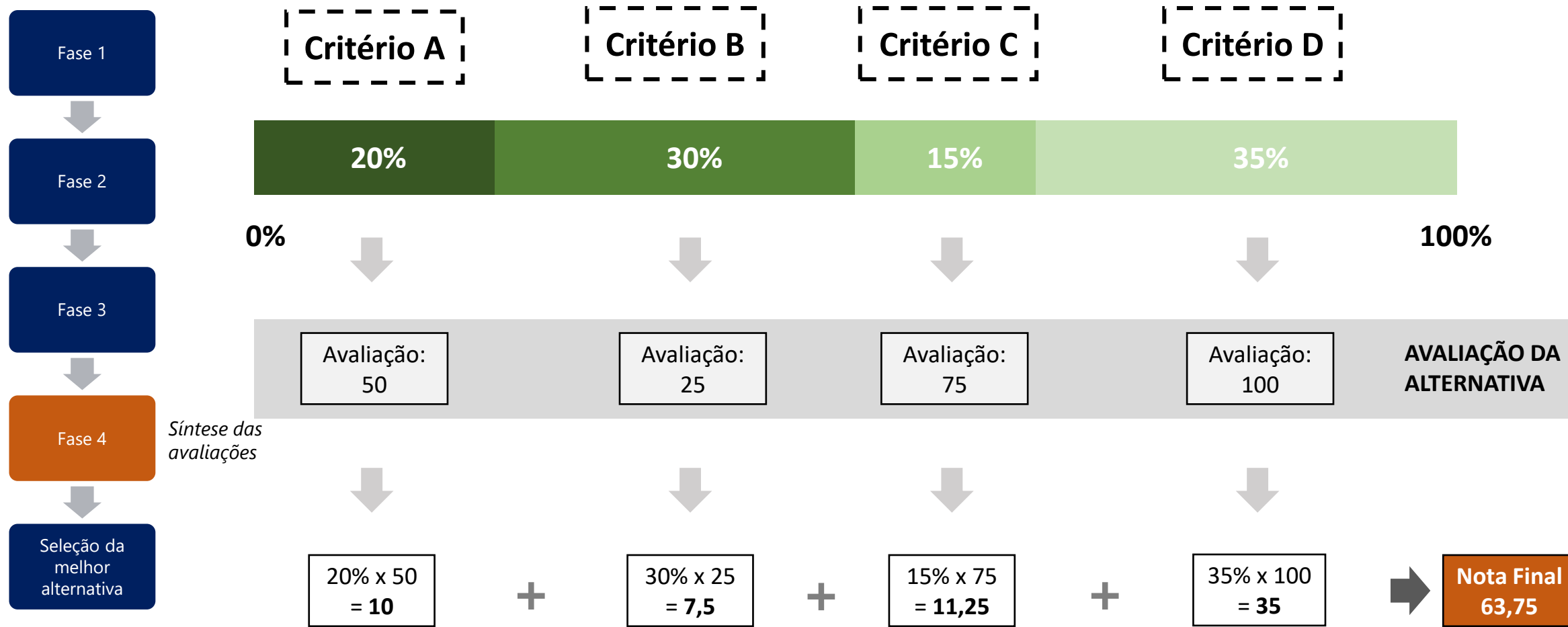
MÉTODO AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Síntese das avaliações



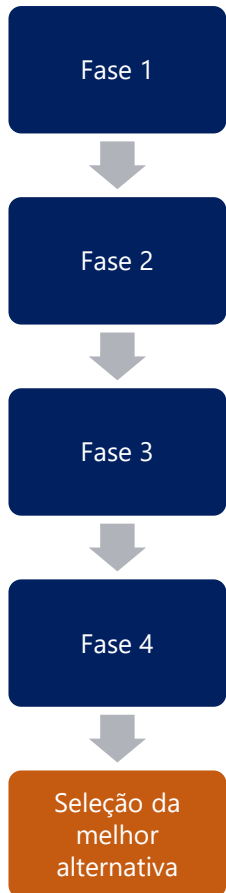
MÉTODO AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Síntese das avaliações



MÉTODO AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Seleção da melhor alternativa



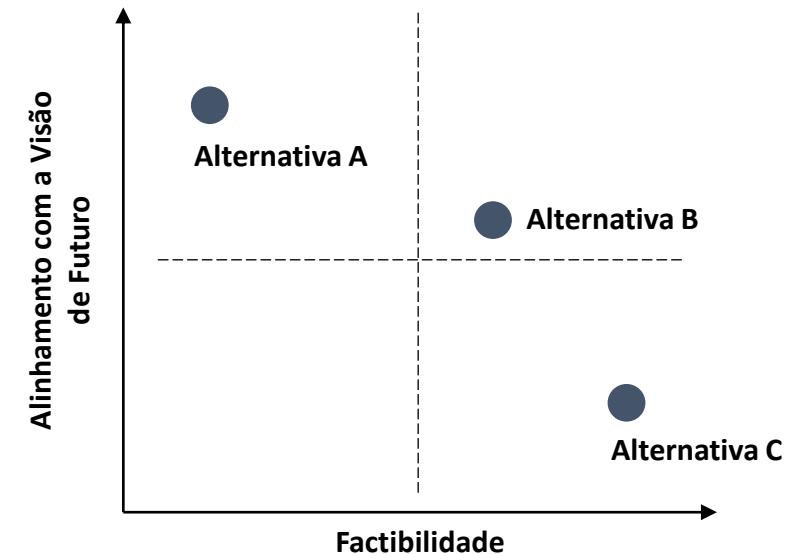
RANKING SIMPLES

Todos os critérios compõem mesma nota

- 1º Alternativa B
- 2º Alternativa C
- 3º Alternativa A

POR CRITÉRIO

Exemplo: Alinhamento Estratégico vs. Factibilidade





DÚVIDAS?

Agenda Parte 2

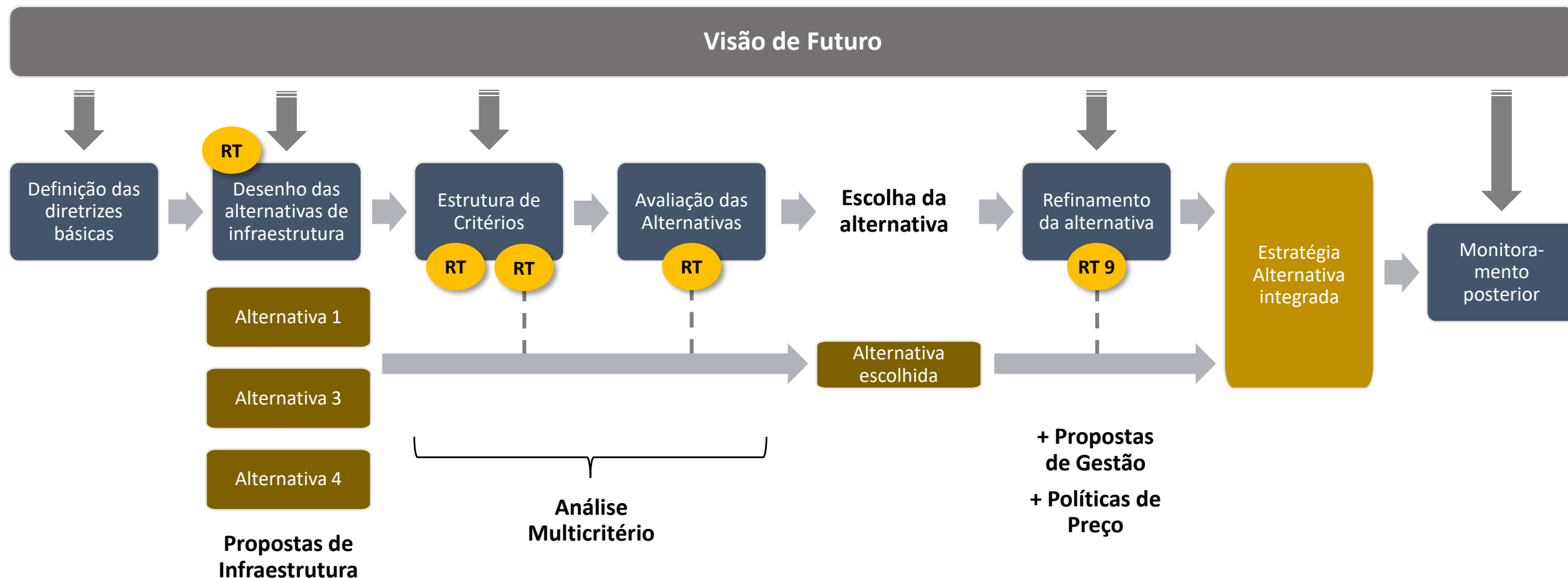
1. Introdução
2. Método AHP
3. Exemplos Aplicados
4. Aplicação no PELC/RJ 2045

PITU 2040

Plano Integrado
de Transporte
Urbano da RMSP

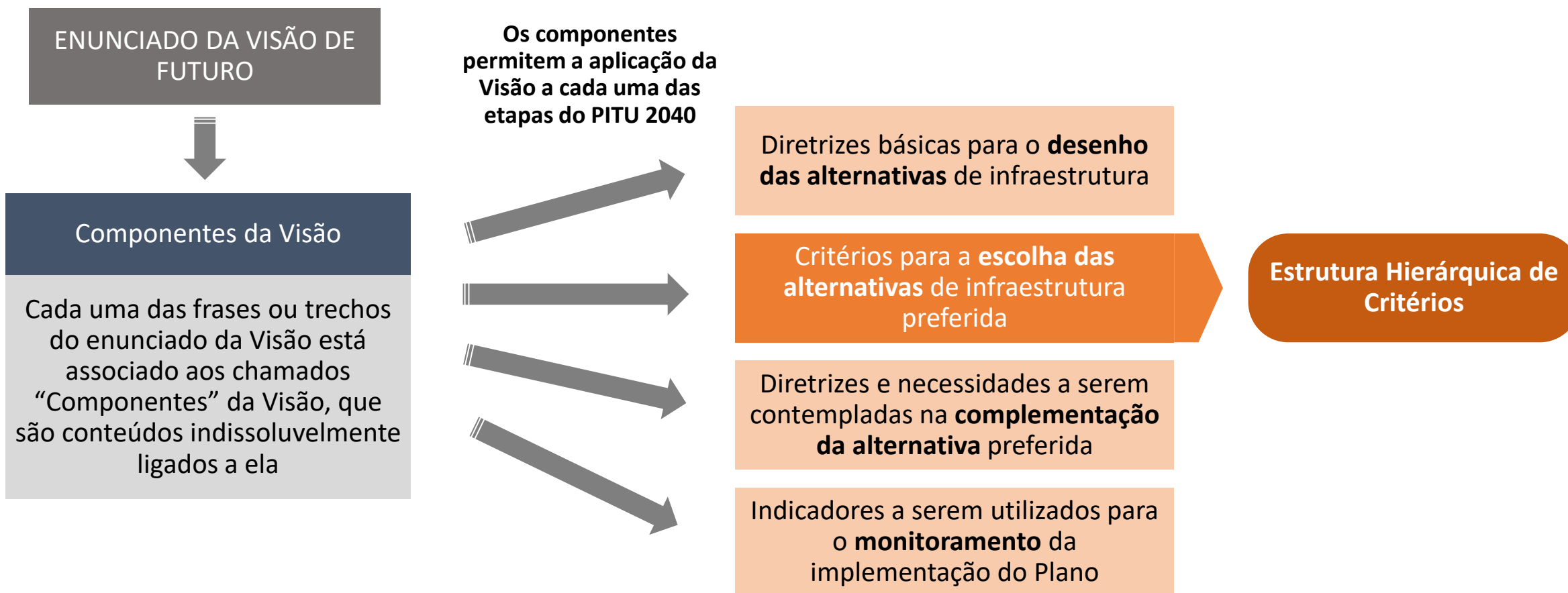
PITU 2040 – Plano Integrado de Transporte Urbano da RMSP

