



# NETLOG 2021

International Conference on Network  
Enterprises & Logistics Management

## Gestão de riscos de desastres na Rodovia dos Tamoios em eventos extremos

Teodoro, A.L.A. <sup>1\*</sup>, Torres, J.G.M. <sup>1,2</sup>, Souza, C.C. <sup>2</sup>, Mammoli, M. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - SENAC

<sup>2</sup> Universidade Paulista - UNIP

alysont58@gmail.com\*

### Resumo

A atmosfera é dinâmica por sua própria natureza e segue um ritmo composto por eventos usuais e eventos extremos, anômalos ou excepcionais. Os eventos extremos de chuva são aqueles em que os valores apresentaram desvios de chuva superiores ou inferiores ao comportamento usual. Fenômenos naturais adversos podem ter sérios impactos negativos na mobilidade. Sistemas de transporte podem ser afetados por episódios extremos de precipitação. O objetivo deste artigo é estudar a influência de eventos meteorológicos no fluxo logístico de veículos na Rodovia dos Tamoios e o impacto nas rodovias da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte com vistas à prevenção de desastres. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o tema clima e a logística. Analisa-se os dados pelo método quantitativo de simulação de gráficos os dados da contagem volumétrica desta rodovia contabilizando o fluxo de veículos nas rodovias da região no período de 13/05/2019 a 21/05/2019. Os resultados sugerem que eventos extremos de chuva causam impactos diretamente na rodovia analisada e os efeitos desses impactos se estendem para as rodovias da região, podendo acarretar variações no *lead time* de cadeias de suprimentos que utilizam a infraestrutura da região.

**Palavras-chave:** Logística, microclima, desastres, rodovias, Tamoios.

### Abstract

The atmosphere is dynamic by its very nature and follows a rhythm composed of usual events and extreme, anomalous or exceptional events. Extreme rain events are those in which the values showed rainfall deviations higher or lower than the usual behavior. Adverse natural phenomena can have serious negative impacts on mobility. Transport systems can be affected by extreme episodes of precipitation. The purpose of this article is to study the influence of meteorological events on the logistical flow of vehicles on Rodovia dos Tamoios and the impact on highways in the Metropolitan Region of Vale do Paraíba and North Coast with a view to preventing disasters. A bibliographic research was carried out on the theme of climate and logistics. The data is analyzed by the quantitative method of graph simulation, the data of the volumetric count of this highway, counting the flow of vehicles on the highways of the region in the period from 13/05/2019 to 21/05/2019. The results suggest that extreme rain events directly impact the analyzed highway and the effects of these impacts extend to the region's highways, which may cause variations in the supply chain lead time that use the region's infrastructure.

**Keywords:** Logistics, microclimate, disasters, highways, Tamoios.

## Resumen

El ambiente es dinámico por su propia naturaleza y sigue un ritmo compuesto por eventos habituales y eventos extremos, anómalos o excepcionales. Los eventos de lluvia extrema son aquellos en los que los valores mostraron desviaciones de lluvia superiores o inferiores al comportamiento habitual. Los fenómenos naturales adversos pueden tener graves efectos negativos en la movilidad. Los sistemas de transporte pueden verse afectados por episodios extremos de precipitación. El propósito de este artículo es estudiar la influencia de los eventos meteorológicos en el flujo logístico de vehículos en Rodovia dos Tamoios y el impacto en las carreteras de la Región Metropolitana de Vale do Paraíba y Costa Norte con miras a prevenir desastres. Se realizó una investigación bibliográfica sobre el tema de clima y logística. Los datos se analizan por el método cuantitativo de simulación gráfica, los datos del conteo volumétrico de esta carretera, contando el flujo de vehículos en las carreteras de la región en el período del 13/05/2019 al 21/05/2019. Los resultados sugieren que los eventos de lluvia extrema impactan directamente la carretera analizada y los efectos de estos impactos se extienden a las carreteras de la región, lo que puede causar variaciones en el tiempo de entrega de la cadena de suministro que utiliza la infraestructura de la región.

