

# CADERNO TÉCNICO DE ESTUDOS DE VIABILIDADE



ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS



**CADERNO TÉCNICO**  
DE ESTUDOS DE VIABILIDADE

## FICHA TÉCNICA

### GESTÃO 2018-2020

**Joubert Flores**

Presidente do Conselho

**João Gouveia**

Diretor Executivo

**Harald Zwetkoff**

Diretor Institucional e de Sustentabilidade

**José Eduardo Copello**

Diretor de Novos Mercados

**José Claudio Sicco**

Diretor Técnico

**Conrado Grava de Souza**

Diretor de Planejamento

**Roberta Marchesi**

Superintendente

### ORGANIZAÇÃO DA PUBLICAÇÃO

**Antonio Apolinário Júnior****Eli Bensoussan Canetti**

### EQUIPE TÉCNICA ANPTRILHOS

**Roberta Marchesi** (ANPTrilhos)**Antonio Apolinário Júnior** (ANPTrilhos)**Conrado Grava de Souza** (Metrô de São Paulo)**José Cláudio da Silva Sicco** (Trensurb)**Ricardo Souza Hessel** (Trensurb)**Leonardo Boa Ventura** (ViaQuatro)**Hermes Quadros** (ViaQuatro)**Edpo Cavalciuk Silva** (CPTM)**Breno Curi** (CPTM)**Roberto Labarthe** (Metrô Bahia)**Eli Bensoussan Canetti** (MetrôRio)**Raul Maurício Cahet Lisboa** (CBTU)**André Jóia** (CBTU)**Nelson Rodrigues** (ABIFER)**Paschoal Demario** (ABIFER)**Rafael Halliday** (VLT Carioca)

### EQUIPE TÉCNICA MINISTÉRIO DAS CIDADES

**Aguar Gonzaga Vieira da Costa****Ariena Covaleski Dias****Marcos Daniel Souza Santos****Martha Martorelli**

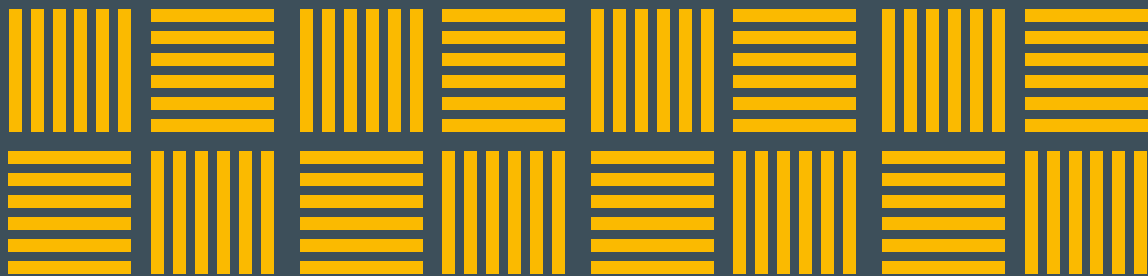
## FICHA CATALOGRÁFICA

C122 Caderno técnico de estudos de viabilidade / Organização Antonio Apolinário Júnior, Eli Bensoussan Canetti. – Brasília, DF : ANPTrilhos, Ministério das Cidades, 2018.  
72 p. : il. ; color.

1. Transporte de passageiros. 2. Mobilidade urbana, projeto. 3. Transporte sobre trilhos. I. Associação Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos. II. Brasil. Ministério das Cidades. IV. Apolinário Júnior, Antonio (Org.). V. Canetti, Eli Bensoussan (Org.).

CDU 656.2(81)

# CADERNO TÉCNICO DE ESTUDOS DE VIABILIDADE



ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS



MINISTÉRIO DAS  
CIDADES



# MENSAGEM DA ANPTRILHOS

Os operadores brasileiros reunidos na Associação Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos (ANPTRilhos) identificaram a necessidade de criar o Comitê de Viabilidade, com a atribuição de disseminar as melhores práticas para a elaboração de estudos que permitam demonstrar claramente que a opção por sistemas de transporte de passageiros sobre trilhos é a melhor para os eixos estruturadores das médias e grandes cidades brasileiras.

O Comitê de Viabilidade é formado por Roberta Marchesi e Antonio Apolinário Junior (ANPTRilhos), Nelson Rodrigues e Paschoal de Mário (ABIFER), Raul Mauricio Cahet Lisboa e André Corrêa Jóia (CBTU), Edpo Cavalciuk Silva e Breno Curi (CPTM), Roberto Labarthe (Metrô Bahia), Eli Bensoussan Canetti (MetrôRio), Ricardo Souza Hessel e José Cláudio da Silva Sicco (Trensurb) Leonardo Boa Ventura e Hermes Quadros (ViaQuatro) e Rafael Halliday (VLT Carioca).

Participam, ainda, deste Comitê de Mobilidade, a Gerente de Planejamento da Secretaria de Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades (Semob), Martha Martorelli, e os técnicos Aguiar Gonzaga Vieira da Costa, Arilena Covaleski Dias e Marcos Daniel Souza Santos, como continuação da estreita convivência entre a ANPTRilhos e o Ministério das Cidades, **órgão expoente das políticas públicas, no âmbito nacional, para os transportes urbanos.**

O objetivo deste Caderno Técnico de Estudos de Viabilidade é contribuir de maneira assertiva na realização do planejamento criterioso que possibilite uma lógica estruturada de avaliações preliminares na elaboração de estudos de viabilidade técnica e financeira de um projeto de mobilidade urbana de transporte de passageiros sobre trilhos.

## A ANPTRilhos

A Associação Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos (ANPTRilhos) é uma entidade civil, sem fins lucrativos, de âmbito nacional, criada com o objetivo de promover o desenvolvimento e o aprimoramento do transporte de passageiros sobre trilhos no Brasil. Numa visão integrada entre operadoras, indústrias e entidades do setor, a ANPTRilhos busca trabalhar soluções e tecnologias que possam contribuir para a melhoria da mobilidade urbana nas cidades brasileiras, numa visão adequada à realidade e às necessidades de cada uma delas. Com sede em Brasília/DF, a ANPTRilhos conta com praticamente 100% dos operadores brasileiros em seus quadros de associados.



# MENSAGEM DO MINISTRO

O avanço na Política Nacional de Mobilidade Urbana no Brasil requer ações do Poder Público em todas as suas esferas. É por meio de medidas efetivas que os deslocamentos da população se tornarão mais acessíveis, inclusivos e seguros.

O desenvolvimento econômico das cidades e do país depende da boa circulação, pelo espaço urbano, de pessoas e cargas. O planejamento de mobilidade urbana deve pensar, sempre, no cidadão e na sua interação com a cidade, na promoção do acesso a tudo o que sua cidade pode oferecer.

Nesse sentido, o transporte ferroviário de passageiros é fundamental no Sistema de Mobilidade Urbana. Além da memória afetiva que o trem traz para a população brasileira, o sistema sobre trilhos pode representar um fator de melhoria ambiental e reduzir a saturação da infraestrutura rodoviária, onde transportes públicos concorrem com modos privados, em uma disputa historicamente desigual, que tem sido questionada no debate sobre as prioridades e a equidade no uso do espaço urbano.

Para orientar o planejamento e a instalação de infraestruturas de sistemas ferroviários de passageiros nas cidades brasileiras, o Ministério das Cidades apresenta este caderno técnico, produto da parceria estabelecida entre a Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana e a Associação Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos – ANPTrilhos.

Com a certeza de estarmos evoluindo no debate sobre a utilização crescente de transportes públicos pela população brasileira, e, principalmente, trabalhando para oferecer maior qualidade nos deslocamentos urbanos das pessoas, espero que esta publicação contribua para que cidades e instituições levem mais qualidade de vida para a sociedade.

**Alexandre Baldy**  
Ministro das Cidades





# SUMÁRIO

## INTRODUÇÃO

# 12

## ESTUDOS URBANOS E PLANEJAMENTO DA REDE DE TRANSPORTE

# 18

- Caracterização, análise e diagnóstico do sistema de transporte de passageiros, identificando fluxos de deslocamentos, potenciais de demanda, comparação com serviços similares existentes e/ou previstos bem como estrutura e conectividade da rede viária.
- Avaliação de estudos e planos ligados ao planejamento de expansão da rede de transporte e conexões entre modos.
- Caracterização urbana da área lindeira de influência, avaliando o uso do solo e potencial de transformação decorrente da implantação de um sistema público de transporte de passageiros sobre trilhos.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

# 26

- Análise da área geográfica, população residente ou usuária, taxa de crescimento populacional, índice de envelhecimento, perfil sócio econômico, condições educacionais, desenvolvimento humano (IDHM) e renda per-capita.
- Análise espacial para identificar locais com potencial para receber as estações de um sistema público de transporte de passageiros sobre trilhos com o auxílio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG).
- Análise da infraestrutura do trecho: serviços voltados para a saúde, a educação, o lazer, a área cultural; oferta de empregos; sistema viário de transporte existente; frota de veículos registrada; uso e ocupação do solo.
- Análise da geologia, da geomorfologia e do solo.
- Análise das externalidades positivas do transporte para o desenvolvimento da região: capacidade, economia de tempo, menor poluição, menor índice de acidentes, etc.

## CARACTERIZAÇÃO DO TRAÇADO

# 30

- Caso existente (terraplanagem, obras de arte, passagens de nível e de pedestres); superestrutura (lastro, trilhos, dormentes, acessórios); estações, oficinas e demais instalações de apoio.
- Elaboração de cadastro de interferências.
- Caso inexistente: traçado sugerido (propor inicialmente mais de uma alternativa para atender ao processo de licenciamento ambiental, indicando a melhor alternativa) com análise das interferências e das eventuais desapropriações.
- Definição e execução das sondagens e dos estudos geotécnicos mínimos para subsidiar os projetos funcional e básico.

## ESTUDO DE DEMANDA

# 34

- Prospecção da atual demanda por transporte na área de abrangência a ser definida para servir como base para simulações de receita na análise de viabilidade econômico-financeira do empreendimento.
- Elaboração de Pesquisa Origem/Destino (O/D) e de estudos de propensão à transferência do modo de transporte, elaboração das matrizes de O/D ou pesquisa de intenção de uso.
- Determinação do potencial de propensão à mudança de modo em função das variáveis, tais como, tarifa, tempo de viagem, conforto, tanto para os usuários de transporte individual como para os usuários de transporte coletivo (pesquisa embarcada).
- Levantamento inicial da oferta, da capacidade dos transportes públicos e dos planos urbanísticos e de transporte na área de abrangência.
- Diagnóstico do fluxo de passageiros, séries históricas, polos atratores e geradores de viagens existentes.
- Modelagem das redes de transporte e simulação de demandas no âmbito do projeto.
- Estimativa da demanda de passageiros transportados, diariamente e na hora pico, embarcados e desembarcados na hora pico por sentido e taxa de crescimento.
- Avaliação da demanda, carregamento e definição da capacidade de oferta do modo a ser implantado.

## ELABORAÇÃO DE PLANO OPERACIONAL

# 44

- Definição de diretrizes técnicas do traçado, linhas e aspectos operacionais.
- Caracterização das edificações, obras civis, sistemas de rede, sinalização e sistemas tarifários.
- Levantamento de aspectos ambientais e de licenciamento.
- Estimativa de custos relacionados que servirão de entrada ao Modelo de Custos.
- Identificação e definição de padrões de serviço: intervalo entre veículos, tempo de viagem comercialmente competitivo em relação aos demais modos, velocidade média, capacidade de transporte, nível de lotação e integração tarifária. Identificação da concorrência entre modos e proposta de otimização como premissa para definir a viabilidade financeira do negócio.
- Caracterização e dimensionamento da frota por tipo de serviço e o seu desempenho operacional (aceleração, desaceleração, rampa máxima, raio de curva, etc.).
- Avaliação de alternativas de sinalização e fornecimento de energia para atender os padrões de serviços pré-determinados (estudo das tecnologias disponíveis).
- Identificação do potencial mercadológico e exploração comercial a fim de incrementar receitas não tarifárias.
- Avaliação preliminar do impacto ambiental de forma a mapear as condicionantes ambientais e subsidiar o processo de licenciamento.

## CONCEPÇÃO TÉCNICA E OPERACIONAL

# 50

- Identificação dos padrões de operação e manutenção.
- Definição dos critérios da segurança operacional.
- Definição do potencial mercadológico.

## AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FINANCEIRA

# 54

- Identificação e estimativa de receitas operacionais (tarifárias e integradas) através do estudo de demanda e cenários de extensão da linha.
- Identificação e estimativa de receitas não operacionais (empreendimentos mercadológicos coligados e exploração comercial dos espaços).
- Definição e destinação das receitas não operacionais, considerando a condicionante da modicidade tarifária.
- Definição do critério da partilha da tarifa das integrações.
- Definição da tarifa pública e da tarifa de remuneração do operador/contratado/concessionário.
- Definição dos indicadores: Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Taxa Interna de Retorno do Projeto e do Acionista (TIR), Valor Presente Líquido (VPL), payback simples e descontado, taxa de cobertura.

## ANÁLISE JURÍDICA

# 60

- Definição das alternativas de modelagem jurídica.
- Elaboração de matriz de responsabilidades e compartilhamento de riscos.
- Estruturação de garantias, desapropriações e subcontratações.
- Definição das diretrizes da licitação: modalidade do certame, tipo de contratação, critério de seleção, objeto, prazo, renovação de prazo, critérios de habilitação, qualificações.
- Definição das diretrizes da contratação: objeto, valor do contrato, mecanismo de remuneração, seguros, índices de desempenho, sanções e penalidades.
- Definição do processo e da responsabilidade pela fiscalização do contrato e regulação da atividade.





# INTRODUÇÃO

## **CARACTERÍSTICAS E VANTAGENS DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS (STPST)**

A escolha da tecnologia do transporte público de passageiros é um passo determinante e estratégico no planejamento de uma cidade ou de uma região metropolitana e depende de vários fatores, entre eles:

- As características geográficas, geológicas, urbanísticas, econômicas e populacionais da região servida.
- Os hábitos de viagem de seus moradores e visitantes.
- A demanda prevista para os corredores a serem atendidos.
- A capacidade de transporte, o grau de amadurecimento tecnológico, a vida útil, a fonte energética e o índice de nacionalização das alternativas tecnológicas.
- Os custos financeiros e os impactos ambientais decorrentes da implantação, operação, manutenção e renovação das alternativas tecnológicas.
- O equacionamento das fontes de receita necessárias para fazer frente aos custos previstos.
- A qualidade de vida, as metas ambientais e o dinamismo econômico que se deseja proporcionar à sociedade local.
- A perspectiva de plena integração física, operacional e tarifária da nova alternativa de transporte com os demais modos que compõem o sistema de transporte da cidade.

Mobilidade e rapidez são requisitos prementes das metrópoles contemporâneas a serem supridas pelos modos de transporte de passageiros. Mais do que oferecer velocidade, atualmente os STPST são considerados como elemento potencial para a consolidação de uma estrutura urbana mais organizada, porém esta função mantém-se ainda envolta em dúvidas e conflitos em muitas das áreas metropolitanas brasileiras.

Nota-se que para cada uma das metrópoles brasileiras, os STPST têm características diversas de uso e condicionadas principalmente pelo grau de integração e de desenvolvimento da rede, seja de âmbito local, regional ou nacional. Os STPST presentes em grandes metrópoles devem estar incorporados aos seus processos de planejamento e estruturação espacial, recebendo investimentos para a sua manutenção como alternativa vantajosa de deslocamentos intra e interurbanos.