Processo de Decisão



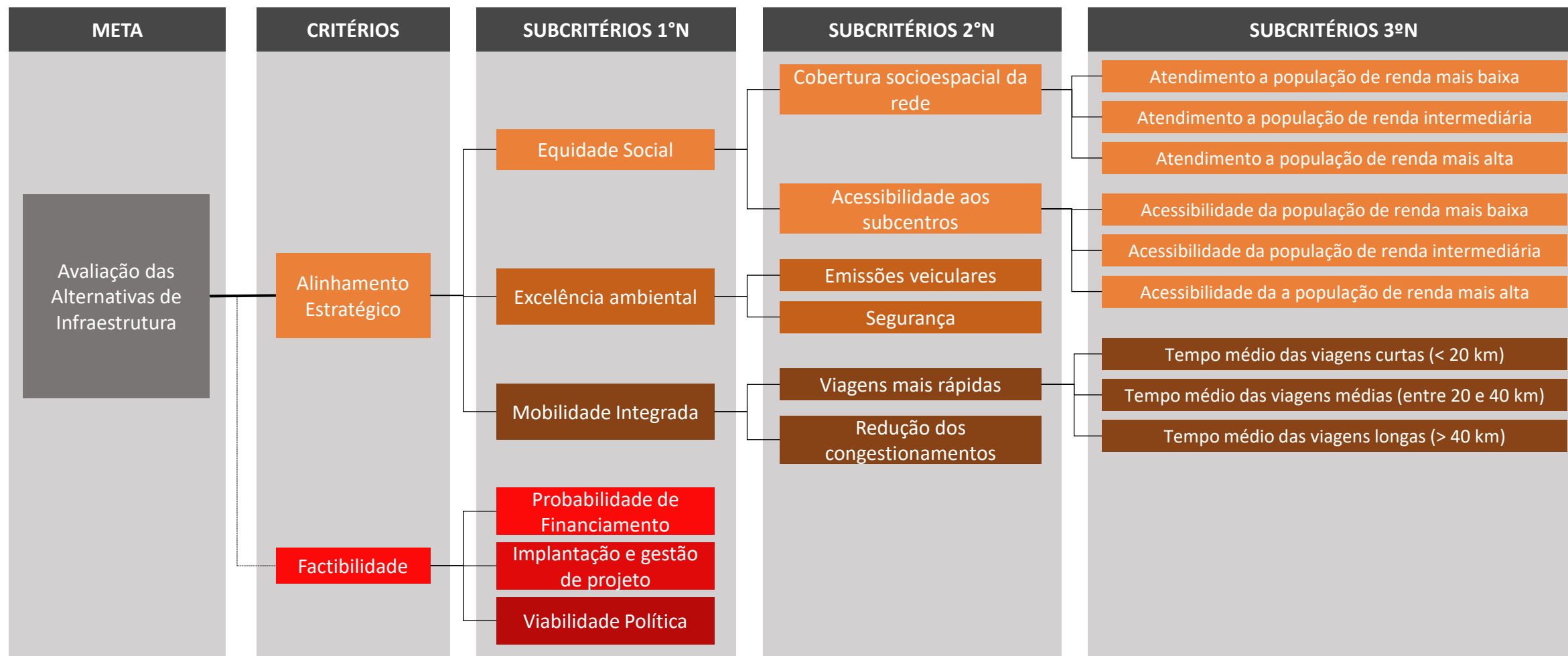
PITU 2040 – Plano Integrado de Transporte Urbano da RMSP

Aplicação da Visão de Futuro da RMSP



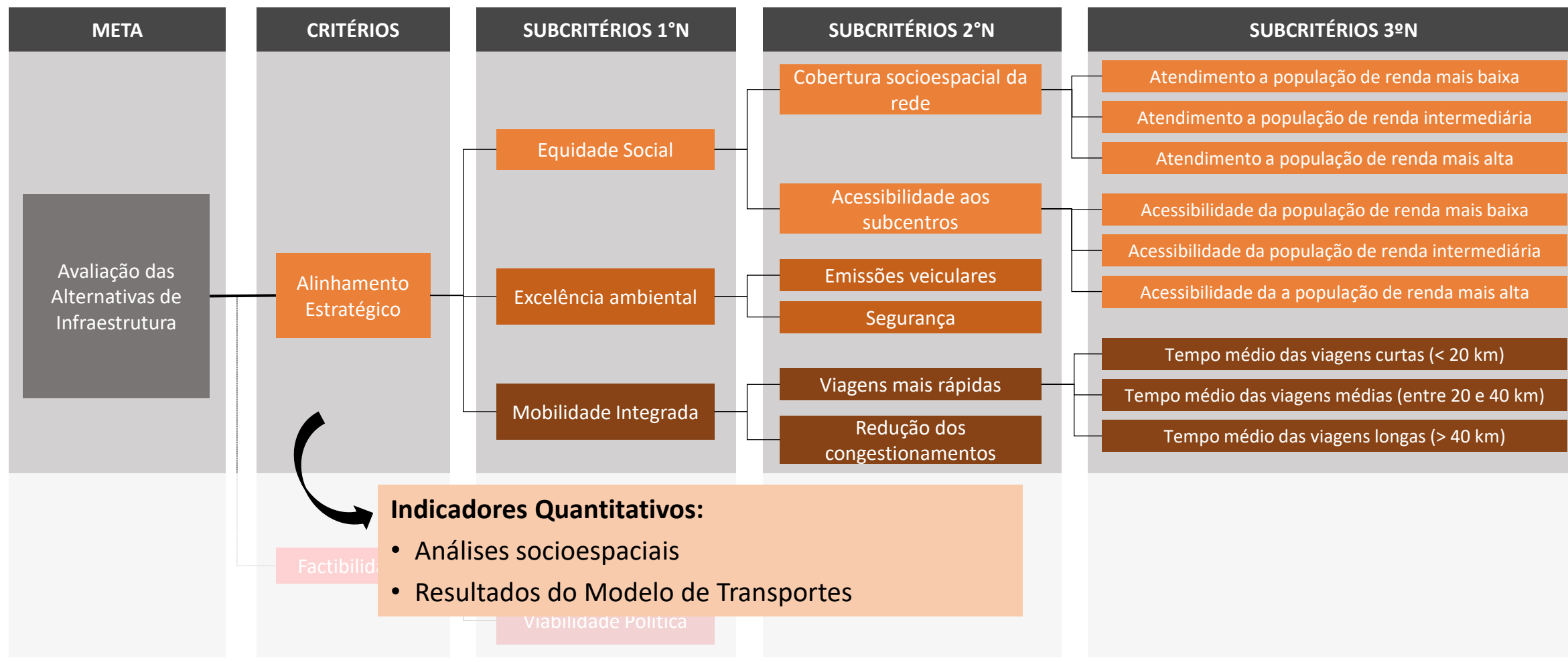
PITU 2040 – Plano Integrado de Transporte Urbano da RMSP

Estrutura Hierárquica de Critérios



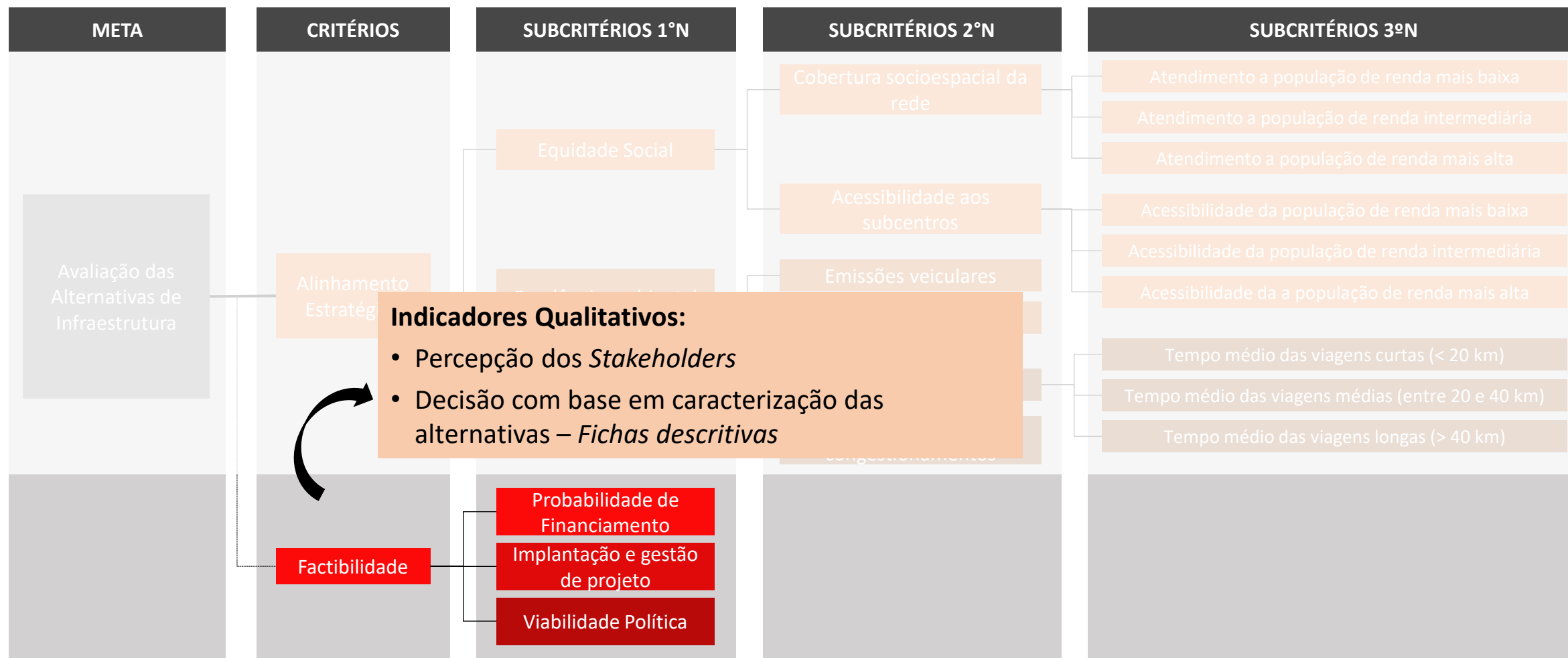
PITU 2040 – Plano Integrado de Transporte Urbano da RMSP

Estrutura Hierárquica de Critérios



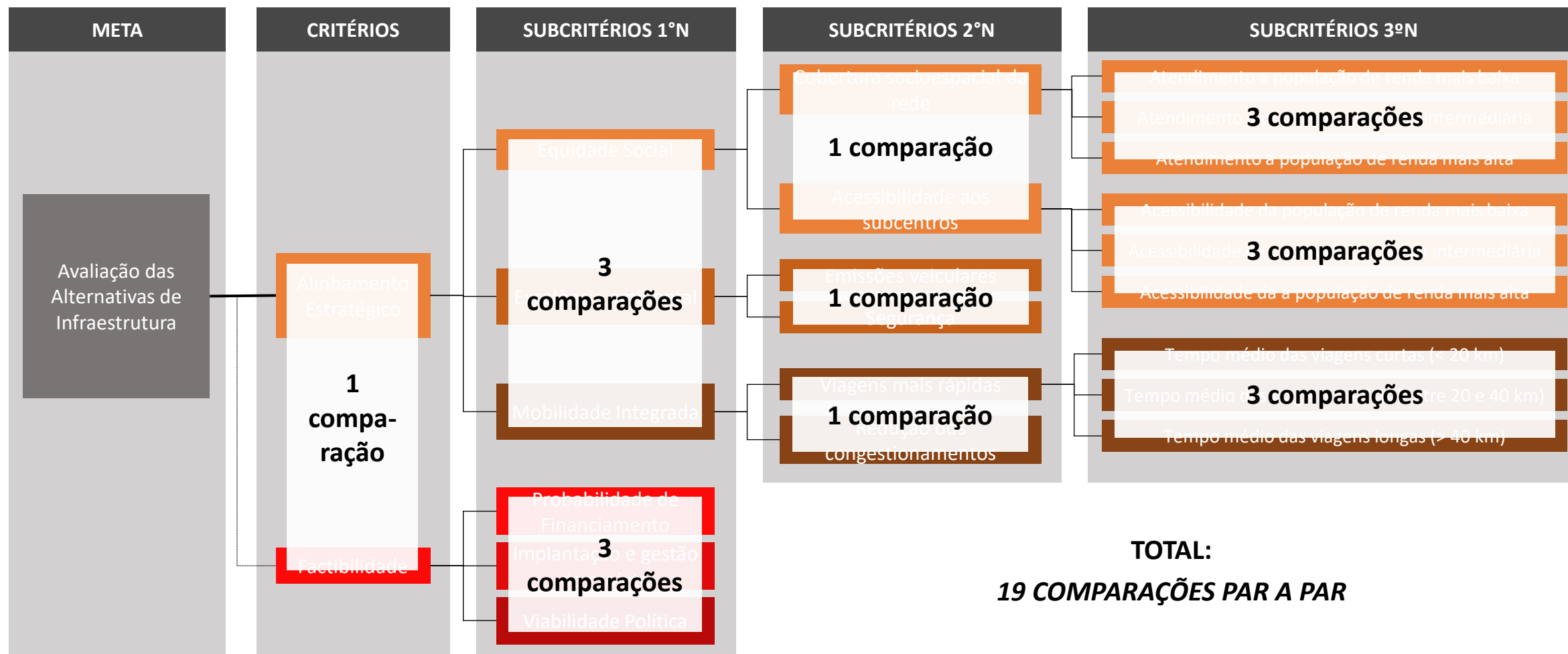
PITU 2040 – Plano Integrado de Transporte Urbano da RMSP