**Palabras clave:** *Logística, microclima, desastres, carreteras, Tamoios.*

### 1 Introdução

O Brasil aparece entre os quinze países do mundo com a maior população exposta ao risco de inundação (Unidas, 2020). É um dos países que registra o maior número de desastres associados a raios, escorregamentos, estiagens, inundações bruscas e graduais (Santos et al., 2015). No Brasil as maiores ocorrências de eventos extremos estão relacionadas aos fenômenos hidrológicos (Moura, Da Cal Seixas & Dourado, 2021).

A atmosfera é dinâmica por sua própria natureza e segue um ritmo composto por eventos usuais e eventos extremos, anômalos ou excepcionais. Os eventos extremos de chuva são aqueles em que os valores apresentaram desvios de chuva superiores ou inferiores ao comportamento usual. Os eventos climáticos extremos são responsáveis pelas principais catástrofes naturais atuais (Moura et al., 2021).

Um evento é considerado extremo estatisticamente quando está acima ou abaixo da média de um conjunto de dados. Considerando a chuva, que é um elemento ocasional, os valores de precipitação que não se encontram dentro do intervalo da normal climatológica, ou dos valores médios de uma determinada série histórica, podem ser considerados como eventos extremos. Para o Litoral Norte Paulista a Defesa Civil estabelece que o acumulado de chuva igual ou superior a 120 mm em três dias determina o alerta para o plano de contingência. O suporte físico, tipo de uso e ocupação do terreno, determinam quanto a intensidade da chuva pode se tornar um desastre (Santos & Galvani, 2014).

O acelerado processo de urbanização do estado de São Paulo contribuiu para uma maior ocupação de áreas de vegetação, trazendo aumento da suscetibilidade ambiental de alguns locais, bem como o aumento das vulnerabilidades das populações a problemas advindos de fenômenos atmosféricos como inundações e escorregamentos de massa. Observa-se também que as rodovias trouxeram a seu entorno um maior grau de urbanização que pode vir a alterar seu microclima, principalmente pelo aumento da frota de veículos e conseqüente aumento da poluição, maior grau de urbanização dos municípios e o fato das rodovias cortarem, ou estarem próximas à áreas de preservação ambiental ou ecossistemas frágeis incluídos em diversas Unidades de Conservação, tais como o Parque Estadual da Serra do Mar, podendo gerar alterações e impactos ambientais significativos (Moura et al., 2021).

As atividades de transporte e mobilidade constituem um setor que produz fortes impactos no meio ambiente, tanto diretamente, pela emissão de poluentes e configuração do espaço urbano, quanto

indiretamente, ao servir como elemento indutor do desenvolvimento econômico e urbano, o que muitas vezes ocorre às custas de danos ambientais, representando um desafio à busca da sustentabilidade das cidades. Por outro lado, fenômenos naturais adversos podem ter sérios impactos negativos na mobilidade. Sistemas de transporte podem ser afetados por episódios extremos de precipitação (Santos et al., 2015).

Os desastres são eventos súbitos e calamitosos que interrompem o funcionamento normal de uma sociedade, causando perdas econômicas, humanas, ambientais ou materiais e que excedem a capacidade de recuperação. Em situações de resposta a desastres, são complexos os desafios enfrentados pelo setor logístico. Devido as condições caóticas produzidas pela catástrofe, requer que as equipes de organizações humanitárias trabalhem imediatamente com uma infraestrutura física danificada e/ou destruída (I. S. Da Conceição Melicio, Vendrametto & de Souza, 2018).

Sabendo disso, o presente artigo busca estudar a influência de eventos meteorológicos no fluxo logístico de veículos na Rodovia dos Tamoios e o impacto nas rodovias da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte com vistas à prevenção de desastres. Este artigo está dividido em cinco seções. A introdução constitui a primeira seção, que fornece uma visão geral sobre a temática do artigo. Na segunda seção é feita uma revisão de literatura sobre desastres naturais, movimentos de solo e clima. Na terceira seção, são apresentados procedimentos metodológicos. Na quarta seção, os resultados são apresentados e discutidos. Na quinta seção estão presentes as considerações finais do presente trabalho.

## **2 Revisão de Literatura**

Popularmente o Brasil é considerado um país “privilegiado” devido à sua localização geográfica, que impede a ocorrência de terremotos com elevado poder de destruição, atividades vulcânicas e ação de ciclones de grande intensidade. Em contraposição, é um dos países que registra o maior número de desastres associados a raios, escorregamentos, estiagens, inundações bruscas e graduais (Santos et al., 2015).