Entre as muitas análises que podem ser feitas, vale ressaltar:

- Os STPST só conseguem ser expressivos como modo de transporte urbano se eles constituírem uma rede abrangente e integrada, seja entre suas próprias linhas, seja com todos os demais modos.
- Tão importante quanto a aplicação de recursos para a sua manutenção e expansão, os STPST devem estar inseridos no processo de planejamento e serem um elemento de organização do espaço.

Cada modo de transporte tem seu lugar apropriado, sendo a escolha dele uma decisão política e estratégica, que afeta e envolve inúmeros atores sociais, dentre os quais se destaca a população local, de onde sairão os futuros usuários. Conquistá-la para um novo sistema de transporte é determinante para que a tecnologia escolhida tenha o sucesso desejado.

Os STPST possuem características específicas que podem se traduzir em vantagens para seus usuários, para a qualidade ambiental e urbanística, para a economia e moradores da região atendida:

- A infraestrutura (vias, túneis e estações) e os veículos dos STPST, desde que cumprida a devida manutenção, apresentam a mais longa vida útil dentre todos os sistemas de transporte público terrestre, representando uma solução eficiente, flexível, econômica e duradoura para o desafio da mobilidade urbana.
- A infraestrutura dos STPST é dimensionada para suportar grandes cargas por eixo, permitindo a operação de veículos com grande capacidade unitária de transporte.
- Os veículos operam formando composições de várias unidades, que, aliado aos sistemas de sinalização e de controle, proporcionam segurança e elevada frequência de viagens, tudo isso resultando na mais elevada capacidade de transporte terrestre de passageiros.
- O contato entre roda e trilho de aço proporciona a menor perda de energia, em função do atrito, dentre todos os modos de transporte terrestres.
- Os sistemas de cobrança e de controle de ingresso em áreas externas, os trens com várias portas por carro e os pisos nivelados às plataformas das estações proporcionam agilidade, conforto e segurança às operações de embarque e desembarque de passageiros.
- A plena acessibilidade das estações e os veículos guiados por trilhos (proporcionando elevado conforto cinético aos passageiros) tornam os STPST a opção preferencial dos usuários dotados de mobilidade reduzida.
- Os veículos, quando equipados com motores elétricos, contribuem decisivamente para a qualidade atmosférica das áreas urbanas atendidas.
- Quando subterrâneos, os STPST não transmitem ruídos às cidades, não segregam os bairros e não provocam intrusão visual.
- As estações mais importantes dos STPST acabam por se transformar em polos de mobilidade metropolitana, capazes de estruturar todo o território servido. As estações interferem mais diretamente na vida da sociedade do entorno e dos usuários, do que o elemento de superestrutura como a via permanente.
- A capacidade estruturadora faz com que a rede dos STPST se torne a principal referência de orientação para os moradores e visitantes, tornando-se também um importante suporte à indústria do turismo.
- Ao trafegar em vias segregadas do tráfego geral, os STPST ficam praticamente imunes às interferências externas, possibilitando o cumprimento à risca de sua programação operacional, o que lhe confere as características de regularidade e de pontualidade tão valorizadas pelo público usuário.
- Também como consequência de trafegar em vias totalmente segregadas do tráfego geral, os STPST não ficam sujeitos a acidentes com outros veículos ou pedestres, o que, aliado ao rigoroso controle de velocidade imposto pelo sistema de sinalização e à trajetória veicular guiada por trilhos, resulta em um elevado grau de segurança operacional para os usuários e para a população em geral.
- As estações e os próprios veículos dos STPST são projetados de maneira a oferecer a seus usuários toda a informação necessária para que estes realizem segura e objetivamente suas viagens: mapa da linha, mapa dos entornos, avisos sonoros, presença de pessoal operativo, painéis, abundante sinalização visual etc.

Os STPST, possuem o potencial de concentrar um grande fluxo de usuários e pessoas em relação aos demais modos. Uma estação dos STPST é uma construção na qual se pode embarcar ou desembarcar, entrar ou sair do sistema. Usualmente, consiste em pelo menos um edifício para passageiros, além de outras instalações associadas ao seu funcionamento. As estações mais antigas foram construídas para passageiros e cargas. Aquelas localizadas tanto no início quanto no final da via são denominadas terminal.

A estação atua como Polo Gerador de Viagens (PGV). As variáveis intervenientes na geração de viagens e de demanda de passageiros estão associadas às funções exercidas pela estação na estrutura urbana. Dessa forma, para identificá-las, é importante conhecer as funções da estação no ambiente urbano:



**F1**

## **CONECTAR A ÁREA DE INFLUÊNCIA COM A REDE DE TRANSPORTE**

As estações são elos entre a rede transporte e a área vizinha, cujos limites são estabelecidos pela sua capacidade de atender à demanda. A localização da estação deve considerar a demanda do entorno e as atividades desenvolvidas em sua área de influência.

**F2**

## **DAR SUPORTE À INTEGRAÇÃO**

Na área interna da estação, ou em seu entorno, os passageiros trocam de linhas ou de modo de transporte, usando a caminhada. Para dar suporte a essas atividades, a estação deve ter áreas seguras, paraciclos ou bicicletários baias para transferências, estacionamentos e paradas, locais de espera, bilheterias e serviços diversos, todos com acessibilidade, para atender os passageiros. Na função de polo de integração, a estação atrai para o sistema usuários de outras linhas e outros modos. Além de aumentar a demanda de passageiros, contribui para a criação de um ambiente com menos viagens de automóveis e menos poluição atmosférica.

**F3**

## **ATRAIR ATIVIDADES COMERCIAIS PARA SUA ÁREA DE INFLUÊNCIA**

As estações são locais atrativos para atividades comerciais. Compras, negócios e diversas atividades podem ocorrer no tempo livre, tanto para passageiros quanto para residentes próximos ao local. A função de concentrar atividades na sua área interna permite a arrecadação de recursos extratarifários de forma que o custeio do serviço não venha apenas da tarifa ou de subsídio público. Além disso, reforça sua atratividade e pode reduzir o número de viagens, pois ao invés do usuário se deslocar da estação até outro local (alguns desses deslocamentos usando automóvel) para efetuar pequenas compras ou pagar contas, isso pode ser feito enquanto aguarda o trem. Quem vai para o trabalho de automóvel e precisa realizar tarefas pode dar preferência ao trem no deslocamento para esse fim como forma de reduzir custos com estacionamento, e garantindo mais conforto, pontualidade e segurança.

**F4**

## **PROVER ESPAÇO PÚBLICO PARA ATIVIDADES CULTURAIS**

A estação é um espaço público e pode ser utilizado para atividades sociais e eventos, como: feiras, exposições, exibições de shows, pequenas encenações teatrais, entre outros. Por meio de atividades externas ao setor, a estação, como espaço público, pode atrair os usuários de outros modos de transporte e aumentar a atratividade para aqueles que estejam dentro dos STPST.

**F5**

## **CONTRIBUIR PARA IDENTIFICAR SUA VIZINHANÇA NO TEMPO E NO ESPAÇO**

A estação é uma construção que identifica a arquitetura da época. Sua localização deve estar associada à política de desenvolvimento urbano e as principais origens ou destinos de viagem. A arquitetura da construção, a quantidade e a qualidade das atividades desenvolvidas em seu interior, os fatos históricos ocorridos no entorno, o mobiliário urbano alocado na vizinhança, o tipo de relacionamento comunitário efetuado, entre outros, associam a estação ao espaço urbano.

Em todo o mundo os STPST vêm se expandindo com rapidez nas cidades de médio e grande porte, porque respondem a uma nova lógica de desenvolvimento urbano, planejamento de transportes e preocupações ambientais e são uma escolha que se ancora numa lógica de desenvolvimento sustentável, permitindo repensar a mobilidade urbana e os projetos de urbanização.

Os STPST vêm sendo adotados não apenas como um modo de transporte, mas também como uma ferramenta para promover e renovar a cidade e quando comparados com os demais modos de transporte da cidade, individuais ou coletivos, eles se impõem por sua modernidade, rapidez, qualidade e segurança. Dentre as inúmeras vantagens, destacam-se ainda:

- Possuem maior sustentabilidade ambiental, atraem motoristas de automóveis mais do que outros modos de transporte público.
- Reduzem os congestionamentos de tráfego e os custos do transporte urbano de mercadorias, aumentando a produtividade da economia local e gerando um aumento na arrecadação de impostos.
- Reduzem os gastos com a manutenção com o sistema viário lindeiro e induzem à densificação da ocupação do solo lindeiro (quando acompanhados de legislação urbana adequada), trazendo evidente economia na implantação de todas as demais redes de infraestrutura pública e proporcionando economia para a administração municipal.
- Reduzem a poluição atmosférica e os acidentes de trânsito no sistema viário lindeiro, ao mesmo tempo em que requerem maior atividade física de seus usuários – caminhadas de/para as estações – trazendo grande impacto positivo sobre as condições sanitárias da população e trazendo significativo alívio a todo o sistema público de saúde.
- Induzem a coesão comunitária e proporcionam uma maior interação entre os cidadãos.
- São compatíveis com empreendimentos públicos e privados de médio e de grande porte junto às suas estações, proporcionando grande sinergia em sua operação conjunta.
- Permitem que os mesmos grupos econômicos que os operam, explorem modos de transporte complementares, condomínios residenciais e comerciais, escolas, *shopping centers*, hotéis, centros de convenções, estádios etc., extraindo desta complementariedade sua lucratividade.

Isso não quer dizer que todos os projetos de STPST sejam viáveis ou que os investimentos nestes sistemas sejam suficientes para, por si sós, solucionarem todos os problemas de transporte de uma aglomeração urbana. No entanto, considerando todos os impactos e objetivos de um planejamento urbano e de mobilidade bem fundamentado e discutido com os diversos atores sociais, os STPST poderão se mostrar a opção de maior retorno econômico, social e até financeiro.





1º MARCO

06

LLA-1901

SENTIDO SANTOS DUMONT

APOYO AL TRANSITO





# ESTUDOS URBANOS E PLANEJAMENTO DA REDE DE TRANSPORTE

A Política Nacional de Mobilidade Urbana, o Plano de Mobilidade Urbana e o Planejamento da Rede de Transporte Público Sobre Trilhos são os principais itens do arcabouço legal da mobilidade urbana.

A Lei Federal 12.587/12 instituiu a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), atendendo à determinação constitucional de a União estabelecer as diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive os transportes.

A PNMU exige que os municípios com população acima de 20 mil habitantes ou pertencentes a regiões metropolitanas, além de outros, elaborem e apresentem seu Plano de Mobilidade Urbana, considerado “o instrumento de efetivação da Política Nacional de Mobilidade Urbana”.

A PNMU lista um conjunto de elementos a serem considerados no Plano de Mobilidade Urbana, entre eles:

- os serviços de transporte público coletivo
- as infraestruturas do sistema de mobilidade urbana
- a acessibilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade
- a integração dos modos de transporte público e destes com os privados e os não motorizados
- os polos geradores de viagens
- os mecanismos e instrumentos de financiamento do transporte público coletivo e da infraestrutura de mobilidade urbana

Portanto, em decorrência do que estabelece a PNMU, o planejamento da criação ou da expansão de uma rede de transporte público deverá, obrigatoriamente, estar alicerçado em um Plano de Mobilidade Urbana que assegure a plena integração institucional, física, operacional, tarifária e financeira do modo planejado aos demais modos de transporte motorizados e não motorizados que atendem à região, além do perfeito ajustamento entre a infraestrutura de transporte e o uso e a ocupação do solo urbano atendido.

## PRINCÍPIOS E DIRETRIZES DO PLANO DE MOBILIDADE URBANA

O planejamento da rede de transporte urbano de um município se dá através da elaboração do Plano de Mobilidade Urbana, um instrumento da política de desenvolvimento urbano, integrado ao Plano Diretor do Município.

O Plano de Mobilidade Urbana contém as diretrizes, instrumentos, ações e projetos voltados a proporcionar o acesso amplo e democrático às oportunidades que a cidade oferece, através do planejamento da infraestrutura de mobilidade urbana, da logística de distribuição de bens e serviços, da construção e manutenção da infraestrutura viária e da integração entre modos e demais ações interligadas para a melhoria da acessibilidade e da qualidade de vida da população.

O Plano de Mobilidade Urbana deverá estar vinculado ao Plano Diretor Municipal e demais planos existentes, obedecendo às diretrizes urbanísticas neles fixadas.

Para a elaboração do Plano de Mobilidade Urbana devem ser seguidos os seguintes princípios e diretrizes:

- Acessibilidade universal;
- Desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais;
- Equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo;
- Eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano;
- Gestão democrática e controle social do planejamento e avaliação da Política Nacional de Mobilidade Urbana;
- Segurança nos deslocamentos das pessoas;
- Justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços;
- Equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros;
- Eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana;
- Integração com a política de desenvolvimento urbano e respectivas políticas setoriais de habitação, saneamento básico, planejamento e gestão do uso do solo no âmbito dos entes federativos;
- Prioridade dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado;
- Integração entre os modos e serviços de transporte urbano;
- Mitigação dos custos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas na cidade;
- Incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico e ao uso de energias renováveis e menos poluentes;
- Priorização de projetos de transporte público coletivo estruturadores do território e indutores do desenvolvimento urbano integrado;
- Integração entre as cidades gêmeas localizadas na faixa de fronteira com outros países sobre a linha divisória internacional.

Quando o Município estiver inserido em uma Região Metropolitana ou em uma aglomeração urbana, a elaboração do Plano de Mobilidade Urbana deverá estar alinhada ao planejamento de âmbito regional.

## DIAGNÓSTICO DA MOBILIDADE URBANA

A elaboração de um Plano de Mobilidade Urbana, assim como o planejamento de uma rede específica de transporte público sobre trilhos, demanda a realização da etapa prévia de diagnóstico da mobilidade urbana, quando se busca coletar, sistematizar e analisar um conjunto de dados específicos dos sistemas de mobilidade urbana, bem como informações relevantes sobre o contexto e a evolução socioeconômica da cidade, a legislação incidente, etc.



Um diagnóstico bem elaborado é condição para o estabelecimento de um conjunto de ações regulatórias e projetos de transporte público e não motorizados que a cidade vai implementar nos próximos anos para a solução dos problemas identificados. O diagnóstico será composto por, no mínimo, duas etapas principais:

- I. Pesquisas e levantamentos de informações
- II. Análise das informações e caracterização do sistema de mobilidade

Na etapa de pesquisas e levantamento de informações será realizada a mobilização dos técnicos locais, dirigentes públicos e demais membros da equipe envolvida. Em reuniões setoriais, os objetivos e expectativas quanto ao Plano de Mobilidade deverão ser discutidos, bem como a organização prévia das fontes de consulta e informação. Nestas reuniões, deve ser trabalhada uma apreciação geral das características e dos problemas de mobilidade do município, caracterizando-se um diagnóstico prévio.

Deverão ser identificados os modos de transporte e as características espaciais relevantes que deverão ser avaliadas em detalhe, além de uma pré-avaliação dos aspectos institucionais e legais associados ao tema. Também deverão ser identificadas as fontes de dados primários e secundários disponíveis e quais os agentes sociais que deverão ser envolvidos no processo de discussão social.

A base de informações do setor de mobilidade urbana deve ser montada a partir de dados de fontes primárias (dados obtidos diretamente em campo) e por meio de levantamentos em fontes secundárias (dados disponíveis, documentos, bibliografia).