Estrutura Hierárquica de Critérios



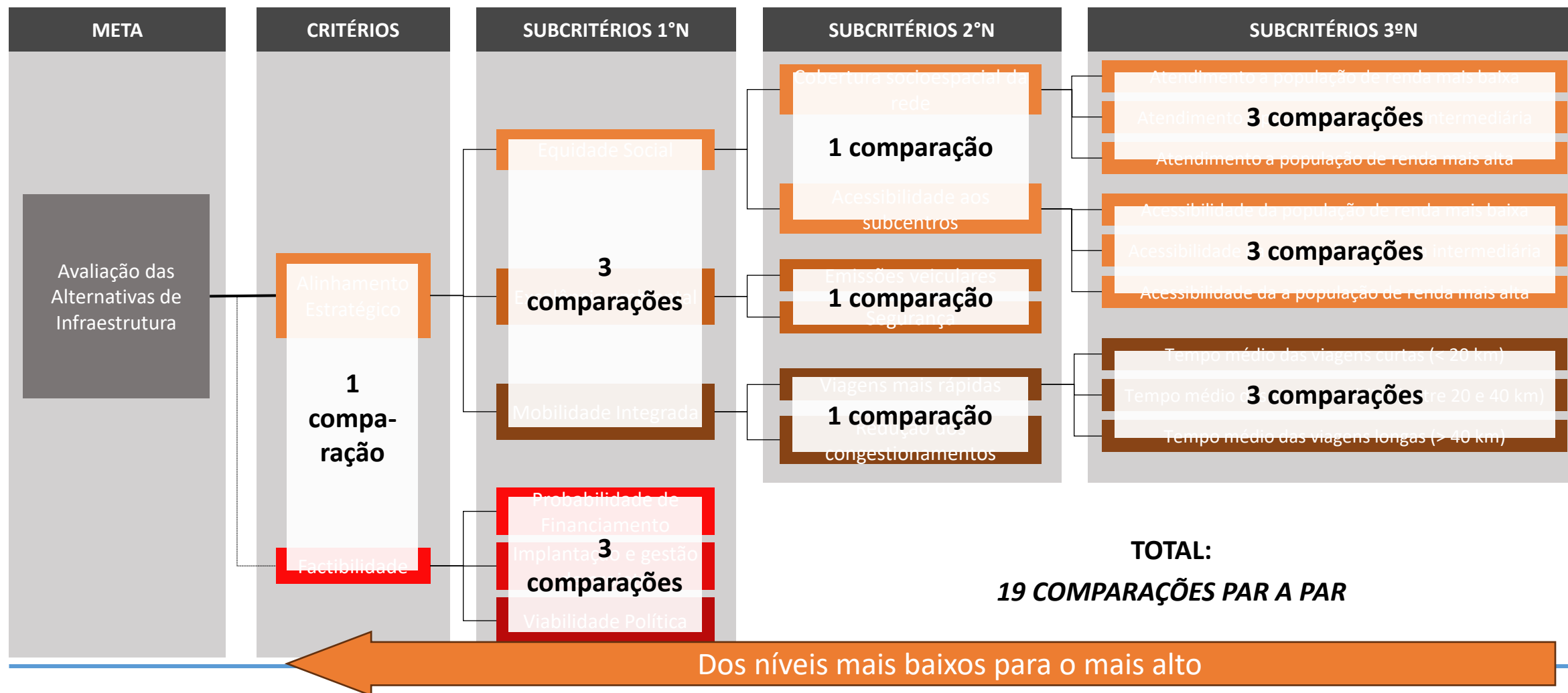
PITU 2040 – Plano Integrado de Transporte Urbano da RMSP

Avaliação de Critérios



PITU 2040 – Plano Integrado de Transporte Urbano da RMSP

Avaliação de Critérios



PITU 2040 – Plano Integrado de Transporte Urbano da RMSP

Avaliação de Critérios



In the context of [Alinhamento estratégico](#), which criterion is more important:

[Equidade social](#) or [Excelência ambiental](#)?

Group vote >

Equidade social
☐ More important ▾

Excelência ambiental
☐ More important ▾

☐ Equally important (1)

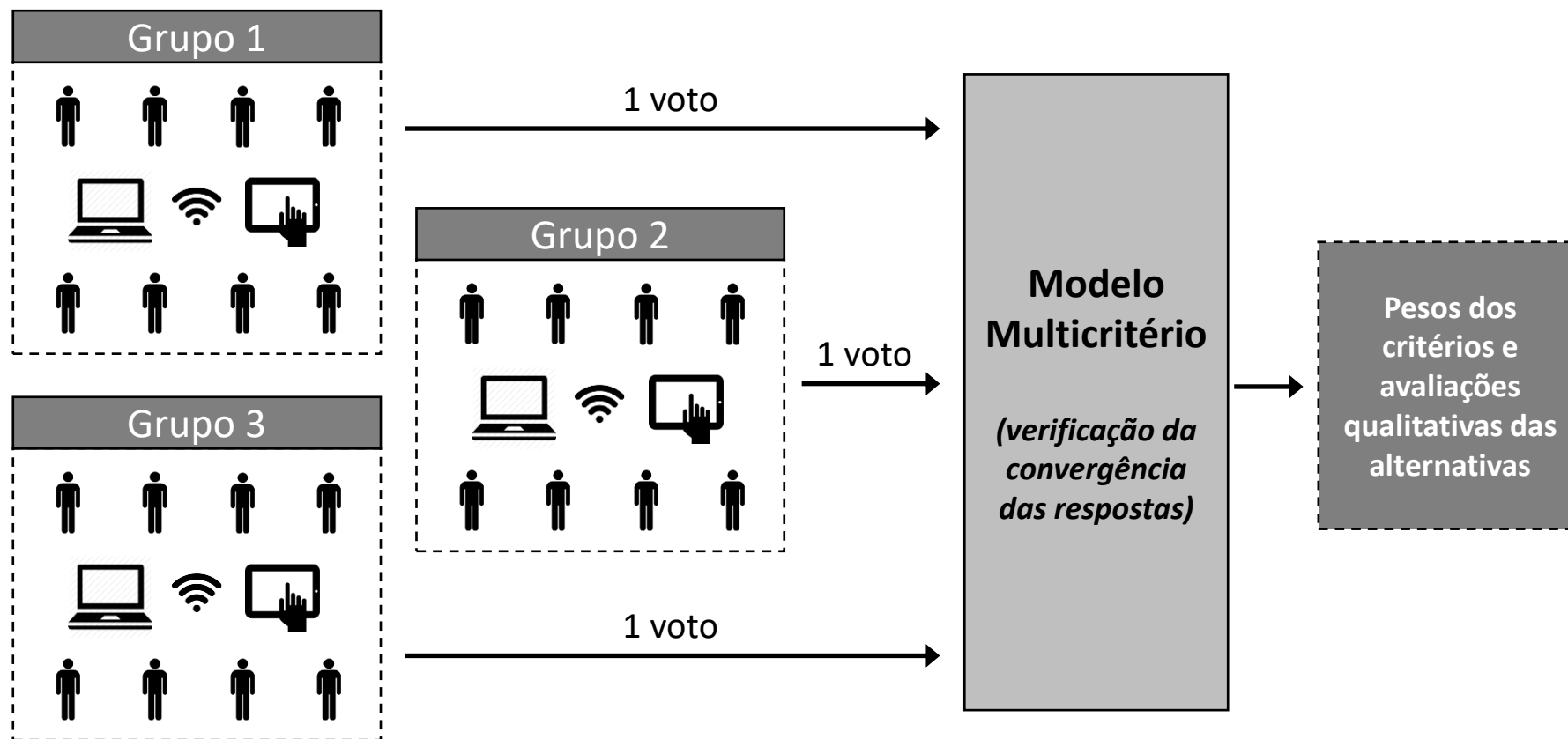


Equidade social								vs	Excelência ambiental							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Igualmente importante			
1			
Fraco	2	2	Fraco
Moderado	3	3	Moderado
Moderado +	4	4	Moderado +
Forte	5	5	Forte
Forte +	6	6	Forte +
Muito Forte	7	7	Muito Forte
Muito Forte +	8	8	Muito Forte +
Extremo	9	9	Extremo

PITU 2040 – Plano Integrado de Transporte Urbano da RMSP

Avaliação dos Critérios e Alternativas



*Debates intra e inter-grupos:
busca por consensos*

PITU 2040 – Plano Integrado de Transporte Urbano da RMSP

Avaliação de Alternativas



Viabilidade Política

Descrição

Considera a avaliação do quanto a alternativa seria compreendida, aceita e acolhida pelas instituições e organizações, gerando movimentos de apoio à sua implementação.

Tendo em vista:

- A possibilidade de haver resistência de fundo cultural à implantação da alternativa;
- O esforço necessário para a obtenção de consensos para a realização da alternativa;
- O grau de autonomia e liderança dos atores envolvidos para a tomada das decisões necessárias ao desenvolvimento da alternativa.

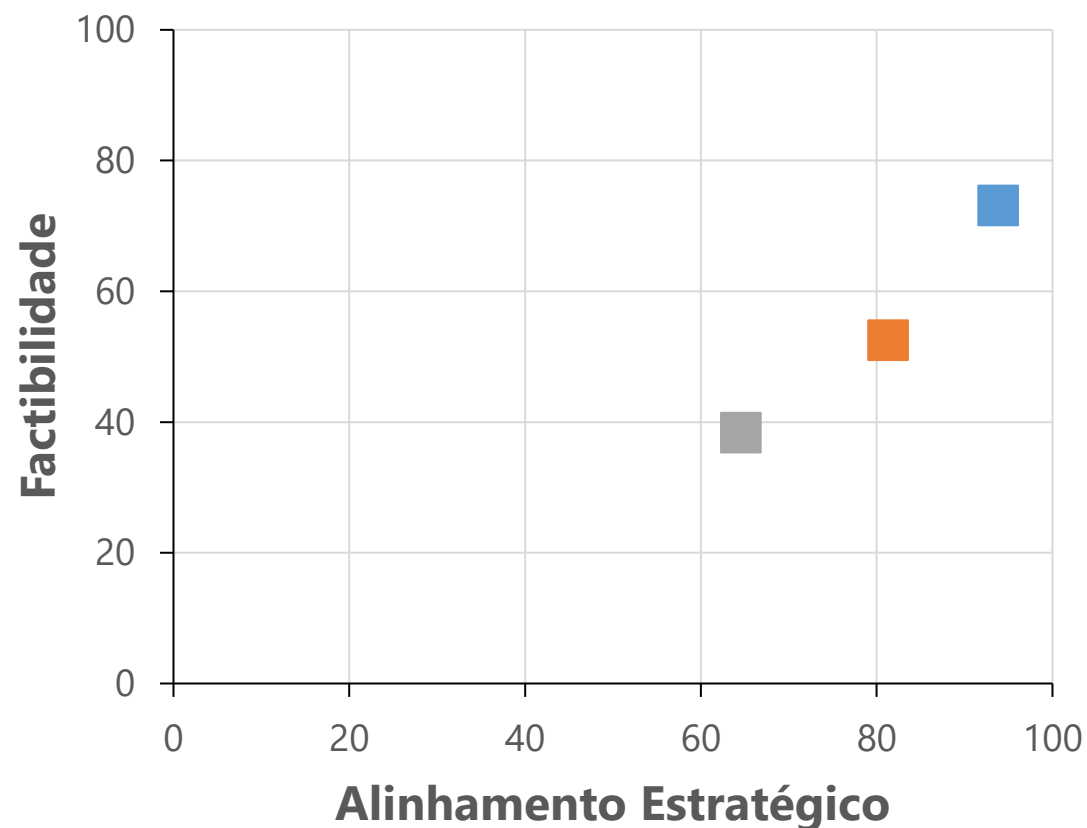
Qual a probabilidade de que seja alcançada a viabilidade política da alternativa?