Os desastres naturais podem ser desencadeados por processos que envolvem um grande número de variáveis geofísicas (relevo, vegetação, rios, precipitação, entre outras) e humanas (população, ocupação do solo, desigualdade socioeconômica, atividades econômicas e educação). Os impactos decorrentes dos desastres podem ser acentuados por fatores socioeconômicos, como o planejamento urbano ineficiente e ineficaz (Santos et al., 2015).

A atmosfera é dinâmica por sua própria natureza e segue um ritmo composto por eventos usuais e eventos extremos, anômalos ou excepcionais. Os eventos usuais são registrados com maior frequência, possibilitando a sua absorção pelas sociedades que se adaptam ao seu ritmo natural, sendo que estes eventos não distanciam de maneira significativa da média (Barbosa, 2007). Entretanto, os eventos extremos de chuva são aqueles em que os valores apresentaram desvios de chuva superiores ou inferiores ao comportamento usual. Segundo Barbosa (2007), estes eventos têm ocorrências com incidência rara, se distanciando da média, variando em sua magnitude. Os eventos climáticos extremos são responsáveis pelas principais catástrofes naturais atuais (Moura et al., 2021).

Os eventos naturais, como inundações, secas, terremotos e outros fazem parte dos ciclos naturais da Terra. Os desastres naturais podem ocorrer em grandes escalas como o caso das secas, ou, em pequenas escalas, a exemplo os deslizamentos. Os processos ou fenômenos climáticos, hidrológicos, geológicos, dentre outros, que podem causar danos, destruir bens e provocar lesões as pessoas podem ser considerados desastres naturais (Diesel, 2012).

Os movimentos de solo são objeto de interesse de grande parte de pesquisadores e planejadores e/ou administradores públicos, uma vez que sua ocorrência pode atingir áreas com importante infraestrutura para um país, como, por exemplo: oleodutos, gasodutos, aquedutos, rodovias, linhas de transmissão de energia e telecomunicações, além de complexos industriais e centros urbanos, tendo como consequência mais grave a perda de vidas humanas. Os movimentos de massa compreendem os processos geológicos exógenos que envolvem mobilização de material rochoso e/ou terroso em direção a partes mais baixas por ação da gravidade. Escorregamento de solos e/ou rochas ocorrem geralmente associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados durante os períodos chuvosos, que, na região tropical brasileira, corresponde ao verão, especificamente nos meses que iniciam o ano (Hiuri Araujo & Ribeiro Cuba dos Santos, 2017).

A Rodovia dos Tamoios possui histórico desfavorável. Durante os meses de verão em Caraguatatuba, do ano de 1967, houve precipitações que somaram cerca de 600 mm e ocasionaram, em 18 de março do mesmo ano, diversos escorregamentos, totalizando 436 mortes e 400 casas totalmente destruídas. Quanto ao número de mortos, ainda há imprecisão em seu número exato, haja vista inúmeros desaparecimentos e corpos carregados até o mar (Hiuri Araujo & Ribeiro Cuba dos Santos, 2017). Essa série de deslizamentos de terra das encostas da Serra do Mar, destruiu um grande trecho da rodovia, cuja reconstrução foi realizada utilizando-se tecnologias mais modernas, que contribuíram para a sua melhoria geral. Em 1970, o DER executou significativos melhoramentos de traçado (planta e perfil) entre São José dos Campos e Paraibuna (Amorim & Mello, 2017).

O clima de Caraguatatuba como de grande parte do litoral do estado de São Paulo é caracterizado como tropical, sem estação seca definida, com diminuição das chuvas durante o inverno e com verões muito úmidos. Em particular, no litoral norte, devido à proximidade da Serra do Mar com a orla, os valores pluviométricos são maiores do que no litoral sul. A região é importante local de atuação de sistemas atmosféricos (Moura et al., 2021).

A existência de encostas suscetíveis às movimentações de terra, somada às intervenções inapropriadas para contenção de maciços terrosos e rochosos, pode ter motivado os quatro deslizamentos de terra apurados no dia 15 de março de 2017, exatamente no trecho de serra. As chuvas superaram em mais de 130% a média histórica do mês, que, por si só, já é alta: 258,2mm. Ainda que não tenha ocasionado nenhuma morte, os deslizamentos impediram a circulação na Rodovia dos Tamoios, em ambos os sentidos, por mais de 13 horas (Hiuri Araujo & Ribeiro Cuba dos Santos, 2017).

