



CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

ETEC “DONA ESCOLÁSTICA ROSA”

Curso Técnico em Logística

**A INFLUÊNCIA DAS CHUVAS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DA SOJA
ATÉ O PORTO DE SANTOS**

AGNES ANDRADE FERREIRA¹

ANNA LUIZA RODRIGUES GONÇALVES²

LAURA DI RENZO³

MAISA ARAÚJO DA CUNHA SENA⁴

MELISSA BELMONTE LOPES GARCIA⁵

¹ Técnico em Logística na Etec Dona Escolástica Rosa – agnes.ferreira01@aluno.cps.sp.gov.br

² Técnico em Logística na Etec Dona Escolástica Rosa – anna.goncalves4@aluno.cps.sp.gov.br

³ Técnico em Logística na Etec Dona Escolástica Rosa – laura.carvalho9@aluno.cps.sp.gov.br

⁴ Técnico em Logística na Etec Dona Escolástica Rosa – maisa.sena@aluno.cps.gov.br

⁵ Técnico em Logística na Etec Dona Escolástica Rosa – melissa.garcia01@aluno.cps.sp.br

Resumo: O presente artigo tem como tema a influência das chuvas no transporte rodoviário da soja e nas operações logísticas do Porto de Santos. O objetivo do estudo é analisar os impactos das chuvas de grande volume na movimentação da soja e identificar medidas capazes de reduzir os prejuízos logísticos. A escolha do tema surgiu devido à importância da soja e do Porto de Santos para a economia nacional, bem como ao aumento da frequência de eventos climáticos extremos nos últimos anos, tornando necessário compreender os efeitos causados por esses fenômenos na logística de transporte. São abordados o crescimento da produção de soja no Brasil, a relevância do modal rodoviário para o escoamento da produção e o funcionamento das operações logísticas realizadas no Porto de Santos. Também são discutidas as consequências das chuvas sobre a qualidade da carga, os equipamentos utilizados na movimentação dos grãos e a infraestrutura de acesso ao complexo portuário. São analisados dados meteorológicos e estudos relacionados à pluviosidade na região da Baixada Santista, evidenciando a vulnerabilidade das atividades portuárias diante de condições climáticas desfavoráveis. Nesse contexto, são apresentadas alternativas capazes de minimizar os impactos causados pelas chuvas, como o monitoramento meteorológico em tempo real, a elaboração de planos de contingência e a utilização de tecnologias e equipamentos que contribuam para o aprimoramento da eficiência operacional.

Palavras-chave: Porto de Santos. Soja. Chuva. Logística. Transporte Rodoviário.

THE INFLUENCE OF RAINFALL ON THE ROAD TRANSPORTATION OF SOYBEANS TO THE PORT OF SANTOS

Abstract: This article focuses on the influence of rainfall on soybean road transport and logistics operations at the Port of Santos. The objective of the study is to analyze the impacts of heavy rainfall on soybean transport and to identify measures capable of reducing logistical losses. The choice of this topic arose due to the importance of soybeans and the Port of Santos to the national economy, as well as the increased frequency of extreme weather events in recent years, making it necessary to understand the effects of these phenomena on transportation logistics. Throughout the study, the authors examine the growth of soybean production in Brazil, the importance of road transport for the distribution of the crop, and the logistics operations carried out at the Port of Santos. The discussion also covers the impact of rainfall on cargo quality, the equipment used to

handle grain, and the access infrastructure to the port complex. In addition, meteorological data and studies related to rainfall in the Baixada Santista region are analyzed, highlighting the vulnerability of port operations to adverse weather conditions. In this context, alternatives are presented that can minimize the impacts caused by rainfall, such as real-time meteorological monitoring, the development of contingency plans, and the use of technologies and equipment that contribute to improve the operational efficiency.

Keywords: Port of Santos. Soybeans. Logistics. Rainfall. Road Transportation.

INTRODUÇÃO

O Porto de Santos é o maior complexo portuário da América Latina e possui grande relevância para a economia brasileira, sendo responsável pelo escoamento de uma parcela significativa da produção agrícola nacional, especialmente da soja. Sua localização estratégica e a ampla infraestrutura logística favorecem a integração entre as regiões produtoras e o mercado internacional, tornando o transporte rodoviário um elemento essencial para a dinâmica econômica do país.

Entretanto, o aumento da frequência de eventos climáticos extremos, principalmente das chuvas intensas, tem gerado impactos significativos no transporte da soja até o Porto de Santos. Como a soja é uma carga altamente sensível à umidade, as precipitações podem comprometer sua qualidade, provocar interrupções nas operações portuárias, aumentar os congestionamentos nas vias de acesso e ocasionar atrasos logísticos e prejuízos econômicos. Diante desse cenário, surge a seguinte problemática: de que forma as chuvas intensas influenciam a logística do transporte rodoviário da soja até o Porto de Santos e quais medidas podem minimizar esses impactos?

A escolha do tema justifica-se pela relevância econômica da soja para o Brasil e pela importância estratégica do Porto de Santos para a exportação nacional. Além disso, as mudanças climáticas e a maior ocorrência de eventos extremos tornam necessário o desenvolvimento de estratégias que garantam a continuidade, a segurança e a eficiência das operações logísticas.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar a influência das chuvas intensas na logística do transporte de soja até o Porto de Santos, destacando os impactos nas operações portuárias, no escoamento da produção agrícola e na eficiência do transporte rodoviário, além de apresentar tecnologias e estratégias de contingência capazes de minimizar os prejuízos operacionais e econômicos causados pelas condições climáticas.

Para alcançar esse objetivo, a metodologia adotada foi baseada em uma pesquisa bibliográfica e exploratória, utilizando artigos científicos, relatórios oficiais, revistas acadêmicas e sites especializados nas áreas de logística, transporte, meteorologia e operações portuárias. As pesquisas foram direcionadas principalmente ao Porto de Santos, abordando os impactos climáticos no transporte da soja, a eficiência logística, os planos de contingência e a modernização tecnológica do setor portuário.