100	Probabilidade muito alta	Há uma probabilidade muito alta de aglutinação dos interesses políticos envolvidos para a viabilização da alternativa.
75	Probabilidade alta	Há uma probabilidade alta de aglutinação dos interesses políticos envolvidos para a viabilização da alternativa.
50	Probabilidade razoável	Há uma probabilidade boa de aglutinação dos interesses políticos envolvidos para a viabilização da alternativa.
25	Probabilidade baixa	Há uma probabilidade baixa de aglutinação dos interesses políticos envolvidos para a viabilização da alternativa.
5	Probabilidade muito baixa	Há uma probabilidade muito baixa de aglutinação dos interesses políticos envolvidos para a viabilização da alternativa.
0	Inviável	A alternativa é inviável com relação a esse critério.

PITU 2040 – Plano Integrado de Transporte Urbano da RMSP

Resultados da Avaliação



■ Alternativa 1 ■ Alternativa 3 ■ Alternativa 4

	Alinhamento Estratégico	Factibilidade
Alternativa 1	93.80	73.14
Alternativa 3	81.28	52.50
Alternativa 4	64.54	38.34



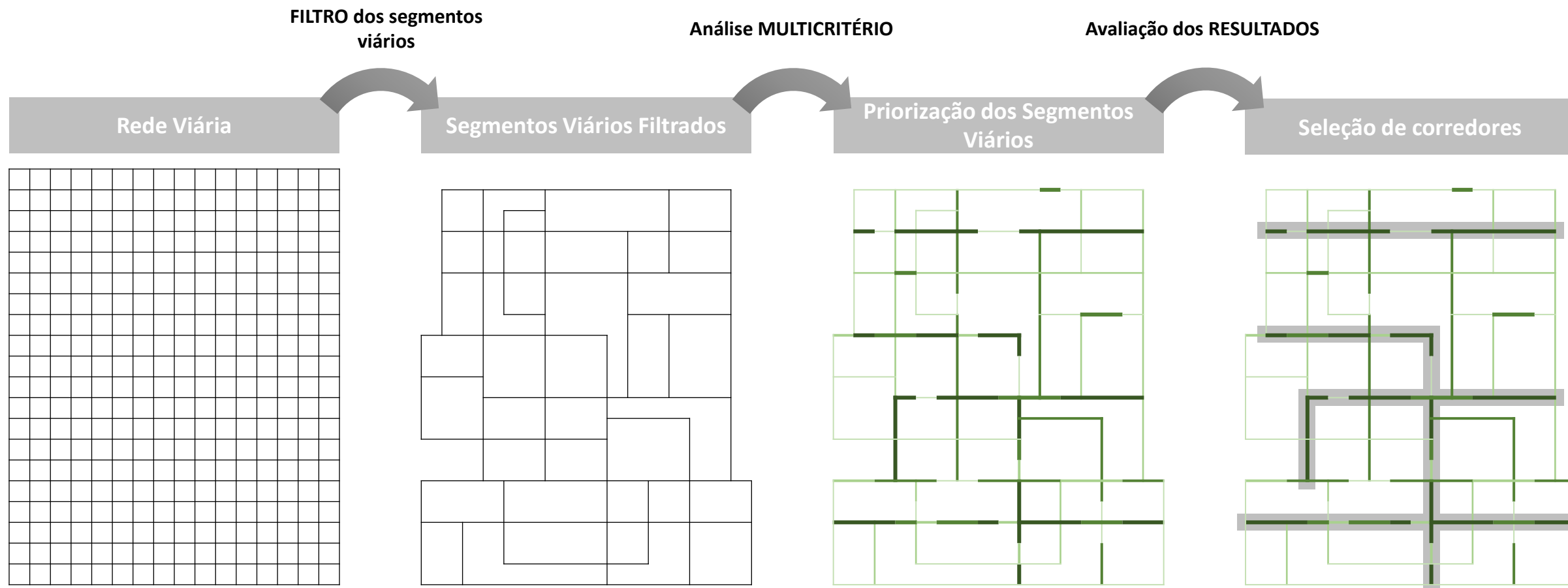
Co-funded by
the European Union

İSTANBUL SUSTAINABLE URBAN MOBILITY PLAN (SUMP) STAGE II – IMPLEMENTATION PLAN

Multicriteria Assessment for Bus Corridors Identification/Selection

ISTAMBUL – Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (SUMP-II)

Processo de Priorização e Seleção de Corredores



ISTAMBUL – Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (SUMP-II)

Filtro de Segmentos Viários



Rede Viária

370,631 Segmentos Viários
Rede Completa

FILTRO 1

de FAIXA

FILTRO 2

Linhas de Ônibus

FILTRO 3

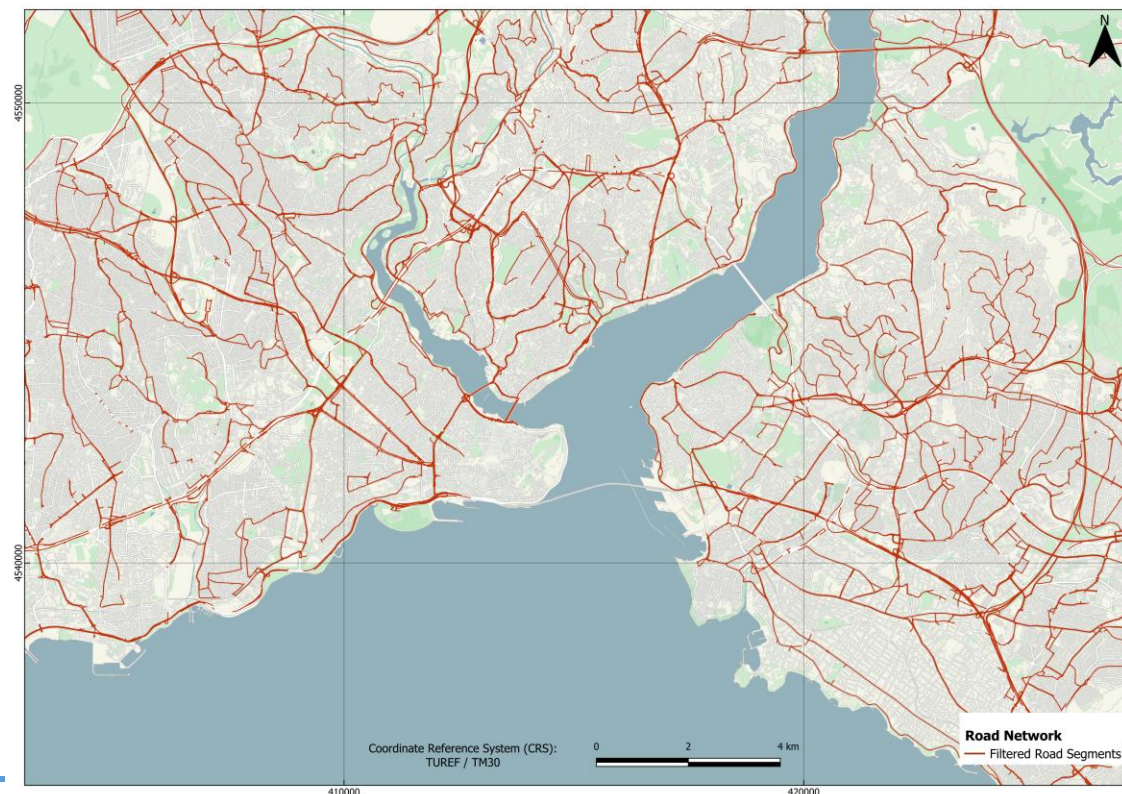
Dados

FILTRO 4

BRT

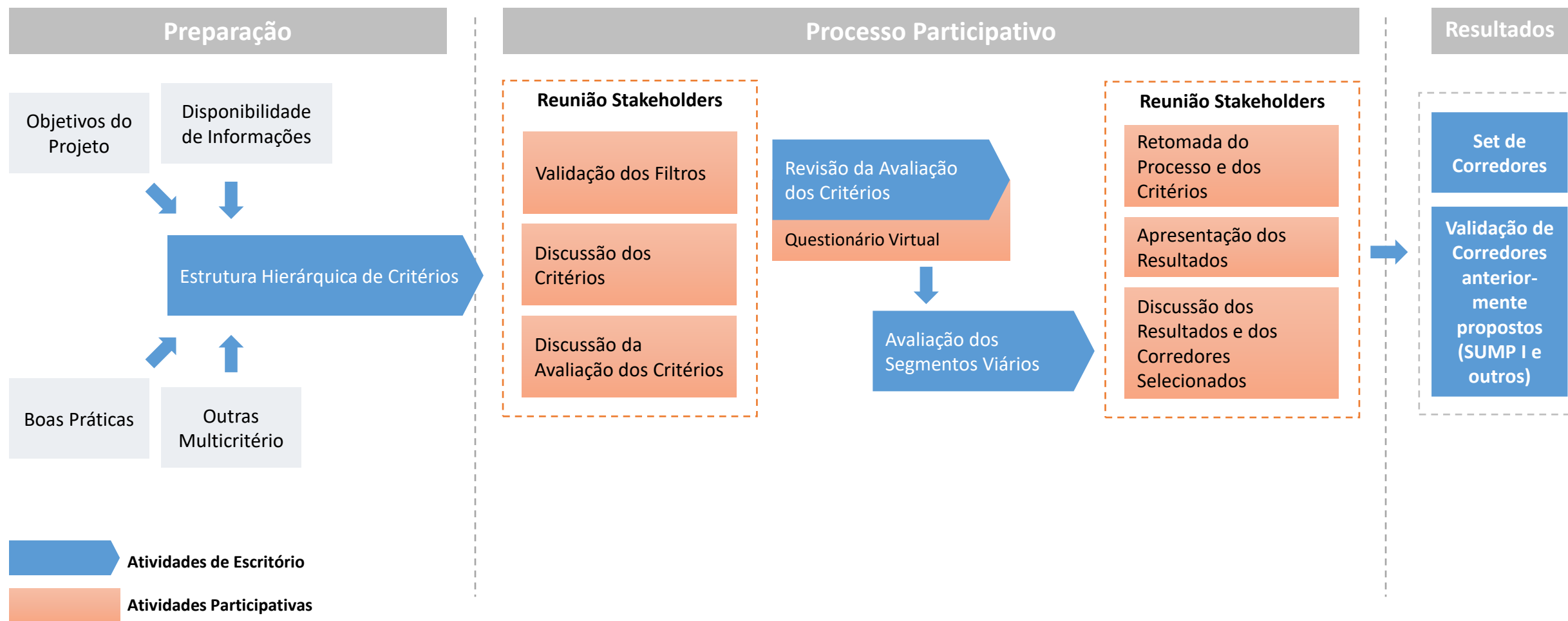
Segmentos Viários Filtrados

25,086 Segmentos Viários
6,80% da Rede



ISTAMBUL – Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (SUMP-II)

Processo Multicritério



ISTAMBUL – Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (SUMP-II)
Estrutura Hierárquica de Critérios



Indicadores Quantitativos:

- Análises socioespaciais

Critérios (Nível 1):

Impacto Social

Impacto Econômico e Ambiental

Rede de Transportes

Critérios (Nível 2):

People Near Transit

Atratividade

Congestionamento

Potencial de Migração Modal (do Transporte Privado)

Oferta

Demanda

Gaps da Infraestrutura de Transportes

Intersecções

Critérios (Nível 3):

Pessoas de Baixa Renda

Trabalhadores (*residentes*)

Estudantes (*residentes*)