O avanço tecnológico no campo da meteorologia tem facilitado o aviso da ocorrência de fenômenos naturais, mediante o uso de sensores em tempo real. Estes permitem enviar alerta e avisos antecipados de ocorrências dos fenômenos naturais intensos. Este tipo de sistema permite que vidas sejam salvas e que as comunidades possam se preparar de forma adequada para a chegada do evento. Estudos envolvendo fenômenos geodinâmicos e hidrometeorológicos tem contribuído, para o conhecimento da ameaça e do perigo que representam, quando das ocorrências intensas e nocivas. (Diesel, 2012).

A distribuição estratégica das estações meteorológicas na rodovia é um importante instrumento que pode ajudar a operação: indicando condições climáticas adversas em algum trecho da rodovia, permitindo ações mais rápidas, como a formação de comboio e aviso aos usuários através do subsistema de informação ao usuário (Vasconcellos, 2017).

### 3 Método

#### 3.1 Apresentação da rodovia dos Tamoios como objeto de pesquisa

Implantada na década de 1930, a rodovia dos Tamoios liga os municípios localizados no eixo da rodovia Presidente Dutra aos localizados no litoral da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) do estado de São Paulo. Com 82 quilômetros de extensão, a rodovia atravessa os municípios de São José dos Campos, Jambeiro, Paraibuna e Caraguatatuba e passa pelo extremo leste do município de Jacareí (Henrique, Souza & Reschilian, 2017).

Ela foi pavimentada em 1957 pelo DER-SP (Departamento de Estradas de Rodagem), após diversos acidentes graves causados pelo excesso de pó e lama que, aliado à neblina, tornou-se um grande perigo para quem transitava no local. O nome “Tamoios” foi dado em referência histórica ao nome de uma tribo indígena que habitava o Litoral Norte Paulista e o Litoral Fluminense. A denominação da rodovia foi realizada através da lei nº 1796, de 18/10/78 (Tamoios, 2021).

Ao longo de sua existência, diversos trechos passaram por melhorias e até mesmo foram reconstruídos, como o ocorrido na década de 1960, quando uma forte chuva provocou o deslizamento de terras no trecho serrano da rodovia (Henrique et al., 2017). Em 1970, foi melhorado o traçado entre São José dos Campos e Paraibuna. No mesmo período, com a inundação provocada pelo transbordamento da Barragem Paraibuna - Paraitinga, e o consequente prejuízo ao trecho de Paraibuna até o alto da Serra, foi necessária uma nova reconstrução de trecho da rodovia para que ela voltasse a ficar transitável (Tamoios, 2021). Em 2012, iniciaram-se as obras de sua duplicação, a fim de atender às demandas de diversos segmentos produtivos, entre os quais o setor petroquímico, possibilitando maior acesso ao porto de São Sebastião, imprimindo nova dinâmica com o aumento dos fluxos na rodovia (Henrique et al., 2017).

A Concessionária Tamoios assumiu em 18 de abril de 2015 a operação e manutenção da rodovia dos Tamoios (SP – 099). A rodovia possui intersecções com a Via Dutra (BR-116), Rodovia Carvalho Pinto (SP-70), Estrada das Pitas (SP-88) e Rodovia Rio-Santos (SP-55/BR-101) (Tamoios, 2021).

Desde a sua pavimentação em 1957, a rodovia dos Tamoios é o principal acesso ao porto de São Sebastião, utilizado para o escoamento da produção industrial, bem como para a entrada de maquinários e matérias-primas utilizados pelas indústrias localizadas no Vale do Paraíba Paulista, em especial, pelos municípios mais industrializados da região. O turismo nos municípios litorâneos é outra atividade econômica que também se desenvolveu a partir das melhorias implementadas na rodovia (Henrique et al., 2017).