1. A importância histórica e logística do transporte de grãos no Porto de Santos

As atividades portuárias em Santos tiveram início no século XVI, e até o século XIX eram utilizados equipamentos e ferramentas rudimentares. Sendo esta, a época de início dos investidores do Porto. Deste período em diante, houve inaugurações e evoluções na área portuária da cidade. Atualmente, é reconhecido como o maior porto da América Latina, sendo de grande importância para a economia do país (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2026).

Figura 1 – Praia do Consulado, Porto de Santos – Benedito Calixto – Óleo sobre tela



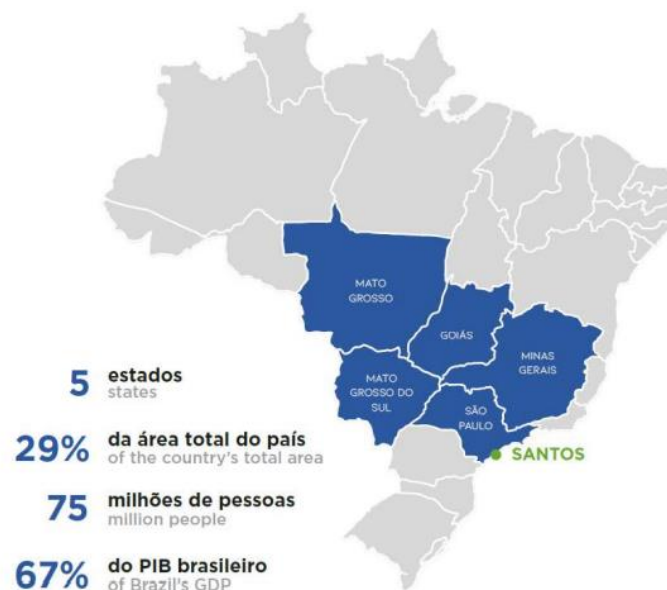
Fonte: Autoridade Portuária de Santos (2026).

O Porto de Santos possui uma grande infraestrutura rodoviária, além de estar localizado estrategicamente há 70 quilômetros da cidade de São Paulo, facilitando o acesso do transporte rodoviário. Existe um sistema rodoviário de acesso ao Porto, sendo este, o sistema Anchieta-Imigrantes, que além da interligação das rodovias principais, se conecta também com as rodovias SP-41, SP-248 e SP-59 (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2026). Sua extensão costeira totaliza 13 quilômetros, com mais de 60 berços, havendo múltiplos terminais (SANTOS, 2021).

A área de influência que o Porto de Santos exerce sobre, são de 5 estados, sendo estes o Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS), Goiás (GO), Minas Gerais (MG) e São Paulo (SP), sendo 29% da área total do país, envolvendo 75 milhões de pessoas e

contribuindo com 67% do PIB brasileiro. (SANTOS, 2021). Referente aos tipos de produtos que são exportados, grãos sólidos vegetais (grão de soja, milho), grãos sólidos minerais (fertilizantes, enxofre), grãos líquidos (etanol, sucos cítricos, derivados de petróleo), carga geral (celulose, veículos). O granel sólido representa em até 49% de todos os produtos exportados (SANTOS, 2021).

Figura 2 – Área de influência primária do Porto de Santos



Fonte: SANTOS, 2021

Ao compreender a importância do Porto para o Brasil, seus produtos exportados e sua infraestrutura, conforme MOREIRA, FREITAS JUNIOR e TOLOI (2014) afirmam que o transporte rodoviário é essencial para a logística do país, pois ao longo das últimas décadas, o modal rodoviário se destacou. Devido à flexibilidade operacional, à facilidade de movimentação de maneira *door in door*, e o acesso a áreas que outros modais não são possibilitados de acessar. Sendo cerca de 65% de sua participação no país (MOREIRA; FREITAS JUNIOR; TOLOI, 2014).

2. A soja e as dificuldades impostas pelas chuvas

2.1. Crescimento da safra brasileira de soja

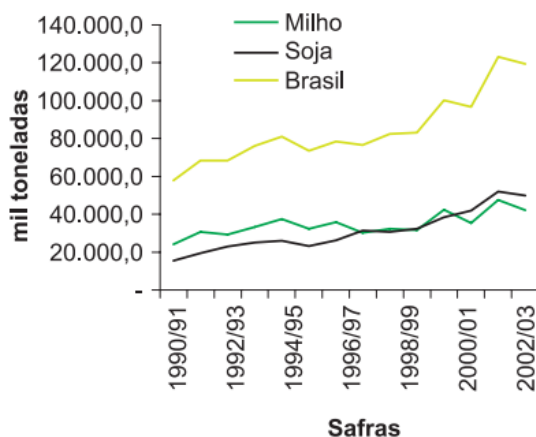
O agronegócio brasileiro apresentou crescimento significativo ao longo dos anos. Em 2003, sua participação no PIB nacional era de 38,6%, correspondendo a R\$ 508,27

bilhões (TOSTA, 2005). Já em 2025, segundo o Cepea/CNA, o PIB do agronegócio alcançou R\$ 3,20 trilhões. Portanto a participação do agronegócio na economia brasileira foi de 25,13% em 2025, acima dos 22,9% registrados em 2024. Ao que se refere às safras de grãos, em 2025, segundo a CONAB:

“A sétima estimativa, da safra 2025/26, com base nas informações obtidas na pesquisa de campo, realizada em março, indica uma produção de 356,3 milhões de toneladas, 1,2% ou 4,1 milhões de toneladas superior ao registrado na safra 2024/25. Esse resultado deve-se, principalmente, ao bom desempenho da cultura de soja, com aumento de 7,7 milhões de toneladas; do milho primeira safra, com aumento de 3 milhões de toneladas; e do sorgo, com incremento de 1,4 milhão de toneladas em relação ao volume colhido na safra anterior.”

Observa-se um crescimento contínuo da produção agrícola brasileira ao longo das últimas décadas, especialmente no cultivo da soja. A safra brasileira de soja chegou a atingir 50 milhões de toneladas no ano de 2003, conforme gráfico 1 (TOSTA, 2005).

