

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* PIUMHI

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Lívia Costa Cruz

**ESTUDO DE CASO SOBRE A NOVA PISTA DA RODOVIA DOS IMIGRANTES E
SEUS IMPACTOS NA MOBILIDADE RODOVIÁRIA, NO DESENVOLVIMENTO
LOGÍSTICO DO PORTO DE SANTOS E NO TURISMO REGIONAL**

Piumhi

2026

LÍVIA COSTA CRUZ

**ESTUDO DE CASO SOBRE A NOVA PISTA DA RODOVIA DOS IMIGRANTES E
SEUS IMPACTOS NA MOBILIDADE RODOVIÁRIA, NO DESENVOLVIMENTO
LOGÍSTICO DO PORTO DE SANTOS E NO TURISMO REGIONAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Piumhi para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Thiago Pastre Pereira

Piumhi

2026

C957e Cruz, Livia Costa.

Estudo de caso sobre a nova pista da rodovia dos Imigrantes e seus impactos na mobilidade rodoviária, no desenvolvimento logístico do porto de Santos e no turismo regional [manuscrito] / Livia Costa Cruz. – 2026.

71 f. : il. color.

Orientador: Thiago Pastre Pereira.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus Piumhi*, 2026.

1. Porto de Santos. 2. Logística - transporte. 3. Rodovias - mobilidade. 4. Rodovias – projetos e construção. 5. Rodovia dos Imigrantes I. Pereira, Thiago Pastre. II. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus Piumhi*. III. Título.

CDD 625.7

Catálogo: Andreia Cristina Damasceno - CRB-6/1974



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Plumhi
Diretoria de Ensino
Docentes Campus Plumhi
Rua Severo Veloso 1880 - Bairro Bela Vista - CEP 37925-000 - Plumhi - MG
(37)3371-3353 - www.ifmg.edu.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

LÍVIA COSTA CRUZ

ESTUDO DE CASO SOBRE A NOVA PISTA DA RODOVIA DOS IMIGRANTES E SEUS IMPACTOS NA MOBILIDADE RODOVIÁRIA, NO DESENVOLVIMENTO LOGÍSTICO DO PORTO DE SANTOS E NO TURISMO REGIONAL

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado(a) em 08 de maio de 2026, pela Banca Examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Pastre Pereira, Professor**, em 12/05/2026, às 20:23, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Arthur Filipe Freire Gomes, Fiscal de Contrato Substituto(a)**, em 13/05/2026, às 14:28, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Tatiane Oliveira Failache, Professora**, em 14/05/2026, às 13:11, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Stella Maria Gomes, Professora**, em 14/05/2026, às 14:12, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2716257** e o código CRC **1406A2A2**.

23715.000329/2026-67

2385046v1

Dedico este trabalho a Deus, por me conceder a luz e a sabedoria de que eu precisava, e por direcionar meus caminhos até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Márcia e Gileno, pelo amor, pela confiança e por sempre acreditarem em mim. À minha irmã, Lara, por estar sempre ao meu lado, compartilhando momentos de apoio e incentivo. Ao meu grande amor, Ezequiel, pela paciência, compreensão e constante motivação.

Aos meus professores, pelos ensinamentos e pela dedicação ao longo de toda a jornada acadêmica. Especialmente, ao meu orientador, Thiago, por todo o apoio e orientação desde o início da minha trajetória acadêmica. A todos os servidores da faculdade, que de alguma forma contribuíram para esta conquista, deixo também o meu sincero agradecimento.

Sou grata à empresa Canex pela oportunidade de aprendizado e pela experiência adquirida, fundamentais para a elaboração deste projeto. Em especial, ao meu coordenador, João, por acreditar em mim, me apoiar e compartilhar seus conhecimentos com tanta generosidade.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho.

RESUMO

A engenharia civil desempenha papel fundamental no planejamento e na implementação de obras rodoviárias de infraestrutura de grande porte, promovendo melhorias na mobilidade e no transporte. O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso sobre a nova pista proposta para a Rodovia dos Imigrantes, importante via de ligação entre a capital paulista e o litoral de Santos, região onde se localiza o principal complexo portuário do Brasil. A rodovia foi inicialmente projetada com o intuito de amparar o Sistema Anchieta–Imigrantes (SAI) e contribuir para a redução da sobrecarga da Rodovia Anchieta, tradicional rota utilizada para o transporte de cargas destinadas à exportação. Entretanto, limitações operacionais e geométricas levaram à restrição da circulação de veículos pesados nessa via, o que evidencia a necessidade de soluções de engenharia voltadas à ampliação da capacidade. Para a elaboração do estudo, foram analisadas diferentes fontes de informação, incluindo artigos científicos, publicações institucionais, reportagens especializadas e materiais técnicos, além da participação em palestra relacionada ao tema. A proposta de ampliação busca melhorar o escoamento de cargas e contribuir também para o crescimento do turismo na região, uma vez que o trajeto possui relevância estratégica para o acesso às praias do litoral paulista e ao principal porto de cruzeiros do país. Por fim, fica evidente que a proposta tem viés sustentável e fortalecerá o desenvolvimento econômico do Brasil.

Palavras-chave: Porto de Santos; logística - transporte; rodovias - mobilidade; rodovias - projetos e construção; Rodovia dos Imigrantes.

ABSTRACT

Civil engineering plays a fundamental role in the planning and implementation of large-scale road infrastructure projects, promoting improvements in mobility and transportation. This study aims to conduct a case study on the proposed new lane for the Imigrantes Highway, an important connection between the capital of São Paulo and the coastal region of Santos, where the main port complex in Brazil is located. The highway was originally designed to support the Anchieta–Imigrantes System (SAI) and to reduce the overload on Anchieta Highway, a traditional route used for freight transport destined for export. However, operational and geometric limitations have led to restrictions on heavy vehicle traffic on this road, highlighting the need for engineering solutions aimed at increasing capacity. For the development of this study, different sources of information were analyzed, including scientific articles, institutional publications, specialized reports, and technical materials, in addition to participation in a lecture related to the topic. The expansion proposal aims to improve cargo flow and also contribute to the growth of tourism in the region, since the route has strategic importance for access to the beaches of the São Paulo coast and to the country's main cruise port. Finally, it is evident that the proposal has a sustainable approach and will strengthen Brazil's economic development.

Keywords: Port of Santos; logistics – transportation; highways – mobility; highways – design and construction; Imigrantes Highway.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Exemplo de complexo portuário	21
Imagem 2 - Hierarquia entre os instrumentos de planejamento do setor portuário ...	23
Imagem 3 - Média mensal do fluxo de escoamento no Porto de Santos de 2018 a 2022 (%).....	26
Imagem 4 - Comparativo entre os gabaritos de giro de SR e VP.....	30
Imagem 5 - Exemplo de túnel destinado ao transporte de automóveis.....	33
Imagem 6 - Reserva natural na Serra do Mar	35
Imagem 7 - Fluxograma das etapas de desenvolvimento da pesquisa.....	41
Imagem 8 - Áreas destinadas à armazenagem de contêineres	45
Imagem 9 - Comparativo entre a situação atual e a previsão do espaço disponível para armazenagem de contêineres no Porto de Santos	45
Imagem 10 - Comparativo entre a situação atual e o previsto nos bairros Ponta da Praia e Jardim Boa Esperança (Vicente de Carvalho) no Porto de Santos.....	46
Imagem 11 - Comparativo entre a situação atual e a expectativa de melhoria no espaço de armazenagem a longo prazo no bairro Docas.....	47
Imagem 12 - Zoneamento atual no Porto de Santos.....	48
Imagem 13 - Zoneamento futuro previsto para o Porto de Santos.....	49
Imagem 14 - Proposta de traçado da nova pista da Rodovia dos Imigrantes	57
Imagem 15 - Presença de OAEs no traçado proposto	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo das movimentações de carga no Porto de Santos mensal e acumulado baseado no mês de novembro de 2025.....	42
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Índices sobre qualidade das rodovias brasileiras no Estado Geral 18
- Gráfico 2 - Análise de qualidade das vias brasileiras em três aspectos importantes 18

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Palavras-chave utilizadas nas pesquisas.....	39
Quadro 2 - Comparativo entre atual e previsto após a implementação da terceira pista na Rodovia dos Imigrantes.....	59
Quadro 3 - Análise comparativa entre os modais rodoviário e ferroviário	62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 JUSTIFICATIVA.....	15
3 OBJETIVOS	16
3.1 Objetivo Geral	16
3.2 Objetivos Específicos.....	16
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
4.1 Infraestrutura de transporte e desenvolvimento econômico.....	17
4.2 Logística e transporte no Brasil.....	19
4.3 O papel dos portos no comércio exterior	20
4.4 Planejamento portuário no Brasil	22
4.5 Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Santos.....	24
4.6 O Porto de Santos no sistema logístico brasileiro.....	24
4.7 Gargalos logísticos nos acessos ao Porto de Santos	27
4.8 Dimensionamento e elementos geométricos de rodovias.....	28
4.9 Obras de arte especiais em rodovias.....	31
4.10 Túneis rodoviários.....	32
4.11 Viadutos e sua importância na infraestrutura rodoviária.....	34
4.12 O Sistema Anchieta–Imigrantes no escoamento de cargas.....	36
4.13 Expansão da Rodovia dos Imigrantes e soluções para mobilidade logística .	37
5 METODOLOGIA.....	39
5.2 Levantamento e seleção das fontes.....	39
5.3 Organização e análise das informações	40
6 DESENVOLVIMENTO.....	42
6.1 A importância da movimentação portuária no Porto de Santos.....	42
6.2 Os gargalos logísticos e o papel da infraestrutura	43
6.2.1 Análise comparativa entre o planejamento previsto e a execução.....	44

5.2.4 Gargalos logísticos ainda existentes.....	49
6.2.5 Análise crítica sobre a efetividade do PDZ.....	52
6.3 A Rodovia dos Imigrantes e a implantação da nova pista.....	52
6.3.1 Caracterização da Rodovia dos Imigrantes	53
6.3.2 Justificativas para a implantação da nova pista	54
6.3.3 Características técnicas e operacionais da nova pista.....	55
6.3.4 Impactos esperados na mobilidade rodoviária e regional	58
6.3.5 Impactos logísticos e no escoamento de cargas do Porto de Santos	59
6.3.6 Limitações, riscos e desafios associados à nova pista	60
6.4 Levantamento dos possíveis benefícios esperados e análise de alternativas técnicas.....	61
6.5 A integração tecnológica no Sistema Rodoviário da Imigrantes.....	63
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64

1 INTRODUÇÃO

Um estudo desenvolvido por Hilsdorf e Neto (2016) aponta o Porto de Santos como o maior da América Latina, com registros de importação e exportação de cerca de 114 milhões de toneladas de cargas caracterizadas por *commodities*. No estudo é estimado um aumento de movimentação de carga para 230 milhões de toneladas de carga geral em 2024, o Porto registrou números aproximados a 180 milhões de toneladas no ano. A esperança era de um investimento de cerca de R\$ 7 bilhões para modernização e expansão do porto, para conseguir atender pontualmente a demanda prevista para 2024. Com o baixo investimento de 2016 a 2024 na melhoria do porto de Santos, o problema é refletido até os dias de hoje.

A fim de melhorar deslocamento entre São Paulo e Santos, foi proposto pelo Governo do Estado de São Paulo, com a consultoria da Ecovias, a construção de uma terceira pista na Rodovia dos Imigrantes. A rodovia em questão será composta por um túnel submerso e viadutos que facilitarão o deslocamento até o litoral. O principal objetivo é fazer com que cerca de 250 mil veículos que trafegam nos finais de semana nesta rota, não sobrecarreguem a rodovia atual.

A previsão da média de investimento para implementação da nova pista, varia entre R\$ 6 bilhões e R\$ 8 bilhões e a estimativa é que as obras sejam iniciadas em 2026. A obra propõe a criação de uma nova via com 21,65 km de extensão, sendo 17 km compostos por túneis escavados na Serra do Mar, e um deles com extensão de 6 km, tornando-se o maior túnel rodoviário do país.

A complexidade dos projetos de rodovias de grande importância, exige o conhecimento técnico e a prática dos engenheiros civis. O projeto proposto para a Rodovia dos Imigrantes, contribuirá para um fluxo mais eficiente para veículos de passeio e veículos de carga pesada, desafogando a Rodovia Anchieta.

Conseqüentemente, este trabalho tem como propósito analisar a evolução da Rodovia dos Imigrantes e os impactos da nova pista em implantação sobre a mobilidade nas rodovias e o desenvolvimento logístico do Porto de Santos. Pretende-se, ainda, discutir como melhorias na infraestrutura rodoviária podem gerar efeitos positivos e qual o papel da engenharia civil neste assunto.

2 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento econômico e social de um país envolve vários fatores, dentre eles, destaca-se a infraestrutura de transportes, que é responsável por viabilizar o deslocamento de pessoas e o escoamento de mercadorias. Nesse contexto, o Porto de Santos é conhecido como o principal complexo portuário brasileiro, concentrando grande parte das operações de exportação e importação do país, o que evidencia a necessidade de investimentos contínuos em sua infraestrutura de acesso.

Inicialmente, as rodovias conhecidas atualmente eram apenas trilhas utilizadas no período colonial. As trilhas evoluíram devido à necessidade de deslocamento e expansão econômica. Nesse cenário, o Sistema Anchieta-Imigrantes (SAI) representa um dos principais corredores logísticos do país, sendo responsável pela ligação entre a capital paulista e a região da Baixada Santista, onde se localiza o Porto de Santos.

O aumento do movimento de carga, especialmente os escoamentos de produtos destinados à exportação, levou à intensificação do fluxo de veículos na região, resultando em gargalos logísticos e limitações operacionais. Diante desse contexto, surge a proposta de ampliação da capacidade viária por meio da implementação de uma nova pista na Rodovia dos Imigrantes, com o objetivo de melhorar a fluidez do tráfego e aumentar a eficiência do sistema logístico.

A necessidade de construção de obras que sejam capazes de atender às demandas crescentes da sociedade, reforça a importância da engenharia civil nesse aspecto, pois esses projetos envolvem não apenas aspectos técnicos, como o desenvolvimento de túneis e viadutos, mas também questões ambientais, econômicas e sociais. Além disso, a engenharia civil promove mobilidade nas rodovias e redução de custos logísticos, fortalecimento a competitividade econômica do país.

Dessa forma, o presente trabalho justifica-se pela necessidade de aprofundar a discussão sobre a importância de investimentos em infraestrutura rodoviária de acesso ao Porto de Santos, destacando o papel da engenharia civil como agente transformador da realidade urbana e logística, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e para a melhoria da qualidade de vida da população.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é realizar um estudo de caso da nova pista a ser implementada na Rodovia dos Imigrantes, proposta para tornar-se uma das principais rotas de escoamento de cargas da capital paulista ao litoral de Santos, analisando seus impactos na mobilidade rodoviária e no desenvolvimento logístico do Porto de Santos.

3.2 Objetivos Específicos

- Evidenciar a importância da exportação e importação para a economia brasileira;
- Destacar o papel da engenharia civil na melhoria da mobilidade nas rodovias e na eficiência logística;
- Avaliar o desempenho esperado da nova pista da Rodovia dos Imigrantes frente às demandas futuras de mobilidade e logística;
- Identificar potenciais benefícios e desafios decorrentes da ampliação do SAI, relacionando-os à fluidez do tráfego e à redução de gargalos logísticos no acesso ao Porto de Santos.
- Investigar soluções complementares ou alternativas de transporte que possam contribuir para o atendimento da demanda futura.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

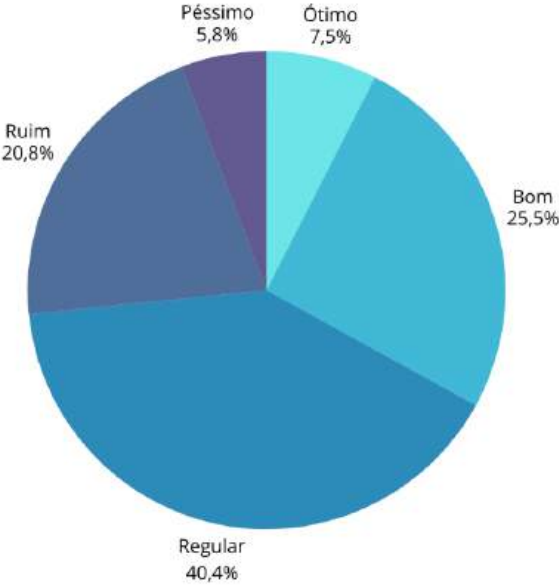
4.1 Infraestrutura de transporte e desenvolvimento econômico

O desenvolvimento econômico é marcado por diversas circunstâncias, dentre elas, a infraestrutura de transporte, que possibilita o deslocamento de pessoas e mercadorias, com custos logísticos reduzidos e garante a eficiência logística, que aumenta a produtividade de forma otimizada, estimulando a competitividade econômica.