O trecho de serra da rodovia dos Tamoios possui 12,6 quilômetros de extensão, um trajeto com bastante sinuosidade e que onde ocorrem deslizamentos de encostas. Por conta do clima, a concessionária instalou cinco estações meteorológicas em lugares estratégicos no trecho de serra da rodovia. As estações têm nome de pássaros nativos da região em volta da Rodovia (Jacutinga - km 59, Tangará - km 67, Maria Leque - km 72, Azulão - km 74 e Pavó - km 81). As estações possuem pluviômetros, que é um aparelho de meteorologia usado para recolher e medir, em milímetros lineares, a quantidade de líquidos ou sólidos precipitados durante um determinado tempo e local. Foi adotado pela concessionária um protocolo de segurança que quando chove acima de 100 mm em 72 horas ocorre a interdição total da via. A Concessionária Tamoios, fornece de forma pública os dados de suas estações meteorológicas em tempo real através de seu site, e boletins meteorológicos pelas redes sociais da concessionária e pela rádio *web* Estrada do Sol (Tamoios, 2021).

### 3.2 Análise das contagens volumétricas de veículos

Para alcançar o objetivo deste estudo, foi inicialmente realizada uma pesquisa bibliográfica para embasamento no assunto. Foi definido o trecho da rodovia dos Tamoios a ser analisado. O trecho está compreendido entre o km 42 (local de instalação do equipamento de medição de fluxo de veículos 099-S-RAC-042) e o km 81 (fim da serra) no sentido sul. Em seguida, foram levantados os dados das contagens volumétricas de veículos no período de 13/05/2019 a 21/05/2019, visando determinar a quantidade e a composição do fluxo de veículos que passam pelo ponto selecionado do sistema viário. Foram utilizados os dados da contagem volumétrica classificatória do Departamento de Estradas de Rodagem (DER) de São Paulo. Para analisar o fluxo de veículos no período analisado em outras rodovias da região, foram coletados os dados da contagem volumétrica dos seguintes equipamentos: 055-O-RAD-113 / SP-055 (Oeste), 125-S-ATD-088 / SP-125 (Sul), 098-S-RAD-094 / SP-098 (Sul). O intuito é verificar o comportamento do movimento nessas rodovias devido ao fechamento da rodovia dos Tamoios (SP, 2021).

No mesmo período de 13/05/2019 a 21/05/2019, foram analisados os dados da precipitação pluviométrica da Rodovia dos Tamoios no trecho analisado com captação de dados em referência a Caraguatatuba. Foram utilizados dados de estações pluviométricas do Centro integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO, 2021) e imagens de satélite do Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA).

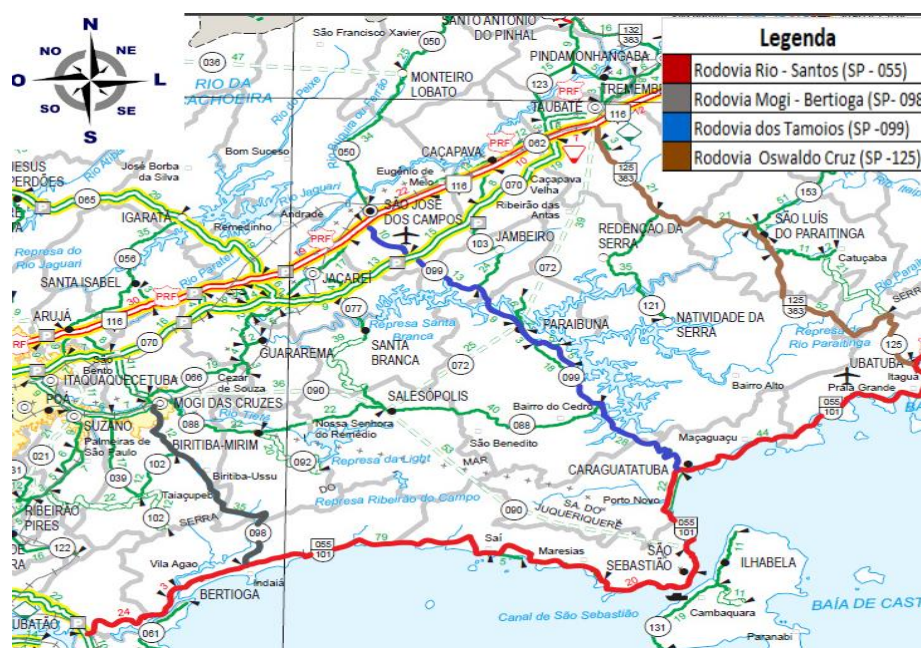


Figura 1. Rodovias analisadas pelo estudo. Fonte: adaptado de ("Mapa Rodoviário SP", 2021).