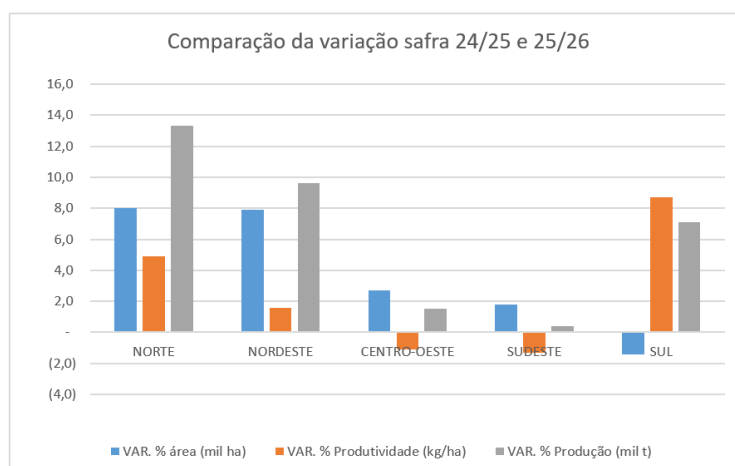
Gráfico 1 – Evolução da produção de grãos no Brasil (safras 1990/1991 – 2002/2003)



Fonte: TOSTA, 2005

Atualmente, com dados mais recentes, pode-se verificar no gráfico 2, um comparativo das safras 24/25 e 25/26 nas regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul), referente às variações que ocorreram entre área, produtividade e produção.

Gráfico 2 – Comparação da variação das safras 24/25 e 25/26



Fonte: Autores

Observa-se um aumento de um ano para o outro, principalmente na produtividade. De modo geral, a safra de 25/26, no território nacional, a área de plantio aumentou em 2,4%, na produtividade foi de 2% e na produção, superou anos anteriores, sendo um aumento de 4,5% (CONAB).

2.2. Funcionamento logístico do transporte de soja no Porto de Santos

A soja, por se tratar de um granel sólido vegetal altamente sensível à umidade, apresenta restrições operacionais rigorosas durante seu transporte e embarque. A exposição à água pode comprometer sua qualidade, favorecendo processos como fermentação, proliferação de fungos e perda de valor comercial. Dessa forma, em períodos de chuvas, mesmo que não sejam intensas, as operações portuárias envolvendo esse tipo de carga podem ser interrompidas como medida preventiva (ANTAQ, 2022).

No Porto de Santos, o transporte de grãos de soja ocorre por meio de um sistema logístico integrado, que utiliza equipamentos especializados como correias transportadoras (esteiras) e moegas (CORADI et al., 2025).

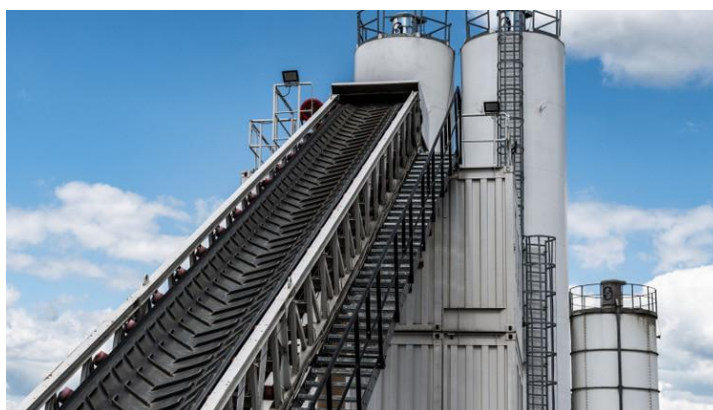
Figura 3 – Correia transportadora industrial



Fonte: Portos e Navios (2017)

Esse sistema é essencial para garantir eficiência no escoamento da produção, porém apresenta elevada dependência das condições climáticas. A movimentação da soja utiliza correias transportadoras que são interligadas às moegas, permitindo maior agilidade às operações logísticas (ABECOM, 2026).

Figura 4 – Moega



Fonte: PROMAC Brasil

A moega recebe os grãos dos caminhões e realiza o direcionamento para as correias transportadoras, que torna a movimentação mais eficiente (PROMAC BRASIL, 2026).

2.3. Influência das chuvas nas operações portuárias

Nesse contexto, a ocorrência de chuvas impacta não apenas a qualidade da carga, mas também o funcionamento dos equipamentos. A pluviosidade pode causar acúmulo

de materiais nas esteiras, aumento da necessidade de manutenção e falhas operacionais, resultando, em muitos casos, na paralisação das atividades. Como consequência, observam-se atrasos no embarque de navios, elevação dos custos logísticos, redução da produtividade e desorganização da cadeia de suprimentos (OLIVEIRA et al., 2019).

Além disso, na região da Baixada Santista, a intensidade das chuvas tem provocado impactos ainda mais amplos na infraestrutura logística. Ocorrências como alagamentos, enchentes e deslizamentos comprometem o acesso ao porto e o fluxo de caminhões, dificultando o transporte da soja até os terminais portuários. De acordo com AIHARA et al. (2025), eventos climáticos extremos afetam diretamente o funcionamento do porto, gerando atrasos operacionais e aumento dos custos para as empresas envolvidas.

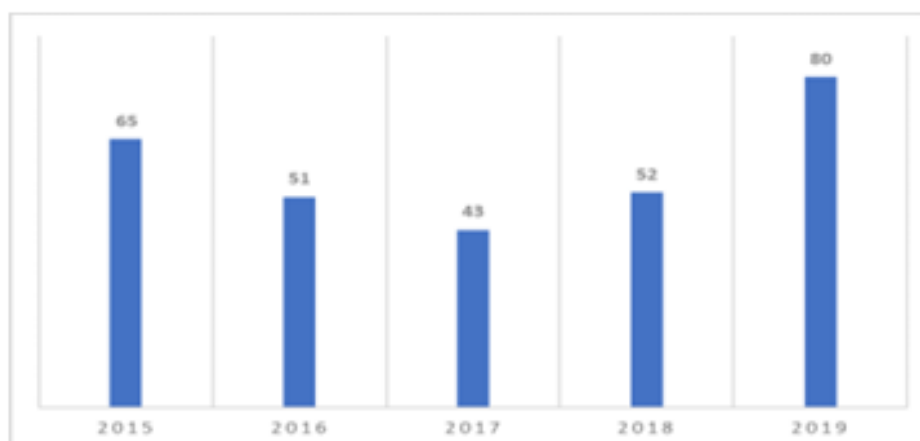
Um exemplo relevante ocorreu em março de 2020, quando foram registrados aproximadamente 320 mm de chuva em 24 horas no Guarujá, causando impactos significativos na mobilidade, infraestrutura e transporte regional (CEMADEN, 2020). Esse tipo de evento evidencia a vulnerabilidade do Porto de Santos frente a condições climáticas extremas, especialmente no que se refere à movimentação de cargas sensíveis.