Empregos

Pontos de Interesse

Velocidade de Tráfego (HP)

Velocidade de Tráfego (Dia)

Posse de Auto

Áreas de Estacionamento

Frequência de Ônibus (Dia)

Frequência de Ônibus (HP)

Píeres

Passageiros

Estações de Metro e Trem

Estações de BRT

Número de intersecções

Indicadores:

Número de pessoas próximas pertencentes ao quintil mais pobre

Número de trabalhadores residentes nas proximidades

Número de estudantes residentes nas proximidades

Número de empregos nas proximidades

Número de instituições públicas nas proximidades

Número de universidades e escolas nas proximidades

Número de instalações religiosas nas proximidades

Número de postos de saúde e hospitais nas proximidades

Número de equipamentos sociais, históricos, turísticos ou culturais

Velocidade média do tráfego no trecho viário durante a hora pico

Velocidade média diária do tráfego no trecho viário

Número de carros particulares pertencentes à população próxima

Disponibilidade de áreas de estacionamento nas proximidades

Frequência total de ônibus no trecho viário (diária)

Frequência de ônibus no trecho viário durante a hora pico

Número de píeres nas proximidades

Número total de passageiros do trecho viário

Número de estações de metrô e bonde nas proximidades

Número de estações de BRT nas proximidades

Extensão do trecho viário

Métrica

0	α	100
min		max
min		max
min		max
min		max
min		max
min		max
min		max
min		max
min		max
min		max
max		min
max		min
min		max
min		max
min		max
min		max
max		min
max		min
min		max
min		max

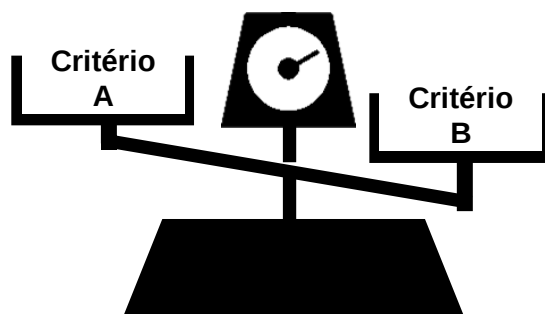
ISTAMBUL – Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (SUMP-II)

Avaliação Virtual dos Critérios



Comparações Par a Par

Para cada par possível de critérios no mesmo nível, avaliamos qual critério é mais importante e o quanto ele é mais importante.



	A	B	C
A			
B			
C			

Qual critério, entre A e B, é mais importante?

A > B

A = B

A < B

O quanto esse critério é mais importante em relação ao outro?

- 1 – Igual importância
- 2 – Importância moderada (-)
- 3 – Importância moderada
- 4 – Importância moderada (+)
- 5 – Importância forte
- 6 – Importância forte (+)
- 7 – Importância muito forte
- 8 – Importância muito forte (+)
- 9 – Extrema importância

Pesos Locais e Globais

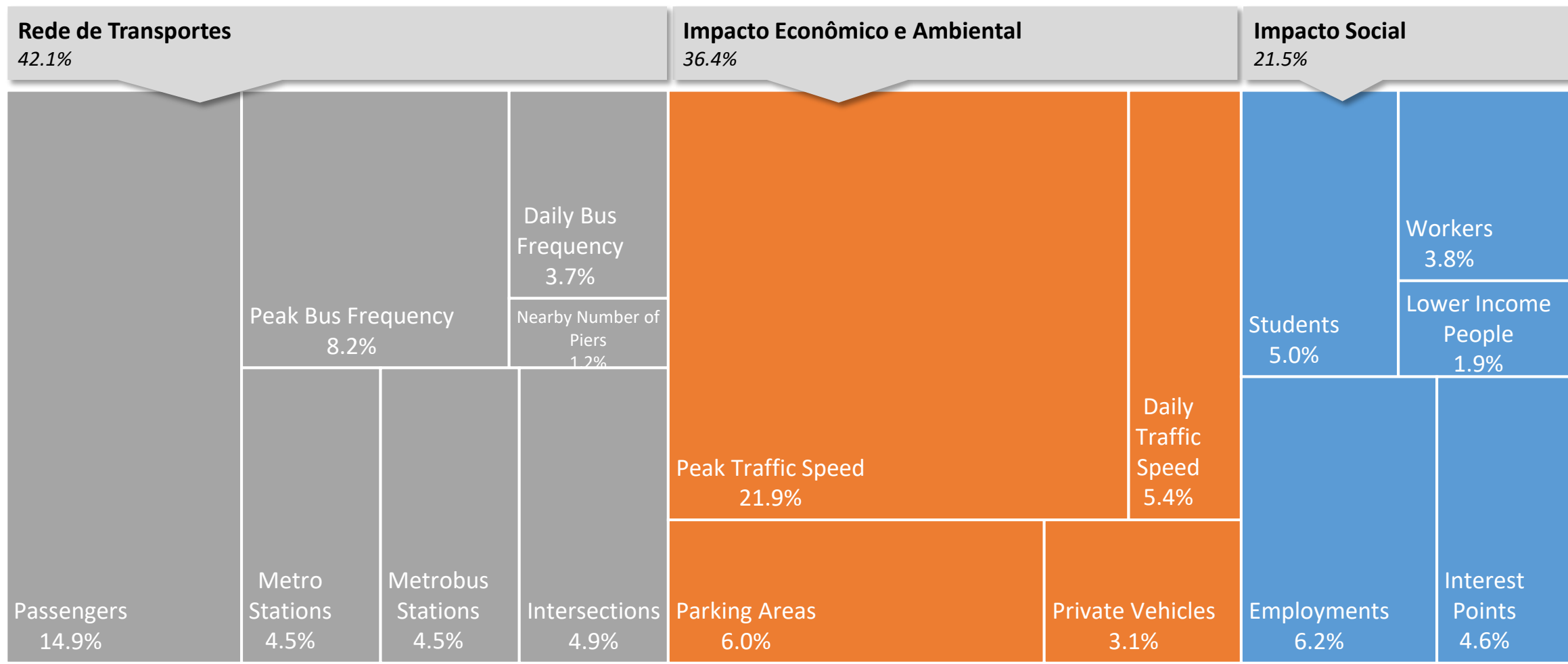
Comparações Par a Par

A avaliação dos critérios foi calculada com base nas respostas recebidas no **Questionário de Avaliação de Critérios**.

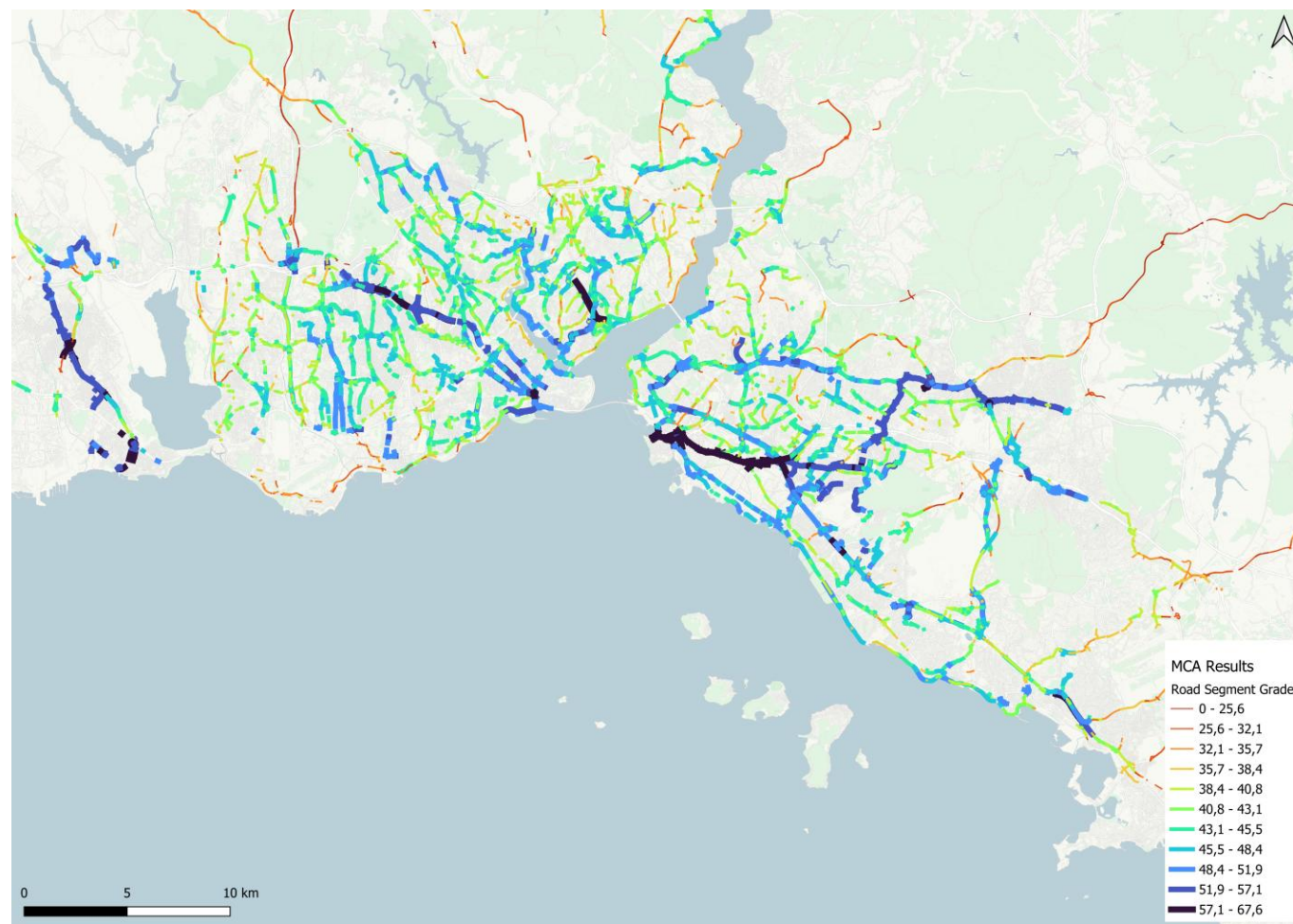
11 diferentes stakeholders

ISTAMBUL – Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (SUMP-II)

Pesos dos Critérios

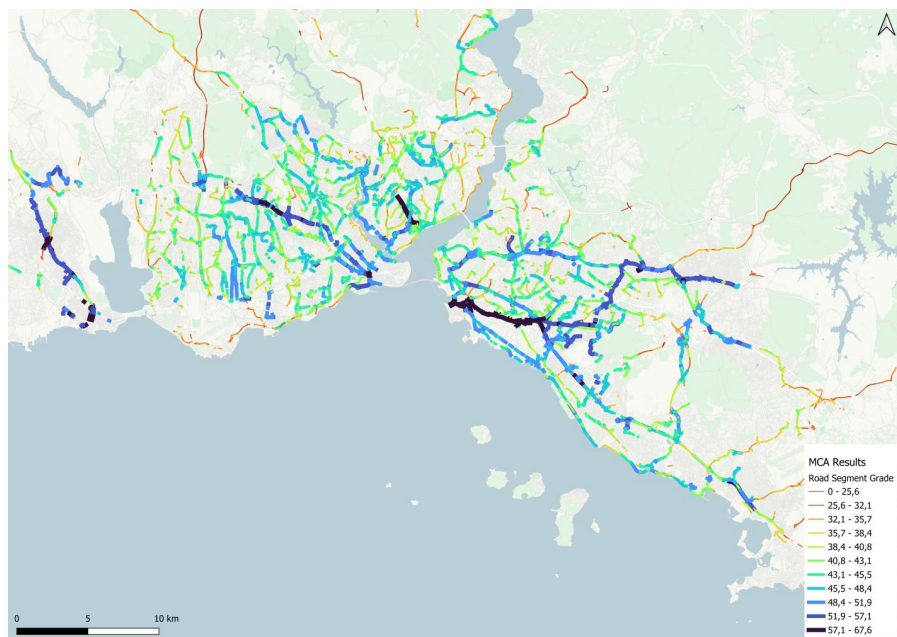


ISTAMBUL – Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (SUMP-II) Resultados