## 4 Resultados e Discussão

A Concessionária Tamoios possui um protocolo de segurança para eventos meteorológicos que determina que, quando os volumes de chuva atingirem 60 mm a rodovia entra em estado de alerta, e a partir de 100 mm, determina-se o bloqueio total do trecho de serra devido ao risco de queda de barreiras (Tamoios, 2021).

Foi escolhido para o estudo o período de 13/05/2019 a 21/05/2019. A Rodovia dos Tamoios ficou interditada de 16/05/2019 a 18/05/2019, totalizando de 40 horas de interrupção. A escolha do período deu-se pela disponibilidade de dados e ocorrência de evento extremo de chuva (Tamoios, 2021).



Figura 2. Imagem de câmera de monitoramento da concessionária no km73. Fonte: Tamoios (2021).

No período de interdição (colunas em vermelho na Figura 3) foi aquele no qual houve mais incidência pluviométrica totalizando 206 mm de chuva em 40 horas, 16,6% à mais que a soma dos 3 dias anteriores a interdição. A Figura 3 detalha a quantidade de chuva no período e a Figura 5 mostra a imagem de satélite no dia 17 de maio (CIIAGRO, 2021).

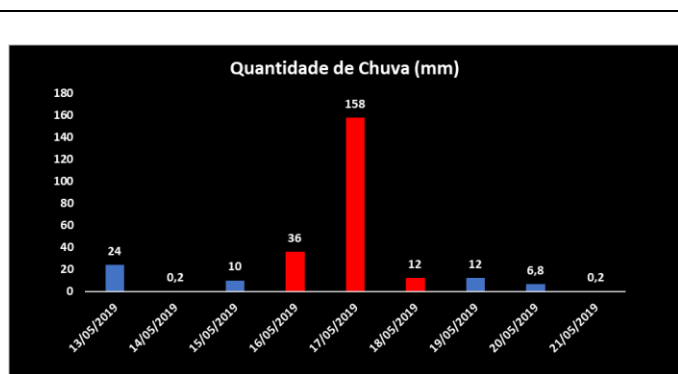


Figura 3. Precipitação pluviométrica na região de Caraguatatuba (mm). Fonte: adaptado de SP (2021).

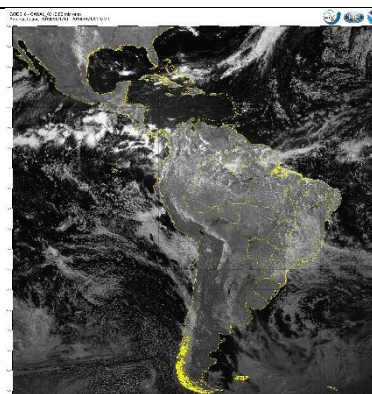


Figura 4. Imagens do satélite Goes 16 da América do Sul para o dia 17/05/2019 entre 17h10 e 17h20. Fonte: (DSA, 2021).

A Figura 5 detalha a contagem volumétrica de veículos no período analisado. O dia 17/05/2019 foi o com o menor volume de veículos de todas as categorias, com um total de 1731 veículos, 28,6% menor que a média mensal. Somando o período total de interdição resulta um valor 66,9% menor que a quantidade de veículos nos 3 dias anteriores à interdição (SP, 2021).

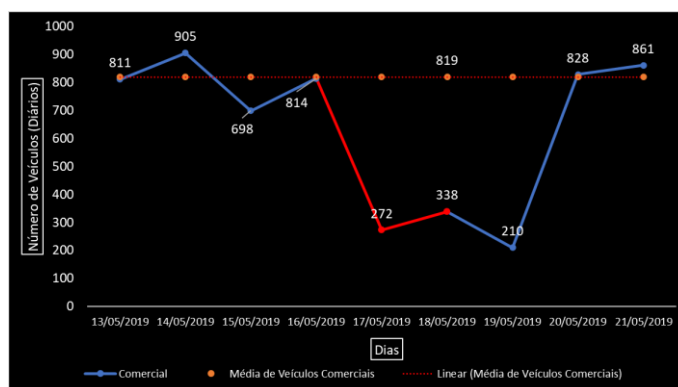


Figura 5. Volume de veículos registrados x média mensal de veículos do mês de maio no km 42 (Sul) da SP-99. Fonte: adaptado de SP (2021).