Dados da ANTAQ (2021b) indicam que a soja está entre as principais mercadorias movimentadas no porto, com 17,12 milhões de toneladas no ano de 2020. No mesmo período, análises sobre paralisações operacionais demonstram uma tendência de aumento na duração das interrupções em meses mais chuvosos. Observa-se que a combinação de chuvas intensas, aumento da nebulosidade e fortes rajadas de vento eleva significativamente a probabilidade de paralisações prolongadas, podendo ultrapassar 24 horas.

Dessa forma, evidencia-se que as condições climáticas exercem influência direta sobre o transporte da soja no Porto de Santos, afetando desde a integridade da carga até a eficiência das operações logísticas. Nesse cenário, torna-se fundamental o monitoramento das variáveis meteorológicas e a adoção de planos de contingência, a fim de reduzir impactos operacionais e garantir maior segurança e continuidade às atividades portuárias.

A ocorrência de chuvas interfere diretamente nas operações portuárias de embarque de soja, uma vez que cargas a granel não podem ser expostas à umidade sem comprometer sua qualidade. Nesse sentido, estudos indicam que a soja possui limite de umidade em torno de 14%, sendo necessária a interrupção das operações mesmo em precipitações leves (COSTA et al., 2022).

Gráfico 3 – Média em dias de chuva em Santos/SP.



Fonte: COSTA et al., 2022

Além disso, a chuva impacta significativamente a produtividade dos terminais. Dados analisados entre 2016 e 2020 mostram que cerca de 70% dos navios de soja foram afetados por paralisações causadas por condições climáticas, resultando em aumento no tempo de permanência nos berços de atracação (COSTA et al., 2022).

Gráfico 4 – Navios afetados pela chuva



Fonte: COSTA et al., 2022

Dessa forma, observa-se que a pluviosidade não apenas compromete a qualidade da carga, mas também gera atrasos logísticos, aumento de custos e redução da eficiência operacional. Diante disso, a adoção de soluções estruturais, como terminais cobertos, surge como alternativa para minimizar os impactos das chuvas nas operações portuárias (COSTA et al., 2022).

2.4. Gargalos logísticos e acessos terrestres ao Porto de Santos

Na logística terrestre de acesso ao Porto de Santos, observa-se que também representa um desafio para a movimentação de cargas, pois de acordo com Oliveira, Santos e Pereira (2023), em períodos de maior movimentação de mercadorias ocorre acúmulo de caminhões nas vias de acesso ao porto, gerando filas que podem se estender por quilômetros, alcançando trechos da Rodovia Anchieta e bairros próximos à área portuária.

Oliveira, Santos e Pereira (2023) destacam que os acessos terrestres constituem uma das principais áreas de conflito entre o porto e a cidade, produzindo impactos tanto para a população quanto para a competitividade portuária. Dessa forma, gargalos logísticos relacionados à infraestrutura viária e ao compartilhamento das vias entre veículos de carga e veículos urbanos podem comprometer a eficiência operacional do complexo portuário.

Esses fatores tornam-se ainda mais relevantes em períodos de chuvas intensas, quando alagamentos, congestionamentos e dificuldades de deslocamento podem agravar os atrasos no transporte de cargas agrícolas, incluindo a soja destinada à exportação pelo Porto de Santos (OLIVEIRA; SANTOS; PEREIRA, 2023, p. 242).

3. Medidas para aumentar a eficiência logística no porto de Santos

3.1. Monitoramento meteorológico

Estudos científicos apontam alterações no regime de chuvas brasileiro nas últimas décadas, de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as Normais Climatológicas referentes ao período de 1991 a 2020 demonstram mudanças na distribuição das precipitações, com aumento da irregularidade dos períodos chuvosos e secos em diversas regiões do país. Essas mudanças influenciam diretamente atividades econômicas como a agricultura, o abastecimento hídrico e o transporte de cargas (INMET, 2022).

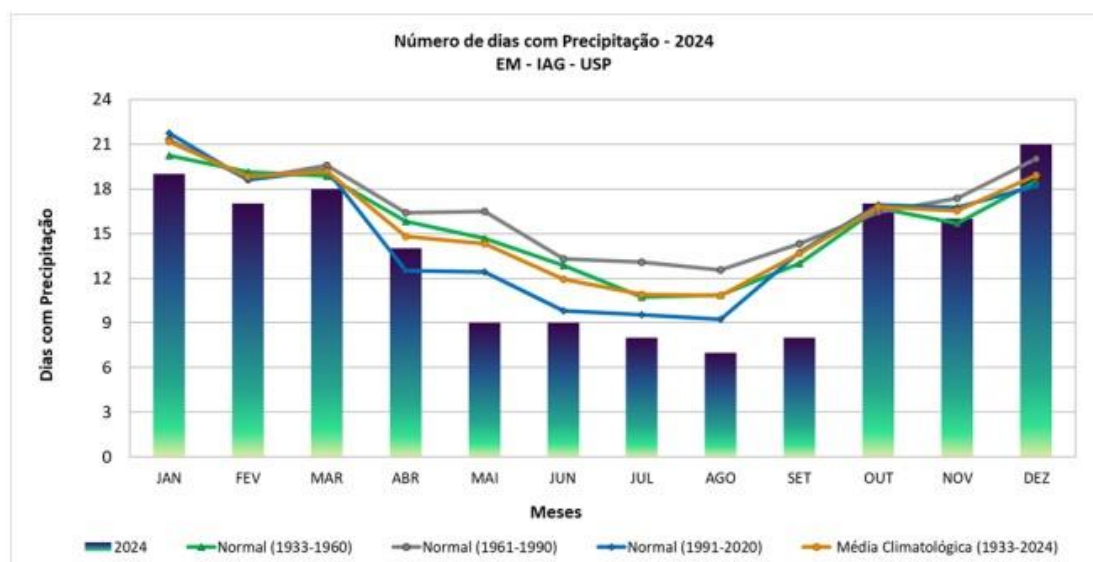
Segundo dados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), a precipitação é medida em milímetros (mm) e permite analisar a frequência, intensidade e distribuição das chuvas ao longo do tempo. O acompanhamento dessas informações auxilia na identificação de tendências climáticas e na elaboração de

estratégias de prevenção diante de eventos extremos, como enchentes e estiagens prolongadas (INMET, 2024).

Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, responsáveis por grande parte da produção nacional de soja, os maiores volumes de chuva costumam ocorrer entre os meses de outubro e março. A ocorrência de precipitações intensas durante esse período pode provocar atrasos no transporte rodoviário, dificuldades de acesso às áreas produtoras e congestionamentos nos principais corredores logísticos utilizados para o escoamento da safra (INMET, 2022).

Além disso, os registros meteorológicos dos últimos anos indicam aumento na frequência de eventos climáticos extremos em diversas regiões brasileiras. As análises realizadas pelo INMET consideram não apenas o volume acumulado de chuva, mas também a quantidade de dias com precipitações superiores a 10 mm, 50 mm e 100 mm. Essas informações são fundamentais para o planejamento logístico e para a redução dos impactos causados pelas condições climáticas adversas no transporte da soja (INMET, 2022).

Gráfico 5 – Número de dias com precipitação para cada mês do ano de 2024, além das normais e média climatológicas

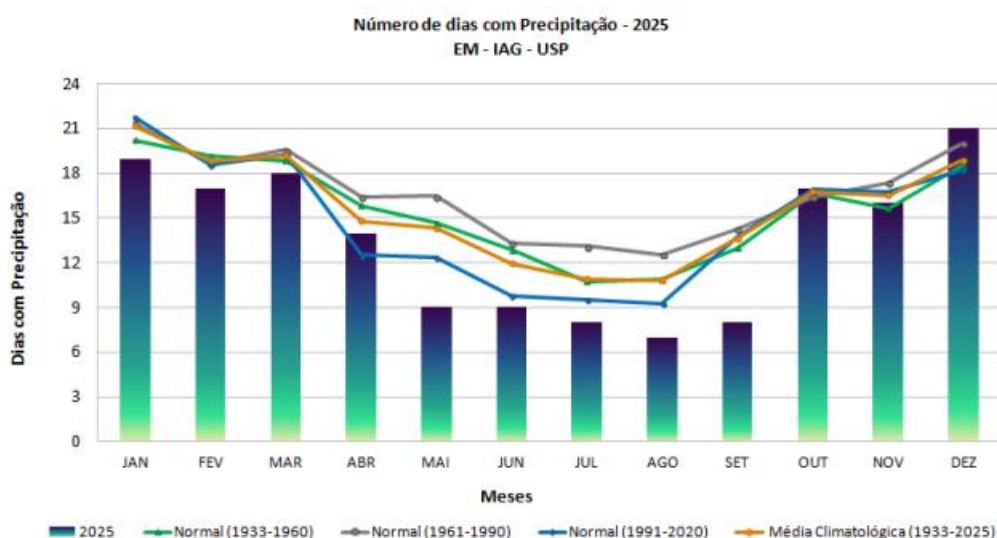


Fonte: IAG/USP (2025).

O gráfico 5 demonstra a quantidade de dias que tiveram precipitação em cada mês do ano de 2024 no estado de São Paulo.

O gráfico 6 abaixo demonstra a quantidade de dias que tiveram precipitação em cada mês do ano de 2025 no estado de São Paulo.

Gráfico 6 – Número de dias com precipitação para cada mês do ano de 2025, e as respectivas normais e médias climatológicas



Fonte: IAG/USP (2026)

Portanto, os gráficos 5 e 6 apresentados acima referentes aos anos de 2024 e 2025 evidenciam uma maior frequência de dias chuvosos nos meses de verão, destacando janeiro, fevereiro e dezembro, enquanto os menores índices foram registrados durante o inverno, mais especificamente entre junho e agosto. Esses resultados demonstram a sazonalidade das precipitações, caracterizada pela concentração das chuvas em determinados períodos do ano.

Gráfico 7 – Precipitação acumulada e média histórica nas UGRHIs do Estado de São Paulo em agosto de 2025

UGRHIs	Chuva Máxima (mm)	Média Mensal (mm)	Média Histórica Mensal(mm)
Litoral Norte	49.5	44.0	61.3
Baixada Santista	181.5	88.6	70.7
Alto Tietê	92.6	15.2	50.6
Ribeira de Iguape/Litoral Sul	64.8	14.8	62.5
Alto Paranapanema	47.7	20.6	45.5
Paraíba do Sul	13.2	13.2	40.8
Piracicaba/Capivari/Jundiaí	13.0	5.0	30.0
Baixo Tietê	31.6	10.0	23.6
Pardo	15.2	7.1	20.1
Tietê/Sorocaba	14.4	5.2	35.3
Médio Paranapanema	84.8	11.9	35.9
Pontal do Paranapanema	30.1	10.6	41.0
Tietê/Jacareí	15.8	6.8	25.2
São José dos Dourados	8.6	4.3	20.5
Mogi-Guaçu	18.7	6.9	23.9
Turvo/Grande	21.0	6.1	18.0
Tietê/Batalha	30.0	12.9	23.4
Mantiqueira	19.4	10.5	32.4
Peixe	11.0	4.6	33.1
Aguapeí	3.6	3.2	28.5
Baixo Pardo/Grande	18.2	7.2	16.0
Sapucaí/Grande	16.6	10.2	15.7

Fonte: Agência de Águas do Estado de São Paulo (2025)

O Gráfico 7 apresenta os dados de precipitação acumulada nas 21 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) do Estado de São Paulo durante o mês de agosto de 2025, comparando-os com a média histórica para o mesmo período. Observa-se que a Baixada Santista apresentou índices superiores à média histórica. (AGÊNCIA DE ÁGUAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2025).