As informações obtidas dos levantamentos deverão ser organizadas em ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG), agrupando dados e imagens em mapas georeferenciados.

## **FONTES PRIMÁRIAS – PESQUISAS**

Os dados de fontes primárias serão obtidos mediante pesquisas, entrevistas, identificação e cadastro de elementos de infraestrutura de trânsito e levantamentos realizados em campo, havendo o agrupamento dos dados em bancos digitais, para posterior cruzamento em mapas e planilhas, devendo obedecer à seguinte sequência de atividades:

- Definição da metodologia estatisticamente comprovada para este fim, amostras, formulários e outras especificações para a coleta de dados.
- Planejamento dos trabalhos de campo, incluindo logística, definição da sequência de trabalhos e correspondente calendário.
- Mobilização dos recursos humanos, incluindo treinamentos e recursos materiais adequados a cada trabalho a ser executado.
- Execução dos trabalhos de campo, incluindo supervisão, controle de qualidade e planejamento das reposições, nos casos de não conformidade.
- Codificações, tabulações e triagens dos dados de campo.
- Digitação dos dados em planilhas e/ou bancos de dados.
- Análise de consistência dos bancos de dados e correções.
- Processamento (sistematização) final e liberação dos dados para análise.

Deverão ser executados, no mínimo, os seguintes levantamentos, pesquisas e contagens de campo.

#### ■ INVENTÁRIO FÍSICO

- » **Inventário da infraestrutura viária:** refere-se aos levantamentos das condições da infraestrutura urbana destinada à circulação, incluindo o sistema viário e as suas benfeitorias, os sistemas de controle de tráfego de veículos e outros aspectos – largura, materiais empregados, declividades, rampas, estado de conservação, hierarquia das vias, áreas de restrição de estacionamento.
- » **Inventário dos transportes públicos coletivos:** rotas, material rodante, condições das vias percorridas, nível de prioridade (vias exclusivas, faixas exclusivas), características principais das estações, terminais e pontos de parada, pátios, garagens e oficinas, comunicação visual e sistemas de informação ao usuário.

- **INVENTÁRIO OPERACIONAL:** são as pesquisas que buscam quantificar e qualificar deslocamentos (viagens), medir a demanda para cada tipo de viagem, identificar as origens e os destinos (distribuição espacial das viagens ou matriz origem/destino), conhecer os motivos das viagens e os modos de transportes adotados (distribuição modal), identificar os caminhos escolhidos (alocação de viagens na rede de transportes) e verificar a distribuição temporal das viagens (horários de pico e entre picos de demanda). As informações sobre a circulação viária devem abranger todos os modos de transporte motorizados ou não, coletivos e individuais, públicos e privados.

- » **Pesquisa Origem Destino Domiciliar:** entrevistas realizadas com questionário estruturado em amostra de domicílios selecionados por sorteio; que investiga as características das viagens de moradores em dia útil anterior, e as características socioeconômicas (viagens internas à região de estudo).
- » **Pesquisa Origem Destino Veicular (Linha de Contorno):** contagem e entrevistas realizadas em pontos de acesso das rodovias à região estudada, investigando fluxos de viagens que entram, saem, ou cruzam a região (viagens externas à região de estudo).
- » **Pesquisas com transporte coletivo:** idade média da frota, quantidade de viagens ofertadas, frequência no pico, tarifa, pesquisa quantitativa: embarque-desembarque e ocupação visual; pesquisa qualitativa;
- » Pesquisas quantitativas de fluxo viário e caracterização de pontos críticos do sistema.
- » Contagens de tráfego classificatórias e direcionais nos principais pontos do sistema viário do município.

### FONTES SECUNDÁRIAS – LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS

Os seguintes levantamentos de informações existentes deverão ser realizados, relativos à área de estudo abrangida:

- plano de mobilidade urbana dos municípios envolvidos e plano de desenvolvimento urbano integrado (ou plano de mobilidade metropolitana) se houver
- plano diretor dos municípios envolvidos
- lei do uso e ocupação do solo urbano dos municípios envolvidos
- planos de investimento em infraestrutura urbana
- projetos viários
- plano habitacional
- plano de saneamento ambiental
- estudos e projetos de ampliação do sistema de transporte coletivo e demais estudos de interesse
- cadastro de linhas e serviços, frota e dados operacionais das linhas de transporte municipal e intermunicipal
- dados sobre a frota de veículos
- dados da matriz origem – destino
- contagens volumétricas e outros dados já existentes
- estatísticas de acidentes de trânsito
- outros projetos e estudos existentes que possam agregar informações úteis ao plano de mobilidade



## SISTEMATIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES COLETADAS

Deverão ser gerados mapas digitais da área de estudo, onde serão plotados:

- limites administrativos e principais acidentes geográficos
- sistema viário completo (rodoviário e ferroviário)
- sentido de fluxo das vias
- localização dos principais polos geradores de tráfego
- traçado dos itinerários das linhas regulares de transporte público
- zonas de tráfego: perímetro e identificação
- localização e caracterização dos terminais e pontos existentes de transporte público

De forma análoga, deverão ser gerados gráficos representativos da área de estudo, descrevendo, ao longo do tempo:

- variação de população, empregos e matrículas escolares
- variação da frota de automóveis e da taxa de motorização
- variação da quantidade global de viagens diárias
- variação da quantidade de viagens diárias motorizadas e não motorizadas
- variação da quantidade de viagens diárias por modo (individual e coletivo)
- variação da divisão modal (individual e coletivo) de viagens diárias
- variação do índice de mobilidade total e motorizada
- variação do índice de mobilidade por modo (individual e coletivo)
- variação do índice de mobilidade por renda familiar mensal
- quantidade de viagens por modo
- número de transferências entre modos de transporte
- variação da quantidade de viagens diárias por motivo (trabalho, educação, etc.)
- distribuição das viagens diárias por duração
- flutuação horária das viagens por modo
- flutuação horária das viagens por motivo

## MODELAGEM DA SITUAÇÃO ATUAL

Os resultados obtidos na fase de diagnóstico devem resultar em uma rede de simulação que servirá de base para a criação dos cenários, considerando os diversos horizontes de projeto. As atividades devem ser desenvolvidas com auxílio de modelos de planejamento de transportes por meio de *softwares* de simulação de aplicabilidade comprovada e de pleno uso no setor de planejamento dos transportes públicos, e ainda, integrados aos diagnósticos desenvolvidos pela Prefeitura – estudos institucionais, programas de segurança viária, plano de implantação, gestão e monitoramento – de modo a consolidar a análise.

O passo seguinte de desenvolvimento é a montagem de um modelo de transportes, instrumento essencial para a representação da realidade atual e antevisão dos resultados futuros. Ele permite diagnosticar os problemas e gargalos atuais e simular diferentes alternativas de soluções para os transportes da região em estudo. Para tanto é construída uma rede de simulação e modelos de previsão de demanda detalhados que permitam análises das alternativas de intervenção e operação testadas. Estas alternativas devem também ser objeto de avaliações ambientais e econômico-financeiras, que norteiem a definição do conjunto de soluções recomendado pelo Plano.

Os resultados consolidados nesta etapa devem ser apresentados à população em oficinas promovidas pela Prefeitura ou pelo Governo do Estado. As contribuições advindas do processo participativo deverão ser incorporadas à proposta.

### **ANÁLISE DO IMPACTO DO SISTEMA DE MOBILIDADE PROPOSTO SOBRE A MALHA URBANA ATENDIDA**

Nesta etapa serão analisadas as informações obtidas visando uma caracterização dos aspectos urbanos, de mobilidade e de uso do solo do município. Para a caracterização dos aspectos urbanos e de uso do solo deverão ser abordados, sem se limitar a eles, os seguintes temas:

- Caracterização demográfica e socioeconômica por zona de tráfego analisando as tendências de variações como: população, empregos, renda, faixa etária e gênero.
- Relação entre uso e ocupação do solo, distribuição espacial de empregos e adensamento populacional com o sistema de mobilidade, especialmente com a evolução da oferta de serviços de transporte.
- Identificação das regiões com sobra de potencial de urbanização ou com saturação de capacidade (adensamento).
- Análise dos impactos dos loteamentos aprovados e em fase de aprovação na Secretaria de Infraestrutura, Planejamento e Mobilidade Urbana.









# CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

A caracterização da área de influência como etapa para um Estudo de Viabilidade é fundamental e deve ser definida a partir de um conjunto sistêmico de especialistas nas variadas áreas que abrangem a interferência da implantação de um sistema de transporte de passageiros sobre trilhos no perímetro urbano. A interação entre os atores privados, público e a própria sociedade também é fundamental para a avaliação dos especialistas e para a tomada de decisão do poder público.

A definição e classificação das áreas de influência atualmente tornaram-se menos complexas com o auxílio da análise visual de mapas por meio das ferramentas de geoprocessamento. O conjunto de critérios que compõe essa análise será apresentado neste tópico a partir de métodos utilizados por pesquisadores. Tais métodos quando avaliados e calibrados adequadamente podem se moldar em qualquer modelo de cidade interessada no Estudo de Viabilidade.

A etapa de calibração do modelo é fundamental para a geração de resultados factíveis já que critérios básicos como: topografia, densidade demográfica, serviços públicos disponíveis, atividades econômicas e culturais normalmente variam consideravelmente de região para região.

## MÉTODOS APLICÁVEIS DE CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Um procedimento explícito para a caracterização da área de influência foi proposto inicialmente na Inglaterra e leva em conta as condições locais que podem ainda serem automatizadas usando um Sistema de Informação Geográfica (SIG):

- Definir a área de pesquisa.
- Excluir da área de influência uma faixa dentro da distância definida pelas estações existentes (aproximadamente 1 km, no caso de sistema sobre trilhos semelhante).
- Excluir o caminho onde as restrições de engenharia tornariam os custos de construção dos STPST inviável (viadutos, túneis, interferências de grande vulto).
- Excluir locais onde a densidade populacional está abaixo de um valor definido como sendo a densidade marginal em que uma estação seria viável.

Em uma situação ideal o planejamento para definição das áreas de influência dos STPST deve ser integrado com o planejamento mais amplo do uso da terra para maximizar o uso potencial, localizando novos geradores

de tráfego e atrativos perto das estações. No entanto, o curto prazo da maioria das franquias de passageiros significa que as empresas operadoras de STPST podem não ter recursos para interagir com os regimes de uso e planejamento de terras da autoridade local.

A estação que influencia diretamente no planejamento urbano e funciona como nó de transporte público deve ser avaliada de acordo com a sua área de influência. Os fatores que servem para caracterizar as estações e a sua área de influência são escolhidos com base nos parâmetros que caracterizam o potencial da localização, infraestrutura e volumes de transporte.

Essa segunda metodologia pode ser utilizada de forma a complementar a primeira e examina quatro grupos de fatores associados ao potencial de recursos da localização e infraestrutura da estação:

- Potencial da região onde a estação está localizada. Isso inclui dados demográficos, bem como indicadores territoriais e socioeconômicos.
  - » Densidade populacional (número de habitantes/km<sup>2</sup>).
  - » Área da região em km<sup>2</sup>
  - » Número de alunos: determina o significado em termos de potencial educacional e mostra o número potencial de clientes que usam descontos quando viajam nos STPST.
  - » Número de população em idade de trabalhar (mais de 18 anos): fornece informações sobre a população potencial que precisa de empregos e pode usar os serviços de transporte para ir e vir do trabalho.
  - » Número de idosos (mais de 60 ou 65 anos): indica o número potencial de clientes que utilizam gratuidades durante a viagem.
  - » Número de escolas: fator determina o significado em termos de potencial educacional.
  - » Número de universidades: mostra a importância em termos de potencial educacional.
  - » Salário médio mensal: pode avaliar o nível econômico da cidade. Assentamentos com valores elevados deste parâmetro podem ser centros de gravidade para viagens de trabalho.
- Importância da região onde a estação está localizada como um centro administrativo, econômico, industrial e cultural.
  - » Centro regional: a região é uma grande unidade territorial e abrange várias áreas.
  - » Centro distrital: a área é uma unidade administrativo-territorial na divisão administrativo-territorial contemporânea.
  - » Participação da região como unidade administrativa e econômica: se a região não cumprir a função do centro municipal, distrital ou regional.
- Fatores de infraestrutura (previsão de dados)
  - » Número de conexão: indica as capacidades técnicas da estação para enviar e receber trens e está conectado à sua opção de trânsito.
  - » A importância da estação em relação à sua localização nos STPST.
  - » Uma estação de junção que fornece um *link* entre as principais linhas dos STPST (junções grandes). Essas junções também oferecem conexões na estação com outros modos de transporte.
  - » A estação de junção que fornece conexões entre as linhas principal e secundária (junções pequenas): mostra o potencial de transferência de passageiros e ligações entre o tráfego ferroviário de longa distância e suburbano.



- Características dos passageiros (previsão de dados)
  - » Número de passageiros por mês que partiram dessa estação.
  - » Passageiros transportados: igual à soma de toda distância percorrida pelos passageiros que partiram da estação, que apresenta a medida do transporte de passageiros a partir da estação.
  - » Distância média percorrida pelos passageiros da estação (km): é calculado dividindo o número de passageiros transportados por quilômetro pelo número de passageiros que partem da estação e indica o comprimento médio das viagens de um dia da estação.

Assim como foram definidas as funções genéricas de uma estação (conectar a área de influência com a rede de transporte; dar suporte à integração; atrair atividades comerciais para a sua área de influência; prover espaço público para atividades culturais; contribuir para identificar sua vizinhança no tempo e no espaço), o terceiro método visa o estabelecimento dessas funções a partir do levantamento de 10 indicadores a fim de caracterizar a área de influência do sistema ferroviário a ser implantado. Os respectivos indicadores são:

- **Trabalho:** número de postos de trabalho em um raio de 700 m.
- **População:** número de moradores em um raio de 700 m.
- **Centralidade:** distância média e moradores em um raio de 700 m.
- **Centro Regional:** principal estação do centro regional, distribuição de frequência e frequência de passageiros no fim de semana comparada com os dias da semana.
- **Turismo:** a demanda de turistas para cada 1000 residentes da região municipal.
- **Acessibilidade:** o número de estações acessíveis em um deslocamento de 20 minutos.
- **Trens intermunicipais:** o número de partidas de trens intermunicipais da estação.
- **Trens regionais:** o número de partidas de trens regionais da estação.
- **Ônibus:** o número de partidas de ônibus da estação.

Os métodos apresentados podem ser aplicados de forma simultânea e complementar, já que na situação real a disponibilidade de dados em algumas cidades não irá abranger todos os indicadores previstos de cada método.

Os critérios obtidos a partir dos dados coletados devem ser analisados com o auxílio de ferramentas de estatística espacial como a regressão linear, a fim de se obter um resultado preciso e qualitativo. O resultado expressará, através das informações coletadas, o quanto a área de interesse será influenciada pela implantação de um sistema de transporte de passageiros sobre trilhos. O referido resultado apoiará a tomada de decisão para prosseguimento nas demais etapas do Estudo de Viabilidade.





# CARACTERIZAÇÃO DO TRAÇADO

Preliminarmente à elaboração do estudo de viabilidade, devem ser formuladas, no mínimo, três alternativas de traçado, considerando-se aspectos técnicos, de demanda, operacionais, econômicos, financeiros, ambientais, de período de operação para a taxa de retorno (*payback*). Em todas as alternativas de traçado deverão ser apresentadas as vantagens e desvantagens de cada uma, incluindo as estimativas de custo de implantação, custo de manutenção e operação, incluindo ainda as estimativas de demanda de passageiros.