No Brasil, o transporte rodoviário possui papel predominante, sendo responsável por aproximadamente 65% do volume de mercadorias movimentadas no país e pela mobilidade de mais de 90% dos passageiros. Em 2024, o setor de transporte gerou cerca de R\$ 366,26 bilhões em riqueza, representando 3,1% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e empregando aproximadamente 2,88 milhões de trabalhadores, evidenciando sua relevância para a economia brasileira, são dados divulgados pela Confederação Nacional do Transporte (CNT) em 2025.

Entretanto, a infraestrutura rodoviária nacional ainda apresenta limitações significativas. A CNT publicou um Estudo de Rodovias, realizado em 2024, onde foram avaliados 111.853 km de rodovias pavimentadas, incluindo trechos federais e estaduais, tanto públicos quanto concedidos à iniciativa privada. O Gráfico 1 apresenta índices da qualidade das rodovias brasileiras.

Gráfico 1 - Índices sobre qualidade das rodovias brasileiras no Estado Geral



Fonte: Arquivo próprio, adaptado do site da CNT, 2024.

Além disso, a análise também levou em consideração três aspectos principais da qualidade da malha rodoviária: condição do pavimento, sinalização e geometria da via. No Gráfico 2 é possível analisar detalhadamente cada um desses aspectos.

Gráfico 2 - Análise de qualidade das vias brasileiras em três aspectos importantes



Fonte: Arquivo próprio, adaptado do site da CNT, 2024.

Os resultados indicam uma predominância do nível regular, ou seja, demonstra que as vias se encontram em um patamar de manutenção básica, sem

melhorias significativas que as elevem a um padrão de excelência. Contudo, a CNT reconhece a necessidade contínua de investimentos em manutenção, melhoria e ampliação da malha rodoviária para atender plenamente às demandas da sociedade.

Nesse contexto, a melhoria da qualidade das rodovias torna-se um fator estratégico para o desenvolvimento econômico, uma vez que infraestrutura adequada contribui para a redução de custos logísticos, aumento da eficiência do transporte e maior competitividade das atividades produtivas. Dessa forma, o investimento contínuo em infraestrutura de transporte constitui elemento fundamental para promover o crescimento econômico sustentável do país.

4.2 Logística e transporte no Brasil

A logística de transporte no Brasil é estruturada a partir da utilização de diferentes modais, responsáveis por garantir a circulação de pessoas e mercadorias em todo o território nacional. O sistema logístico brasileiro é composto por cinco principais modais de transporte: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aeroviário, cada um com características operacionais específicas e diferentes níveis de eficiência para determinados tipos de carga (Penteado, 2021).

Penteado (2021), enfatizou que o modal ferroviário é caracterizado pelo transporte realizado por meio de ferrovias e trilhos, sendo amplamente utilizado para grandes volumes de carga e percursos de longa distância. Já o modal dutoviário realiza o transporte por meio de tubulações, utilizando pressão ou gravidade para o deslocamento de produtos, sendo subdividido em oleodutos, destinados ao transporte de petróleo e derivados; gasodutos, voltados ao transporte de gás natural; e minerodutos, utilizados principalmente para o transporte de minério de ferro.

Sobre os modais aquaviário e aeroviário, Penteado (2021), salientou algumas diferenças entre eles. O primeiro, destaca-se pela capacidade de transportar elevadas quantidades de carga, tendo grande importância no comércio internacional, conduzindo cargas e passageiros por vias navegáveis, como rios e oceanos. Enquanto o segundo é amplamente conhecido por sua agilidade e elevada velocidade

sendo recomendado principalmente para o transporte de mercadorias de alto valor agregado, pequenos volumes ou cargas que exigem maior rapidez na entrega.

Penteado (2021), concluiu que entre os modais existentes, o transporte rodoviário possui melhor flexibilidade operacional, pela possibilidade de transporte porta a porta e pela maior abrangência da malha viária. Essas características permitem maior adaptação às diferentes rotas e demandas logísticas, o que contribui para sua ampla utilização no transporte de mercadorias em todo o território nacional.

As redes de transporte conectam regiões produtivas, centros urbanos e áreas de consumo. Portanto, a escolha adequada dos modais e sua integração contribuem diretamente para a redução de custos logísticos, aumento da eficiência operacional e maior competitividade econômica, tanto no mercado interno quanto no cenário internacional.

Alguns modais de transporte são amplamente utilizados na movimentação de *commodities*, destacando-se entre eles o modal rodoviário, que devido à sua acessibilidade e capacidade de conexão com outras modalidades de transporte, funciona frequentemente como elo entre áreas de produção, centros logísticos e portos de exportação (Souza, Rocha e Pereira, 2025).

4.3 O papel dos portos no comércio exterior

Os portos desempenham função estratégica no comércio internacional, atuando como pontos de conexão entre os sistemas de transporte terrestre e marítimo e possibilitando a circulação de mercadorias entre diferentes países. Dessa forma, além de viabilizarem operações de exportação e importação, os portos também exercem papel relevante na organização logística, na redução de custos de transporte e na integração das economias nacionais ao comércio global. A Imagem 1 traz um exemplo de um porto.

Imagem 1 – Exemplo de complexo portuário



Fonte: Open - Soluções em Comex, 2023.

De acordo com Júnior (2017), o setor portuário possui grande influência sobre o desempenho do comércio exterior, uma vez que a eficiência das operações portuárias está diretamente relacionada à redução dos custos de transação e à ampliação dos fluxos comerciais. Nesse sentido, investimentos em infraestrutura portuária, modernização tecnológica e melhoria da gestão logística contribuem para aumentar a competitividade dos países no mercado internacional. Experiências internacionais demonstram que a modernização dos portos, associada ao desenvolvimento da infraestrutura de transporte e à adoção de práticas de gestão mais eficientes, tem sido fundamental para a expansão do comércio mundial e para a formação de cadeias globais de valor.

Ainda de acordo com Júnior (2017), os países têm interesse em promover reformas e investir em seus sistemas portuários com o objetivo de aumentar a eficiência das operações logísticas e fortalecer sua inserção no comércio internacional. A modernização da gestão portuária, aliada à ampliação da capacidade de movimentação de cargas e à integração com outros modais de transporte, tem contribuído para reduzir o tempo e os custos envolvidos nas operações de transporte marítimo e terrestre, fatores fundamentais para a competitividade das economias no cenário global.

Nesse contexto, os portos deixaram de atuar apenas como locais de embarque e desembarque de mercadorias e passaram a exercer funções logísticas mais amplas, incluindo atividades de armazenagem, distribuição, consolidação de cargas e apoio às cadeias produtivas. Assim, tornam-se elementos essenciais para a eficiência dos sistemas logísticos nacionais, influenciando diretamente o desempenho das exportações e a competitividade dos setores produtivos.

No caso brasileiro, a relevância do setor portuário torna-se ainda mais evidente devido à forte participação do comércio exterior na economia e à dependência do transporte marítimo para o escoamento de grande parte das exportações, especialmente de *commodities* agrícolas e minerais. Dessa forma, a eficiência da infraestrutura portuária e sua integração com os demais modais de transporte são fatores determinantes para a redução de custos logísticos e para o fortalecimento da inserção do país no comércio internacional (Lopes, Barbosa e Silva, 2024).

4.4 Planejamento portuário no Brasil

O planejamento portuário no Brasil é estruturado a partir de um conjunto de instrumentos que orientam o desenvolvimento, a expansão e a gestão dos portos organizados no país. Esses instrumentos são organizados de forma hierárquica, permitindo que o planejamento estratégico nacional seja desdobrado em diretrizes específicas para cada complexo portuário (Santos et al., 2020).

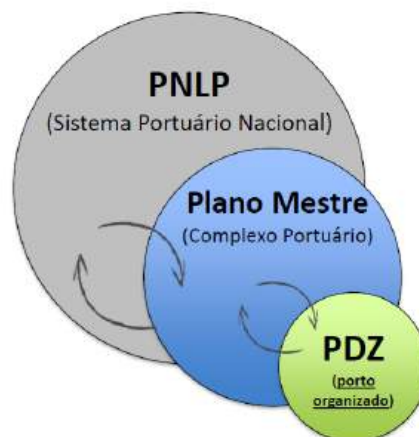
Santos et al. (2020) afirma que, no nível mais abrangente encontra-se o Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP), responsável por estabelecer diretrizes estratégicas para o desenvolvimento do sistema portuário brasileiro. Esse plano busca orientar a expansão da infraestrutura portuária de forma integrada ao sistema logístico nacional, considerando aspectos como demanda futura, capacidade operacional e articulação com os demais modais de transporte.

Em um nível intermediário situa-se o Plano Mestre, que possui caráter mais específico e voltado à realidade de cada porto. Esse instrumento tem como objetivo direcionar ações, melhorias operacionais e investimentos necessários para o

desenvolvimento da infraestrutura portuária e de seus acessos, contemplando horizontes de curto, médio e longo prazo (Santos et al., 2020).

Por fim, conforme citado por Santos et al. (2020), destaca-se o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ), elaborado sob responsabilidade da autoridade portuária de cada porto organizado. O PDZ tem como finalidade definir a organização espacial das áreas portuárias, bem como orientar a ocupação e utilização dessas áreas de acordo com as características operacionais, limitações físicas e demandas logísticas específicas de cada porto. Dessa forma, esse instrumento permite alinhar o planejamento estratégico às necessidades operacionais locais, contribuindo para a eficiência das atividades portuárias. A Imagem 2 representa a relação hierárquica entre os instrumentos de planejamento do setor portuário.

Imagem 2 - Hierarquia entre os instrumentos de planejamento do setor portuário



Fonte: Ministério de Portos e Aeroportos do Governo Federal, 2023.

De maneira geral, o PDZ possui principais diretrizes relacionadas à melhor eficiência operacional. Entretanto, para que os objetivos estabelecidos sejam efetivamente alcançados, torna-se fundamental a realização de monitoramento contínuo da execução das ações planejadas, bem como a adoção de medidas corretivas sempre que necessário, garantindo maior eficiência e aderência às demandas logísticas e econômicas ao longo do tempo.

4.5 Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Santos

O Porto de Santos possui grande relevância para a economia brasileira e para o comércio exterior do país, por isso, torna-se fundamental a existência de instrumentos de planejamento capazes de orientar sua expansão e organização operacional. Nesse contexto, destaca-se o PDZ, que estabelece diretrizes para a ocupação e utilização das áreas portuárias, bem como para o desenvolvimento da infraestrutura necessária ao atendimento das demandas logísticas.

O novo PDZ do Porto de Santos foi publicado em 2020 com o objetivo de orientar o processo de expansão portuária, buscando ampliar a capacidade operacional do porto e otimizar a utilização das áreas disponíveis para atividades logísticas. O plano propõe a reorganização espacial das áreas portuárias, definindo zonas destinadas a diferentes tipos de operações, como movimentação de cargas, armazenagem, atividades industriais e serviços de apoio (Santos e Ramires, 2022).

Nesse sentido, o planejamento estabelecido pelo PDZ visa aumentar a capacidade de armazenagem dos terminais e melhorar a eficiência das operações portuárias, contribuindo para a redução de gargalos logísticos e para a maior agilidade no fluxo de cargas. Além disso, o plano considera aspectos ambientais e territoriais relevantes, promovendo a sustentabilidade, uma vez que a expansão portuária ocorre em áreas que apresentam diferentes níveis de sensibilidade ambiental (PDZ, 2020).

Assim, o PDZ configura-se como um importante instrumento para orientar o crescimento do Porto de Santos de forma planejada e sustentável, garantindo que sua expansão ocorra de maneira compatível com as demandas do comércio exterior e com as limitações físicas e ambientais da região. Além disso, o aumento da capacidade operacional do porto implica na necessidade de melhorias contínuas na infraestrutura logística de acesso, especialmente nos sistemas de transporte responsáveis pela conexão entre o porto e as regiões produtoras do país.

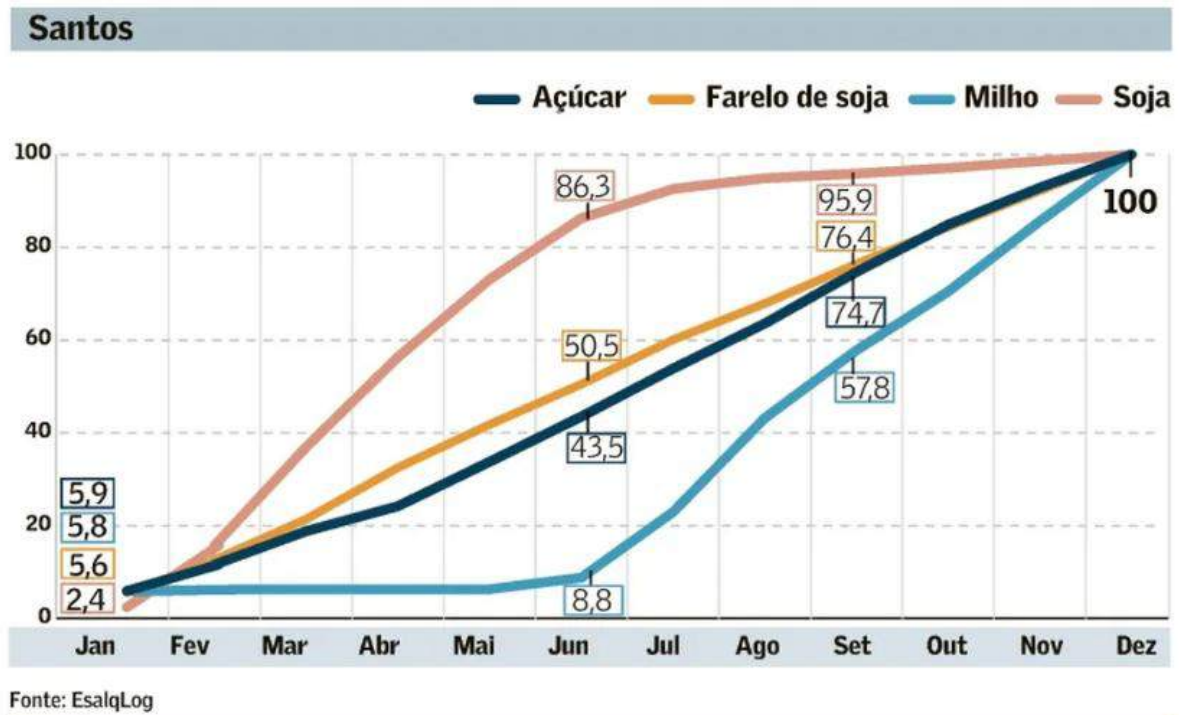
4.6 O Porto de Santos no sistema logístico brasileiro

O Porto de Santos desempenha um papel central no sistema logístico brasileiro, sendo considerado o maior complexo portuário da América Latina e um dos principais pontos de conexão entre a produção nacional e os mercados internacionais. Sua relevância está associada tanto ao volume expressivo de cargas movimentadas quanto à sua localização estratégica, próxima aos principais polos industriais, agrícolas e consumidores do país.

De acordo com Ramos et al. (2025), o Porto de Santos destaca-se na movimentação de cargas em relação a outros portos brasileiros, alcançando recordes históricos de movimentação. Em 2024, por exemplo, o porto movimentou aproximadamente 180 milhões de toneladas, superando significativamente outros complexos portuários nacionais, como o Porto de Paranaguá, que registrou cerca de 66,7 milhões de toneladas no mesmo período. Esses dados evidenciam a predominância do Porto de Santos no escoamento da produção nacional e sua contribuição direta para o desempenho da balança comercial brasileira.