A Rodovia dos Tamoios é uma importante ligação logística da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, Mogi das Cruzes, região de Campinas (Dom Pedro I) e sul de Minas Gerais ao Porto de São Sebastião. Por isso foi elaborado gráficos comparativos do período analisado, com o objetivo de analisar se há influência no tráfego das outras rodovias da região, devido à interrupção na Rodovia dos Tamoios.

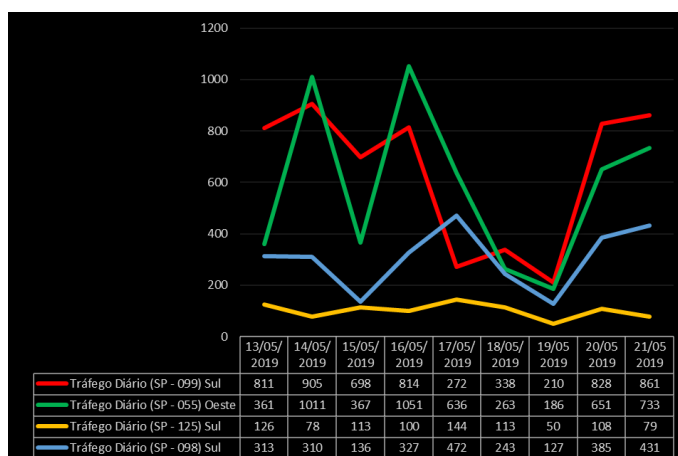


Figura 6. Consolidação do tráfego comercial nas rodovias analisadas no período. Fonte: adaptado de SP (2021).

Fazendo uma análise consolidada dos dados no período, conforme Figura 6, tem-se que:

- Rio-Santos (Oeste) SP-055: registrou 1.950 veículos comerciais no período, uma média diária no período de 650 veículos comerciais, um aumento de 177% em relação à média mensal diária de 235 veículos mensais;
- Mogi – Bertioga (Sul) SP-098: registrou 1042 veículos comerciais no período, uma média diária de 347 veículos, um aumento de 16,7% em relação em relação à média mensal diária de 289 veículos;
- Oswaldo Cruz (Sul) SP-125: registrou 357 veículos comerciais no período, uma média diária de 119, uma diminuição de 5,6% em relação à média mensal diária de 126 veículos;
- Tamoios (Sul) SP-099: os comboios controlados possibilitaram a passagem de 1.424 veículos comerciais, média diária de 475, uma queda de 42% em relação à média mensal diária de 819



## 5 Conclusão

O objetivo deste trabalho foi estudar a influência de eventos meteorológicos no fluxo logístico de veículos comerciais na Rodovia dos Tamoios e o impacto nas rodovias da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte com vistas à prevenção de desastres. À partir da análise dos dados extraídos da contagem volumétrica classificatória do Departamento de Estradas de Rodagem (DER) de São Paulo e dos dados de estações pluviométricas do Centro integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), para um período específico, conclui-se que eventos extremos de chuva causaram impactos diretamente na rodovia analisada, e os efeitos desses impactos se estenderam para as rodovias da região, podendo acarretar variações no lead time de cadeias de suprimentos que utilizam a infraestrutura da região, afetando o fluxo de cargas para o Porto de São Sebastião, visto que a rodovia dos Tamoios faz parte de um corredor de exportação.

O presente estudo evidenciou que as rodovias Rio-Santos SP-055, Mogi – Bertiooga SP-098 e Oswaldo Cruz SP-125 tiveram alterações em seus fluxos médios de veículos comerciais, sobrecarregando seu sistema logístico. Essas rodovias não possuem uma concessionária que execute a gestão em tempo real das condições meteorológicas e de impacto ambiental. O aumento do fluxo de veículos nas rodovias, aliado às condições meteorológicas adversas, sem um monitoramento em tempo real das condições da rodovia, pode causar perdas econômicas, humanas, ambientais ou materiais e que excedem a capacidade de recuperação.