E no gráfico 8, observa-se que as cidades com maior precipitação acumulada são as cidades onde está localizado o Porto de Santos. Esses resultados evidenciam diferenças regionais no regime de chuvas e demonstram que as cidades de Guarujá e Santos registraram condições mais úmidas em comparação às demais regiões a Baixada Santista durante o período analisado (AGÊNCIA DE ÁGUAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2025).

Gráfico 8 – Precipitação acumulada e média histórica nas UGRHIs na Baixada Santista em agosto de 2025

Top 15 - Chuva máxima por Cidade Período de 2025-08-01 07:00 até 2025-08-31 07:00			
Municípios	Chuva Máxima (mm)	Chuva Média (mm)	Média Histórica Mensal (mm)
Guarujá	181.5	128.4	101
Santos	173.2	79.5	178
São Vicente	144.6	131.7	104
São Bernardo do Campo	142.4	22.8	68.2
Praia Grande	141.8	87.7	107
Ubatuba	121.5	41.4	99.7
São Sebastião	115.8	60.2	74.1
Cubatão	107.6	73.1	110
Itanhaém	99.8	71.3	92.3
Mongaguá	95.4	51.1	118
Santo André	92.6	28.7	96.9
Salesópolis	83.3	28.6	93.2
Ilhabela	65.6	26.6	75.8
Caraguatatuba	65.5	37.4	81.2
Iguape	64.0	59.0	106

Fonte: Agência de Águas do Estado de São Paulo (2025)

Tal comportamento climático pode influenciar diretamente as operações logísticas do Porto de Santos, uma vez que o aumento da pluviosidade está associado a maiores riscos de atrasos, paralisações operacionais e dificuldades no transporte de cargas agrícolas, como a soja.

Portanto, o monitoramento meteorológico em tempo real é uma ferramenta essencial para a gestão logística portuária. Sistemas de previsão do tempo, radares meteorológicos e sensores de umidade permitem antecipar riscos e ajustar as operações de carregamento e descarregamento de mercadorias, reduzindo os impactos provocados pelas condições climáticas adversas (HIDROMARES, 2026).

3.2. Tecnologia, planos de contingência, infraestrutura portuária e ganhos operacionais

A modernização dos portos tem contribuído para aumentar a eficiência das operações logísticas por meio da utilização de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, automação e rastreamento de cargas em tempo real. Essas ferramentas permitem monitorar operações, reduzir filas, evitar atrasos e melhorar a movimentação de cargas, além de aumentar a segurança e a produtividade dos terminais portuários (MICHEL; SILVA, 2026).

O avanço tecnológico também impulsionou a adoção dos conceitos da Indústria 4.0 nos portos, promovendo a automação de equipamentos e a utilização de sistemas inteligentes. Tecnologias como sensores, câmeras, análise de dados e inteligência artificial possibilitam maior controle das operações e contribuem para a previsão de falhas e otimização dos processos. Entretanto, essa modernização exige investimentos contínuos em infraestrutura e adaptações estruturais para manter a competitividade portuária (LIMA; SILVA; NARDI, 2023).

Entre as soluções tecnológicas aplicadas à logística portuária, segundo SANTOS et al. (2025), destaca-se a utilização de QR Codes para orientação dos caminhoneiros dentro dos terminais. O sistema permite acesso a rotas digitais por meio de smartphones, reduzindo erros de localização, diminuindo o tempo de atendimento e tornando o fluxo logístico mais eficiente. Além disso, essa tecnologia pode ser expandida para o transporte externo, auxiliando o motorista desde a rodovia até o destino final dentro do porto.

Figura 5 – Uso de tecnologia na área portuária



Fonte: CAMEX (2026)

Além da tecnologia, os planos de contingência desempenham papel importante na redução dos impactos causados por eventos climáticos e outras situações emergenciais, tendo em vista que a interrupção das operações portuárias pode gerar prejuízos econômicos significativos, afetando o transporte de cargas, o desempenho dos terminais e os custos operacionais (AIHARA et al., 2025).

Os planos de contingência contribuem para a organização das operações em situações de emergência, como chuvas intensas, alagamentos e interrupções nas vias de acesso aos portos. Essas medidas incluem ações preventivas, controle do fluxo de caminhões, replanejamento das operações e definição de procedimentos específicos para cada situação, reduzindo atrasos e congestionamentos logísticos (AIHARA et al., 2025).

A adoção conjunta de tecnologias e planos de contingência gera ganhos operacionais e financeiros, pois reduz o tempo de espera dos navios, diminui gastos com armazenamento, manutenção e perdas de carga, além de aumentar a eficiência e a competitividade das operações portuárias (COSTA et al., 2022).

RESULTADOS OBTIDOS

A análise dos dados meteorológicos permitiu identificar que as chuvas possuem influência direta no transporte rodoviário da soja brasileira transportada até o Porto de Santos. Esse aumento de pluviosidade contribui para atrasos logísticos, paralisações temporárias nas atividades portuárias e congestionamento nas vias que dão acesso ao Porto de Santos.

Além de evidenciarem padrões sazonais, com maior volume de chuva, que consequentemente, é o mesmo período em que há gargalos no transporte rodoviário e em operações portuárias de Santos, com maior frequência e maior duração. Essa condição aumenta a vulnerabilidade da carga, demonstrando a importância de ações preventivas para serem aplicadas na cidade de Santos, tendo em vista que a infraestrutura da cidade e do Porto não são adequadas para lidar com essas condições climáticas.

A soja, por ser uma carga sensível à umidade, exige cuidados específicos durante o transporte e o embarque, uma vez que a exposição à água pode comprometer sua

qualidade e seu valor comercial. Os resultados também indicaram que os gargalos logísticos existentes, como congestionamentos, limitações da infraestrutura viária e conflitos entre a mobilidade urbana e o transporte de cargas, podem ser agravados durante períodos de chuvas intensas.