Além do elevado volume de cargas, o porto possui grande diversidade de produtos movimentados, incluindo *commodities* agrícolas como soja, açúcar, milho e celulose, além de graneis líquidos, combustíveis e cargas containerizadas. Essa diversidade reforça sua importância como eixo logístico estratégico, permitindo atender diferentes segmentos da economia brasileira e ampliar a competitividade do país no comércio internacional. A Imagem 3 demonstra o crescimento médio do fluxo de escoamento de *commodities* no Porto de Santos de 2018 a 2022.

Imagem 3 - Média mensal do fluxo de escoamento no Porto de Santos de 2018 a 2022 (%)



Fonte: Valor Econômico, 2023.

A Autoridade Portuária de Santos (APS), apresenta outro fator determinante para a relevância do Porto de Santos no sistema logístico nacional, que é sua infraestrutura integrada. O complexo portuário conta com terminais especializados, sistemas dutoviários, armazéns e conexões com diferentes modais de transporte, como rodovias e ferrovias, possibilitando maior eficiência na movimentação de mercadorias. Essa integração logística contribui para reduzir custos operacionais, aumentar a capacidade de escoamento e fortalecer a competitividade das exportações brasileiras no mercado global.

Nesse contexto, o Porto de Santos consolidou-se como uma das principais concentrações logísticas do país, desempenhando papel fundamental na dinâmica do comércio exterior e no funcionamento das cadeias produtivas nacionais. Dessa forma, sua expansão e modernização tornam-se essenciais para garantir a continuidade do crescimento econômico e atender à crescente demanda por infraestrutura logística eficiente.

4.7 Gargalos logísticos nos acessos ao Porto de Santos

Apesar de sua relevância para o comércio exterior brasileiro e do constante crescimento na movimentação de cargas, o Porto de Santos enfrenta importantes desafios logísticos relacionados à infraestrutura de acesso e à capacidade operacional. Entre os principais problemas destacam-se as limitações na infraestrutura de transporte e a necessidade de ampliação de áreas destinadas à armazenagem e operação de cargas.

De acordo com publicação da Agência Transporte Moderno (2026), o Porto de Santos encerrou o ano de 2025 com o melhor resultado de sua história, registrando a movimentação de 186,4 milhões de toneladas de cargas, o que representa um crescimento de 3,6% em relação ao recorde anterior, registrado em 2024. Esse desempenho ocorre em um contexto de expansão da movimentação portuária na região Sudeste, que somou 635,3 milhões de toneladas entre janeiro e novembro de 2025, representando um aumento de 6,01% em comparação ao mesmo período do ano anterior.

Entretanto, embora o aumento da movimentação de cargas represente um resultado positivo para a balança comercial brasileira, a infraestrutura logística de acesso ao porto nem sempre consegue acompanhar esse crescimento. Um dos principais pontos de pressão está no SAI, responsável por grande parte do fluxo rodoviário que conecta a Região Metropolitana de São Paulo e o interior do país ao Porto de Santos. A elevada demanda por transporte de cargas nessa rota gera sobrecarga no sistema viário, especialmente em períodos de maior movimentação.

Segundo dirigente de um depósito de contêineres localizado em Santos, o sistema pode registrar fluxo de até 600 caminhões por hora em momentos de pico. Mesmo que parte desses veículos não esteja diretamente destinada ao porto, o fato de utilizarem o mesmo corredor logístico contribui para o aumento da saturação do sistema viário e para a intensificação dos gargalos operacionais na região (Agência do Transporte Moderno, 2026).

Nesse contexto, o crescimento projetado para o Porto de Santos, previsto no PDZ, também reforça a necessidade de melhorias na infraestrutura logística. A matéria da Agência do Transporte Moderno (2026), conclui que o plano prevê a

ampliação da capacidade operacional do porto, com aumento das áreas destinadas às atividades portuárias de aproximadamente 7,8 milhões de metros quadrados para cerca de 20,4 milhões de metros quadrados. Embora essa expansão contribua para aumentar a capacidade de movimentação e armazenagem de cargas, ela também evidencia a importância de investimentos complementares nos sistemas de acesso ao porto, de modo a evitar a intensificação dos gargalos logísticos existentes.

Dessa forma, torna-se evidente que o crescimento do Porto de Santos precisa estar acompanhado de melhorias na infraestrutura de transporte que o conecta às regiões produtoras do país, especialmente no sistema rodoviário. A ausência dessa integração entre expansão portuária e capacidade logística de acesso pode comprometer a eficiência das operações e limitar o potencial de desenvolvimento do complexo portuário.

4.8 Dimensionamento e elementos geométricos de rodovias

O projeto geométrico de rodovias constitui uma etapa fundamental no planejamento da infraestrutura viária, pois define as características físicas da via, influenciando diretamente a segurança, a fluidez do tráfego e o desempenho operacional do sistema de transporte. De acordo com Lee (2000), o dimensionamento de rodovias envolve a definição de parâmetros geométricos relacionados ao traçado, às curvas horizontais e verticais, à largura da pista e aos elementos complementares que garantem condições adequadas de circulação.

No Brasil, as rodovias federais seguem uma nomenclatura padronizada representada pela sigla BR-XYX, na qual o primeiro algarismo indica a categoria da rodovia e os dois últimos indicam sua posição no território nacional (Lee, 2000). Esse sistema de classificação permite identificar características gerais do traçado e sua orientação geográfica.

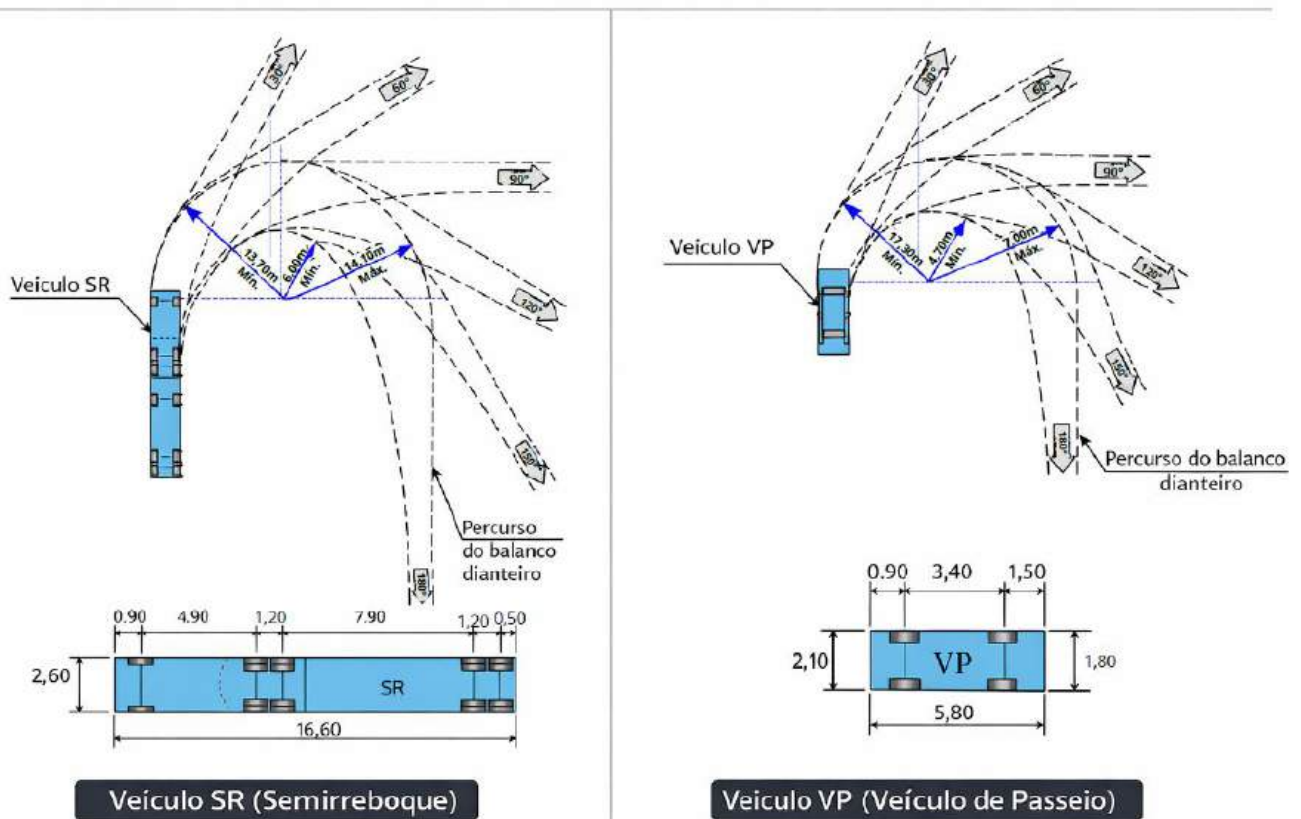
Segundo Lee (2000), as rodovias federais são classificadas em cinco categorias principais, conforme a disposição geral de seus traçados: rodovias radiais, que partem de Brasília em direção a diferentes regiões do país; rodovias longitudinais, que possuem orientação predominante no sentido Norte–Sul; rodovias transversais,

desenvolvidas no sentido Leste–Oeste; rodovias diagonais, que seguem direções noroeste–sudeste ou nordeste–sudoeste; e rodovias de ligação, destinadas a conectar diferentes rodovias federais ou importantes centros regionais.

O primeiro algarismo da numeração indica a categoria da rodovia, sendo 0 para rodovias radiais, 1 para longitudinais, 2 para transversais, 3 para diagonais e 4 para rodovias de ligação. Já os dois últimos números indicam a posição aproximada da rodovia no território nacional, seguindo critérios específicos de distribuição geográfica em relação à capital federal. Esse modelo de organização foi posteriormente adotado também por estados e municípios para a identificação de suas rodovias.

No que se refere ao dimensionamento geométrico, um dos elementos fundamentais é o traçado da rodovia, que corresponde à linha que representa o desenvolvimento da via em planta e em perfil. De forma simplificada, o traçado pode ser entendido como a linha que representa espacialmente o percurso da rodovia no terreno, definindo sua configuração ao longo do território (Lee, 2000). Na Imagem 4 consta comparativo entre os exemplos de gabaritos de giro para veículos semirreboque (SR) e veículos de passeio (VP), tornando possível observar diferenças significativas nos parâmetros geométricos necessários ao projeto viário, especialmente no que se refere ao raio mínimo de curva, à superlargura e ao desenvolvimento da transição. Além disso, o “percurso do balanço dianteiro”, como indicada as figuras, é mais acentuado no SR, exigindo maior cuidado no projeto para evitar interferências com obstáculos laterais.

Imagem 4 - Comparativo entre os gabaritos de giro de SR e VP
Comparativo entre Gabaritos de Giro: Veículo SR x Veículo VP



Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER (1999).

Conforme as recomendações das normas do antigo DNER, o traçado em planta deve ser composto, preferencialmente, por arcos de circunferência com raios tão amplos quanto as condições topográficas permitirem, interligados por tangentes de pequeno desenvolvimento. Essa configuração contribui para criar uma sequência de curvas mais suaves e contínuas, especialmente em rodovias de classes mais elevadas, como as classes 0 e I, nas quais se prioriza maior segurança e melhores condições de visibilidade.

Entretanto, o uso de raios excessivamente grandes também deve ser evitado, pois pode gerar dificuldades de percepção por parte dos motoristas durante a condução do veículo. Por esse motivo, recomenda-se evitar curvas com raios muito elevados, superiores a aproximadamente 5.000 metros, que podem comprometer a leitura do traçado e a condução segura da via.

Outro elemento essencial no projeto geométrico é a superelevação, que consiste na inclinação transversal da pista nas curvas, elevando-se a borda externa

da via em relação à interna. Esse recurso é utilizado para compensar os efeitos da força centrífuga que atua sobre os veículos durante a realização da curva, contribuindo para aumentar a estabilidade e a segurança do tráfego.

Além disso, utiliza-se também a superlargura, que corresponde ao aumento da largura da faixa de rolamento nas curvas. Esse recurso proporciona maior espaço lateral para a circulação dos veículos, permitindo correções de trajetória e garantindo melhores condições de segurança, especialmente para veículos de maior porte.

Por fim, destaca-se a importância da curva de transição, elemento que conecta gradualmente os trechos retos às curvas circulares. A presença dessa transição permite que a mudança de direção ocorra de forma progressiva, evitando alterações bruscas na trajetória do veículo e proporcionando maior conforto e segurança aos usuários da rodovia.

4.9 Obras de arte especiais em rodovias

As obras de arte especiais (OAEs) são estruturas fundamentais na infraestrutura rodoviária, utilizadas para possibilitar a transposição de obstáculos naturais ou artificiais ao longo do traçado da rodovia, como rios, vales, áreas de vegetação densa, ferrovias e vias urbanas. Essas estruturas incluem pontes, viadutos e passagens elevadas, sendo elementos essenciais para garantir a continuidade do sistema viário e a eficiência do transporte.

De acordo com Junior, Junior e Branco (2025), as OAEs são estruturas de grande porte que exigem elevado rigor técnico em todas as fases de projeto, execução e manutenção, uma vez que sua integridade estrutural está diretamente relacionada à segurança dos usuários da rodovia. Nesse contexto, a avaliação dessas estruturas deve considerar todos os seus componentes estruturais.

Conforme estabelecido pela ABNT NBR 9452:2019, as OAEs são compostas por três principais partes estruturais: infraestrutura, mesoestrutura e superestrutura. A infraestrutura corresponde aos elementos de fundação da obra, como blocos e estacas, responsáveis por transmitir as cargas ao solo. A mesoestrutura é formada pelos elementos intermediários, como pilares, vigas e

aparelhos de apoio, que realizam a ligação entre a fundação e a parte superior da estrutura. Já a superestrutura compreende os elementos diretamente responsáveis por suportar o tráfego, como lajes e vigas longarinas.

Além do dimensionamento adequado dessas estruturas, é fundamental realizar inspeções e avaliações periódicas para identificar possíveis manifestações patológicas que possam comprometer sua durabilidade e desempenho estrutural. Para isso, são utilizados diferentes métodos de ensaio e equipamentos de diagnóstico estrutural.

Entre os principais métodos utilizados para avaliação de OAEs destacam-se a pacometria, utilizada para identificar a posição e o cobrimento das armaduras no concreto; a esclerometria, que permite estimar a resistência superficial do concreto; a ultrassonografia, utilizada para detectar descontinuidades internas e avaliar a qualidade do material; e a medição de resistividade elétrica, que auxilia na análise do potencial de corrosão das armaduras presentes na estrutura (Junior, Junior e Branco, 2025).

A utilização desses métodos contribui para o monitoramento das condições estruturais das OAEs, permitindo a identificação precoce de patologias e auxiliando na definição de estratégias de manutenção e recuperação, garantindo assim a segurança e a durabilidade dessas importantes estruturas da infraestrutura rodoviária.

4.10 Túneis rodoviários

Os túneis constituem uma importante solução de engenharia para a transposição de obstáculos naturais, especialmente em regiões montanhosas, onde a implantação de rodovias pode ser limitada pela topografia acidentada e por restrições ambientais. De acordo com publicação da Mapfre (2025), essas estruturas desempenham papel fundamental na infraestrutura de transporte, sendo utilizadas não apenas para o tráfego de automóveis, mas também em sistemas ferroviários, metroviários, além de redes de condução de água e energia. A Imagem 5 mostra o exemplo de um túnel destinado para o tráfego de automóveis.

Imagem 5 - Exemplo de túnel destinado ao transporte de automóveis



Fonte: Prefeitura Rio, 2025.

Historicamente, os primeiros túneis eram escavados de forma manual, exigindo grande esforço físico e expondo os trabalhadores a condições extremamente perigosas. Esse método tornava o processo de construção lento, oneroso e com elevado risco de acidentes. Com o avanço das técnicas de engenharia e da tecnologia, novos métodos construtivos foram desenvolvidos, proporcionando maior eficiência e segurança durante a execução dessas obras.

Entre os métodos mais utilizados destaca-se o NATM (*New Austrian Tunneling Method*), ou Novo Método Austríaco de Tunelamento. Esse método baseia-se no princípio de utilizar a própria resistência do maciço rochoso ou do solo como parte integrante da estrutura de suporte do túnel, reduzindo a necessidade de estruturas pesadas de contenção logo no início da escavação. Dessa forma, o NATM permite maior adaptação às condições geológicas encontradas ao longo do processo construtivo (Mapfre, 2025).