Para a viabilização destes estudos preliminares, deverão ser avaliados: os custos para a implantação, estimativas dos volumes e custos para a terraplanagem, tipos, quantidades e extensão das obras de arte especiais e túneis e ser consideradas ainda as técnicas construtivas disponíveis para cada uma das alternativas.

Os estudos a serem realizados deverão ser contemplados com a seguinte sequência:

- a. estudos de engenharia
- b. estudos ambientais
- c. estimativas dos custos do empreendimento
- d. estudos socioeconômicos
- e. definição e cálculo dos benefícios
- f. análise socioeconômica

A proposta para a elaboração do estudo do traçado deverá considerar duas alternativas:

- Elaboração do estudo de viabilidade em área metropolitana em trecho de STPST já existente
  - » No caso de elaboração do estudo de viabilidade em traçado de trecho dos STPST já existente, serão preparados os planos operacionais preliminares de cada uma das diretrizes das alternativas em estudo.
  - » Os planos operacionais devem contemplar a concepção geral preliminar de funcionamento dos STPST já existentes, incluindo a integração com o restante do sistema viário, assim como a operação com as intersecções, os ramais ferroviários, as obras de arte tais como viadutos, pontes, passarelas e túneis, o número de vias de circulação, estudos e projeções dos volumes de demanda e outras informações relativas ao empreendimento.
  - » Os estudos devem considerar o possível reaproveitamento (total ou parcial) ou remoção integral do antigo trecho, incluindo as suas principais características construtivas, tais como: terraplanagem, obras de arte, passagens de nível, passagem de pedestres, superestrutura ferroviária (lastro, trilhos, dormentes, acessórios), faixa de domínio, estações, oficinas e demais instalações de apoio.

- Elaboração do estudo de viabilidade em área metropolitana sem existência de trecho dos STPST.
  - » No caso de elaboração do estudo de viabilidade em traçado de trecho dos STPST ainda inexistente, serão preparados os planos operacionais preliminares de cada uma das diretrizes das alternativas em estudo.
  - » Os possíveis traçados devem levar em consideração os estudos de demanda e de carregamento nas regiões de interesse.
  - » Os planos operacionais devem contemplar a concepção geral preliminar de funcionamento do trecho ferroviário, incluindo a integração com o restante do sistema viário, assim como a operação com as intersecções, os ramais ferroviários, as obras de arte tais como viadutos, pontes, passarelas e túneis, o número de vias de circulação, estudos e projeções dos volumes de demanda e outras informações relativas ao empreendimento.

Em ambas as alternativas, após a identificação dos traçados, devem ser apresentados os seguintes estudos e aspectos para cada uma das alternativas de traçado:

- geologia e geotécnica
- terraplenagem
- hidrologia e drenagem
- obras de arte especiais
- faixa de domínio
- estudos ambientais
- plano operacional e demanda
- estimativa preliminar de custos





  **Saída**

  **Saída**

 **Mercado**  
Porto Alegre

 **Estação**



**Embarque Lapa**  
Boarding to Lapa  
Plataforma 1 / Platform 1





# ESTUDO DE DEMANDA

Ao longo das últimas quatro décadas, estudos para a previsão de demanda em sistemas de transportes tornaram-se práticas essenciais em escopos de planejamento para projetos de mobilidade, à medida que problemas de congestionamentos deixaram de ser exclusividades dos países com industrialização consolidada (países ditos desenvolvidos). O crescimento econômico, também observado em países em desenvolvimento, gerou níveis de demanda por viagens que facilmente excediam a capacidade da maior parte dos sistemas de transportes em vigência até então. Isto, somado ao fato de longos períodos de baixo investimento em alguns modos (notadamente, os sobre trilhos) resultou, em países como o Brasil, em sistemas fadados ao colapso.

Uma vez que os recursos econômicos e financeiros em países como o Brasil são extremamente limitados, o esforço requerido durante a etapa de planejamento almejando uma correta previsão da demanda por transporte, em nível estratégico, pode ser o fiel da balança para que se obtenha a mais correta alocação de recursos para a concepção do sistema.

Decisões sobre o modo escolhido e a tecnologia a ser utilizada para o transporte dependem, considerando-se uma abordagem multicritério, dos resultados de estudos de demanda por passageiros. Há, ainda, fatores exógenos (políticos, comerciais, ambientais, etc.) que influenciam, em última instância, a preferência por uma ou outra solução de transporte. O critério técnico da demanda deve, segundo boas práticas de planejamento, ser o guia para o pontapé inicial da escolha do modo para uma determinada regionalidade.

A boa notícia é que o avanço das pesquisas em Engenharia dos Transportes colaborou para que, hoje, haja ferramentas e metodologias consagradas das quais técnicos e tomadores de decisão podem usufruir durante o período de concepção de suas soluções para a mobilidade urbana. Tendo em vista que o período de planejamento pode envolver a concepção de sistemas que vigorarão por longos períodos (15, 20, 30 anos são prazos comuns, por exemplo, em projetos de permissão, concessão simples e concessão patrocinada no setor de transportes), fica ainda mais evidente a responsabilidade dos técnicos e dos tomadores de decisão para se fazer uma escolha embasada em evidências de transformações territoriais, alterações no uso do solo e, conseqüentemente, pleno entendimento da distribuição de viagens futuras pelo território do projeto.

Este capítulo tem como objetivo apresentar, de modo conciso, quais são as metodologias e as técnicas para a coleta de dados e a criação de modelos computacionais que são normalmente utilizados por órgãos públicos de planejamento e por empresas de consultoria em transportes, durante a fase de concepção de uma solução para a oferta de transporte.

## CARACTERÍSTICAS DE UMA DEMANDA DE TRANSPORTE

O ponto chave para quantificar demanda é o entendimento de que um deslocamento por um território (viagem) não tem um fim em si mesmo, ou seja, ele é na verdade derivado de um propósito. Pessoas viajam a um determinado local com o objetivo de satisfazer uma necessidade, realizar uma atividade (ir ao local de trabalho, ao consultório médico, fazer compras em um shopping, etc.). Entender como estas atividades são distribuídas no espaço, seja ele urbano ou regional, é algo imperativo.

Além disso, as viagens possuem dimensões temporais igualmente relevantes: são diferenciadas por horário do dia e pelo dia da semana. Assim, um serviço de transporte sem atributos que atendam a essas dimensões (tempo e motivo) pode se tornar economicamente inadequado, quando muito, até inútil, afinal de contas, a oferta de transporte não é algo estocável.

Igualmente desafiador é o entendimento da evolução quantitativa das viagens por um território. De alguma maneira, empiricamente, sabe-se que o número de viagens realizado por um indivíduo guarda correlação com alguns fatores relacionados ao seu próprio *status* econômico: é de se esperar que um indivíduo com maior poder aquisitivo realize uma maior quantidade de deslocamentos diariamente, ao passo que pessoas de classes menos abastadas possam restringir, na maior parte dos dias, seus deslocamentos às viagens de ida e volta do trabalho.

Além de quantitativamente o número de viagens realizadas e distribuídas espacialmente por cidadãos de maior renda ser maior, a forma de realizar os deslocamentos também provavelmente é distinta: sua escolha por modo de transporte pode depender, por exemplo, do fato de possuir um veículo. Este mesmo cidadão que utiliza veículo para a sua viagem ao trabalho pode ter um vizinho, com poder aquisitivo equivalente, que trabalha na mesma região e que também dá preferência a veículos, mas, por alguns fatores que influenciam as suas escolhas e preferências, normalmente utiliza outras vias para fazer o mesmo deslocamento. Assim, fica claro o desafio do quão desagregado e granular pode ser um modelo mental que represente preferências e escolhas de indivíduos ao realizarem uma viagem.

O fato é que para qualquer análise realizada durante o planejamento da demanda, há de se desenvolver modelos computacionais que provavelmente irão requerer uma quantidade significativa de dados e informações a serem tratadas (de modo agregado ou não) por técnicos com razoável *expertise* em estatística e em econométrica.

Quem projeta a demanda deverá criar os seus modelos, representações computacionais da realidade, que respondam às seguintes questões:

- Qual é a área de influência do novo projeto de sistema de transporte em questão? Local, regional?
- Quantas viagens são geradas por cada uma das mínimas porções de espaço (denominadas de “zonas”) pertencentes à área de influência do projeto? Como é a estratificação (por renda, motivo) destas viagens e quais são as variáveis socioeconômicas que guardam correlação com os números de viagens geradas nestas zonas?
- Quais são os destinos das viagens geradas em cada uma das zonas? Como se trabalha estatisticamente para distribuir as viagens por estas zonas?
- Como são feitas as viagens e como é feita a decisão pelo modo de transporte (ônibus, metrô, carro, etc.)?
- Como é a distribuição dos usuários pelas rotas de transporte após escolherem o seu modo para realizar a viagem?
- Quais são as coletas de informações e pesquisas com os usuários que devem ser encomendadas de modo a alimentar os modelos para cada um dos propósitos acima mencionados?



- Os dados coletados e os modelos planejados serão adequados para a natureza do projeto (*greenfield* ou *brownfield*)?

As respostas para essas perguntas podem ser obtidas pela apresentação do chamado “Modelo Clássico de Transportes”.

## O MODELO CLÁSSICO DE TRANSPORTE

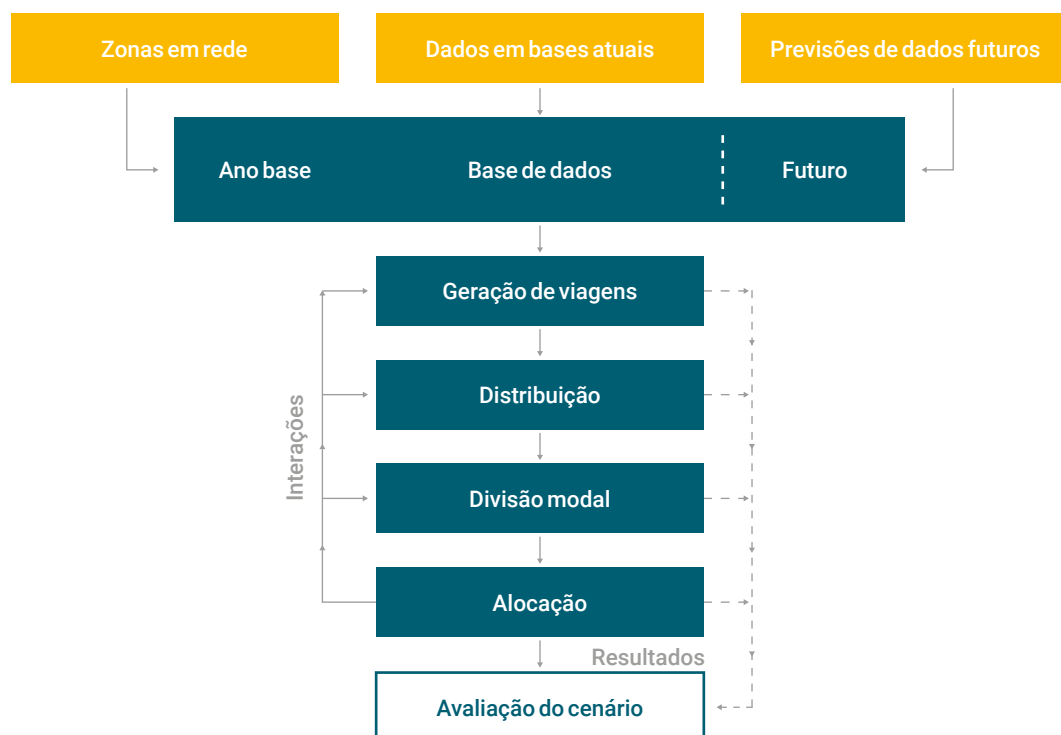
O Modelo Clássico de Transporte pode ser estruturado conforme a Figura 1. A metodologia começa considerando um zoneamento, um sistema em formato de rede (com *links* e nós representando elementos tais como vias, estações, etc.) e as tarefas de coleta, programação, calibração e validação de dados. Estes dados, em bases atualizadas, devem incluir informações sobre populações em cada zona da área de estudo, assim como os indicadores de atividade econômica nas mesmas, incluindo número de empregos. Estes dados são então usados para se estimar um modelo estatístico com o número total de viagens geradas e atraídas para cada zona da área de estudo (**geração de viagens**).

O próximo passo é a alocação destas viagens para destinos específicos, em outras palavras, sua **distribuição** pelo espaço territorial. O resultado é uma matriz de viagens.

O estágio seguinte normalmente envolve a modelagem da escolha do modo de transporte e isso resulta na **divisão entre modos**. Finalmente, o último estágio no modelo clássico requer a **alocação** das viagens, por tipo de modo e a sua correspondente rede. Normalmente, tem-se uma rede para transporte público e outra para transporte privado (carros).

### FIGURA 1

Esquemático para construção de um modelo de 4 etapas



Apesar de ser uma metodologia bem aceita, atualmente sabe-se que a decisão das pessoas para realizarem a viagem não obedece rigorosamente a esta sequência. Além disso, esta modelagem clássica com quatro etapas, muito em parte devido à natureza dos dados coletados durante pesquisas conduzidas com um número limitado e específico de usuários (ainda que com significância estatística) tem suas ressalvas. Há inúmeros exemplos de situações para as quais os usuários, quando expostos ao conhecimento prévio de situações sobre congestionamento em vias ou mudanças nos atributos da oferta de transporte (exemplos: problemas técnicos com linhas de trem, metrô, greves, etc.) podem adotar comportamento distinto quanto à:

- Escolha potencial do modo.
- Rota escolhida para se evitar congestionamento ou se beneficiar de integrações com outros modos.
- Escolha do período do dia para a realização das viagens, normalmente para se evitar períodos de pico.
- Alteração de determinadas frequências para a realização de viagens a um mesmo destino por razões diversas que vão, por exemplo, da necessidade de combinação de viagens para mais de um propósito. (exemplo: aproveitar para ir ao médico em um dia em que esteja utilizando o carro da família).

Enfim, há uma série de situações que são detectadas ainda que a coleta de dados siga preceitos e melhores práticas que serão abordadas adiante.

Terminada a etapa de **modelagem**, deve-se proceder às **previsões** propriamente ditas. Aqui, cabem explicações sobre as diferenças conceituais dos termos. Enquanto o primeiro foca na construção das ferramentas que são sensíveis às alterações das variáveis independentes dos modelos matemáticos teóricos criados para cada uma das etapas (geração de viagens, distribuição, divisão modal e alocação), a previsão nada mais é do que a adoção, por técnicos e tomadores de decisão, de cenários que julgam representar o uso de *inputs* (principalmente dados socioeconômicos a respeito das atividades de uma determinada região dentro da área de estudo) com maiores probabilidades de ocorrerem no futuro.

Durante a fase de geração de viagens, pode-se discutir qual a melhor curva de crescimento populacional que será usada como *input* no modelo criado para tal tarefa e quais as alterações de premissas de políticas públicas para a realização de integrações tarifárias entre modos de transporte podem acarretar em maior ou menor atratividade para um determinado modo avaliado em projeto, quando rodado o modelo de divisão entre modos. Assim, uma vez que na etapa de modelagem os modelos criados estejam calibrados e validados para condições observadas, devem-se criar **cenários** com as características futuras do sistema de transporte e das variáveis de planejamento.