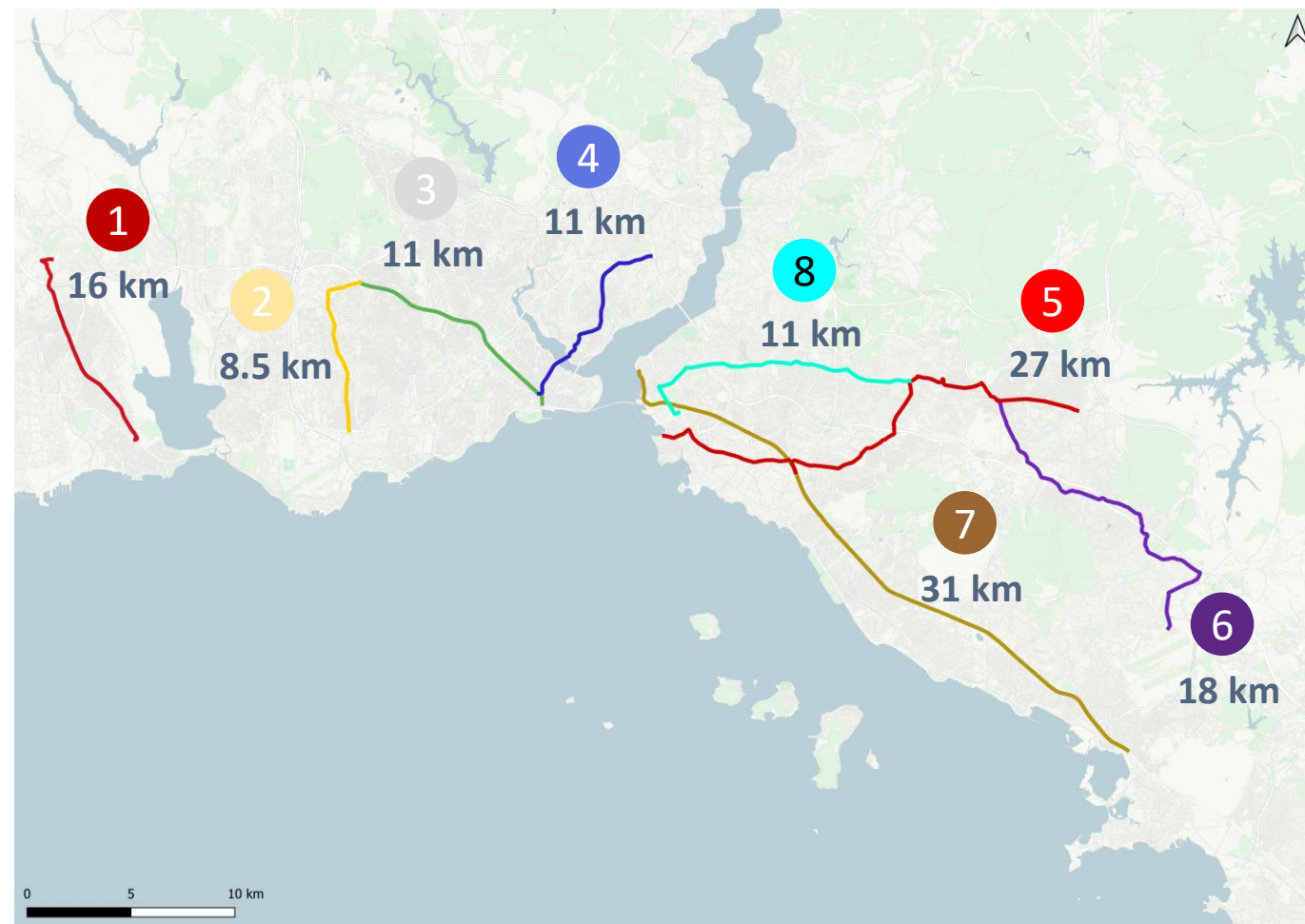
ISTAMBUL – Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (SUMP-II)

Resultados



Análise dos resultados:

- Identificação de corredores mais bem pontuados
- Busca de conectividade com a rede de transportes



Agenda Parte 2

1. Introdução
2. Método AHP
3. Exemplos Aplicados
4. Aplicação no PELC/RJ 2045

Definição do Portfólio atualizado de projetos



Etapa 1: Filtragem prévia

- Verificação do status atual do projeto
- Pertinência de análise para o portfólio

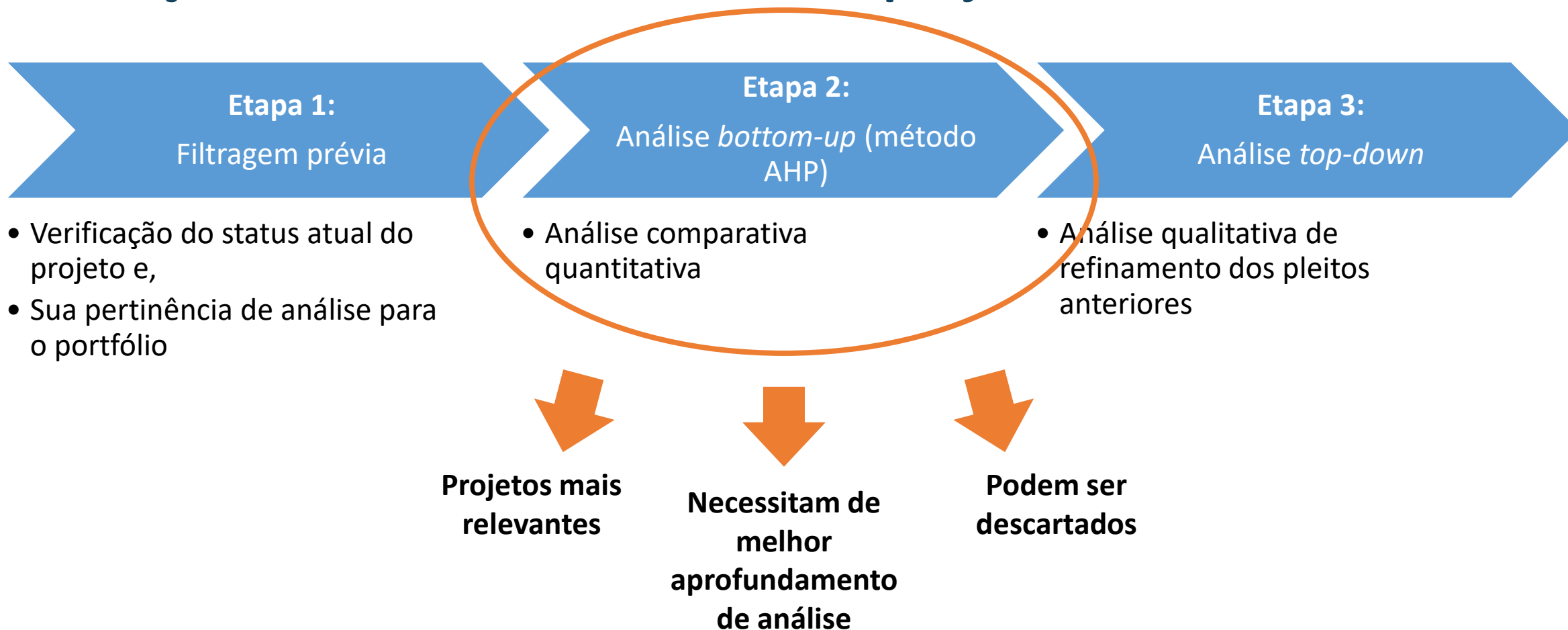
Etapa 2: Análise *bottom-up* (método AHP)

- Análise comparativa quantitativa

Etapa 3: Análise *top-down*

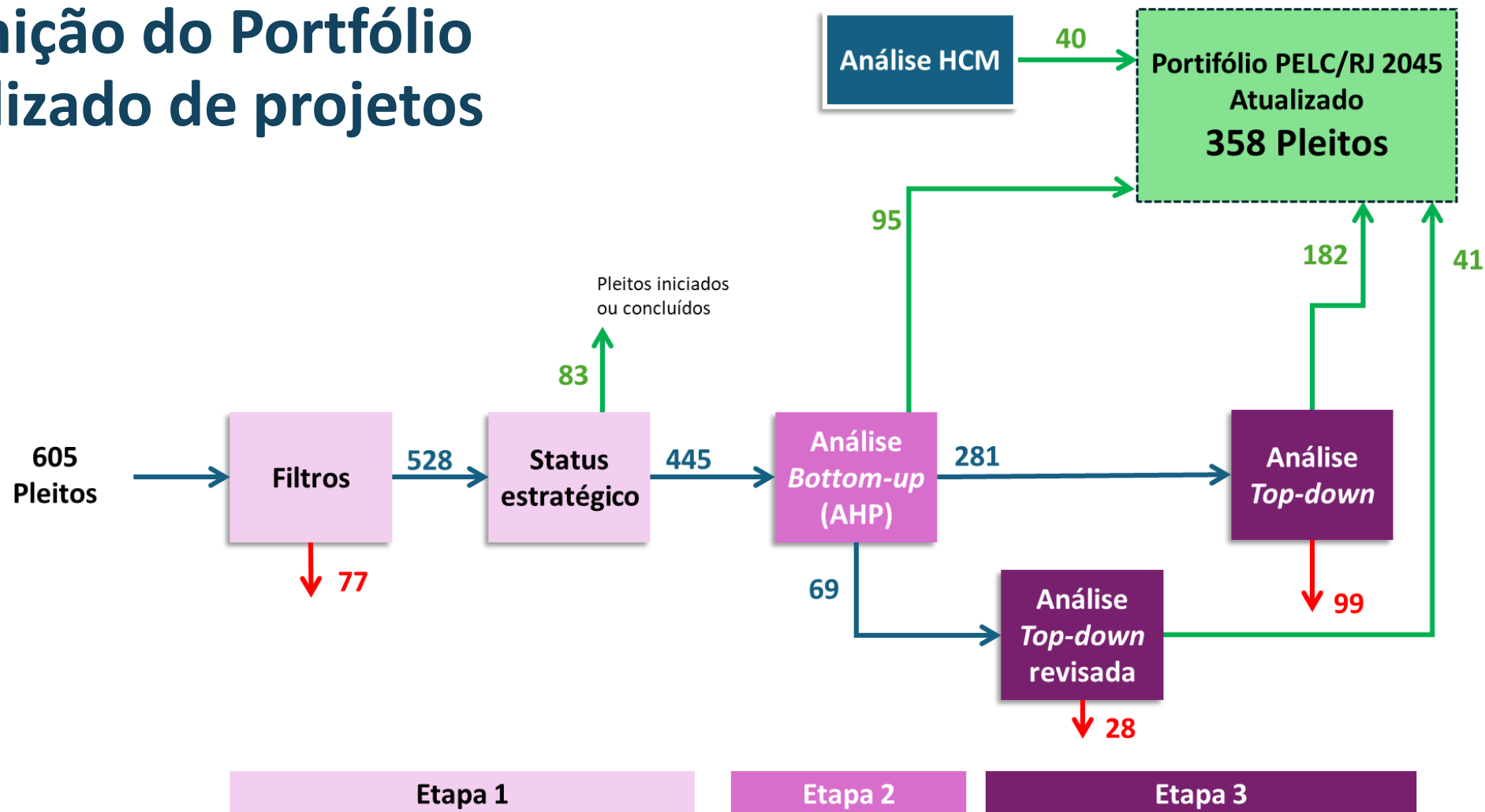
- Análise qualitativa de refinamento dos pleitos anteriores