Com o passar do tempo, o desenvolvimento de equipamentos e maquinários específicos, como escavadoras mecanizadas, contribuiu para tornar o processo de escavação mais seguro e eficiente, reduzindo riscos operacionais e aumentando a produtividade das obras subterrâneas.

Entretanto, antes da implantação de um túnel, é fundamental a realização de estudos geológicos e geotécnicos detalhados, que permitam identificar as características do maciço, possíveis falhas geológicas, presença de água subterrânea e outras condições que possam influenciar no comportamento da estrutura. Esses estudos são essenciais para a definição do método construtivo mais adequado e para garantir a estabilidade da obra ao longo de sua vida útil.

Além disso, a execução de túneis exige equipes técnicas especializadas e com experiência nesse tipo de empreendimento, uma vez que se trata de obras de elevada complexidade técnica. Existem situações de túneis rodoviários que não aceitam alternativas locais diversas, já em outras, a planta pode ser ajustada, nesses casos é importante buscar a melhor condição para desviar de áreas instáveis e possíveis zonas de falhas (Projeto de Manual de Projeto de Túneis Rodoviários e Ferroviários do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), 2026).

4.11 Viadutos e sua importância na infraestrutura rodoviária

Bastos e Miranda (2017) afirmam que os viadutos constituem importantes OAEs na engenharia civil, sendo estruturas projetadas para permitir a transposição de obstáculos como vales, depressões do terreno ou outras vias de circulação, sem a necessidade de interrupção do fluxo existente. Diferentemente das pontes, que geralmente transpassam cursos d'água, os viadutos são aplicados quando o obstáculo está relacionado ao relevo ou à malha viária.

Os viadutos podem ser definidos como estruturas destinadas à passagem de veículos ou pedestres sobre obstáculos diversos, como rodovias, ferrovias e vales, sendo elementos fundamentais para a conexão entre diferentes regiões e para a organização do espaço urbano e rodoviário.

Essas estruturas desempenham papel fundamental na organização do tráfego urbano e rodoviário, uma vez que possibilitam a separação de fluxos em diferentes níveis, reduzindo conflitos entre veículos, aumentando a segurança viária e contribuindo para a fluidez do tráfego. Além disso, permitem a articulação entre vias

de grande importância, encurtando distâncias e otimizando o tempo de deslocamento, diz Bastos e Miranda (2017). Enquanto a Inove Consultoria complementa com a informação, que nesse sentido, a utilização de viadutos contribui diretamente para a redução de congestionamentos e para a melhoria da eficiência dos sistemas de transporte.

Ainda conforme a Inove Consultoria, no ponto de vista ambiental e urbanístico, a construção de viadutos apresenta vantagens significativas, pois possibilita a interligação entre regiões sem a necessidade de grandes intervenções no terreno natural. Dessa forma, reduz-se o impacto ambiental em comparação a soluções que demandam extensos cortes ou aterros, além de favorecer a preservação das características originais do local. Na Imagem 6 é possível observar a reserva natural presente no entorno da Rodovia dos Imigrantes que deve ser protegida.

Imagem 6 - Reserva natural na Serra do Mar



Fonte: Gazeta do Povo, 2025.

Entretanto, apesar de sua relevância, os viadutos demandam cuidados constantes relacionados à durabilidade e à manutenção (Bastos e Miranda, 2017). Problemas como fissuras, corrosão das armaduras, falhas de drenagem e desgaste superficial são manifestações patológicas recorrentes que podem reduzir a vida útil da estrutura e afetar sua segurança.

4.12 O Sistema Anchieta–Imigrantes no escoamento de cargas

O SAI representa uma das mais importantes infraestruturas rodoviárias do Brasil, desempenhando papel fundamental na ligação entre a Região Metropolitana de São Paulo e o litoral paulista, especialmente com o Porto de Santos, principal complexo portuário do país. Essa conexão é essencial para o escoamento da produção industrial e agrícola brasileira destinada ao comércio exterior.

De acordo com Silva (2015), o primeiro caminho utilizado para a ligação entre São Paulo e Santos remonta ao século XVI, quando o Padre José de Anchieta abriu uma rota rudimentar pela Serra do Mar. O trajeto era extremamente difícil, exigindo grande habilidade dos viajantes, que em determinados trechos precisavam se apoiar nas raízes das árvores para prosseguir pela trilha. Cerca de um século depois, o percurso passou a ser realizado com o auxílio de animais de carga, como burros, facilitando parcialmente o transporte de mercadorias.

Com o avanço das atividades econômicas e o crescimento da necessidade de transporte entre o interior paulista e o litoral, tornou-se evidente a necessidade de uma infraestrutura rodoviária mais adequada. Diante desse cenário, foi autorizado o início da construção de uma estrada que ligasse diretamente a capital paulista ao Porto de Santos.

A Rodovia Anchieta possuía capacidade inicial estimada para atender entre 16 mil e 18 mil veículos por dia. Durante sua construção, as obras sofreram diversas interrupções, mas em abril de 1957 foi entregue a primeira pista, destinada ao sentido ascendente. Dois anos depois, a pista oposta passou a operar, consolidando a primeira ligação rodoviária estruturada entre São Paulo e o litoral (Silva, 2015).

Com o crescimento do fluxo de veículos e da demanda logística ao longo das décadas seguintes, tornou-se necessária a construção de uma nova rodovia para complementar o sistema existente. Assim, foi implantada a Rodovia dos Imigrantes, inaugurada em 1976. A construção dessa rodovia foi realizada em etapas, iniciando-se com a abertura de uma estrada de serviço para acesso à Serra do Mar. Posteriormente, foi construída uma via de aproximadamente 39 quilômetros de extensão, composta por trechos em concreto e asfalto, além de cerca de 300 metros de pontes metálicas (Silva, 2015).

Durante a execução da obra, foram adotadas medidas voltadas à preservação ambiental, como o plantio de grama ao longo da rodovia, buscando reduzir impactos ambientais e contribuir para a estabilização do solo. Além disso, alguns dos locais utilizados como acampamento durante as obras acabaram se transformando em bairros permanentes, que até hoje abrigam comunidades na região da serra.

Silva (2015), afirmou que com o aumento contínuo do fluxo de veículos ao longo dos anos, o sistema passou por novas ampliações. Em 2002, já sob regime de concessão à iniciativa privada, foi inaugurada a segunda pista da Rodovia dos Imigrantes, destinada principalmente ao fluxo de descida da serra. Entretanto, devido às características geométricas da rodovia, especialmente relacionadas à declividade do traçado, a circulação de veículos pesados nesse trecho não foi inicialmente autorizada.

De acordo com informações divulgadas pelo Diário do Litoral (2024), foram realizados mais de 70 testes com veículos pesados, com pesos variando entre 4 e 74 toneladas, para avaliar a viabilidade de utilização da rodovia por esse tipo de transporte. Os estudos foram acompanhados por cerca de 50 especialistas, que analisaram o comportamento dos veículos ao longo do trajeto. Os resultados indicaram que a utilização intensa dos freios durante a descida poderia gerar aquecimento excessivo dos sistemas de frenagem, aumentando o risco de falhas e comprometendo a segurança da operação.

Dessa forma, o SAI consolidou-se como um dos principais corredores logísticos do país, sendo responsável por grande parte do fluxo de cargas destinadas ao Porto de Santos. Contudo, o crescimento contínuo da movimentação portuária e do volume de veículos evidencia a necessidade de constantes investimentos em infraestrutura para garantir maior eficiência logística e segurança no transporte.

4.13 Expansão da Rodovia dos Imigrantes e soluções para mobilidade logística

Diante do crescimento contínuo da movimentação de cargas destinadas ao Porto de Santos e da consequente pressão sobre o sistema viário existente, a

ampliação da infraestrutura rodoviária tornou-se uma medida necessária para garantir maior eficiência logística e segurança no transporte. Nesse contexto, destaca-se o projeto de expansão da Rodovia dos Imigrantes, que busca reduzir os gargalos operacionais existentes no SAI, especialmente no trecho de descida da Serra do Mar.

Conforme levantado por Gomes (2026), o projeto de expansão da rodovia tem como principal objetivo solucionar limitações logísticas relacionadas ao transporte de cargas entre o planalto paulista e o litoral. Um dos principais desafios enfrentados nesse corredor logístico está associado às condições topográficas da Serra do Mar, que impõem restrições geométricas e operacionais ao tráfego de veículos pesados.

Entre as principais intervenções previstas no projeto destaca-se a construção de um túnel com aproximadamente 6 km de extensão, cuja execução exigirá a aplicação de técnicas avançadas de engenharia e métodos construtivos específicos para obras subterrâneas. A implantação de túneis em regiões montanhosas representa uma solução eficiente para superar obstáculos geográficos, permitindo trajetos mais seguros e com melhores condições operacionais (Gomes, 2026).

Além da complexidade construtiva, estruturas dessa natureza exigem planejamento rigoroso e programas de manutenção contínua após sua implantação, garantindo o monitoramento das condições estruturais e operacionais ao longo do tempo. Esse acompanhamento é essencial para assegurar a segurança dos usuários e a durabilidade da infraestrutura.

Outro aspecto relevante do projeto refere-se ao impacto esperado na capacidade do sistema viário. Segundo publicação da Setcesp (2025), estima-se que, com a implementação da nova infraestrutura, haverá um aumento de até 145% na capacidade de tráfego de caminhões e ônibus no trecho da Serra do Mar, contribuindo significativamente para a melhoria do fluxo logístico entre a Região Metropolitana de São Paulo e o Porto de Santos.

Dessa forma, a expansão da Rodovia dos Imigrantes representa uma intervenção estratégica para a infraestrutura de transporte brasileira, uma vez que busca atender à crescente demanda logística do país, reduzir gargalos operacionais e fortalecer a competitividade das cadeias produtivas que dependem do escoamento eficiente de cargas para o comércio exterior.

5 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, com abordagem qualitativa e apresentação exploratória e descritiva.

Guerra (2014) aponta que o homem não é um ser passivo, ele segue com um comportamento interativo e interpretativo. Diante disso, o mundo evoluiu buscando melhores condições de vida para a sociedade.

A pesquisa bibliográfica e documental foram os procedimentos utilizados para construção do estudo de caso, tendo como objetivo de análise a proposta de implementação de uma nova pista na Rodovia dos Imigrantes e seus possíveis impactos na mobilidade logística e no desenvolvimento do Porto de Santos.

5.2 Levantamento e seleção das fontes

Inicialmente, foi realizado um levantamento preliminar de informações por meio de ferramentas de busca na internet, como o Google, Google Scholar e Scielo, com o objetivo de identificar conteúdos relevantes relacionados ao tema do estudo.

Durante essa etapa, foram analisadas notícias, publicações institucionais, artigos científicos e obras acadêmicas que abordam aspectos relacionados à infraestrutura rodoviária, logística de transporte e planejamento portuário.

A partir dessa busca inicial, foram identificados alguns pontos-chave considerados fundamentais para o desenvolvimento do trabalho, os quais orientaram o aprofundamento da pesquisa bibliográfica. Para o refinamento das buscas bibliográficas, foram utilizadas palavras-chave relacionadas ao tema da pesquisa que estão citadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Palavras-chave utilizadas nas pesquisas

Palavras-chave
Implementação, expansão e história da Rodovia dos Imigrantes
Sistema Anchieta-Imigrantes
Restrição de veículos pesados na Rodovia dos Imigrantes
Túneis e construção de túneis em rodovias

Obras de arte especiais em rodovias
Viadutos em áreas de preservação ambiental
Licenciamento ambiental da terceira pista da Rodovia dos Imigrantes
Projeto geométrico de rodovias
Gargalos logísticos no acesso ao Porto de Santos
Ferrovias em Santos
Planejamento portuário
Importância do Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) para o Porto de Santos
Infraestrutura no Porto de Santos
Plano nacional de logística portuária (PNLP)
Importância da exportação para o desenvolvimento econômico do Brasil

Fonte: Arquivo próprio, 2026.

Para promover a dinâmica do trabalho, foram utilizadas ferramentas de apoio, como Canva, ChatGPT e Excel para elaboração de quadros, gráficos, adaptação de imagens e comparativos.

5.3 Organização e análise das informações

Após a seleção das fontes bibliográficas e documentais, o material coletado foi estruturado, estabelecendo uma sequência lógica de apresentação dos conteúdos ao longo do trabalho. Inicialmente, foi realizada a referência bibliográfica, contextualizando o SAI de forma histórica e funcional, seguida pela abordagem dos aspectos relacionados à engenharia de infraestrutura rodoviária, como construção de túneis, viadutos e demais OAEs.

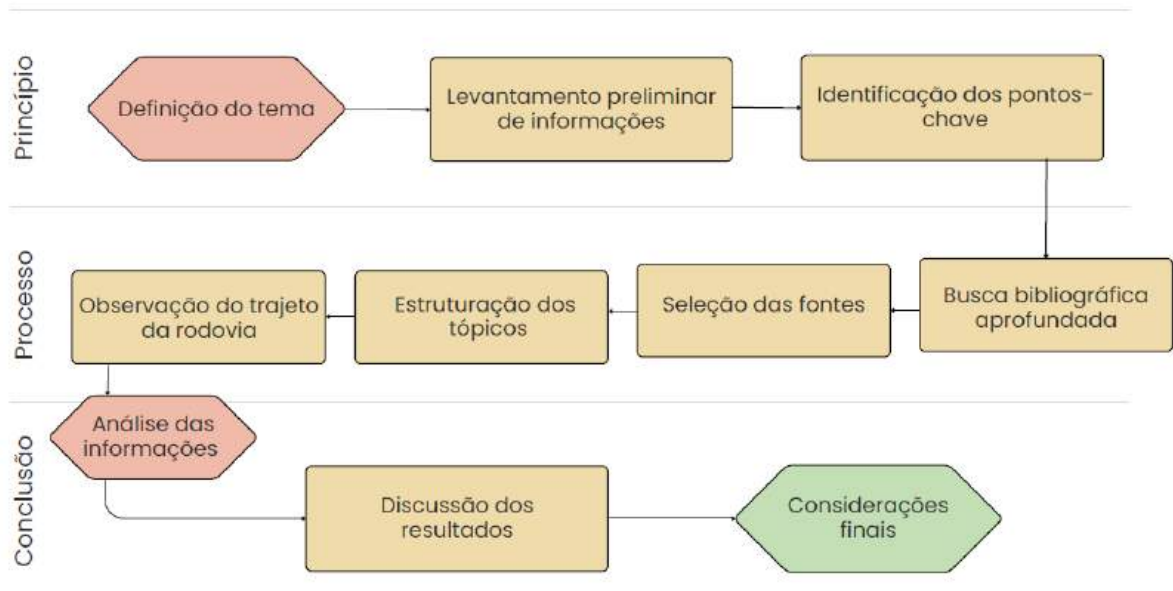
Na sequência, foram discutidos aspectos relacionados ao planejamento logístico e à importância estratégica do Porto de Santos para o escoamento de mercadorias, considerando também os instrumentos de planejamento portuário e os desafios de infraestrutura existentes na região.

Adicionalmente, foi realizada observação direta do trajeto da Rodovia dos Imigrantes, por meio de deslocamento entre a cidade de São Paulo e o município de Santos, permitindo a compreensão prática das características da rota utilizada para o transporte de cargas em direção ao porto.

Complementarmente à visita técnica à cidade de Santos, procedeu-se à participação em palestra com representantes do setor logístico e portuário, como estratégia de coleta de dados qualitativos sobre a infraestrutura portuária e as necessidades de investimentos voltados à melhoria da mobilidade de acesso ao Porto de Santos.

Por fim, a partir da análise do material bibliográfico e documental selecionado, foram desenvolvidas reflexões acerca da relevância da ampliação da infraestrutura rodoviária de acesso ao Porto de Santos, relacionando os dados encontrados na literatura com os possíveis impactos na mobilidade logística, na eficiência do transporte de cargas e no desenvolvimento econômico regional.

Imagem 7 - Fluxograma das etapas de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Arquivo próprio, 2026.

A Imagem 7 apresenta, de forma esquemática, as principais etapas metodológicas adotadas para o desenvolvimento do presente trabalho.