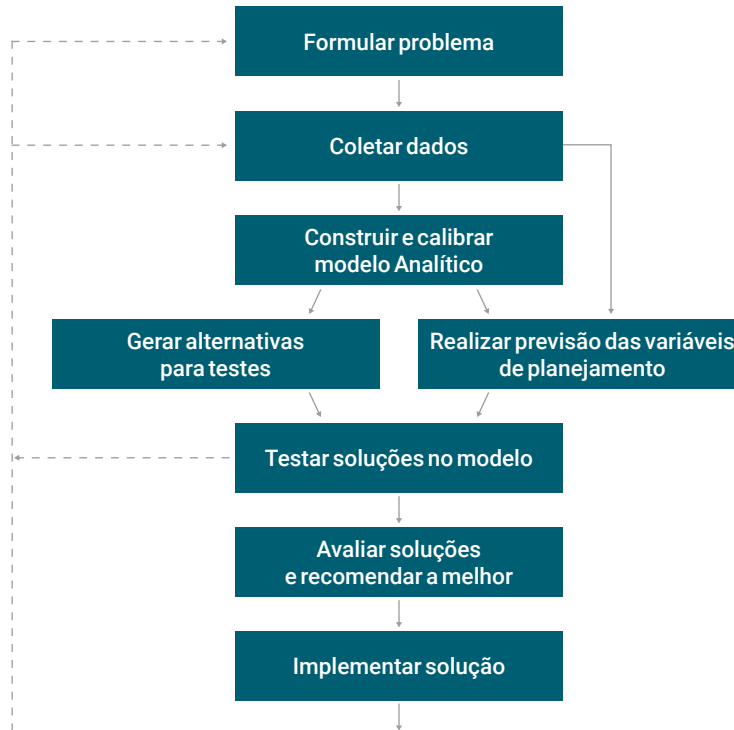
**A criação de cenários é mais uma “arte” do que uma técnica propriamente dita e requer uma grande expertise em Engenharia de Transportes combinada com bons julgamentos políticos sobre o futuro.**

Da posse de cenários, rodam-se os modelos para efeito de comparação das possíveis soluções adotadas. A Figura 2 explicita a sequência de atividades descritas anteriormente.



**FIGURA 2**

Ciclo de etapas de planejamento: destaca-se a natureza iterativa do processo, da formulação do problema, passando pela modelagem até a implementação da solução.



## PESQUISAS E COLETAS DE DADOS PARA MODELO CLÁSSICO DE TRANSPORTE

Aqui serão abordados a importância e o escopo dos tipos de pesquisa conduzidos previamente às etapas de modelagem e previsão de demanda. A mais conhecida delas, a pesquisa Origem-Destino (O/D) vem sendo realizada desde meados dos anos 70 em áreas urbanas de países desenvolvidos e em muitas regiões metropolitanas de países em desenvolvimento como o Brasil. Exemplo emblemático é a O/D de São Paulo, conduzidas periodicamente de 10 em 10 anos, desde 1967.

Estes grandes esforços em termos econômicos, de tempo e mão de obra para se coletar e compilar muita informação faz com que sobre pouco tempo para tarefas de preparação e avaliação de cenários de simulação. Entretanto, estes dados de O/D são extremamente ricos para que os analistas planejadores entendam a situação atual e detectem os problemas relacionados ao sistema de transportes vigente. Além disso, as O/D constituem um campo vastíssimo, permitindo o subsídio de dados para a condução de pesquisas e aplicações diversas em ambiente acadêmico.

A O/D é um conjunto de pesquisas e contagens que, ao serem combinadas, podem dar um ótimo panorama sobre a distribuição de viagens sobre um determinado território. Esse conjunto de coleta de dados deverá obedecer aos seguintes itens:

- Inclua todos os meios para a realização de viagens, inclusive viagens não motorizadas (a pé, bicicleta).
- Quando aplicados questionários com consultas domiciliares, inclua todos os cidadãos moradores, inclusive crianças.
- Possam permitir um alto grau de detalhamento (dado desagregado) relativo aos motivos para a realização de viagens.
- Tenham amostras que cubram a maior quantidade possível de intervalos de tempo, isto é, 24 horas por dia, sete dias por semana e todos os meses do ano, de modo a eliminar de efeitos de sazonalidades.

Importante ressaltar a necessidade de realizar-se uma descrição precisa do escopo de uma O/D para que a mesma possa capturar todos os tipos de viagens que afetam a região metropolitana.

Primeiramente, define-se a área de interesse para os estudos. A fronteira determinada entre áreas internas e externas é denominada *Cordon Line*. Uma vez definida, a área é dividida em zonas, seguindo premissas que levam em conta critérios geográficos e estatísticos para futuras coletas de dados. A divisão em zonas é essencial para se ter uma visão espacialmente desagregada da origem e destino das viagens, permitindo, também, quantificação espacial de variáveis tais como população e empregos, comumente utilizadas nos modelos.

A área externa da *cordón line* também é dividida em zonas, porém, em menor nível de detalhamento (as zonas são maiores). Dentro da área de estudo, ainda pode-se ter as chamadas *screen lines*, que são linhas divisórias artificiais determinando uma fronteira natural ou artificial (exemplo: um rio, uma linha férrea existente) e as *internal cordons*, cujas utilidades serão mencionadas a seguir.

Para que se possam capturar todos os tipos de viagens da área de estudo da O/D, conforme o esquemático da Figura 3 deve-se proceder às seguintes atividades de campo:

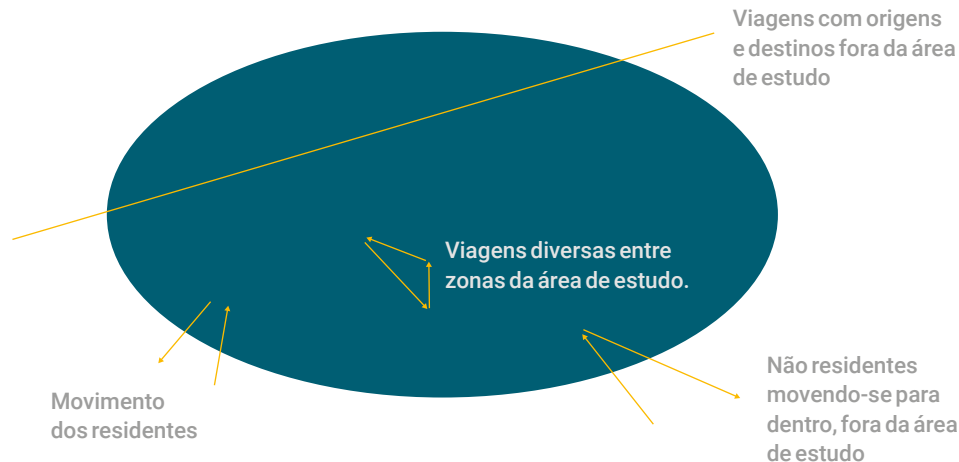
- **Entrevistas domiciliares:** são abordagens para respostas a questionários aplicados para todos os membros do domicílio, de modo a coletar informações de todas as viagens feitas pelos mesmos, considerando todos os modais de transporte, dentro da área de estudo e/ou entrando ou saindo da área, durante um determinado intervalo de tempo. Normalmente, os habitantes são questionados a respeito das viagens realizadas durante o dia anterior ao dia da entrevista. A entrevista domiciliar prospecta informações diversas, tais como renda, posse de veículos, tamanho da família, etc.. Estas informações são especialmente relevantes para a criação do modelo de geração de viagens e divisão entre modos. Além disso, dados dos moradores fornecem informação sobre tempos e distância das viagens realizadas, um importante elemento para se modelar a distribuição de viagens.
- **Entrevistas nas *screen lines* e nas *internal cordons*:** necessárias para se medir viagens de não residentes.
- **Entrevistas em fronteiras de interesse:** são pesquisas para a coleta de dados de pessoas que estão cruzando a fronteira da área de estudo, especialmente os não residentes. Podem complementar as entrevistas domiciliares também. São pesquisas curtas, conduzidas em pontos que favoreçam a interceptação das pessoas chegando ou partindo da área de estudo ou em pontos de integração modal (aeroportos, rodoviárias).
- **Contagens de tráfego e pessoas:** são necessárias para as etapas de calibração e validação dos modelos.
- **Pesquisas de tempo de viagem:** são requeridas para calibrar modelos de alocação e podem ser necessárias tanto para veículos particulares quanto para transporte público. Hoje, com a consolidação e disseminação de tecnologias (GPS e bilhetagem eletrônica, principalmente) e a maior facilidade computacional para tratamento de grande quantidade de dados, podem ser obtidas boas inferências que mitigam o trabalho de campo requerido para a tarefa.





### FIGURA 3

Escopo de coleta de dados simplificado para desenvolvimento de uma O/D em área urbana.



Além das pesquisas e contagens acima, para a criação dos modelos, também se faz necessário, para melhor entendimento do comportamento das viagens, o cruzamento dos dados coletados com outras informações relevantes. Para isso, os planejadores devem:

- **Realizar inventário sobre uso do solo:** muitos municípios brasileiros possuem planos diretores com diretrizes e zoneamentos relativamente claros a respeito do tema. Informações para modelos de geração de viagens e determinação de amostragens estatísticas dependem do conhecimento prévio de densidades de ocupação de áreas residenciais, comerciais e industriais.
- **Realizar inventário da infraestrutura de transportes existente e dos serviços prestados:** tarefa relevante não só para a calibração de modelos de distribuição e alocação, mas também para fases prévias de montagem de rede, para as quais informações sobre tarifas, frequências praticadas e equipamentos públicos (exemplos: terminais de integração entre modos) são indispensáveis.
- **Conhecer formas para se mensurar a elasticidade da demanda:** neste caso, pesquisas com metodologias mais específicas são requeridas, tais como as de *preferência declarada*. São cruciais para o desenvolvimento, por exemplo, de modelos para previsão de demandas de projetos que envolvam inserção, no sistema de transportes, de soluções inéditas quanto aos modais (exemplo: adoção de um VLT por uma cidade que tenha apenas ônibus) ou mesmo quanto a esquemas que criem novos custos (exemplos: pedágio urbano, cobrança de estacionamentos).

Importante destacar que na fase de Diagnóstico da Mobilidade Urbana e Plano de Mobilidade, estudos do tipo podem ter sido realizados, em diferentes níveis de detalhamento, devendo-se observar o período e a metodologia dos estudos existentes e a oportunidade de aproveitamento, atualização, complementação ou então realização de novos estudos.

## COMPATIBILIDADE DA OFERTA COM A DEMANDA

Muito se discute sobre uma teórica hierarquia entre os modos. Estes guardariam correspondência entre a oferta possível a ser realizada e a demanda limite possível a ser atendida. Quem planeja e toma decisões sobre sistemas de transportes seguramente deve estar ciente, em termos quantitativos, das faixas de oferta para cada um dos modos possíveis para elencar em um projeto: um sistema de metrô, a depender de variáveis tais como *headway* e capacidade nominal dos carros, pode proporcionar o transporte de 80.000 passageiros/hora/sentido, em período de pico. Os Veículos Leves sobre Trilhos (VLT), teoricamente, seriam os mais propícios em situações de atendimento de demandas em até 30.000 passageiros/hora/sentido.

O fato é que, muitas vezes, para alguns projetos pode haver sobreposição entre as faixas de demanda que tanto modos sobre trilhos e modos sobre pneus podem atender. Haverá, sempre, a tentação em se espelhar e desenvolver o projeto em questão seguindo-se *benchmarks* representativos de um (sobre trilhos) ou de outro (sobre pneus). Para ilustrar, consideremos uma situação hipotética de projeto. Um bom corredor de BRT pode alcançar, em estado da arte, de 15.000 a 35.000 passageiros/hora/sentido, mas nem por isso será a primeira opção em situações nas quais, durante fase de planejamento, já se observarem evidentes restrições à solução tais como, por exemplo, a necessidade de grandes áreas para desapropriação em uma região densamente povoada.

A tomada de decisão para se implantar um ou outro modo, portanto, deve sim levar em conta o fator oferta/demanda, mas seria uma irresponsabilidade restringir a decisão a uma análise monocritério: a demanda pode impactar muitas decisões em cadeia (opção pelo tipo de modo, veículo, fornecedor) e, por sua vez, acarretar em externalidades atreladas a essas decisões, seja em termos de custo ao usuário ao poder público, seja em termos de maiores ou menores emissões de poluentes atmosféricos ou ainda em termos de qualquer outro fator de interesse.

Cabe aos responsáveis pela determinação de demanda a realização de modelagens que devam estar preparadas para revisão de alternativas da própria formulação do problema. Situação típica é observada quando se modela a solução em rede com uma opção de modo (por exemplo, um VLT) e percebe-se que a operação futura terá níveis de serviço incompatíveis para a demanda capturada, requerendo um sistema de maior capacidade. Dada a natureza iterativa do modelo clássico de transporte, é imperativa a revisão de etapas do planejamento, tal qual ilustrado na Figura 2 deste capítulo.



**LINHA 2**

**17:00**

Trem na plataforma P2 sentido

**PAVUNA**

The destination of the train on this platform is PAVUNA station.

**Saída Exit**

**D Passagem**  
Passage Exit

Linha



Bilheteria

Bilheteria

Bilheteria

Bilheteria

5:00 as 23:35

5:00 as 23:35

5:00 as 23:35

5:00 as 23:35





# ELABORAÇÃO DO PLANO OPERACIONAL

## MODELO DE TRANSPORTE

Atualmente, com o inchaço das cidades e, principalmente, dos centros urbanos, existem grandes desafios para a mobilidade urbana. Milhares de pessoas necessitam diariamente realizar seus deslocamentos, geralmente concentrados em determinadas faixas de horário. Para suportar essa concentração de movimentação, é necessário adotar sistemas de transporte que consigam absorver tal demanda, priorizando o transporte coletivo, no intuito de conseguir transportar mais pessoas usando menos vias públicas, criando rapidez no deslocamento dos usuários. Em grandes cidades desenvolvidas no mundo, o desenvolvimento de um bom sistema de transporte foi por meio dos trilhos, que possuem, naturalmente, maior capacidade.

A concepção de um sistema de transporte numa determinada cidade precisa ser assertiva trazendo consigo os benefícios necessários para o desenvolvimento ainda maior para a região.

O sistema de transportes sobre trilhos tem como objetivos principais:

- O favorecimento dos deslocamentos em eixos estruturados nas cidades.
- A integração entre regiões, podendo ser das áreas mais distantes até localidades mais centrais da cidade.
- A interligação dos principais eixos de transporte da região, favorecendo o deslocamento casa-trabalho, turismo, lazer e outros fins.
- Ser o sistema troncal de uma rede de transportes integrada com os outros modos já existente (rodoviário, aquaviário, aeroviário)
- Ser instrumento do desenvolvimento urbano e da ocupação equilibrada da cidade.

O modo de transporte em estudo pode ser complementar ao atual, já inserido na cidade ou a modificação de um sistema rodoviário para um sistema sobre trilhos, seja de média ou alta capacidade. Essa modificação pode se dar em virtude da saturação do atual sistema rodoviário, sendo necessário aumentar significativamente sua oferta de transporte. A alteração da capacidade do modo exigirá mecanismos e sistemas bem característicos vistos e desenvolvidos para trilhos, permitindo transportar, por exemplo, 80 mil passageiros/hora/sentido.