Definição do Portfólio atualizado de projetos



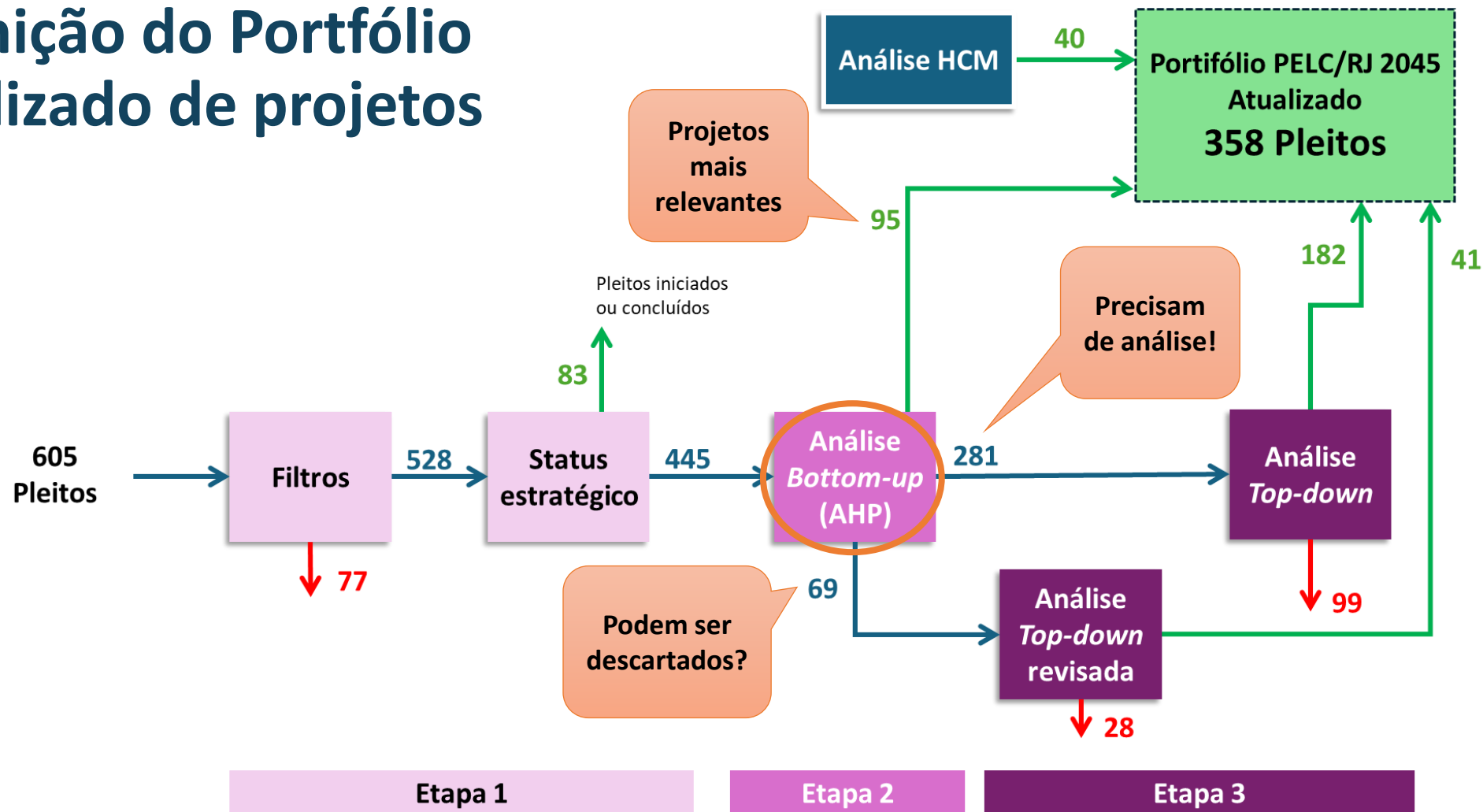
PELC/RJ 2045

Definição do Portfólio atualizado de projetos



PELC/RJ 2045

Definição do Portfólio atualizado de projetos



PELC/RJ 2045 – Hierarquização de agrupamentos

Estrutura Hierárquica de Critérios



Objetivo: atingir a Visão, mantida nesta atualização



“Desenvolver a rede logística estadual, com maior eficiência e redução de custos, de forma a consolidar o Rio de Janeiro como plataforma logística de classe mundial”



Os critérios definidos anteriormente são, conceitualmente, os fatores que mais contribuem para se atingir essa visão

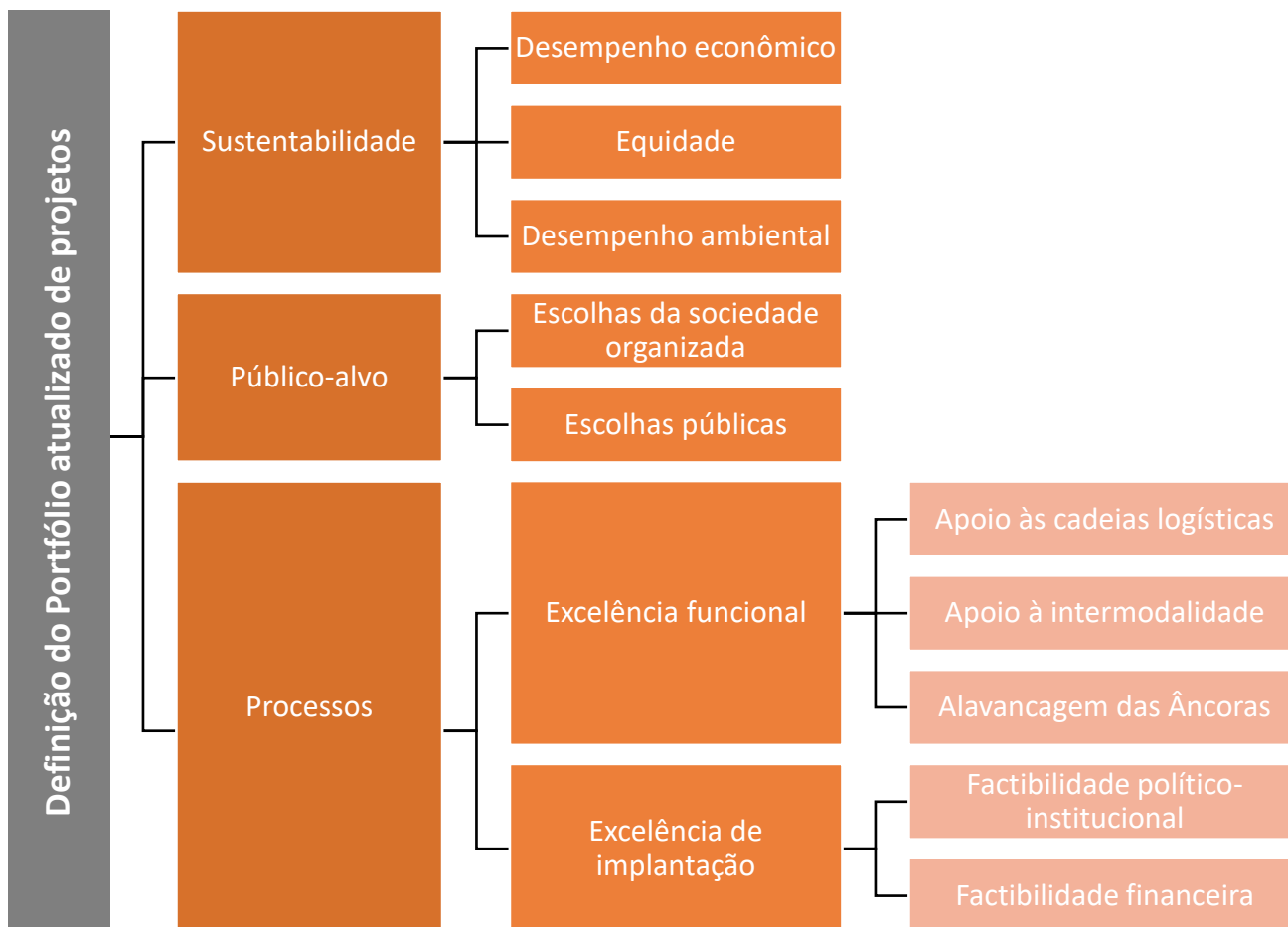


Manutenção dos critérios envolvidos no PELC/RJ 2045

Uma eventual modificação dos critérios dependeria da repetição do procedimento de consulta aos **stakeholders**, com acréscimo de ganhos e melhorias marginais ao método já proposto e validado.

PELC/RJ 2045 – Hierarquização de agrupamentos

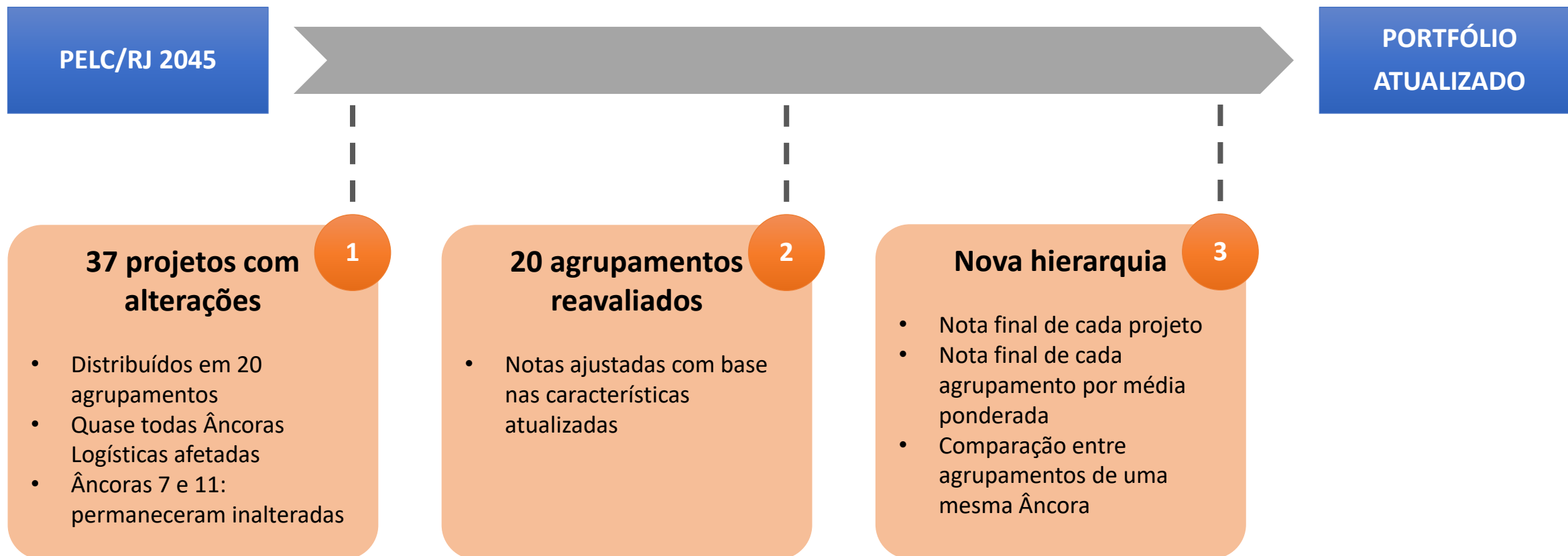
Estrutura Hierárquica de Critérios



Pesos	Descrição
23.99%	É o retorno (inclusive externalidades) obtido do investimento realizado.
7.92%	É o efeito do agrupamento na redução dos desequilíbrios socioeconômicos regionais.
7.42%	É o conjunto dos impactos ambientais causados pelo projeto no seu entorno.
8.45%	As expectativas dos atores sociais do setor são a superação dos problemas gerais da logística, operacionais e de infraestrutura detectados.
2.09%	São diretrizes e programas nas diversas esferas governamentais (federal, estadual e municipal).
10.70%	É a contribuição do agrupamento para a redução do custo nas cadeias logísticas.
4.15%	É o grau de conectividade do agrupamento com terminais intermodais, especialmente ferrovia-rodovia.
19.20%	É a contribuição do agrupamento para o desempenho logístico da Âncora.
5.96%	É o grau de adesão (ou a falta de oposição) dos atores sociais e esferas de governo pertinentes à implantação do agrupamento.
10.12%	A factibilidade financeira do agrupamento refere-se à sua facilidade para obtenção de recursos financeiros.