6 DESENVOLVIMENTO

6.1 A importância da movimentação portuária no Porto de Santos

O Porto de Santos registra números elevados de movimentação de carga, além de apresentar tendência de crescimento todos os anos, e por isso é considerado o maior e mais movimentado porto da América Latina, de acordo com a publicação oficial da Organização das Nações Unidas (ONU) em 2025. Através dos portos é possível intercambiar cargas e pessoas, proporcionando conexões e impulsionando o desenvolvimento econômico dos países (APS, 2025).

O Ministério de Portos e Aeroportos do Governo Federal apontou em 2025 o papel e a importância dos portos para o Brasil. De acordo com a matéria publicada, cerca de 95% dos produtos internalizados chegam através do mar, além de alimentos e matérias-primas, também é importado roupas, sapatos e uma gama imensa de outros produtos.

Anualmente o porto bate recordes de movimentação de carga, e de acordo com a matéria publicada pela APS em dezembro de 2025, com o volume registrado em novembro do mesmo ano, já supera as expectativas para o período.

Tabela 1 - Resumo das movimentações de carga no Porto de Santos mensal e acumulado baseado no mês de novembro de 2025

RESUMO DAS MOVIMENTAÇÕES DE CARGAS NO PORTO DE SANTOS
COMPARATIVOS MENSAL E ACUMULADO

em toneladas

DESCRIÇÃO	NOVEMBRO		VAR %	ATE NOVEMBRO		VAR %
	2024	2025		2024	2025	
EMBARQUES	10.058.691	11.568.253	15,0	122.976.121	126.678.527	3,0
DESEMBARQUES	4.103.508	4.557.995	11,1	44.142.893	44.945.064	1,8
Total	14.162.199	16.126.248	13,9	167.119.014	171.623.591	2,7

Fonte: Autoridade Portuária de Santos (APS), 2025.

A Tabela 1 apresenta um crescimento significativo entre os anos de 2024 e 2025. É possível observar que o total geral movimentado passou de 167,1 milhões de toneladas em 2024 para 171,6 milhões de toneladas em 2025, representando um aumento de 2,7%, conforme indicado pela coluna VAR (%), a qual expressa a variação percentual entre os períodos analisados. O fator que tem mais impacto nesse aumento são os valores registrados de embarques, que representam uma variação positiva de

3,0%, enquanto os desembarques apresentaram elevação mais moderada, de 1,8%. O raciocínio pode ser finalizado observando no final da tabela, que apesar do aumento expressivo no volume total de cargas movimentadas, nota-se que o fluxo de navios apresentou crescimento relativamente baixo, de apenas 2,3%, o que pode ser explicado pela maior eficiência operacional do porto, pelo uso de embarcações com maior capacidade de carga e pelo fato de que determinadas mercadorias, embora classificadas predominantemente como embarque, também podem ser desembarcadas e vice-versa, conforme indicado na observação da tabela.

Embora o aumento da movimentação de cargas no Porto de Santos indique avanços significativos e reforce sua relevância no cenário logístico nacional, esse crescimento também intensifica a dependência de uma infraestrutura logística terrestre adequada. Assim, a eficiência da infraestrutura rodoviária torna-se um fator determinante para garantir a fluidez do transporte de cargas, evitar gargalos operacionais e manter a competitividade do porto no cenário nacional.

6.2 Os gargalos logísticos e o papel da infraestrutura

Levando em consideração que a maior parte do transporte ocorre por meio do modal rodoviário, existe uma elevada dependência desse modal, tornando a infraestrutura viária um elemento estratégico para a fluidez das operações logísticas, influenciando diretamente os custos de transporte, os níveis de serviço e a competitividade do porto. Nesse contexto, os corredores rodoviários que conectam o Porto de Santos às regiões produtoras do interior assumem importância central, destacando-se o SAI como principal eixo de ligação entre a Baixada Santista e a Região Metropolitana de São Paulo.

Frente à relevância atribuída aos acessos rodoviários, o planejamento estratégico da infraestrutura portuária e de seus sistemas de acesso assume papel fundamental. O PDZ foi desenvolvido para estabelecer diretrizes voltadas à expansão da capacidade portuária, à organização do uso do solo e à melhoria dos acessos logísticos ao complexo.

6.2.1 Análise comparativa entre o planejamento previsto e a execução

O PDZ apresenta uma proposta de redefinição da poligonal da área portuária, com o objetivo de ampliar a capacidade operacional e promover melhor distribuição da área disponível. A proposta contempla a incorporação de novas áreas ao complexo portuário, reorganização dos espaços existentes e formação de *clusters*¹ logísticos por tipologia de carga.

No planejamento, observa-se o aumento significativo das áreas destinadas à armazenagem de granéis sólidos, granéis líquidos e carga geral, além da reorganização espacial dos terminais de contêineres. A nova poligonal também prevê áreas específicas de docas para embarcações atracadas, buscando maior eficiência operacional e redução de conflitos logísticos.

Conforme noticiado pelo G1 (2020), o Ministério da Infraestrutura aprovou a ampliação da área do porto e surgiu a possibilidade de arrendamento de áreas fora da jurisdição direta da Autoridade Portuária. Entretanto, segundo nova publicação de Thiago D’Almeida (2025), os trâmites para de fato iniciar a ampliação ainda se encontram em fase administrativa, evidenciando que a execução ocorre de forma gradual e depende de análises técnicas. Este cenário demonstra uma defasagem temporal entre o planejamento estratégico e sua implementação prática.

No que se refere à movimentação de contêineres, o PDZ reconhece a necessidade de ampliação das áreas de armazenagem, considerando que essa tipologia de carga demanda extensos pátios operacionais. As áreas atualmente destinadas a essa finalidade encontram-se demarcadas na Imagem 8.

¹ *Clusters*: um conjunto de coisas semelhantes agrupadas.

Imagem 8 - Áreas destinadas à armazenagem de contêineres



Fonte: Ministério de Portos e Aeroportos do Governo Federal – 2023.

Como solução ocupacional, o plano propõe a implantação de um grande terminal de contêineres na região do Saboó. A Imagem 9 apresenta um comparativo entre a situação atual da área e a perspectiva futura prevista no planejamento, evidenciando expressiva expansão da capacidade instalada.

Imagem 9 - Comparativo entre a situação atual e a previsão do espaço disponível para armazenagem de contêineres no Porto de Santos



Situação Atual

Situação Prevista

Fonte: Adaptado o Ministério de Portos e Aeroportos do Governo Federal – 2023.

Contudo, a execução dessa proposta ainda enfrenta entraves. De acordo com matéria publicada pelo G1 (2025), parte significativa da área destinada ao futuro terminal encontra-se atualmente ocupada por arrendatários em caráter transitório. O

leilão da área estava previsto para março de 2026, condicionado ao encerramento dos contratos vigentes.

Adicionalmente, o Poder360 (2026) noticiou a suspensão da licitação após ação judicial da Associação Brasileira dos Terminais de Contêineres, sob o argumento de que a proposta licitatória divergia das diretrizes estabelecidas pelo PDZ. Esse episódio evidencia conflito entre planejamento estratégico e decisões administrativas pontuais, demonstrando que a execução prática pode sofrer interferências institucionais e judiciais.

Dessa forma, observa-se que, embora a expansão da área destinada a contêineres esteja prevista de forma estruturada no planejamento, sua concretização ainda se encontra em estágio inicial.

Em relação aos granéis sólidos vegetais (soja, milho, farelo, trigo e açúcar) o PDZ propõe a modernização dos terminais existentes, ampliação da capacidade ferroviária e integração logística entre pátios ferroviários e áreas portuárias. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta do lado esquerdo a situação atual das áreas de armazenagem nos bairros Ponta da Praia e Jardim Boa Esperança (Vicente de Carvalho) e do lado direito a previsão após implementações previstas no PDZ.

Imagem 10 - Comparativo entre a situação atual e o previsto nos bairros Ponta da Praia e Jardim Boa Esperança (Vicente de Carvalho) no Porto de Santos



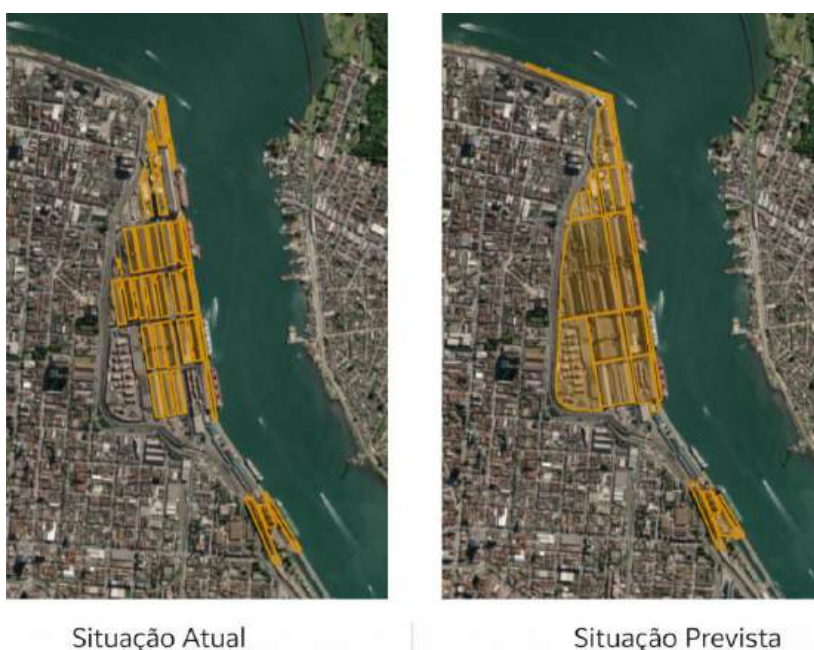
Fonte: Adaptado do Ministério de Portos e Aeroportos do Governo Federal – 2023.

Na região da Ponta da Praia, não há possibilidade de expansão, uma vez que o espaço disponível é restrito, havendo construções em seu entorno e a presença

de terminais destinados à movimentação de cargas gerais. Em contrapartida, no bairro Jardim Boa Esperança existe disponibilidade de área para novas construções. Além disso, a área atualmente destinada à movimentação de granéis sólidos é extensa, o que representa uma excelente oportunidade para a consolidação e organização de um conjunto logístico voltado a esse tipo de carga nesse espaço.

Enquanto a Imagem 11 ilustra o comparativo entre a situação atual e a perspectiva de expansão a longo prazo, com destaque para o bairro Docas.

Imagem 11 - Comparativo entre a situação atual e a expectativa de melhoria no espaço de armazenagem a longo prazo no bairro Docas



Fonte: Adaptado do Ministério de Portos e Aeroportos do Governo Federal – 2023.

Quanto aos granéis líquidos, o planejamento prevê leilões de áreas na região da Alemoa e obras em terminais na região de Barnabé, visando ampliar a capacidade de armazenamento. Também há expectativa de melhorias nas áreas destinadas à celulose, granéis minerais de desembarque e movimentação de passageiros.

Além disso, observa-se que essa reconfiguração espacial está diretamente associada à necessidade de modernização da infraestrutura portuária e à adaptação às novas demandas do comércio internacional. A especialização das áreas operacionais tende a favorecer ganhos de produtividade, otimizar o fluxo logístico e reduzir gargalos, contribuindo para tornar o porto mais competitivo em escala global,

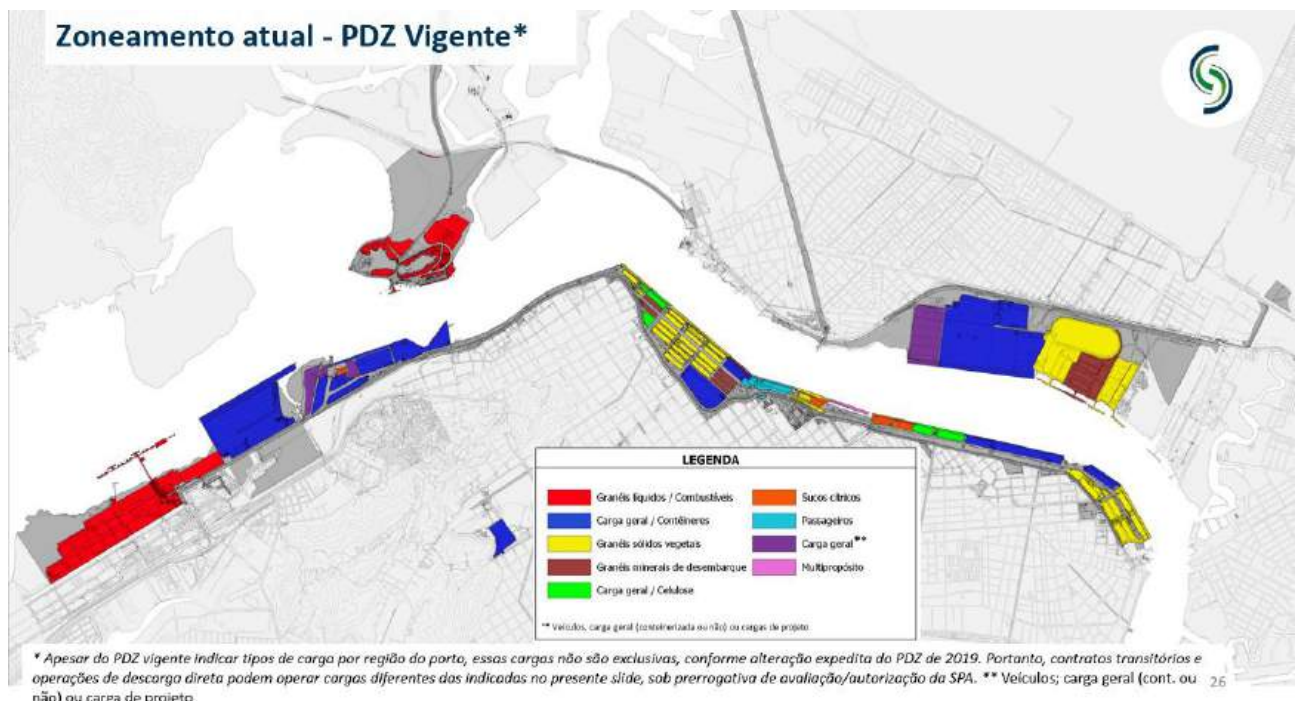
ao mesmo tempo em que possibilita uma gestão mais estratégica e integrada dos seus espaços.

Por se tratar de documento vigente e com horizonte de execução até 2040, o PDZ encontra-se em fase contínua de implementação, o que explica o fato de muitas intervenções ainda estarem em fase inicial ou intermediária.

Um dos principais eixos estruturantes do planejamento é a formação de *clusters* logísticos, agrupando cargas de características semelhantes em regiões específicas do porto. Essa reorganização busca promover maior eficiência operacional, reduzir conflitos de circulação interna e aumentar a capacidade global de armazenagem.