É muito importante verificar e analisar o quanto o atual modo de transporte, inserido na cidade ou na região, consegue transportar. Para isso, se faz necessário realizar o cálculo de capacidade por hora e por sentido de circulação, por meio da frequência que cada veículo passa em um sentido, a cada hora, ou seja, qual o intervalo entre um veículo e outro bem como o seu índice de ocupação. O mais indicado a se fazer, comprovada a saturação do sistema, seria verificar as possibilidades de racionalização das linhas e a revisão do modelo de operação. Vencida esta fase e persistindo o problema, a consequência natural seria a transformação do sistema, normalmente de ônibus, para trilhos.

.A tecnologia de um sistema sobre trilhos prioriza os mais elevados níveis de confiabilidade, segurança, eficiência, desempenho e benefícios ao meio ambiente, diferenciando de outros modos de transporte convencionais, conseguindo transportar muito mais passageiros.

## SISTEMA SOBRE TRILHOS

Um sistema de transporte sobre trilhos pode ser decomposto nos seguintes sistemas:

- via permanente
- estações
- material rodante
- alimentação e distribuição de energia elétrica
- sinalização
- sistemas de telecomunicação
- Centro de Controle Operacional (CCO)
- bilhetagem eletrônica

## VIA PERMANENTE

A via permanente pode ser subterrânea, em superfície ou elevada e é composta da infraestrutura, do assentamento, do acabamento e dos trilhos. Constituem também a via permanente os Aparelhos de Mudança de Via (AMV) e os dispositivos de fim de via.

## ESTAÇÕES

As estações são compostas por um conjunto de equipamentos e auxiliam os usuários na condução e controle de fluxo, tais como a bilheteria, a linha de bloqueio (catracas) com sistema de bilhetagem, as salas técnicas e as plataformas. As plataformas destinam-se para o embarque e desembarque dos usuários. Nas áreas de uso público, principalmente nas plataformas deverão ser implantados aparelhos de comunicação permitindo contato de voz entre o usuário e o CCO e alto-falantes, para a difusão de avisos do CCO.

As plataformas podem ser de dois tipos:

- plataforma central: localizada entre duas vias
- plataforma lateral dupla: uma plataforma para cada via

*Nota:* Existem sistemas sobre trilhos sem o conceito de estação, por exemplo, o VLT. Nesse caso, a plataforma de embarque e desembarque está diretamente na via pública e as estações são denominadas paradas.

## MATERIAL RODANTE

O material rodante deverá obedecer às características do modo estipulado, atendendo alguns requisitos, tais como:

- tipo bidirecional de piso plano
- rodas metálicas, guiadas por trilhos
- portas em ambos os lados
- truques de rodeiros (em alguns sistemas, nem todos os carros precisarão ter truques, nem todos os carros que apresentarem truques precisam ser 100% motorizados)

Na moderna concepção dos trens, todas as conexões entre carros são feitas por *gangway*, de modo que o usuário possa circular de uma extremidade a outra do trem sem descontinuidade.



De forma geral, pelo ponto de vista do usuário, a tecnologia de transporte, em termos de veículo deve apresentar, no mínimo, as seguintes características:

- Facilidade de acesso, inclusive para pessoas com deficiência e mobilidade reduzida, com portas em quantidade, largura e posicionadas de tal forma que permitam um embarque e desembarque fácil, seguro e rápido.
- Condições confortáveis e seguras para o deslocamento interno.
- Boa relação entre capacidade total de veículo e número de lugares sentados ofertados.
- Condições para que a movimentação do veículo se realize sem arranques ou freadas bruscas.
- Sistemas eficientes de climatização e de iluminação.
- Tratamento acústico que reduza, ao mínimo, o ruído interno do veículo e minimize os ruídos externos.

Os veículos deverão apresentar, no mínimo, as seguintes características de desempenho:

- aceleração: 1 m/s<sup>2</sup>
  - » frenagem de serviço: entre 0,8 e 1,2 m/s<sup>2</sup>
  - » frenagem de emergência: entre 1,8 e 2,5 m/s<sup>2</sup>

Em condições normais, o veículo deverá ter capacidade de rebocar ou empurrar outro veículo vazio. Os veículos podem ter tração elétrica ou não.

## ALIMENTAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA TRAÇÃO

Pode-se dividir o subsistema de energia de tração em duas partes: fornecimento de energia e captação da energia. A alimentação elétrica é fornecida pelas subestações retificadoras ao longo da linha, espaçadas de modo a manter o perfil de tensão em seus valores especificados. A energia de tração elétrica é captada pelo material rodante e pode ser realizada de acordo com as características do sistema:

- terceiro trilho
- catenária
- Alimentação Pelo Solo (APS), no caso de VLT inserido no meio urbano

**Nota:** No caso de APS, a sugestão é que o material rodante tenha um modo auxiliar/autônomo de energia, como por exemplo os supercapacitores.

## SINALIZAÇÃO

A sinalização destinada aos sistemas sobre trilhos tem por função transmitir aos condutores as informações relativas à segurança da circulação das composições, dos automóveis, pedestres e demais usuários da via pública. São considerados três tipos de sinalização:

- sinalização ferroviária: sinais dinâmicos que indicam o alinhamento e a permissão de passagem em rotas ferroviárias, em zonas de AMV e sinais de espaçamento que indicam a condição de via livre a frente.
- sinalização viária (em caso de VLT): sinais dinâmicos que controlam os semáforos em intersecções viárias, garantindo que na fase de passagem do VLT os movimentos incompatíveis de pedestres e automóveis sejam proibidos e vice-versa.
- sinalização fixa: conjunto de placas e painéis indicativos, com informações estáticas, tais como limites de velocidade, fim de linha, etc.

A segurança do movimento dos trens nas áreas de mudança de via é assegurada pela sinalização ferroviária. Este sistema comanda de modo seguro as máquinas de chave e o alinhamento de rotas, contro-

lando a posição dos aparelhos de mudança de via. O sistema de sinalização ferroviária é composto pelos seguintes equipamentos:

- intertravamento eletrônico
- equipamentos de via: máquinas de chave e sinais ferroviários

A sinalização viária coordena a circulação de todos os usuários da via pública (caso seja um sistema de VLT) nas interseções viárias. Para isso, existem diversos sistemas que poderão ser implantados para evitar acidentes:

- *Automatic Train Supervision (ATS)*: sistema não vital que apenas supervisiona os trens.
- *Automatic Train Protection (ATP)*: sistema vital que quando o condutor viola alguma sinalização, aplica a frenagem do trem.
- *Automatic Train Operation (ATO)*: normalmente o trem é conduzido de forma totalmente automática, realizando sua aceleração, frenagem, parada na plataforma e até a abertura e fechamento das portas.

## SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÃO

O sistema de telecomunicações administra o complexo tráfego de informações, no formato de dados, imagens e voz e é composto por:

- Sistema de transmissão de dados: disponibiliza canais de comunicação de voz, dados e imagens entre os diferentes elementos, utilizando como meio físico, uma rede convergente de comunicação de dados, redundante e de alta confiabilidade e disponibilidade.
- Sistema de comunicações fixas: atende a telefonia administrativa e operacional, incluindo os ramais operacionais distribuídos ao longo da linha (estações, subestações, CCO, Centro de Manutenção) assim como linhas diretas (exemplo: bombeiros).
- Sistema de comunicações móveis: utilizando a tecnologia de rádio *Terrestrial Trunked Radio (TETRA)*, este sistema garante as comunicações de voz e dados entre as equipes de manutenção, operação e condutores ao longo de toda a rede, em postos fixos, embarcados e portáteis, com alto nível de disponibilidade e confiabilidade.
- Sistema de gravação de voz: permite o registro de todas as comunicações de voz do CCO que envolva o gerenciamento direto do tráfego.
- Sistema de monitoração eletrônica: sistema de câmeras de visualização em tempo real de diversos pontos da rede com o intuito de prevenir problemas de segurança pessoal e patrimonial.
- Sistema multimídia: assegura a sonorização, a difusão de mensagens variáveis e as informações horárias apresentadas nas estações.

A comunicação com os passageiros é uma das principais partes do sistema sobre trilhos. Com a característica de confiabilidade e regularidade, é primordial que o usuário consiga saber informações básicas do sistema, tais como: quanto tempo falta para a chegada do próximo trem? Essa é uma informação simples, porém de extrema importância para o passageiro. Além disso, mensagens operacionais sobre as condições do sistema também são bem vistas e auxiliam os usuários na tomada de decisão quando ocorrer um eventual problema.





## CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL

O Centro de Controle Operacional (CCO) é a sala que controla todo o sistema, onde é possível o acompanhamento, em tempo real, da operação. Nesse ambiente, trabalham diversas áreas para auxiliar na tomada de decisão num eventual problema operacional.

O CCO serve para realizar a supervisão de todo o sistema de trens, inclusive do andamento operacional, incluindo a movimentação dos passageiros e também acompanhar a situação das estações e de seus equipamentos, quando existir (escada rolante, linha de bloqueio, salas técnicas e outros). Normalmente o CCO é dotado de um painel de *videowall*, onde é retratada a via permanente, as estações e as condições de energia. Hoje em dia, esses painéis possuem flexibilidade e conseguem mostrar imagens de câmeras instaladas ao longo do traçado operacional.

## BILHETAGEM ELETRÔNICA

Para agilizar, controlar e analisar o sistema de transporte sobre trilhos é essencial um sistema de bilhetagem eletrônica. Normalmente são utilizados sistemas *smart card* que permitem rápidas transações para o embarque no sistema.

O sistema de bilhetagem auxilia na análise da demanda do transporte. Com os dados de bilhetagem, é possível mapear as estações com maiores embarques. Nos sistemas mais robustos é possível traçar uma matriz de origem x destino dos passageiros. Independentemente do sistema escolhido é importante que o sistema tenha a interoperabilidade com os diversos sistemas de bilhetagem em uso na região garantindo integrações entre modos de transporte de forma satisfatória.





# CONCEPÇÃO TÉCNICA E OPERACIONAL

Faz parte da concepção operacional o conhecimento e a identificação dos padrões operacionais necessários para o bom desempenho do sistema. Inicialmente é necessário estabelecer o intervalo entre veículos, capacidade do sistema, dimensionamento da frota e da velocidade média.

O dimensionamento da oferta de transporte pode ser definido com relação ao indicador denominado passageiro/hora/sentido. Este indicador traduz a demanda em termos de carregamento máximo esperado para a interestação mais carregada no horário de pico. Assim sendo, o passageiro/hora/sentido é a base para dimensionar o intervalo na hora de pico e, conseqüentemente, a frota de trens em uma linha de transporte e a capacidade de lugares ofertados.

A estimativa de demanda é realizada por meio de estudos e pesquisas, onde se procura descobrir e determinar os padrões de viagens dos potenciais usuários a serem transportados. Esse estudo servirá de base para o planejamento da operação.

O intervalo entre veículos (*headway*) precisa estar coerente com a demanda prevista. Quanto menor o *headway* maior será a capacidade ofertada.

Em sistemas como o Metrô, de acordo com o sistema de sinalização implantado, o *headway* pode chegar a 90 segundos, gerando uma capacidade de 80.000 passageiros/hora/sentido. De forma a exemplificar a capacidade de um determinado sistema, a tabela 1 compara os diversos modos de transporte.

**TABELA 1**

Capacidade por Modalidade

SISTEMA	VELOCIDADE MÉDIA (KM/H)	CAPACIDADE (PASS/VEIC)	INTERVALO MÍNIMO (MIN)	FREQUENCIA (VEIC/H)	CAPACIDADE (PASS/H/SENTIDO)
Metrô	30 a 40	2000	1,5	40	80.000
Trem	35 a 45	2400	3	20	48.000
VLT	15 a 20	450	3	20	9.000
BRT (Art.)	15 a 20	160	1,5	40	6.400

A taxa de ocupação máxima admitida é de 6 passageiros em pé por m<sup>2</sup>, em qualquer horário e circunstância.

**Nota:** O detalhamento da oferta de transporte tem como base a definição da marcha tipo, na qual são calculados os tempos de trajeto na linha. A marcha-tipo é o tempo de viagem desde a estação de origem até a estação de destino, realizando serviços de passageiros ao longo das estações intermediárias.

Definida a marcha tipo do sistema, obtém-se a velocidade média de cada trecho. Em termos de competitividade, quanto maior a velocidade média, mais vantagem terá sobre os seus concorrentes. Lembrando que uma das decisões de escolha do modo pelo usuário é o tempo de viagem, que está diretamente ligado à velocidade média.

## **SEGURANÇA OPERACIONAL**

O serviço prestado deve atender aos requisitos de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, generalidade, cortesia e a modicidade tarifária. A rede deverá ser projetada, implantada e operada segundo as normas técnicas aplicáveis e de acordo com as boas práticas internacionais no que se refere à segurança operacional.

Particularmente, o nível de segurança do sistema global e de seus subsistemas deverá ser pelo menos equivalente ao nível de segurança encontrado em redes sobre trilhos similares no mundo e que sejam reconhecidamente seguras. Na fase do projeto e da implantação, a realização de um Dossiê de Segurança permitirá acompanhar o atendimento do nível de segurança especificado. A operação e a manutenção devem garantir o nível de segurança para a operação comercial, pela aplicação de regras e procedimentos que contemplem os requisitos de segurança identificados na fase de projeto e implantação.

## **POTENCIAL MERCADOLÓGICO**

Para auxiliar a entrada de receita do operador, além da receita tarifária, devem-se prever ao longo das estações, áreas para exploração comercial através de quiosques, cessão de mídias para propaganda, aluguel de espaços, negócios imobiliários, serviços de consultoria, dentre outros meios de geração de receita.

Esse tipo de receita chama-se receita acessória que seria o retorno financeiro que o operador de transporte tem sobre qualquer transação comercial diferente de transporte de passageiros.

Para o operador, esse extra a mais na receita pode gerar retorno para investimento, melhorando a qualidade do serviço prestado e conseqüentemente maior atração de viagem para novos usuários. Por isso que é muito importante pensar na receita acessória logo no início da concepção do projeto, pois facilitará na montagem da arquitetura da estação, inclusive avaliando o caminho das pessoas, reduzindo eventuais problemas de conflito de fluxo.



METRO  
08:19:41

METRO  
08:19:41







# AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FINANCEIRA

Em um ambiente de recursos escassos, é indispensável a elaboração de projetos financeiramente sustentáveis, capazes de explorar potenciais mercadológicos e sinergias operacionais que resultem em eficiência para o operador, sendo este público ou privado. Portanto, além dos benefícios sociais provenientes do transporte, é de suma importância estimar e avaliar a saúde financeira do empreendimento desde sua elaboração até os horizontes operacionais pertinentes, abrangendo todas as fases, possíveis extensões, modernizações, etc..

A implantação de um projeto de transporte sobre trilhos é altamente dependente de capital financeiro, dada a sua complexidade e dimensão, e o Estado nem sempre dispõe de todos os recursos necessários para a execução. É neste ínterim que os parceiros privados ganham importância, uma vez que a associação do planejamento público ao capital privado converge em maximizar os benefícios para ambos os lados. Contudo, não é somente para projetos com parcerias que a avaliação econômica financeira se faz pertinente. O Estado, mesmo quando agindo de maneira isolada, deve buscar soluções que conciliem a disponibilidade de recursos com os projetos prioritários.