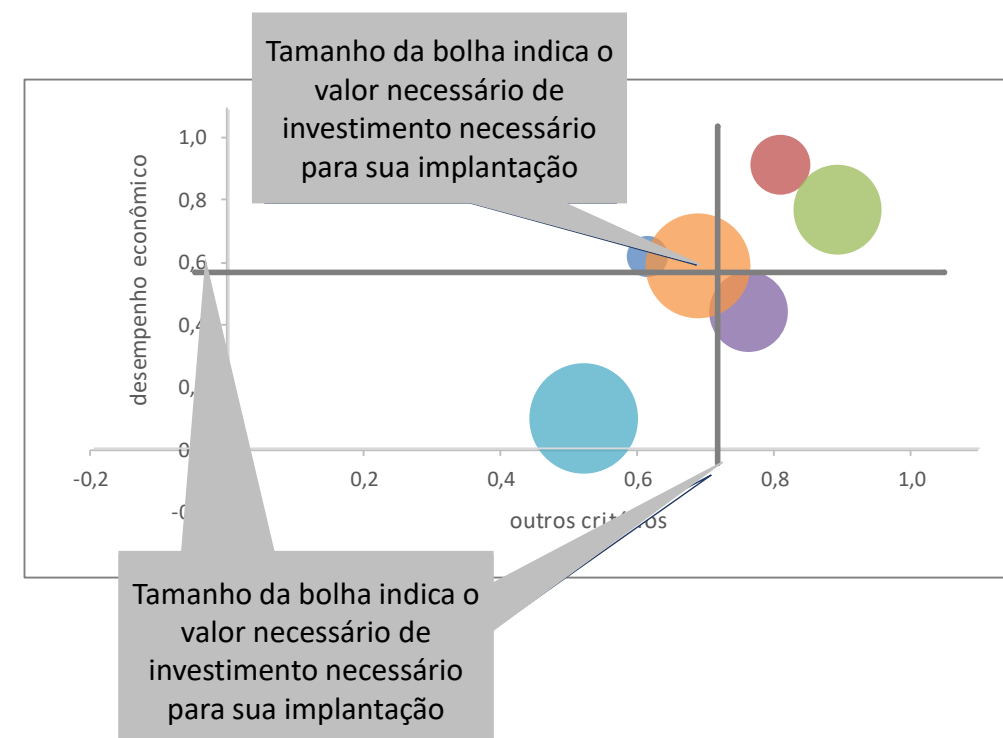
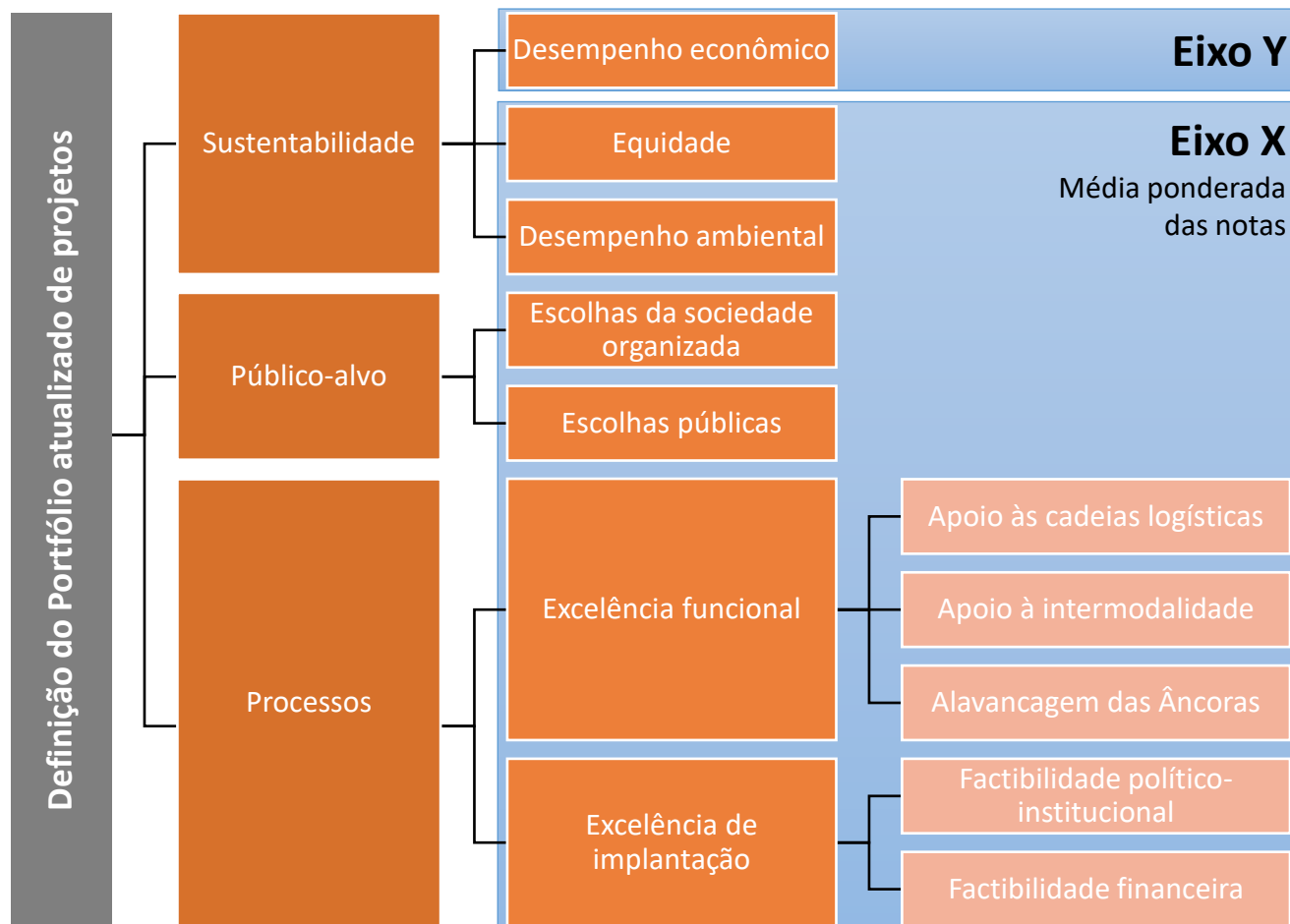
PELC/RJ 2045 – Hierarquização de agrupamentos

Processo de avaliação de projetos



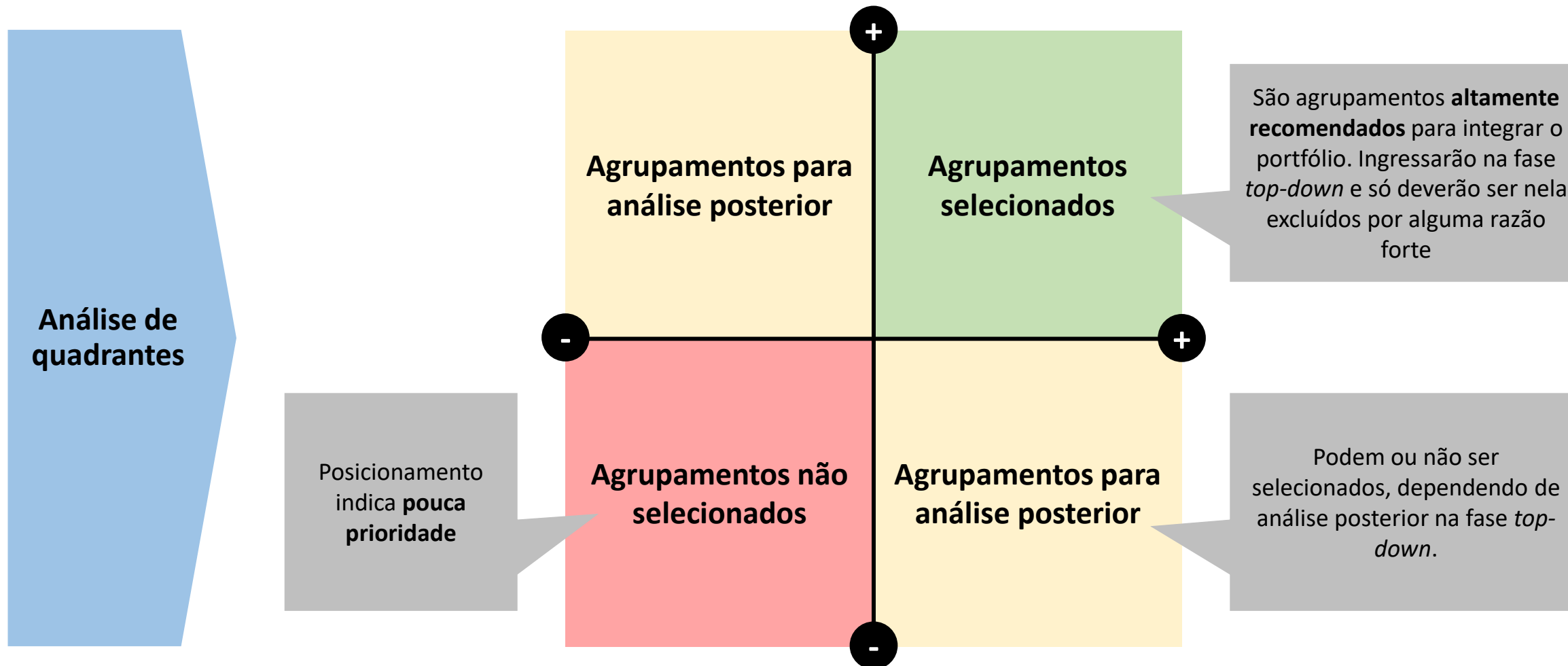
PELC/RJ 2045 – Hierarquização de agrupamentos

Análise de quadrantes



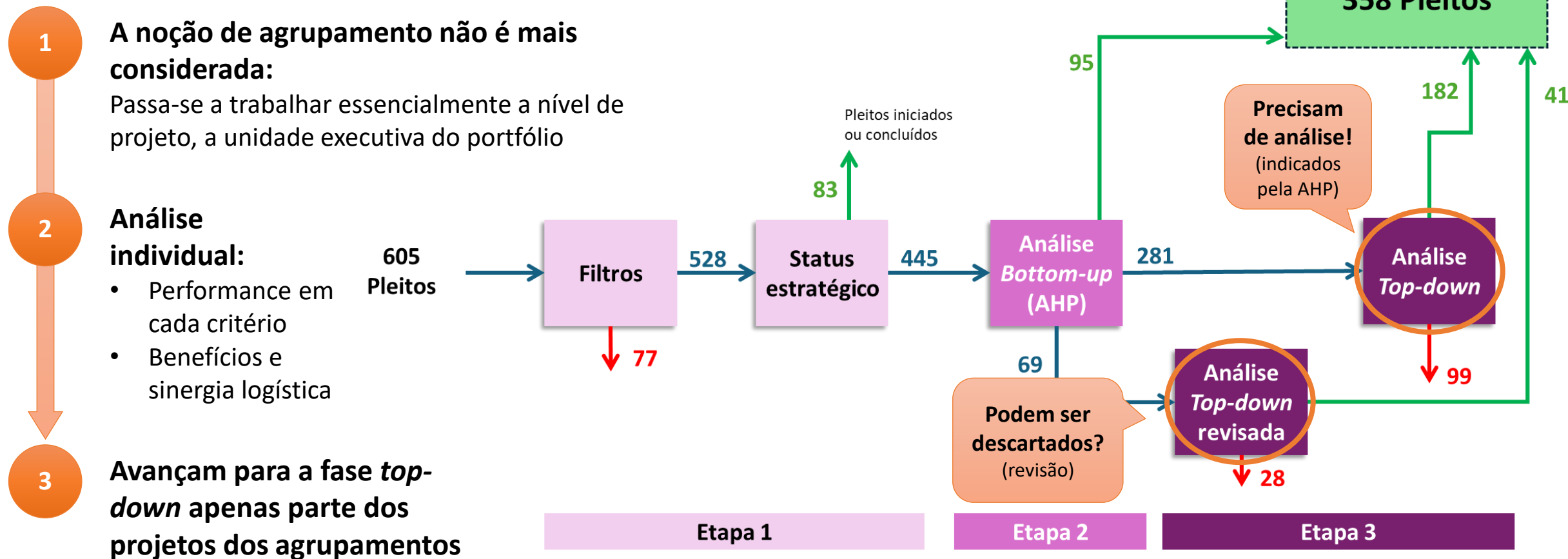
PELC/RJ 2045 – Hierarquização de agrupamentos

Seleção dos agrupamentos para a fase *top-down*



PELC/RJ 2045 – Hierarquização de agrupamentos

Análise *top-down*



Obrigado!



FSFA

FUNDAÇÃO SÃO FRANCISCO DE ASSIS

Acesse o site
e conheça:



Av. das Américas, 3301 Sala 204 - Bloco 03
Barra Business Center - Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - RJ - Tel: (21) 3152-8499



fundacao_sfa