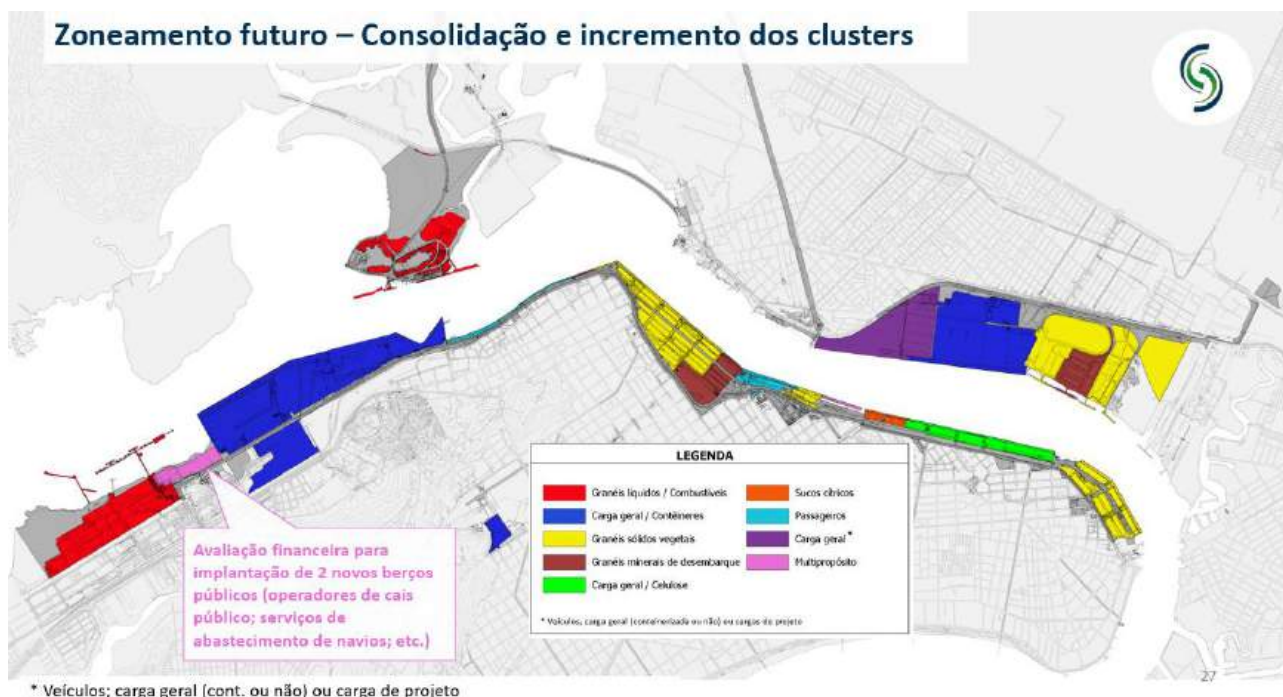
A comparação entre o zoneamento atual demonstrado na Imagem 12 e o zoneamento futuro previsto que consta na Imagem 13 evidencia uma transformação significativa na lógica de ocupação territorial, com maior especialização das áreas e redefinição funcional dos espaços.

Imagem 12 - Zoneamento atual no Porto de Santos



Fonte: Plano de Desenvolvimento e Zoneamento – 2020.

Imagem 13 - Zoneamento futuro previsto para o Porto de Santos



Fonte: Plano de Desenvolvimento e Zoneamento – 2020.

De modo geral, verifica-se que o planejamento apresentado no PDZ é abrangente, tecnicamente estruturado e alinhado às demandas de crescimento do Porto de Santos. Contudo, a execução prática revela um ritmo mais lento que o inicialmente previsto, influenciado por diversos fatores.

Assim, pode-se concluir que há coerência entre o planejamento estratégico e as intervenções em andamento, porém a consolidação das mudanças depende da superação de entraves institucionais e da efetiva realização das obras estruturais complementares. O cronograma estabelece horizonte até 2040, indicando que os impactos plenos das transformações ainda se encontram em fase de maturação.

5.2.4 Gargalos logísticos ainda existentes

Apesar dos avanços estruturais previstos no PDZ e do aumento significativo na capacidade operacional do Porto de Santos nos últimos anos, ainda persistem gargalos logísticos que impactam diretamente a eficiência do comércio exterior brasileiro.

Em entrevista à BandNews (2025), o jornalista destacou a fragilidade estrutural da infraestrutura logística nacional. Segundo ele, caso houvesse um aumento expressivo da demanda internacional, como exemplo a hipótese de duplicação das exportações para os Estados Unidos, o sistema portuário, aeroportuário e rodoviário brasileiro enfrentaria sérios riscos de colapso, mesmo diante de um crescimento de apenas 20% no volume exportado. Além disso, ele enfatiza que, os principais desafios enfrentados pelo Porto de Santos, envolvem a programação de embarque, janelas de atracação, congestionamentos em acessos terrestres e limitações operacionais que provocam atrasos ao longo de toda a cadeia logística. Tais entraves resultam no aumento significativo de custos operacionais, podendo, em determinados casos, ultrapassar o valor agregado da própria carga transportada.

No âmbito institucional, a CNT (2025) promoveu uma reunião técnica envolvendo representantes do Sistema Transporte, tendo como pauta central os gargalos logísticos que comprometem a competitividade brasileira no cenário internacional.

Durante a reunião foram destacados os problemas logísticos enfrentados por todos os modais, devido ao baixo investimento na infraestrutura através da ausência de uma política de Estado consolidada e de longo prazo. Além disso, o assunto sobre o treinamento e a capacitação de profissionais para que estejam preparados para a alta demanda do mercado global.

Os problemas enfrentados pelos diversos modais decorrem, em grande parte, do baixo nível histórico de investimento em infraestrutura e da ausência de uma política de Estado consolidada e de longo prazo. Além das deficiências estruturais, também foi apontada a necessidade de capacitação técnica e qualificação profissional para atender à crescente complexidade das operações logísticas globais.

O debate institucional reforça que os gargalos logísticos não se limitam a questões pontuais de gestão, mas configuram um problema sistêmico, envolvendo planejamento estratégico, investimentos públicos e privados e integração entre modais.

Segundo a Associação Brasileira de Logística (2024), as limitações estruturais geram perdas bilionárias ao país, especialmente em razão de restrições

operacionais, como limitações de calado em determinados portos, que impedem o pleno carregamento das embarcações e reduzem a competitividade das exportações brasileiras.

No caso específico do Porto de Santos, foi avaliado que a situação é crítica em razão da escassez de áreas para armazenagem, projetando possível cenário de colapso entre 2027 e 2028 caso medidas estruturais não sejam efetivamente implementadas.

Em contrapartida, a APS sustenta que investimentos em curso são suficientes para equacionar a demanda atual e refuta a hipótese de colapso no curto prazo. A entidade argumenta que parte significativa das cargas não embarcadas decorre da limitação histórica dos acessos terrestres, especialmente da dependência da Rodovia Anchieta, principal via de ligação entre o planalto e a Baixada Santista, construída há 77 anos, quando a movimentação anual girava em torno de 4 milhões de toneladas. Atualmente, o complexo portuário opera aproximadamente 174 milhões de toneladas por ano, evidenciando a discrepância entre a infraestrutura originalmente projetada e a demanda contemporânea.

Essa disparidade reforça a necessidade de expansão e modernização dos corredores logísticos de acesso ao porto, incluindo melhorias rodoviárias e ampliação da participação ferroviária. Nesse contexto, a nova pista da Rodovia dos Imigrantes assume papel estratégico, ao contribuir para a diversificação dos fluxos de descida da serra e reduzir a sobrecarga histórica da Rodovia Anchieta.

Portanto, embora o planejamento portuário contemple intervenções estruturais de médio e longo prazo, os gargalos logísticos ainda existentes demonstram que a infraestrutura brasileira opera próxima ao limite de sua capacidade. A superação desses entraves depende não apenas da execução das obras previstas no PDZ, mas também da consolidação de políticas públicas integradas, investimentos contínuos e articulação eficiente entre os diferentes modais de transporte.

6.2.5 Análise crítica sobre a efetividade do PDZ

Existe uma contraposição entre a capacidade da infraestrutura de acesso e o volume atualmente movimentado, que reforça a necessidade de expansão e modernização dos corredores logísticos que conectam o planalto ao complexo portuário. Além disso, torna-se indispensável a ampliação e melhoria da malha rodoviária, de modo a compatibilizar a infraestrutura existente com a intensidade das operações logísticas contemporâneas.

Dessa forma, a nova pista da Rodovia dos Imigrantes apresenta um papel estratégico na dinâmica logística da região. Ao ampliar a capacidade de descida da Serra do Mar, a via contribui para a diversificação dos fluxos de acesso ao Porto de Santos, mitigando a sobrecarga histórica da Rodovia Anchieta e reduzindo os impactos de congestionamentos recorrentes.

Entretanto, embora o planejamento portuário apresente opções de intervenções estruturais de médio e longo prazo, é evidente os gargalos logísticos ainda existentes, evidenciando o fato da infraestrutura nacional operar próxima ao limite de sua capacidade operacional, o que torna nítido a necessidade de ações em conjunto entre planejamento estratégico e execução efetiva.

A solução desses entraves depende não apenas da implementação das obras previstas no PDZ, mas também da consolidação de políticas públicas integradas e da continuidade dos investimentos em infraestrutura. Dessa forma, é possível assegurar maior previsibilidade operacional, competitividade internacional e sustentabilidade logística ao Porto de Santos e à economia brasileira.

6.3 A Rodovia dos Imigrantes e a implantação da nova pista

O SAI é o principal eixo de ligação entre a Região Metropolitana de São Paulo e a Baixada Santista, sendo fundamental para o escoamento de cargas destinadas ao Porto de Santos.

Diante do crescimento da movimentação portuária, o Governo do Estado de São Paulo, em parceria com a Ecovias, desenvolveu projeto para implantação de uma nova pista, com previsão de aumento de aproximadamente 145% na capacidade de circulação de veículos pesados, conforme divulgado pela Agência de Notícias do Governo do Estado de São Paulo (2025).

A ampliação busca aumentar a capacidade operacional do sistema e reduzir os gargalos logísticos nos acessos à Serra do Mar. Considerando as expansões previstas no PDZ para o Porto de Santos, a adequação da infraestrutura rodoviária torna-se essencial para garantir maior fluidez, reduzir atrasos e evitar impactos negativos na competitividade das exportações.

6.3.1 Caracterização da Rodovia dos Imigrantes

O Porto de Santos é o maior da América Latina, registrando sucessivos recordes de movimentação de cargas, conforme dados divulgados pelo G1 (2026), com base em informações da Autoridade Portuária de Santos. Sua localização é estratégica, situada próxima ao principal polo econômico do país, o estado de São Paulo, que concentra parcela significativa das empresas exportadoras brasileiras, segundo a Agência de Notícias do Governo do Estado de São Paulo (2026).

Nesse contexto logístico, a Rodovia dos Imigrantes foi denominada como corredor estratégico de exportação entre São Paulo e Santos. Sua implantação teve como objetivo ampliar a fluidez do tráfego e reduzir a sobrecarga da Via Anchieta, que já apresentava sinais de saturação à época.

Trata-se de uma rodovia de alta complexidade técnica, implantada na descida da Serra do Mar, com soluções estruturais modernas para a época de sua construção. No entanto, suas características geométricas e ambientais impõem desafios operacionais relevantes. Conforme noticiado pelo UOL (2013), um acidente provocado por fortes chuvas resultou em vítimas fatais e na paralisação do tráfego por mais de 30 horas, evidenciando a vulnerabilidade do sistema em situações climáticas adversas.

Além disso, em razão da incidência frequente de neblina na região serrana, a Polícia Militar Rodoviária de São Paulo realiza, em determinados períodos, a chamada “operação comboio”, na qual os veículos são conduzidos em baixa velocidade para reduzir riscos de acidentes, conforme informações do Diário do Litoral (2024).

Outro aspecto relevante refere-se à restrição de tráfego de veículos pesados na pista descendente da Rodovia dos Imigrantes. Segundo Diário do Litoral (2024), em 2005 a concessionária Ecovias firmou contrato com o Departamento de Engenharia Aeronáutica da Universidade de São Paulo (USP São Carlos) para realização de estudos de frenagem. Os testes, realizados com veículos entre 4 e 74 toneladas, indicaram que veículos pesados demandavam uso mais intenso dos freios na descida da serra, provocando superaquecimento e risco potencial de falha mecânica. Em razão desses resultados, determinou-se que caminhões e ônibus utilizassem preferencialmente a Via Anchieta no sentido de descida.

Assim, embora a Rodovia dos Imigrantes tenha sido concebida como corredor estratégico de exportação, sua utilização para o transporte de cargas permanece limitada, concentrando o escoamento rodoviário pesado na Via Anchieta. Ainda assim, diante da crescente demanda logística do Porto de Santos, observa-se que a Rodovia dos Imigrantes apresenta potencial estratégico para ampliação de sua participação no sistema de escoamento, especialmente com a implantação da nova pista prevista no projeto de expansão do SAI.

6.3.2 Justificativas para a implantação da nova pista

A implantação da nova pista da Rodovia dos Imigrantes está diretamente relacionada à necessidade de mitigação dos congestionamentos recorrentes na descida da Serra do Mar. Conforme publicado pelo Soares (2024), a limitação de uso da Imigrantes majoritariamente por veículos leves configura um gargalo logístico, especialmente diante da crescente demanda por transporte de cargas destinadas ao Porto de Santos.

Durante palestra realizada na Associação Comercial de Santos (ACS), o diretor de operações da APS, destacou que o Porto movimentou aproximadamente 180 milhões de toneladas em 2024, sendo cerca de 60% desse volume transportado por rodovia. Ressaltou ainda que, atualmente, apenas a Via Anchieta permite o tráfego regular de veículos pesados no sentido de descida da serra (Mendes, 2025).

Segundo o diretor, a Anchieta possui apenas duas faixas de rolamento em determinados trechos, além da ausência de acostamento em pontos específicos, tratando-se de uma rodovia construída há aproximadamente 80 anos, quando o volume anual movimentado era significativamente inferior (cerca de 4 milhões de toneladas). Tal cenário evidencia o risco operacional e a fragilidade estrutural de manter o escoamento de cargas concentrado em uma única via.

Dessa forma, a implantação da terceira via da Rodovia dos Imigrantes surge como alternativa estratégica para ampliar a capacidade do sistema viário e proporcionar maior eficiência no deslocamento entre a Região Metropolitana de São Paulo e o litoral. O projeto prevê infraestrutura de alta complexidade, incluindo túnel imerso, viadutos e aproximadamente 17 km de túneis escavados na Serra do Mar.

Conforme divulgado pelo Correio do Estado (2025), a expectativa é que a nova estrutura absorva parte do fluxo superior a 250 mil veículos registrados em finais de semana, reduzindo a sobrecarga da infraestrutura existente e aumentando a segurança operacional do sistema.

Assim, a justificativa para implantação da nova pista fundamenta-se na necessidade de diversificação dos acessos rodoviários, aumento da capacidade de tráfego de veículos pesados e adequação da infraestrutura à atual escala de movimentação portuária.

6.3.3 Características técnicas e operacionais da nova pista

De acordo com publicação da Setcesp (2025), a terceira pista na Imigrantes será capaz de absorver o tráfego sem a necessidade de uma quarta pista. O projeto ainda passará por sondagens e estudo geológicos, visando a melhor geometria a fim de proporcionar a descida de veículos pesados, ampliando sua capacidade.

O custo estimado de investimento para a implementação varia entre R\$ 6 bilhões, em matérias públicas entre final de 2024 e início de 2025, tendo oscilações que chegam até R\$ 8 bilhões, em matérias mais atuais publicadas em janeiro de 2026. A variação se deve por conta que a obra ainda não foi licitada e contratada, isso gera alterações no orçamento que vão sendo atualizados com o passar do tempo.

A proposta, conforme publicação da Setcesp (2025), prevê a implantação de uma via com aproximadamente 21,5 quilômetros de extensão, cujo traçado será composto em maior parte por túneis devido às características montanhosas da região. Desse total, cerca de 17 quilômetros serão em túneis e quatro quilômetros em viadutos. Destaca-se que um dos túneis terá seis quilômetros de extensão, tornando-se o maior túnel rodoviário do Brasil.

A fim de garantir que veículos pesados possam descer a Rodovia dos Imigrantes, o projeto contemplará a correção da inclinação, sendo adotada uma declividade de 4%, visando proporcionar maior segurança para a circulação dos veículos. Apesar de ser planejada prioritariamente como pista de descida, a estrutura terá operação reversível em períodos de maior fluxo no sentido Capital.

Ainda de acordo com a matéria da Setcesp (2025), a previsão de entrega dos projetos básico e executivo, além do licenciamento ambiental, está previsto para o primeiro semestre de 2026, e a entrega final deverá ocorrer até 2031, de acordo com o cronograma.