A modelagem financeira de um projeto deve estar alinhada com indicadores macroeconômicos que apontam para ciclos de crescimento ou recessão, tais como: taxa de crescimento (PIB), câmbio, inflação e juros básicos da economia, considerando o cenário atual e as perspectivas futuras, uma vez que afetam diretamente o retorno e a capacidade de financiamento disponível. Assim, a avaliação econômica financeira deve ser feita com base no fluxo de caixa livre do projeto. Este, por sua vez, deve espelhar e detalhar todas as expectativas e realizações financeiras (receitas, custos, despesas, investimentos, entre outros), num determinado intervalo de tempo. Este intervalo deve abranger os períodos de implantação e de operação do projeto, este último dimensionado de forma a permitir a amortização dos investimentos iniciais (CAPEX) e a cobertura dos custos operacionais/despesas (OPEX), resultando em uma taxa de retorno (TIR) igual ou superior à taxa mínima de atratividade (TMA), considerada esta como a taxa de juros que representa o mínimo que um investidor se propõe a aceitar quando faz um investimento.

Por fim, as decisões devem se basear em avaliações econômicas sobre os benefícios diretos e indiretos da implantação do empreendimento e suas alternativas, que podem ser avaliadas sob a ótica do *Value for Money*, metodologia capaz de comparar os esforços e os benefícios com a finalidade de equilibrar a maior gama de retornos ao menor conjunto de impactos, possibilitando a priorização de um portfólio de projetos através de uma ótica que não se limita somente a questões financeiras.

## RECEITAS OPERACIONAIS

Um projeto de transporte sobre trilhos geralmente é remunerado por meio de tarifas cobradas diretamente ao usuário. Contudo, muitas vezes a remuneração tarifária por si só não é suficiente para equilibrar o fluxo de caixa. Nestes casos, buscam-se receitas não tarifárias e/ou acessórias para complementar a receita. Em casos de PPP e Concessões, além das receitas acima expostas o Estado pode ainda remunerar o parceiro através de contraprestações periódicas que equilibrem o fluxo de caixa do projeto. Portanto, a previsão das receitas operacionais tarifárias deve estar alinhada com a projeção de demanda durante o horizonte predeterminado. Em projetos compostos por mais de uma fase ou naqueles em que a demanda se altera substancialmente ao longo do período, utiliza-se a técnica de *ramp up* ou *ramp down*<sup>1</sup> de modo que o fluxo de caixa possa refletir tais projeções.

## DESPESAS OPERACIONAIS (OPEX)

As despesas operacionais são todas aquelas direta ou indiretamente relacionadas à prestação do serviço também denominadas OPEX, sigla derivada de *Operational Expenditure*. Em se tratando de projetos de transporte sobre trilhos, as principais despesas operacionais são: **mão de obra, energia elétrica e manutenção** e para as quais se devem ter uma atenção especial, uma vez que têm capacidade de alterar significativamente os resultados do fluxo de caixa. Alguns itens deste grupo podem estar sujeitos a uma variação de preço durante período distinto daquele em que o fluxo de caixa foi elaborado, por exemplo: insumos cuja variação histórica apresente descolamento dos índices de inflação e/ou variação cambial. Nestes casos, deve-se desenvolver tratamento especial de forma a refletir tal descolamento.

## TRIBUTOS

Devem-se observar os parâmetros definidos pelo fisco em legislação específica para determinar se o modelo de tributação do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ) e a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) será calculado através do Lucro Presumido ou Lucro Real. Além do imposto de renda, outros tributos podem incidir sobre o negócio dependendo das atividades envolvidas e da região em que o projeto está inserido.

No âmbito federal, os impostos que incidirão são: Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ) e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL). Dada a magnitude dos empreendimentos e o volume de capital aplicado, a não inclusão de créditos tributários poderá afetar diretamente os resultados do projeto.

## INVESTIMENTOS

É a soma dos recursos destinados à implantação da infraestrutura necessária ao empreendimento chamada de CAPEX – *Capital Expenditure*. A maior parte dos investimentos geralmente acontece nos primeiros anos do projeto, resultando em um maior esforço financeiro neste período. Em PPP onde há muita exigência de capital o Estado poderá realizar aportes periódicos visando complementar a obtenção dos recursos necessários. Deve-se atentar, ainda, à necessidade de reinvestimentos ao longo do período predeterminado com o intuito de atualizar, readequar e/ou expandir.

---

1. Acréscimo ou decréscimo gradual da demanda até que esta atinja a estabilização.





## DEPRECIÇÃO

Existem, de modo geral, três tipos de depreciação, sendo elas: fiscal, real e econômica. Aqui será tratada somente a depreciação fiscal utilizada para fins tributários de acordo com as regras estabelecidas pelo fisco de forma a diminuir a base de apuração do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ) e a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL).

Por ser um mecanismo meramente contábil não deve gerar efeitos no caixa, sendo necessário, portanto neutralizá-la. Este processo consiste em reinserir a depreciação descontada no fluxo de caixa após a apreciação dos tributos correlatos. Devido ao contexto macroeconômico e para uma melhor apuração dos cálculos tributários faz-se necessário considerar o efeito inflacionário sobre o montante depreciável uma vez que as alíquotas fiscais recaem sobre o valor nominal do bem a ser depreciado.

## FLUXO DE CAIXA LIVRE DO PROJETO

O fluxo de caixa de um projeto demonstra a movimentação financeira prevista para um determinado horizonte de tempo, a partir do qual se extraem os resultados anuais capazes de mensurar o desempenho financeiro, em termos nominais, do empreendimento, considerando: receitas, despesas, tributos, investimentos e depreciação acima descritos, conforme estrutura a seguir:

Para  $n$  períodos:

- (+) Receitas Operacionais Brutas
- (-) Despesas Operacionais
- (=) Lucro Líquido Operacional – EBTIDA
- (-) Depreciação e amortização
- (=) Lucro antes do Imposto de Renda – EBIT
- (-) Imposto de Renda e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
- (=) Lucro Líquido do Exercício
- (+) Despesa de Depreciação
- (=) Fluxo de Caixa Operacional
- (+/-) Investimentos ou desinvestimentos líquidos
- (=) Fluxo de Caixa Livre do Projeto

## CUSTO DE CAPITAL

Os projetos de investimento são compostos de diferentes fontes de recursos financeiros, resultando em uma estrutura de capital, ou seja, a proporção correspondente de Capital Próprio (E) e Capital de Terceiros (D). O custo do capital varia de acordo com a fonte e, portanto, é necessário obter o Custo Médio Ponderado de Capital ou *Weighted Average Cost of Capital* (WACC), taxa capaz de remunerar os recursos inseridos no projeto.

O modelo mundialmente aceito para determinar o custo de capital é o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), desenvolvido por William Sharpe em 1964 para mensurar o custo de oportunidade do capital utilizado, mediante uma estimativa de risco. O WACC<sup>2</sup> poderá ser obtido por meio da fórmula:

2. Representa uma taxa média de remuneração do capital em termos reais.

$$WACC = \left[ \frac{E}{E + D} \right] \times Re + \left[ \frac{D}{E + D} \right] \times Rd$$

- onde:
- E: equity, capital próprio
- D: debt, capital de terceiros
- Re: custo do capital próprio
- Rd: custo do capital de terceiros

### TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE (TMA)

A TMA representa o mínimo que um investidor se propõe a receber em um projeto de investimento e, portanto, é geralmente associada ao Custo Médio Ponderado de Capital. Nestes casos, utiliza-se então a WACC como taxa de desconto no fluxo de caixa do projeto a fim de mensurar o resultado em valor presente.

### VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

O VPL é uma técnica utilizada para avaliação de projetos de investimento e pressupõe a soma de todos os resultados em um dado horizonte a valor presente, sendo, portanto, descontado a uma determinada taxa de juros. Projetos com o VPL acima de zero representam que haverá lucro ao investidor. Quando o VPL for igual a zero, os resultados financeiros do projeto serão suficientes somente para cobrir as despesas operacionais e as taxas de desconto utilizadas. Por fim, VPL negativo significa que o projeto não gera recursos suficientes para cobrir as despesas, resultando em prejuízo ao investidor.

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FCL_t}{(1 + r)^t}$$

- onde:
- = Fluxo de Caixa Líquido em t
- r: taxa de desconto utilizada
- n: número de períodos
- t: período do fluxo de caixa

### TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

A TIR é uma medida relativa que busca expressar em termos percentuais o retorno esperado de um investimento, com base no seu fluxo de caixa. Do ponto de vista matemático, a TIR é a taxa que zera o VPL. Portanto, quando analisada isoladamente uma TIR positiva demonstra que o projeto é lucrativo. Contudo, a TIR não deve ser o indicador majoritário para definição da viabilidade nem tampouco a sua utilização isolada é recomendada. Deve-se contrapor o resultado da TIR com a taxa de desconto utilizada para cálculo do VPL, de forma que:

- TIR do Projeto > Taxa de Desconto – Atrativo
- TIR do Projeto = Taxa de Desconto – Índice mínimo de atratividade (VPL=0)
- TIR do Projeto < Taxa de Desconto – Projeto financeiramente inviável

$$\sum_{t=0}^n \frac{FCL_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$



## PAYBACK

O *payback* é um indicador que demonstra a quantidade de períodos necessários para que o resultado dos fluxos de caixa se iguale ao investimento inicial, representando o tempo decorrido até a recuperação do capital investido em um determinado projeto.

Para demonstrar atratividade, o *payback* de um projeto deve ser menor ou, em alguns casos, igual ao seu horizonte de duração. Portanto, quanto menor o resultado do *payback* mais atrativo tende a ser o projeto, uma vez que o capital investido retornará ao investidor com maior brevidade.

Existem duas alternativas para a obtenção do *payback*. A primeira, denominada simples, consiste na somatória dos resultados nominais do fluxo de caixa subtraídos da somatória nominal dos investimentos até que o resultado se torne positivo. A quantidade de períodos necessários para alcançar essa condição será o *payback* simples. A segunda maneira, denominada descontado, consiste na somatória dos resultados do fluxo de caixa e subtraídos da somatória dos investimentos, ambos trazidos a valor presente pela mesma taxa de desconto até que o resultado se torne positivo. A quantidade de períodos necessários para alcançar essa condição será o *payback* descontado.

Conforme demonstrado acima, o *payback* simples não leva em consideração taxa de juros nem a inflação do período. Por isso, recomenda-se a utilização do *payback* descontado por considerar essas variáveis e retornar um resultado com maior probabilidade de refletir o futuro do projeto.

## VALUE FOR MONEY

O *Value for Money* é um método comparativo entre modelos de implantação baseado em análises que extrapolam a ótica financeira, levando em consideração as variáveis exógenas como ganhos indiretos, dificuldades de execução e minimização dos riscos. O *Value for Money* também busca identificar e quantificar ganhos econômicos oriundos da implantação do projeto a que venham afetar positivamente a organização. Desta forma, o resultado é a medição qualitativa e quantitativa dos dispêndios ao longo do projeto em contrapartida com os benefícios por ele gerados. Comumente utilizado em projetos de PPP, a análise quantitativa do *Value for Money* é baseada na comparação dos custos que o Estado deveria arcar em caso de implantação e operação própria, contrapostos aos custos que deveriam ser repassados ao parceiro privado em caso de PPP, de forma a explicitar qual das alternativas é a menos dispendiosa. A análise qualitativa, por outro lado, procura demonstrar os retornos sociais, econômicos e a eficiência dos modelos propostos.

Diante da importância dos estudos de viabilidade, seja para o Estado ou para a iniciativa privada, o *Value for Money* busca concatenar as diversas análises financeiras em uma visão holística capaz de auxiliar e fundamentar as decisões no ambiente estratégico, buscando conciliar ganhos financeiros e retornos sociais.





# ANÁLISE JURÍDICA

Legislação aplicável:

- Lei de PPP (Lei nº 11.079 de 30 de dezembro 2004)
- Leis de Concessões (Lei nº 8.987 de 13 de fevereiro de 1995 e Lei 9.074 de 7 de julho de 1995)
- Lei de Licitações (Lei nº 8.666 de 21 de junho de 1993)
- Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000)

## ALTERNATIVAS DE MODELAGEM JURÍDICA

Após análise inicial, se o projeto aparentar viabilidade econômica, ou seja, apresentar capacidade de geração positiva de valor para a sociedade deve-se, então, definir a melhor forma de contratação possível pelo poder público. Usualmente um projeto de mobilidade urbana sobre trilhos envolverá, pelo menos, uma das seguintes modalidades contratuais:

- **Contratação de Obra Pública pela lei 8.666**  
Quando a administração pública for a responsável direta na contratação/execução da totalidade dos serviços e investimentos de infraestrutura em nome do Estado.
- **Concessão Comum**  
Pode ser precedida ou não da contratação de obra pública, o Estado delega/concede a prestação de um determinado serviço público e a execução de parte dos investimentos, mas obrigatoriamente, a remuneração do particular advém da utilização do serviço pelos usuários, que pagam diretamente ao operador privado.
- **Concessão Patrocinada (PPP)**  
Também pode ser precedida ou não da contratação de obra pública, o Estado delega/concede a prestação de um determinado serviço público e a execução de parte dos investimentos, a remuneração do particular se dá, em parte, diretamente do usuário e a parte restante diretamente do Estado.
- **Concessão Administrativa (PPP)**  
Um caso particular de Concessão Patrocinada, onde a remuneração do particular é exclusivamente paga pelo Estado.

A escolha correta da modalidade de contratação dependerá das características do projeto em estudo. Caso o projeto seja autofinanciável e desperte interesse do mercado, provavelmente, o modelo mais recomendável será o de Concessão Comum. Entretanto, se o projeto precisa de alguma contrapartida do Estado para manter-se atrativo ao mercado, o modelo recomendado será uma PPP.

Da mesma forma, o levantamento dos riscos envolvidos e a necessidade ou não de transferência/partição de determinado tipo de risco entre o público e o privado, pode ser também um determinante para a modalidade de contratação.

Somente nas PPP, os riscos extraordinários e também os riscos operacionais podem ser transferidos ou compartilhados com o operador - Lei 11.079/04 (Lei das PPP). Importante que, independente da forma de contratação escolhida, em todos os casos devem ser respeitados e considerados, os limites e condições decorrentes da aplicação de Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar N°101 de 04 de maio de 2000).

## **MATRIZ DE RESPONSABILIDADE E COMPARTILHAMENTO DE RISCOS**

Um aspecto importante para a estruturação de uma Concessão Comum ou de uma PPP eficiente é a adequada alocação dos riscos. No caso dos contratos de PPP ou de concessão comum, devido à complexidade e especificidade da situação de cada projeto, é conveniente que a matriz de risco seja explícita e elaborada após extensa reflexão em torno dos principais riscos, mitigações e responsabilidades dos envolvidos.

Ao determinar as responsabilidades de cada uma das partes do contrato, a matriz de riscos, fixa o conjunto de perdas e ganhos acordados entre as partes configurando conjuntamente com o sistema de pagamentos a chamada "equação econômico-financeira" do contrato.

A atratividade e viabilidade de projetos de longo prazo requerem que a equação econômica financeira do contrato, ou seja, a distribuição dos ganhos e perdas originalmente previstos seja respeitada ao longo do tempo. Os contratos, em especial os de concessão, devem ter explícita previsão de um sistema de equilíbrio financeiro do contrato. Assim sendo, a função do reequilíbrio econômico financeiro é tão somente garantir o cumprimento permanente da matriz de riscos originalmente prevista, compensando, se for o caso, ambas as partes pelas possíveis perdas e ganhos não previstos ao longo do tempo.