O papel da Concessionária Tamoios na operação da rodovia dos Tamoios é de fundamental importância na gestão de eventos extremos. A distribuição estratégica das estações meteorológicas na rodovia, estudos envolvendo fenômenos geodinâmicos e hidrometeorológicos e o envio de alertas e avisos antecipados de ocorrências dos fenômenos naturais intensos, permitem que vidas sejam salvas e que as comunidades possam se preparar de forma adequada para a chegada do evento. O estudo evidenciou que, apesar dos eventos extremos ocorridos no mês de maio de 2019, a concessionária conseguiu mitigar os efeitos dos eventos meteorológicos na rodovia.

## Agradecimentos

Agradecemos o apoio do Clube de Ciências do Senac São José dos Campos e da Concessionária Tamoios para esta pesquisa.

## Referências

- Amorim, E., & Mello, L. (2014). O espaço produzido e consumido pelas rodovias: o caso da duplicação da Rodovia dos Tamoios – SP. *Revista Espinhaço | UFVJM*, 87-97. doi:10.5281/zenodo.3966393
- CIIAGRO, C. (2021). CIIAGRO - Quadro de Chuva Mensal. Retrieved 27 January 2021, from <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Quadros/QChuvaPeriodo.asp>
- Diesel, L. E. (2012). Proposta de um sistema de gestão de riscos viários (SIGRAV/2009) usando geointeligência para rodovias do Estado de Santa Catarina-Sul do Brasil.
- DSA, I., 2021. DSA - Previous - Goes. [online] [Satelite.cptec.inpe.br](http://satelite.cptec.inpe.br). Available at: <<http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes16.formulario.logic>> [Accessed 30 January 2021].

Henrique, M., Souza, A., & Reschilian, P. (2017). Duplicação da rodovia dos Tamoios–SP: fluidez e repercussões no espaço regional da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. *Cadernos Metrópole*, 19(40), 799-816. doi: 10.1590/2236-9996.2017-4005

Hiuri Araujo, V., & Ribeiro Cuba dos Santos, P. (2017). AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS MITIGADORAS DAS MOVIMENTAÇÕES DE MASSA NA RODOVIA DOS TAMOIOS (KM 68 AO KM 81) – CARAGUATATUBA – SP. REGRASP - Revista Para Graduandos, 2(5), 71-94. Retrieved from <http://seer.spo.ifsp.edu.br/index.php/regrasp/article/view/157>

I. S. Da Conceição Melicio, R., Vendrametto, O., & de Souza, A. (2018). NETLOG - International Conference on Network Enterprises & Logistics Management. In NETLOG - International Conference on Network Enterprises & Logistics Management. (pp. 1-13). São Paulo: UNIP.

Mapa Rodoviário SP. (2021). Retrieved 27 January 2021, from <http://www.sp-turismo.com/mapas/mapa-rodoviario-sp.htm>

Moura, E. F., da Cal Seixas, S., & Dourado, C. D. S. (2016). Variabilidade pluvial, eventos extremos e alterações ambientais no corredor da rodovia D. Pedro I–Tamoios no período de 1983-2012. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 10(5), 151-161.

Santos, D., & Galvani, E. (2014). Distribuição sazonal e horária das precipitações em caraguatatuba-sp e a ocorrência de eventos extremos nos anos de 2007 a 2011. *Ciência E Natura*, 36(2). doi: 10.5902/2179460x11891

Santos, L. B., Valério, L., Jurema, M. C., Londe, L. R., SOUZA, D., Bardini, V., ... & Tomás, L. R. (2015, November). Desastres naturais de origem hidrológica e impactos no setor de transportes-o caso de março de 2015 em São José dos Campos-SP. In *Brazilian Symposium on Water Resources*.

SP, D. (2021). DER/SP: Volume Diário Médio das Rodovias - VDM. Retrieved 27 January 2021, from <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/MalhaRodoviaria/VolumeDiario.aspx>

Tamoios, C. (2021). Concessionária Tamoios. Retrieved 27 January 2021, from <https://www.concessionariatamoios.com.br/>

Unidas, N. (2020). Brasil está entre países com maior número de pessoas expostas a inundações. Retrieved 16 August 2020, from: <https://nacoesunidas.org/ocha-brasil-esta-entre-paises-com-maior-numero-de-pessoas-expostas-a-inundacoes/>

Vasconcellos, H. F. M. (2017). Modelo de operações para rodovias inteligentes.