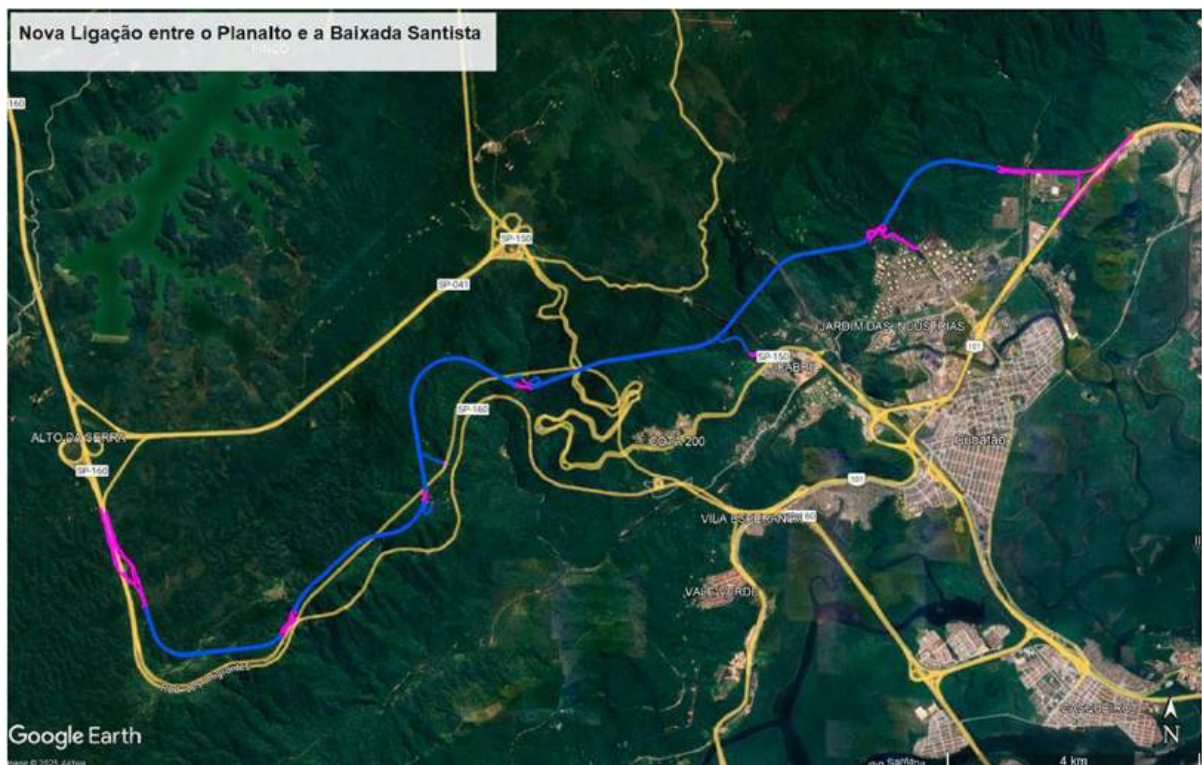
De acordo com a matéria da Be News (2025), o Ministério Público já abriu um inquérito de acompanhamento do processo de licenciamento ambiental da implementação da nova pista da Rodovia dos Imigrantes. O documento foi aberto com o intuito de supervisionar o projeto de construção dos túneis que farão parte de vários trechos da rodovia. O projeto atualmente está visando a construção de um traçado de rodovia em local de área de proteção ambiental, onde será necessário ter uma análise rigorosa quanto aos impactos sobre a fauna, flora e comunidades locais.

Quanto ao projeto, a Be News (2025) informa que a terceira pista está sendo projetada com destino exclusivo à movimentação de cargas com destino ao Porto de Santos. O traçado terá início no km 43 da Rodovia dos Imigrantes, possibilitando acesso por meio do Rodoanel Mário Covas (SP-021), em trecho localizado próximo à pista de interligação com a Via Anchieta. No litoral, a conexão

ocorrerá no km 265 da Rodovia Cônego Domênico Rangoni (SP-055), nas proximidades do Polo Industrial de Cubatão.

Conforme Imagem 14, é possível ver a proposta de traçado da terceira pista, iniciando no km 43 da Rodovia dos Imigrantes, percorrendo a Serra do Mar com alguns trechos de túneis, tendo seu final próximo à Cubatão, encontrando novamente ao traçado já existente.

Imagem 14 - Proposta de traçado da nova pista da Rodovia dos Imigrantes



Legenda:

- Trechos em túnel
- Emboques dos túneis e trechos em superfície
- Rodovias existentes

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) adaptado no site Viatrolebus, 2025.

Na Imagem 15 é possível analisar que o traçado preliminar da terceira pista prevê a implantação de múltiplas OAEs, incluindo viadutos e estruturas elevadas, necessárias para vencer a topografia da Serra do Mar e minimizar impactos ambientais.

Imagem 15 - Presença de OAEs no traçado proposto

Governo apresenta projeto para terceira pista na Imigrantes



Fonte: O Globo, 2025.

6.3.4 Impactos esperados na mobilidade rodoviária e regional

Conforme matéria divulgada pelo Gazeta de São Paulo (2025), como atualmente a descida de carga é realizada apenas pela Rodovia Anchieta, isso gera um gargalo logístico, dificultando a chegada dos produtos no Porto, atrasando os prazos de exportação.

Com a construção da nova pista na Rodovia dos Imigrantes, a intenção é de que ela seja utilizada exclusivamente por veículos pesados, aumentando muito a capacidade de escoamento, principalmente durante os períodos de alta demanda, como feriados prolongados e férias.

Tudo isso garantirá uma melhor fluidez tanto na rodovia, quanto em regiões urbanas de Santos, São Paulo, Guarujá, São Vicente, Praia Grande e Cubatão. A expectativa é de que a implementação da terceira pista proporcione um aumento na

capacidade total do SAI cerca de 25% e 145% para descida de veículos pesados. A Quadro 2 demonstra as mudanças que esperadas posteriormente.

Quadro 2 - Comparativo entre atual e previsto após a implementação da terceira pista na Rodovia dos Imigrantes

Comparativo entre atual e previsto		
Indicador analisado	Situação atual	Situação com a nova pista
Capacidade total do sistema	Referência atual do SAI	Aumento estimado de aproximadamente 25%
Capacidade de descida de veículos pesados	Fluxo concentrado principalmente na Anchieta	Aumento estimado de 145% na capacidade de descida de caminhões
Distribuição do tráfego	Caminhões majoritariamente pela Anchieta e veículos leves pela Imigrantes	Redistribuição do tráfego com nova alternativa para veículos pesados
Extensão da pista entre São Paulo – Baixada Santista	Aproximadamente 50 km até Cubatão (finalizando em Santos; total 57 km)	Aproximadamente 59 km até Cubatão (finalizando em Cubatão)
Função logística	Limitações operacionais em períodos de alto fluxo	Maior eficiência no escoamento de cargas para exportação
Impactos regionais	Fluxo turístico e logístico sujeito a congestionamentos	Maior fluidez, estímulo ao turismo e fortalecimento econômico

Fonte: Arquivo próprio, 2026.

Além de uma melhoria na fluidez da mobilidade rodoviária, o objetivo desta implementação, é garantir a segurança de quem transita por esse sistema, trazendo tecnologia e engenharia de ponta.

6.3.5 Impactos logísticos e no escoamento de cargas do Porto de Santos

Considerando que o PDZ vigente prevê melhorias na poligonal do Porto de Santos, com impacto direto na ampliação da capacidade de armazenamento de cargas nos terminais situados na faixa litorânea, será necessária a implementação de uma rota de escoamento mais eficiente. Essa medida visa assegurar que o aumento projetado na movimentação de cargas seja acompanhado por infraestrutura viária

capaz de garantir maior segurança operacional, maior volume transportado e redução no tempo de deslocamento.

Nesse contexto, a implantação da nova pista no SAI configura-se como a principal estratégia adotada pelo Governo para atender à crescente demanda logística do Porto. Espera-se que a obra proporcione condições adequadas para suportar o aumento contínuo da movimentação de cargas observado ao longo dos anos.

O principal impacto esperado é o aumento da capacidade de tráfego de veículos pesados no SAI, estimado em aproximadamente 145%. Para viabilizar essa ampliação, está prevista a correção da inclinação da Rodovia dos Imigrantes, com a nova pista apresentando declividade de 4%, conforme divulgado em matéria publicada por O Globo (2025). Além disso, o projeto contempla medidas de adequação ambiental, respeitando a área de Mata Atlântica e buscando minimizar os impactos ambientais decorrentes da implantação da nova infraestrutura.

6.3.6 Limitações, riscos e desafios associados à nova pista

Além do elevado investimento necessário para implantação da nova pista, outro aspecto relevante refere-se às exigências ambientais. A implantação da nova pista ocorre em área de Mata Atlântica, bioma protegido pela legislação nº 11.428/06, o que demanda rigoroso processo de licenciamento ambiental, estudos de impacto e adoção de medidas mitigadoras e compensatórias. O atendimento às condicionantes ambientais é etapa obrigatória e pode influenciar diretamente os prazos para início das obras.

Além disso, a complexidade do traçado, associada às características geotécnicas da Serra do Mar e às elevadas expectativas quanto ao desempenho operacional da nova estrutura, representa um desafio técnico significativo. A obra deverá atender a parâmetros de segurança, eficiência logística e sustentabilidade ambiental, exigindo elevado nível de planejamento e controle executivo.

Por fim, a futura manutenção do sistema rodoviário também se apresenta como desafio, uma vez que envolve intervenções periódicas, necessidade de mão de obra especializada e investimentos contínuos. A sustentabilidade operacional da nova

pista dependerá não apenas de sua implantação, mas também da capacidade de gestão e conservação ao longo do tempo.

6.4 Levantamento dos possíveis benefícios esperados e análise de alternativas técnicas

Em 2024, a representatividade do modal ferroviário no escoamento de açúcar pelo Porto de Santos chamou a atenção do setor logístico. Durante palestra ministrada em 2025, Beto Mendes, diretor de operações da APS, informou que, segundo dados estatísticos da autoridade portuária, o volume total exportado de açúcar em 2024 foi de 26.277.880 toneladas. Desse total, aproximadamente 94% (24.701.207 toneladas) foram transportadas pelo modal ferroviário, enquanto apenas 6% (1.576.673 toneladas) utilizaram o modal rodoviário.

Esse cenário evidencia a forte predominância do transporte ferroviário no escoamento dessa *commodity* específica. Parte dessa preferência pode ser atribuída à maior previsibilidade operacional das ferrovias, que não enfrentam congestionamentos como ocorre frequentemente no sistema rodoviário, especialmente na descida da Serra do Mar.

Entretanto, é importante considerar que a atual limitação da infraestrutura rodoviária influencia diretamente essa escolha modal. A ausência de capacidade adequada, associada aos congestionamentos recorrentes, reduz a competitividade do transporte por caminhões. Assim, investimentos na melhoria da infraestrutura rodoviária poderiam proporcionar maior fluidez ao tráfego de veículos pesados, ampliando a eficiência logística também nesse modal.

Sob a ótica da sustentabilidade, a expansão ferroviária apresenta vantagens relevantes, especialmente em razão da menor emissão de poluentes por tonelada transportada e da possibilidade de utilização de fontes energéticas mais limpas. Nesse contexto, destaca-se a proposta do Trem Intercidades (TIC), projeto que prevê a ligação entre São Paulo e Santos, com investimento estimado em até R\$ 15 bilhões. Além do transporte de passageiros, projetos ferroviários de carga continuam sendo estudados como alternativa estrutural para o escoamento logístico (A Tribuna, 2025).

Contudo, a implantação de uma nova ferrovia na transposição da Serra do Mar enfrenta desafios históricos e técnicos significativos, como a complexidade geotécnica da região, os elevados custos de engenharia e o longo prazo de maturação dos investimentos. Paralelamente, já existem ferrovias operando no atendimento ao Porto de Santos, o que direciona o debate atual para a necessidade de melhorar principalmente o fluxo das cargas que chegam por meio do transporte rodoviário.

Dessa forma, a construção da terceira pista na Rodovia dos Imigrantes surge como solução de curto e médio prazo para mitigar gargalos logísticos existentes. Em um cenário ideal de planejamento integrado, a combinação de investimentos em infraestrutura rodoviária e ferroviária poderia gerar maior equilíbrio modal, reduzindo congestionamentos tanto para cargas quanto para passageiros.

A Quadro 3 traz um comparativo entre os dois modais, a fim de comparar os pontos positivos e negativos de cada.

Quadro 3 - Análise comparativa entre os modais rodoviário e ferroviário

Comparativo entre os Modais		
Critério	Terceira pista – Rodovia dos Imigrantes	Nova ferrovia ou expansão ferroviária
Prazo de implantação	Médio prazo	Longo prazo
Investimento estimado	Aproximadamente R\$ 6–8 bilhões	Até R\$ 15 bilhões (TIC)
Complexidade técnica	Alta	Muito alta
Impacto ambiental	Intervenção em área de Mata Atlântica	Intervenção em área sensível + grandes obras de engenharia
Capacidade de carga	Aumento significativo do fluxo rodoviário	Alta capacidade por composição ferroviária
Sustentabilidade	Maior emissão por tonelada transportada	Menor emissão por tonelada transportada
Atendimento imediato às cargas rodoviárias	Sim	Parcial (dependente de integração logística)

Fonte: Arquivo próprio, 2026.

6.5 A integração tecnológica no Sistema Rodoviário da Imigrantes

Um estudo realizado por Figueiredo (2025) revela que o desenvolvimento da nova pista na Rodovia dos Imigrantes contará com a implementação de tecnologia *free flow*.

A melhoria contará com um sistema de pedágio eletrônico que funciona com pórticos, sem a necessidade de praças de cobrança ou de paradas físicas dos veículos. A principal ideia é substituir a praça da Imigrantes (no Km 32) pelo *free flow*, para que não exista a necessidade de parar em uma praça de pedágio, oferecendo uma diminuição no tempo de viagem, aumentando, conseqüentemente, a segurança e o conforto.

Segundo dados de Figueiredo (2025), a cobrança do pedágio com essa tecnologia será realizada da seguinte forma: os veículos que já possuírem *tag*, os sensores captarão e a cobrança será realizada de forma automática no cartão de crédito previamente cadastrado pelo condutor. Os que não possuírem, as câmeras captarão as placas de seus veículos, e direcionarão a cobrança diretamente para o proprietário. O atual pedágio localizado atualmente na via é de posse da Ecovias Imigrantes, concessionária do SAI, que também será responsável pela construção da nova pista de maneira geral.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises realizadas ao longo deste trabalho, observa-se que a implantação da nova pista da Rodovia dos Imigrantes representa um importante avanço para a infraestrutura de transporte do estado de São Paulo e para o sistema logístico nacional. A ampliação da capacidade operacional do SAI, evidencia o caráter estratégico da obra para o escoamento da produção destinada ao Porto de Santos, principal complexo portuário do país.

Com a implantação da nova pista da Imigrantes, cujo traçado terá como destino o município de Cubatão, o foco será na melhoria das condições operacionais de tráfego, especialmente para veículos pesados, contribuindo para maior eficiência no deslocamento logístico entre o planalto e a região portuária.

Nesse contexto, a nova infraestrutura tende a proporcionar maior eficiência logística ao redistribuir o tráfego entre as rodovias do sistema, reduzindo gargalos operacionais e ampliando as condições de segurança e fluidez no transporte de cargas. O expressivo aumento da capacidade de descida de caminhões favorece diretamente as atividades de exportação e o escoamento da produção nacional, podendo contribuir para a otimização das cadeias produtivas e para o fortalecimento da competitividade brasileira no comércio internacional.

Vale ressaltar, que embora o transporte ferroviário apresente vantagens operacionais e ambientais relevantes, a substituição da ampliação rodoviária por uma nova ferrovia na transposição da Serra do Mar não se mostra, no cenário atual, a alternativa mais viável. A região já conta com infraestrutura ferroviária voltada ao atendimento do Porto de Santos, responsável por grande parte do escoamento de *commodities* como o açúcar, enquanto a principal limitação logística identificada concentra-se no fluxo rodoviário que conecta o planalto à região portuária. Além do elevado custo de implementação, existem também uma grande complexidade geotécnica, que no momento inviabiliza essa opção.

Com a nova pista, além dos impactos logísticos, a melhoria da mobilidade no corredor que conecta a Região Metropolitana de São Paulo ao litoral também tende a estimular o turismo regional. A maior fluidez no deslocamento de veículos leves possibilita viagens mais rápidas e seguras, fator que pode intensificar o fluxo de

visitantes para as cidades litorâneas e impulsionar atividades econômicas relacionadas aos setores de comércio, serviços e hotelaria.

Dessa forma, conclui-se que a ampliação da capacidade viária no sistema analisado não se limita à melhoria da mobilidade rodoviária, mas representa um investimento estratégico com repercussões econômicas e territoriais significativas. Ao favorecer simultaneamente o transporte de cargas e o deslocamento de pessoas, a nova pista da Rodovia dos Imigrantes poderá contribuir para o desenvolvimento regional, fortalecendo a logística associada ao Porto de Santos e reforçando a importância de investimentos contínuos em infraestrutura de transporte como elemento fundamental para o crescimento econômico e a integração territorial do Brasil.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 9452: inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto — Procedimento**. 4. ed. Rio de Janeiro, 2019.