Os principais riscos de um projeto de Mobilidade Urbana sobre Trilhos no Brasil e as possíveis mitigações para os mesmos são:

### ▪ **RISCO DE RECEITA**

É o risco referente à imprevisibilidade das receitas obtidas com a realização do serviço e depende principalmente de dois fatores, o valor da tarifa e o nível de utilização (demanda). Trata-se de um risco concreto, especialmente para projetos de mobilidade sobre trilhos, onde a demanda depende em grande parte de fatores exógenos e não passíveis de gerenciamento pelo operador contratado, por exemplo, alterações nos cronogramas de implantação de novas linhas alimentadoras e ou concorrentes, previstas na ocasião da elaboração da proposta ou alguma falha que envolva o sistema de pagamento/ recebimento previsto, etc.

Especificamente nas PPP esse risco pode ser mitigado com a adoção de um mecanismo de bandas de mitigação de demanda, onde determinado nível de ganho ou de perda pode ser compartilhado com o Estado, nesse caso, dependendo do tamanho do desequilíbrio ocorrido, poderá ser garantido o direito à recomposição do equilíbrio econômico financeiro do contrato.

### ▪ **RISCO DE PARCERIA (Se PPP)**

É o risco inerente à constituição da PPP com parceiro desconhecido. Deve ser mitigado durante o processo licitatório com criteriosa avaliação das propostas.



▪ **RISCO DE CONSTRUÇÃO**

Refere-se a todos os riscos envolvidos no processo de construção e ou fabricação (riscos de projeto, tecnológico, ambientais, atrasos, etc.) que, por impactarem diretamente no custo de capital do projeto, podem interferir negativamente nas condições do financiamento tomado. Estudos prévios de engenharia bem elaborados e detalhados podem mitigar esse risco. Nas concessões comuns e nas PPP esse risco poderá ser transferido, todo ou em parte, para o parceiro privado.

Os projetos devem ser analisados caso a caso, normalmente, em geral no momento, o contratado assume o risco de ultrapassar os custos e os prazos, enquanto a autoridade contratante assume os riscos por mudanças de especificação e escopo, entretanto, importante ressaltar, que na prática a apuração final sobre responsabilidade, deve, primeiramente, identificar a relação causa efeito, por exemplo: O aumento dos custos foi gerado pela mudança de escopo? Ou a mudança de escopo se fez necessária após a reavaliação do custo equivocadamente previsto?

▪ **RISCO CAMBIAL**

Os riscos de flutuação cambial existem especialmente, em projetos como os de Mobilidade Urbana sobre Trilhos, que usualmente envolvem aquisição de equipamento importado e financiado no exterior. Conforme a estruturação do projeto esse risco pode ser transferido todo ou em parte por agências de fomento a exportações e ou instituições financeiras internacionais, também pode ser estabelecido um mecanismo para o compartilhamento desse risco de forma a mitigá-lo.

▪ **RISCO NORMATIVO/CONTRATUAL**

É o risco de “quebra do contrato” por parte principalmente do parceiro público e também pode advir de alterações legislativas das normas vigentes. Um risco praticamente inerente aos contratos de longo prazo e que podem ser minimizados com um marco regulatório bem feito e uma estrutura institucional apropriada.

▪ **RISCO POLÍTICO**

É o risco relacionado à falta de solidez das instituições políticas do país que podem trazer problemas como expropriação, guerra, conflitos civis etc. É avaliado através de ratings internacionais e pode ser mitigado com a contratação de seguros específicos. Esse risco é supra contratual e depende do comportamento do poder concedente. Todo o processo de licitação, sistema de garantias, multas e penalidades previstas visam mitigar esse risco.

▪ **RISCO TRIBUTÁRIO**

Por disposição legal, ressalvado o caso do imposto de renda, o risco de criação, extinção ou alteração dos tributos ou encargos legais é da Administração Pública, dessa forma, não pode ser alocado ao setor privado (*Lei de Concessões – Artigo 9º; § 3º*). Trata-se de risco passível de recomposição por reequilíbrio econômico financeiro do contrato.

▪ **RISCO DE MUDANÇA NA LEGISLAÇÃO**

Os riscos de mudança legislativa que afetam diretamente os encargos e custos para a prestação do serviço. A alocação deve ser definida em contrato do contrário será risco integral do poder público e, nesse caso, passível de recomposição por reequilíbrio econômico financeiro do contrato.

▪ **RISCO DE SUSTENTABILIDADE**

É o risco referente à capacidade do projeto de se auto sustentar financeiramente ao longo de todo o prazo do contrato. Pode ser mitigado através de fiscalização eficiente do Estado e da criação de associações civis com o objetivo de auxiliar a fiscalização externa.

▪ **RISCO DE DESAPROPRIAÇÕES**

Por se tratarem de processos demorados e dispendiosos, a eventual necessidade de desapropriações e desocupações deve ser mensurada e avaliada em etapa prévia, a partir do levantamento e recenseamento da população a ser deslocada e do custo das indenizações envolvidas. Não existe determinação legal para esse risco, a alocação deve ser definida no contrato, dessa forma, o risco das desapropriações pode ser compartilhado ou transferido integralmente para o contratado, nesse caso, o desequilíbrio causado é passível de recomposição por reequilíbrio econômico financeiro.

Usualmente, o parceiro privado fica responsável pelos atos executórios da expropriação consequentemente com o risco de atraso, entretanto o risco dos preços para a desapropriação e desocupação que excederem o previsto é compartilhado entre o poder concedente e o parceiro privado.







#### ▪ RISCO AMBIENTAL E LICENÇAS

Risco que aprovações e licenças necessárias para realização do projeto, não obtidas ou obtidas em prazo e forma diferentes do originalmente previsto. No caso especificamente ambiental a localização de determinado projeto poderá ser considerada um impeditivo para a sua realização, pois o risco ambiental pode gerar um aumento considerável de custo e prazo com as licenças.

Um estudo técnico prévio detalhado e disponibilizado publicamente pode minimizar esse risco durante o processo licitatório. A alocação desse risco deve estar explícita no contrato, sendo na maioria das vezes, um risco transferido ao privado, entretanto, alternativamente em muitos casos, pode-se estabelecer um teto de custo previsto, nesse caso, o poder concedente ficaria responsável pelo excedente e o desequilíbrio subsequente será passível de recomposição por reequilíbrio econômico financeiro.

#### ▪ ESTRUTURAS DE GARANTIAS DO PODER CONCEDENTE

A análise do modelo econômico e da matriz de risco determinará o conjunto de garantias envolvidas no projeto. A estruturação de pacote de garantias apropriado contribui positivamente para a viabilidade econômica do projeto, uma vez que promove a melhora do rating diminuindo o risco de crédito para o privado, aumentando a atratividade do certame e o número de participantes na licitação. As garantias nesse sentido representam um compromisso de adimplência de obrigação financeira ou contratual que possa ser assumido por ente da Federação ou entidade a ele vinculada. O parceiro público pode outorgar ao parceiro privado várias espécies de garantias, como por exemplo: vinculação de receitas, seguro garantia, garantia prestada por organismos internacionais ou instituições financeiras, garantias prestadas por fundo garantidor ou empresa estatal criada para essa finalidade, entre outros mecanismos previstos em lei.

A princípio o ideal é que o sistema de garantias planejado englobe a vinculação e alienação ou cessão fiduciária pela Administração Pública Direta ou Indireta, de recebíveis com histórico de solvabilidade, valores e solidez jurídica adequados para dar a certeza à concessionária da satisfação dos seus créditos contra a Administração Pública, ao longo de todo o contrato de PPP. Além disso, paralelamente, seria desejável a constituição de uma reserva de liquidez imediata para esse sistema de garantia, para dar cabo das situações mais urgentes de descumprimento de contrato.

## DIRETRIZES DA LICITAÇÃO

Definida a modelagem, a matriz de riscos e o pacote de garantias devem-se preocupar em formular o processo licitatório. Um processo de licitação eficiente deve se basear, principalmente, mas não exclusivamente, em duas questões centrais:

- Promover e encorajar a entrada na licitação do maior número possível de participantes capazes de prestar o serviço adequadamente.
- Maximizar a concorrência entre os participantes.

Dessa forma, estruturas de licitação que inibam a competição e estimulem de alguma forma o conluio e a corrupção precisam ser evitadas, notadamente as barreiras de entrada desnecessárias que limitam o número de participantes.

## QUALIFICAÇÃO TÉCNICA

Importante destacar que a maximização da concorrência, não deve se impor sobre qualificação técnica e somente será desejável caso os participantes sejam realmente capazes de executar o objeto. A prática adotada é a exigência da apresentação de atestados probatórios que comprovem a experiência do licitante na execução de serviço semelhante, mas em geral os atestados pouco dizem a respeito da qualidade do serviço que foi prestado.

Uma forma de aprimorar a qualificação é a inclusão no edital de obrigação para o vencedor, da obtenção de certificações externas, por empresas independentes, de notória reputação no mercado. Ao incluir a certificação externa no objeto do contrato, ficará facultado ao licitante, requerer dos participantes as certificações em projetos semelhantes. Tal procedimento pode inclusive contribuir com a fiscalização da execução do contrato, pois as certificações deverão ser renovadas anualmente.

## QUALIFICAÇÃO ECONÔMICA FINANCEIRA

Extremamente importante para a sustentabilidade e viabilidade do projeto, deve-se evitar que a escolha dos requisitos mínimos não implique na criação de barreiras desnecessárias de mercado. Empresas estrangeiras, por exemplo, apresentam índices de endividamento e liquidez muito maiores que as empresas locais, sem que, entretanto estejam com problemas financeiros, pois também os custos de captação e alavancagem são muito menores para elas. Da mesma forma, empresas maiores podem ser favorecidas por exigências muito altas de capital social e patrimônio líquido, impedindo que empresas médias, mas também financeiramente saudáveis, participem do processo licitatório.

Uma prática utilizada para mitigar o risco financeiro do parceiro privado é prever, ao longo do processo de licitação, a exigência da apresentação de sinais de capacidade financeira, como condicionantes da assinatura do contrato de concessão:

- A exigência de realização de aporte da SPE.
- A exigência de apresentação dos Seguros contratados junto a seguradoras com rating mínimos aceitáveis.
- A exigência de apresentação de garantia de cumprimento do contrato.

Em concessões comuns ou patrocinadas envolvendo projetos de mobilidade urbana sobre trilhos, a exigência simultânea de patrimônio líquido, capital social mínimo e garantia de proposta, pode ser recomendável e legalmente aceita.

## GARANTIA DE PROPOSTA

A garantia de proposta (*Bid Bond*) é o instrumento utilizado para assegurar ao contratante que o vencedor da licitação assinará o contrato de concessão sob pena de execução da garantia. De uma maneira geral a Garantia de Proposta integra a fase de qualificação ou, em determinados casos, da pré-qualificação.

## PROCEDIMENTO LICITATÓRIO

Conforme a modalidade de contratação escolhida, uma série de condições prévias deve ser atendida e, no caso das PPP, devem ser comprovadas pelo Comitê Gestor de PPP, são elas:

- Aprovação da autoridade competente, fundamentada em estudo técnico que justifique a opção de contratação e comprove o enquadramento do projeto nos limites exigidos pela Lei de Responsabilidade Fiscal.



- Estimativa de Impacto orçamentário e comprovação dos limites de despesas da Administração Pública às diretrizes da lei Anual Orçamentária.
- Previsão do objeto do projeto em plano plurianual.
- Submissão da minuta de edital à consulta pública, mediante publicação na imprensa oficial, jornais de grande circulação e meios eletrônicos disponíveis.
- Obtenção de licença ambiental prévia ou expedição de diretrizes para o licenciamento.

O julgamento poderá ser precedido de etapa de qualificação de propostas técnicas, desclassificando-se os licitantes que não alcançarem uma pontuação mínima.

Os critérios de julgamento poderão ser os seguintes:

- Para as Concessões Comuns - menor valor da tarifa do serviço público a ser prestado ou a melhor proposta em razão da combinação entre a menor tarifa e a melhor técnica.
- Para Concessões Administrativa e Patrocinada – menor valor da contraprestação a ser paga pelo parceiro público ou a melhor proposta em razão da combinação entre a menor contraprestação e a melhor técnica

O edital deve definir a forma de apresentação das propostas econômicas que poderão ser apresentadas em envelopes lacrados ou propostas escritas seguidas de lances no viva voz. No caso das concessões o edital pode prever a inversão da ordem de fases habilitação e qualificação. O edital poderá ainda prever a possibilidade de saneamento de pequenas falhas, insuficiências ou correções formais desde que realizadas nos limites de prazos preestabelecidos.

## DIRETRIZES DA CONTRATAÇÃO

No contrato deverão constar cláusulas obrigatórias e facultativas. As obrigatórias são:

- Escopo e local de execução.
- Condições da prestação dos serviços.
- Direitos e obrigações dos participantes (inclusive dos usuários) e a repartição de riscos entre eles.
- Prazo de vigência compatível com a amortização dos investimentos a serem realizados e, sendo o caso de PPP, limitado por lei entre 5 e 35 anos.
- Cronograma físico dos investimentos a serem executados.
- Formas de remuneração e de atualização dos valores contratuais (a lei determina a periodicidade mínima de 1 ano para os reajuste monetários).
- Penalidades e sanções aplicáveis em caso de inadimplemento contratual, fatos que caracterizam esse descumprimento, prazo para regularização e punição proporcional a gravidade da falta.
- Quando necessário, descrever a garantia prestada pelo contratante e a forma de acionamento dessa garantia.
- Garantias de execução contratual (*Performance Bond*), que deverão ser prestadas pelo privado, a forma e o montante a ser garantido respeitando-se o limite de 10% do valor do contrato.
- Critérios objetivos de avaliação do desempenho do contratado e os critérios para os indicadores de qualidade de serviço e manutenção.
- Se PPP, os indicadores de qualidade, podem impactar diretamente a remuneração do serviço contratado.
- Amplo direito à fiscalização do contratante explícito em contrato.

- Se PPP, a lei prevê expressamente a obrigatoriedade de repartição dos riscos relativos a caso fortuito e força maior, fato do príncipe. Em contra partida, determina o compartilhamento com o parceiro público dos ganhos econômicos efetivos do parceiro privado decorrentes da redução do risco de crédito dos financiamentos utilizados.
- Devem constar cláusulas que permitam ao poder público fiscalizar a exploração dos serviços, efetuar vistorias obrigatórias, determinar a periodicidade da prestação de contas do privado, a obrigação da publicação das demonstrações financeiras e por fim, a forma como será efetuada a fiscalização e a indicação dos órgãos competentes para exercê-la.
- Estipular os casos passíveis de extinção contratual (encampação, caducidade, rescisão e anulação) e o foro contratual.

As diretrizes facultativas são (apesar de facultativas nos termos da lei, essas cláusulas podem ser essenciais à viabilidade de projetos de grande porte, que demandam alto valor de financiamento):

- Requisitos e condições para aprovação pelo parceiro público da transferência do controle da SPE.
- Possibilidade da emissão de empenho em nome dos financiadores do projeto em relação às obrigações do poder concedente.
- Permissão para que os financiadores sejam beneficiários das indenizações por extinção antecipada do contrato.





MINISTÉRIO DAS  
CIDADES







**Associação Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos**

Setor de Autarquias Sul, Quadra 1, Bloco J, Edifício CNT  
Torre A, 5º andar, Sala 510, Brasília/DF, CEP 70.070-010



@ANPTRILHOS