Portanto, verificou-se que medidas como o monitoramento meteorológico em tempo real, a implementação de planos de contingência, a modernização da infraestrutura portuária e a utilização de tecnologias de automação e rastreamento contribuem para a redução dos impactos climáticos, tornando as operações rodoviárias mais eficientes, seguras e sustentáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Porto de Santos possui papel estratégico para a economia brasileira, destacando-se como o principal complexo portuário da América Latina e um dos mais importantes canais de escoamento da produção agrícola nacional, especialmente da soja. Diante do crescimento contínuo da produção agrícola da soja brasileira nas últimas décadas, torna-se cada vez mais necessária a busca por soluções que garantam a eficiência logística e a competitividade das operações portuárias.

A partir da análise realizada, verificou-se que as condições climáticas, principalmente a ocorrência de chuvas intensas, exercem influência direta sobre o transporte e o embarque da soja no Porto de Santos. Por se tratar de uma carga altamente sensível à umidade, a exposição da soja à água pode comprometer sua qualidade, exigindo a interrupção das operações mesmo em situações de precipitações moderadas. Além disso, as chuvas afetam equipamentos utilizados na movimentação de cargas, provocam paralisações operacionais, aumentam os custos logísticos e reduzem a produtividade dos terminais.

Observou-se também que os impactos das chuvas ultrapassam os limites das áreas portuárias, atingindo a infraestrutura logística da Baixada Santista e os principais acessos terrestres ao porto. Alagamentos, congestionamentos e dificuldades de circulação de caminhões agravam os gargalos logísticos já existentes, comprometendo o fluxo de mercadorias e ampliando os atrasos no transporte da soja destinada à exportação.

Os dados meteorológicos analisados evidenciaram a concentração das precipitações nos meses de verão, período que coincide com etapas importantes do escoamento da safra agrícola. Os registros pluviométricos dos anos de 2024 e 2025, bem como os dados da Baixada Santista, reforçam a necessidade de monitoramento constante das condições climáticas como ferramenta de apoio ao planejamento logístico e à tomada de decisões operacionais.

Diante desse cenário, conclui-se que a adoção de medidas preventivas e tecnológicas é fundamental para reduzir os impactos causados pelas condições climáticas adversas. Entre as principais alternativas destacam-se o monitoramento meteorológico em tempo real, a implementação de planos de contingência, a modernização da infraestrutura portuária, a ampliação da automação dos processos logísticos e a utilização de tecnologias digitais voltadas à gestão e rastreamento das operações.

Por fim, verifica-se que a integração entre tecnologia, planejamento logístico e gestão de riscos climáticos representa um caminho essencial para aumentar a eficiência operacional do Porto de Santos. Dessa forma, torna-se possível reduzir prejuízos financeiros, minimizar interrupções nas atividades portuárias e garantir maior segurança

e continuidade ao transporte da soja, contribuindo para o fortalecimento da logística brasileira e para a manutenção da competitividade do país no mercado internacional.

REFERÊNCIAS

ABECOM. O que é correia transportadora? Disponível em: <https://www.abecom.com.br/o-que-e-correia-transportadora/>. Acesso em: 25 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). Anuário Estatístico Aquaviário 2021. Brasília, DF: ANTAQ, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt-br/noticias/2022/setor-portuario-movimenta-1-2-bilhao-de-toneladas-de-cargas-em-2021/anuario-2021-vf-003.pdf>. Acesso em: 25 maio 2026.

AGÊNCIA DE ÁGUAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Boletim Mensal: Sala de Situação São Paulo (SSSP). Referência: agosto/2025: acompanhamento pluviométrico, fluviométrico, reservatórios e previsão climática. São Paulo: SP Águas, 2025. Disponível em: https://salasituacao.spaguas.sp.gov.br/sssp/uploadsMensais/Boletim_SSSP_Mensal_202508.pdf. Acesso em: 04 jun. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Informações estratégicas. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/informacoes-estrategicas>. Acesso em: 19 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Transporte de cargas: ANTT amplia diálogo com o setor e avança na modernização do transporte de cargas no Brasil. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/transporte-de-cargas-antt-amplia-dialogo-com-o-setor-e-avanca-na-modernizacao-do-transporte-de-cargas-no-brasil>. Acesso em: 19 maio 2026.

AIHARA, Danubia Mayumi; SILVA, João Augusto Amaral da; MARTINS, Pedro Calderaro; SILVA, Cícero Soares da; SILVA, Rubens Barreto da. Logística de emergência para o Porto de Santos: um plano de contingência para desastres naturais. Revista Ciências Exatas, Taubaté, SP, v. 31, n. 2, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.69609/1516-2893.2025.v31.n2.a4074>. Acesso em: 30 abr. 2026.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS. História. Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/conheca-o-porto/historia-2/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS. Infraestrutura portuária. Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/conheca-o-porto/infraestrutura-portuaria/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). Estudo apresenta riscos climáticos e medidas de adaptação para os portos de Aratu, Rio Grande e Santos. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt-br/noticias/2022/estudo-apresenta-riscos-climaticos-e-medidas-de-adaptacao-para-os-portos-de-aratu-rio-grande-e-santos>. Acesso 25 abr 2026.

CÂMARA DE COMÉRCIO EXTERIOR. Automação portuária: entenda os benefícios dos portos automatizados. Disponível em: <https://camex.org.br/automacao-portuaria-entenda-dos-beneficios-dos-portos-automatizados/>. Acesso em: 22 mai. 2026.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). PIB do Agronegócio Brasileiro. Piracicaba: CEPEA/ESALQ-USP, [s.d.]. Disponível em: <https://cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 29 maio 2026.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). Relatório de Gestão – Termo de Compromisso de Gestão 2020. São José dos Campos: CEMADEN, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/cemaden/pt-br/acesso-a-informacao/institucional-1/termo-de-compromisso-de-gestao/Relatorio_TCG_2020.pdf. Acesso em: 20 maio 2026.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2025/26 – sétimo levantamento. Brasília, DF: Conab, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/7o-levantamento-safra-2025-26>. Acesso em: 12 maio 2026.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Anuário agrologístico. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/logistica/anuario-agrologistico>. Acesso em: 19 maio 2026.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Boletim logístico: concentração de colheita da soja influencia preços de transporte de grãos. Brasília, DF.

Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/boletim-logistico-concentracao-de-colheita-da-soja-influencia-precos-de-transporte-de-graos>. Acesso em: 19 maio 2026.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Movimentação de grãos pelo modal hidroviário tem salto superior a 780% em 13 anos. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/movimentacao-de-graos-pelo-modal-hidroviario-tem-salto-superior-a-780-em-13-anos>. Acesso em: 19 maio 2026.

CORADI, J. L. et al. Modelagem matemática para gestão energética de um sistema pátio-porto de granéis sólidos. Latin American Journal of Energy Research, [S. l.], 2025. Disponível em: <https://portaldepublicacoes.ufes.br/lajer/article/view/49170>. Acesso em: 30 abr. 2026.

CORDEIRO, Fabiano Nogueira. Requisitos para caracterizar a relação porto-cidade em portos brasileiros. 2018. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/198553>. Acesso em: 29 maio 2026.

COSTA, Lucas Felipe Araujo; PEDROSA, Rafael; RIBEIRO, Milena Alves; REGHINI, Pamela Nunes Soares. Estudo de projeto para mitigar impactos da chuva na produtividade durante embarque de navios de soja em terminal portuário. Revista Observatório Portuário, v. 1, n. 3, p. 57-70, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/ROP/article/view/2131>. Acesso em: 11 maio 2026.

HIDROMARES. SISMO no Porto de Santos – Sistema de monitoramento meteo-oceanográfico. Disponível em: <https://hidromares.com.br/cases/sismo-no-porto-de-santos-sistema-de-monitoramento-mete-o-oceanografico/>. Acesso em: 14 maio 2026.

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS (IAG/USP). Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP: 2024. São Paulo: IAG/USP, 2025. v. 27. Disponível em: <https://estacao.iag.usp.br/Boletins/2024.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2026.

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS (IAG/USP). Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP: 2025. São Paulo: IAG/USP, 2026. v. 27. Disponível em: <https://www.estacao.iag.usp.br/Boletins/2025.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Brasília, DF. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/servicos/bdmep-dados-historicos>. Acesso em: 01 jun. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Normais Climatológicas do Brasil 1991–2020. Brasília, DF. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 01 jun. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Novas Normais Climatológicas: o que mudou no clima do Brasil nos últimos 30 anos. Brasília, DF. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/novas-normais-climatologicas-o-que-mudou-no-clima-do-brasil-nos-ultimos-30-anos>. Acesso em: 01 jun. 2026.

LIMA, Rayssa Souza de; SILVA, Thais dos Santos da; NARDI, Marcos Fernandez. Os possíveis impactos gerados pelo processo de avanço tecnológico na automação de equipamentos de costado no Porto de Santos: um estudo baseado na ótica dos operadores. Revista Digital Gestão e Negócios, v. 1, n. 5, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unimesvirtual.com.br/index.php/gestaoenegocios/article/view/1577/1271>. Acesso em: 14 maio 2026.

MARITIME AND PORT AUTHORITY OF SINGAPORE. Sistemas de monitoramento e gestão portuária. Disponível em: <https://www.mpa.gov.sg/>. Acesso em: 29 maio 2026.

MICHEL, Daniel Henrique Godoy; SILVA, Bárbara Soares da. Inteligência portuária: como a internet das coisas pode otimizar a eficiência operacional dos portos. RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber, v. 1, n. 1, jan./jul. 2026. Disponível em: <https://submissoesrevistarcmos.com.br/rcmos/article/view/2315>. Acesso em: 15 maio 2026.

MOREIRA, Marco Antonio Laurelli; FREITAS JUNIOR, Moacir de; TOLOI, Rodrigo Carlo. O transporte rodoviário no Brasil e suas deficiências. Revista FATEC, 1. ed., out.

2014. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6606348>. Acesso em: 28 abr. 2026.

MOVEPACK BRASIL. Moega industrial. Disponível em: <https://movepackbrasil.com.br/produto/moega-industrial/>. Acesso em: 25 maio 2026.

OLIVEIRA, George Alam Freitas; SANTOS, Gustavo Florencio de Lima; PEREIRA, Lucas Natã. A infraestrutura logística na relação porto-cidade de Santos. In: Tópicos especiais em administração: gestão organizacional contemporânea. v. 2. Belo Horizonte: Editora e-Publicar, 2023. p. 236-250. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336071524_Oliveira_et_al_2019. Acesso em: 18 maio 2026.

PORT OF ROTTERDAM. Estratégias de contingência e monitoramento climático. Disponível em: <https://www.portofrotterdam.com/>. Acesso em: 29 maio 2026.

PORTO DE SANTOS. Plano de Contingência do Porto de Santos. Santos, SP. Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/>. Acesso em: 29 maio 2026.

PORTOS E NAVIOS. Porto de Paranaguá bate recorde anual de exportação de soja. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/noticias/portos-e-logistica/porto-de-paranagua-bate-recorde-anual-de-exportacao-de-soja>. Acesso em: 28 maio 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. Porto de Santos. Santos: Prefeitura Municipal de Santos, 2021. Disponível em: https://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/files/portal_files/SEDURB/3-porto_de_santos.pdf. Acesso em: 15 maio 2026.

PROMAC BRASIL. Moega coletora. Disponível em: <https://promacbrasil.com.br/produto/moega-coletora/>. Acesso em: 25 de maio de 2026.

SANTOS, Daniela Tomiko; SANTANA, Ingryd Silva Freitas de; CORREIA, Júlia de Araujo; SOUSA, Virgínia Diniz de; MOINO, Carlos Alberto Amaral. Solução tecnológica para navegação interna de veículos no terminal portuário: aplicação de QR Code para localização de contêineres. Anais do Congresso Brasileiro de Iniciação

Científica, v. 2, n. 2, p. 409-415, 2025. Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/COB/article/view/3087/2962>. Acesso em: 28 maio 2026.

TOSTA, Marisa Aparecida Ribeiro. Transportes e logística de grãos no Brasil: situação atual, problemas e soluções. Revista de Política Agrícola, Brasília, DF, ano XIV, n. 2, p. 37-50, abr./maio/jun. 2005.