ABRALOG. **Gargalos no Porto de Santos geram perdas bilionárias, indica estudo**. 29 jul. 2024. Disponível em: <https://www.abralog.com.br/noticias/gargalos-no-porto-de-santos-geram-perdas-bilionarias-indica-estudo/>. Acesso em: 2 mar. 2026.

AGÊNCIA CNT TRANSPORTE ATUAL. **CNT apresenta diagnóstico sobre gargalos logísticos no Senado Federal**. 30 maio 2025. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/cnt-apresenta-diagnostico-sobre-gargalos-logisticos-no-senado-federal>. Acesso em: 2 mar. 2026.

AGÊNCIA SP. **Inclinação suave e curvas com maior raio: como a 3ª pista da Imigrantes vai favorecer tráfego de caminhões**. 17 jan. 2025. Disponível em: <https://www.agenciasp.sp.gov.br/terceira-pista-da-imigrantes-caminhoes/>. Acesso em: 19 mar. 2026.

AGÊNCIA SP. **Estado de SP tem recorde de número de empresas exportadoras; veja programas do Governo do Estado**. 17 mar. 2026. Disponível em: <https://www.agenciasp.sp.gov.br/estado-de-sp-tem-recorde-de-numero-de-empresas-exportadoras-veja-programas-do-governo-do-estado/>. Acesso em: 16 mar. 2026.

A TRIBUNA. **Trens que ligarão São Paulo à Baixada Santista, litoral e interior do Estado vão desenvolver Santos e cidades vizinhas**. 28 out. 2025. Disponível em: <https://www.tribuna.com.br/cidades/santos/trens-que-ligar-o-s-o-paulo-a-baixada-santista-litoral-e-interior-do-estado-v-o-desenvolver-santos-e-cidades-vizinhas-1.485009>. Acesso em: 6 fev. 2026.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS (APS). **Infraestrutura portuária**. Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/conheca-o-porto/infraestrutura-portuaria/>. Acesso em: 21 mar. 2026.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS (APS). **Movimentação de cargas em novembro confirma expectativa de novo recorde anual no Porto de Santos**. 19 dez. 2025. Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/2025/12/19/movimentacao-de-cargas-em-novembro-confirma-expectativa-de-novo-recorde-anual-no-porto-de-santos/>. Acesso em: 7 jan. 2026.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS (APS). **Órgão da ONU confirma Santos como maior porto da América Latina**. 27 mar. 2025. Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/2025/03/27/orgao-da-onu-confirma-santos-como-maior-porto-da-america-latina/>. Acesso em: 2 mar. 2026.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS (APS). **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) do Porto Organizado de Santos**. Santos, jul. 2020. Disponível

em: <https://www.portodesantos.com.br/wp-content/uploads/PDZ.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2026.

BASTOS, Herik César do Nascimento; MIRANDA, Mateus Zanirate de. **Principais patologias em estruturas de concreto de pontes e viadutos**. v. 9, n. 3, 2017. Disponível em: <https://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/5026/0>. Acesso em: 2 mar. 2026.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Manual de projeto de túneis rodoviários e ferroviários (projeto em consulta pública)**. Brasília, 2026. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/consulta-publica/projeto_de_manual_ipr_xxx_manual_de_projeto_de_tuneis_cp.pdf. Acesso em: 2 mar. 2026.

BRASIL. Ministério de Portos e Aeroportos. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ)**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/planejamento-portuario/plano-de-desenvolvimento-e-zoneamento-pdz>. Acesso em: 7 jan. 2026.

BRASIL. Ministério de Portos e Aeroportos. **Porto de Santos movimentada 186,4 milhões de toneladas em 2025**. 16 jan. 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/noticias/2026/01/porto-de-santos-movimentada-186-4-milhoes-de-toneladas-em-2025-e-avanca-para-ampliar-sua-capacidade>. Acesso em: 21 mar. 2026.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Investimentos em rodovias geram impactos positivos sobre o PIB do transporte, mostra estudo da CNT**. 21 ago. 2025. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/investimentos-em-rodovias-geram-impactos-positivos-sobre-o-pib-do-transporte-mostra-estudo-da-cnt>. Acesso em: 9 mar. 2026.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2024 aponta a necessidade de reforço contínuo da infraestrutura rodoviária brasileira**. 19 nov. 2024. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/pesquisa-cnt-de-rodovias-2024-aponta-a-necessidade-de-reforco-contínuo-da-infraestrutura-rodoviaria-brasileira>. Acesso em: 9 mar. 2026.

CORREIO DO ESTADO. **Nova rodovia vai reduzir o tempo de viagem entre Santos e São Paulo**. 15 nov. 2025. Disponível em: <https://correiodoestado.com.br/mix/nova-rodovia-vai-reduzir-o-tempo-de-viagem-entre-santos-e-sao-paulo/>. Acesso em: 21 mar. 2026.

D'ALMEIDA, Thiago. **Leilão bilionário do maior terminal de contêineres do Brasil gera polêmica; entenda**. G1 Santos, 9 ago. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/porto-mar/noticia/2025/08/09/leilao-bilionario-do-maior-terminal-de-containers-do-brasil-gera-polemica-entenda.ghtml>. Acesso em: 15 mar. 2026.

DIÁRIO DO LITORAL. **Por conta da neblina, Operação Comboio é iniciada nas rodovias Anchieta e Imigrantes.** 27 jun. 2024. Disponível em: <https://www.diariodolitoral.com.br/cotidiano/operacao-comboio-e-iniciada-nas-rodovias-anchieta-e-imigrantes/183321/>. Acesso em: 19 jan. 2026.

DIÁRIO DO LITORAL. **Entenda por que caminhões e ônibus não podem usar a Rodovia dos Imigrantes.** 29 jun. 2024. Disponível em: <https://www.diariodolitoral.com.br/cotidiano/entenda-por-que-caminhoes-e-onibus-nao-podem-usar-a-rodovia-dos/183364/>. Acesso em: 19 jan. 2026.

FIGUEIREDO, Leopoldo. **Anchieta-Imigrantes terá tecnologia free flow a partir do próximo ano.** Portal BE News, 3 out. 2025. Disponível em: <https://portalbenews.com.br/sistema-anchieta-imigrantes-tera-tecnologia-free-flow-a-partir-do-proximo-ano/>. Acesso em: 12 out. 2025.

FREITAS, Hyndara. **Governo de SP anuncia nova pista na Imigrantes para desafogar acesso ao Porto de Santos.** O Globo, 10 jan. 2025. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2025/01/10/governo-de-sp-anuncia-nova-pista-na-imigrantes-para-desafogar-acesso-ao-porto-de-santos.ghtml>. Acesso em: 21 jan. 2026.

G1 SANTOS. **Ministério da Infraestrutura aprova nova poligonal do Porto de Santos.** 30 jun. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/porto-mar/noticia/2020/06/30/ministerio-da-infraestrutura-aprova-nova-poligonal-do-porto-de-santos.ghtml>. Acesso em: 2 mar. 2026.

G1 SANTOS. **APS prevê ampliar em 162% a área do Porto de Santos e aguarda autorização do governo federal.** 15 dez. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/porto-mar/noticia/2025/12/15/aps-preve-ampliar-em-162percent-a-area-do-porto-de-santos-e-aguarda-autorizacao-do-governo-federal.ghtml>. Acesso em: 2 mar. 2026.

GAZETA DO POVO. ALVARES, Rodrigo. **Confira como será a construção da terceira pista da rodovia dos Imigrantes.** 10 jan. 2025. Disponível em: . Acesso em: 14 jan. 2026.

GOMES, Yasmin. **Nova pista da Rodovia dos Imigrantes terá o maior túnel do Brasil ligando o interior ao litoral.** Gazeta de S. Paulo, 2 fev. 2026. Disponível em: <https://www.gazetasp.com.br/mobilidade/nova-pista-da-rodovia-dos-imigrantes-tera-o-maior-tunel-do-brasil/1171837/>. Acesso em: 18 mar. 2026.

GUERRA, Elaine Linhares de Assis. **Manual de pesquisa qualitativa.** Anima Educação, 2014. Disponível em: <https://docente.ifsc.edu.br/luciane.oliveira/MaterialDidatico/P%C3%B3s%20Gest%C3%A3o%20Escolar/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20e%20Pol%C3%ADticas%20P%C3%ABlicas/Manual%20de%20Pesquisa%20Qualitativa.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2026.

HILSDORF, Wilson de Castro; NETO, Mário de Souza Nogueira. **Porto de Santos: prospecção sobre as causas das dificuldades de acesso.** Gestão & Produção,

jan./mar. 2016. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/gp/a/HLJ7KJXgpDnffhS57yxwQhc/>. Acesso em: 3 out. 2025.

INOVE LICITAÇÕES. **O que é viaduto**. Disponível em:
<https://inovelicitacoes.com.br/glossario/o-que-e-viaduto-entenda-sua-importancia-e-funcao/>. Acesso em: 15 mar. 2026.

JUICY SANTOS. SILVA, Victoria. **Conheça a história da construção das rodovias Anchieta e Imigrantes**. 19 maio 2015. Disponível em:
<https://www.juicysantos.com.br/novo-na-regiao/vida-013/nostalgia-santista/conheca-a-historia-da-construcao-das-rodovias-anchieta-e-imigrantes/>. Acesso em: 10 mar. 2026.

JÚNIOR, Édison Antônio Nunes; JÚNIOR, Antônio Neves de Carvalho; BRANCO, Luiz Antônio Melgaço Nunes. **Avaliação de durabilidade de OAE em ambiente marinho: estudo de caso**. 2023. Disponível em:
<https://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/9866>. Acesso em: 10 mar. 2026.

JÚNIOR, José Tavares de Araújo. **A economia política da reforma comercial: o papel dos portos**. Rio de Janeiro: Centro de Estudos de Integração e Desenvolvimento (CINDES), 2017. Disponível em: http://iepecdg.com.br/wp-content/uploads/2017/02/Papel_dos_portos_na_politica_comercial-Final.pdf. Acesso em: 2 mar. 2026.

LEE, Shu Han. Projeto geométrico de estradas. 2000. Disponível em:
<https://ecivilufes.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/04/projeto-geomc3a9trico-de-estradas-shu-han-lee-apostila.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2026.

LOBO, Renato. **O que se sabe sobre a nova terceira pista da Imigrantes? Via Trolebus**, 21 jun. 2025. Disponível em: <https://viatrolebus.com.br/2025/06/o-que-se-sabe-sobre-a-nova-terceira-pista-da-imigrantes/>. Acesso em: 19 mar. 2026.

LOPES, João Vitor Pereira; BARBOSA, Júlia Eulália Pinheiro; SILVA, Vitória Eduarda da. **Análise da infraestrutura do Porto de Santos: eficiência logística em comércio exterior**. 2024. Disponível em: <http://ric-cps.eastus2.cloudapp.azure.com/handle/123456789/28881>. Acesso em: 6 mar. 2026.

MAPFRE. **Túneis: infraestruturas invisíveis que movem o mundo**. 19 dez. 2025. Disponível em: <https://www.mapfreglobalrisks.com/pt-br/gerencia-riscos-seguros/estudos/tuneis-infraestruturas-invisiveis-movem-mundo/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

MELLO, Thacio. **Nova Imigrantes terá maior túnel rodoviário do Brasil**. Gazeta de São Paulo, 29 dez. 2025. Disponível em:
<https://www.gazetasp.com.br/cotidiano/nova-imigrantes-tera-maior-tunel-rodoviario-do-brasil/1169623/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

OPEN MARKET. **Portos brasileiros em destaque.** 2023. Disponível em: <https://openmarket.com.br/portos-em-santa-catarina/portos-brasileiros-em-destaque/>. Acesso em: 17 mar. 2026.

PENTEADO, Gabrielle da Conceição Marques. **Modais de transporte e sua importância.** 2021. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/10787>. Acesso em: 9 mar. 2026.

PODER360. **Justiça suspende licitação no Porto de Santos após ação da Abratec.** 9 jan. 2026. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/poder-infra/justica-suspende-licitacao-no-porto-de-santos-apos-acao-da-abratec/>. Acesso em: 13 jan. 2026.

PORTAL BE NEWS. **Projeto da 3ª pista da Imigrantes entra na mira do Ministério Público.** 21 out. 2025. Disponível em: <https://portalbenews.com.br/projeto-da-3a-pista-da-imigrantes-entra-na-mira-do-ministerio-publico/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Prefeitura do Rio moderniza túneis com iluminação LED.** 05 jun. 2025. Disponível em: <https://prefeitura.rio/cidade/prefeitura-do-rio-moderniza-mais-tres-tuneis-com-iluminacao-em-led-pelo-programa-luz-maravilha/>. Acesso em: 21 mar. 2026.

RAMOS, Giovanna Rosa et al. **A importância do Porto de Santos para a balança comercial brasileira.** 2025. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/41388>. Acesso em: 6 mar. 2026.

REVISTA VOZES DOS VALES. SOUZA, Joilson Lima de et al. **O papel do transporte rodoviário brasileiro na exportação de commodities.** 2025. Disponível em: <https://revistas.ufvjm.edu.br/vozes/article/view/719/550>. Acesso em: 6 mar. 2026.

SANTOS, Alexandre Sá dos et al. **Método para formulação de plano operacional portuário.** 2020. DOI: <https://doi.org/10.19177/reen.v13e0112020178-208>. Acesso em: 12 mar. 2026.

SANTOS, Carlos Roberto dos; RAMIRES, Milena. **O novo Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) e poligonal do Porto de Santos: desafios no plano de expansão portuária em áreas de sensibilidade ambiental.** Revista ENPG, Santos, ISSN 2594-6153. Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/ENPG/article/view/1947/1941>. Acesso em: 12 mar. 2026.

SETCESP. **Governo de SP anuncia projeto para a construção de terceira pista da Rodovia dos Imigrantes para desafogar trânsito no litoral.** 14 jan. 2025. Disponível em: <https://setcesp.org.br/noticias/governo-de-sp-anuncia-projeto-para-a-construcao-de-terceira-pista-da-rodovia-dos-imigrantes-para-desafogar-transito-no-litoral/>. Acesso em: 18 mar. 2026.

SETCESP. **Quarta pista da Rodovia dos Imigrantes não é necessária; terceira pista vai atender trânsito, diz concessionária.** 30 set. 2025. Disponível em: <https://setcesp.org.br/noticias/quarta-pista-da-rodovia-dos-imigrantes-nao-e-necessaria-terceira-pista-vai-atender-transito-diz-concessionaria/>. Acesso em: 25 nov. 2025.

SOARES, Renan. **Nova pista no SAI pode ser solução para congestionamentos.** Diário do Grande ABC, 14 jul. 2024. Disponível em: <https://www.dgabc.com.br/Noticia/4150221/nova-pista-no-sai-pode-ser-solucao-para-congestionamentos>. Acesso em: 21 jan. 2026.

TRANSPORTE MODERNO. **Porto de Santos bate recorde de cargas em 2025, mas gargalos no sistema Anchieta-Imigrantes pressionam a logística.** 13 fev. 2026. Disponível em: <https://transportemoderno.com.br/2026/02/13/porto-de-santos-bate-recorde-de-cargas-em-2025-mas-gargalos-no-anchieta-imigrantes-pressionam-logistica/>. Acesso em: 10 mar. 2026.

UOL. **Pista norte da rodovia dos Imigrantes é liberada; tráfego flui normalmente.** 24 fev. 2013. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2013/02/24/pista-norte-da-rodovia-dos-imigrantes-e-liberada-trafego-flui-normalmente.htm>. Acesso em: 19 jan. 2026.

VALOR ECONÔMICO. PRESSINOTT, Fernanda. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Santos.** 13 fev. 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2023/02/13/aumento-das-exportacoes-sera-desafio-para-o-porto-de-santos.ghtml>. Acesso em: 17 mar. 2026.

YOUTUBE. OINEGUE, Eduardo. **O Brasil travaria se Trump dobrasse a importação de nossos produtos.** 2025. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cIVIJNIFzY>. Acesso em: 21 out. 2025.