



MANUTENÇÃO PREVENTIVA COMO CATALIZADORA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: CASO DO SISTEMA METROFERROVIÁRIO DO RIO DE JANEIRO

MARIANNA NUNES VALIM

PUC-Rio | mariannavalim@gmail.com

MARCELO BEZERRA

PUC-Rio | mmb@puc-rio.br

Sessão Temática 08: Mobilidade Urbana e direito à cidade

Resumo: Esse trabalho analisa as avarias as quais os equipamentos dos sistemas metroferroviários no Rio de Janeiro, estão submetidos no cenário de aumento de temperatura. Estudos a respeito de mudanças climáticas projetam cenários de aumento de temperatura em áreas urbanas, onde equipamentos de sistema metroferroviário estão sujeitos a maior severidade para operação, especialmente em metrópoles onde são identificadas ilhas de calor. A malha ferroviária, é ambiente propício para a retenção de calor, pois sua superestrutura é composta de elementos que permitem aos trens se desloquem por trilhos, em uma área exposta a radiação solar e com transmissão de calor intensa. Sendo assim, no cenário de emergência climática, entender acompanhar e aplicar soluções de monitoramento associadas as atividades regulares de manutenção preventiva serão fundamentais para mitigar os riscos de descarrilamentos associados ao fenômeno de flambagem de via. Analisar os riscos aos quais a ferrovia e do sistema metroviário estão expostas e o papel das atividades de manutenção, fomenta a mobilidade do Rio de Janeiro de modo sustentável.

Palavras-chave: transporte de passageiros; sistema metroferroviário; mudança climática; manutenção preventiva.

PREVENTIVE MAINTENANCE AS A CATALYST FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT: THE CASE OF RIO DE JANEIRO'S METRO-RAILWAY SYSTEM

Abstract: *This work analyzes the failures to which the equipment of the Rio de Janeiro's metro-railway systems is subjected in a scenario of increasing temperature. Climate change studies project scenarios of increased temperature in urban areas, where metro-railway system equipment is subject to greater operating severity, especially in metropolises where heat islands are identified. The railway network is a conducive environment for heat retention, as its superstructure is composed of elements that allow trains to travel on tracks, in an area exposed to solar radiation and with intense heat transmission. Therefore, in a climate emergency scenario, understanding, monitoring, and applying monitoring solutions associated with regular preventive maintenance activities will be fundamental to mitigate the risks of derailments associated with the rail buckling phenomenon. Analyzing the risks to which the railway and metro system are exposed, and the role of maintenance activities promotes sustainable mobility in Rio de Janeiro.*

Keywords: *Passenger Transportation; Metro-Railway System; Climate change; Preventive Maintenance.*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMO CATALIZADOR DEL DESARROLLO SOSTENIBLE: CASO DEL SISTEMA METROFERROVIARIO DE RÍO DE JANEIRO

Resumen: *Este trabajo analiza las fallas a las que están sometidos los equipos de los sistemas metroferroviarios de Río de Janeiro en un escenario de aumento de temperatura. Estudios sobre el cambio climático proyectan escenarios de aumento de temperatura en áreas urbanas, donde los equipos de los sistemas metroferroviarios están sujetos a una mayor severidad operativa, especialmente en metrópolis donde se identifican islas de calor. La red ferroviaria es un ambiente propicio para la retención de calor, ya que su superestructura está compuesta por elementos que permiten a los trenes desplazarse por rieles, en un área expuesta a la radiación solar y con una intensa transmisión de calor. Por lo tanto, en un escenario de emergencia climática, comprender, acompañar y aplicar soluciones de monitoreo asociadas a las actividades regulares de mantenimiento preventivo serán fundamentales para mitigar los riesgos de descarrilamientos asociados al fenómeno de pandeo de vía. Analizar los riesgos a los que están expuestos el ferrocarril y el sistema metroviário y el papel de las actividades de mantenimiento fomenta la movilidad de Río de Janeiro de manera sostenible.*

Palabras clave: *Transporte de pasajeros; sistema metroferroviario; cambio climático; mantenimiento preventivo.*

INTRODUÇÃO

Esse trabalho tem por objetivo investigar o comportamento da via permanente de sistemas metroferroviários localizados em metrópoles, no cenário das cidades lidando com os impactos das mudanças climáticas, especificamente com o aumento de temperatura.

Estudos a respeito de mudanças climáticas projetam cenários de aumento de temperatura em áreas urbanas, onde equipamentos de sistema metroferroviário estão sujeitos a maior severidade para operação, especialmente em metrópoles onde são identificadas ilhas de calor, como o Rio de Janeiro.

Sendo assim, os dados analisados, através da revisão bibliográfica de maneira sistemática serão do transporte de passageiros no sistema ferroviário e metroviário do Estado do Rio de Janeiro, local que historicamente registra altas temperaturas durante todo o ano.

Considerando que o desenvolvimento sustentável do espaço urbano precisa incluir parâmetros que contemplem o transporte de passageiros, especialmente o transporte metroferroviário, essa pesquisa se propõe a estudar as avarias que podem acontecer quando os equipamentos e sistemas estão expostos a altas temperaturas e entender como a manutenção preventiva pode atuar para mitigar os riscos aos quais o sistema está vulnerável.

ESCOLHA DO RIO DE JANEIRO COMO ESTUDO DE CASO

No Brasil, há concentração no litoral de áreas de urbanizadas. O Rio de Janeiro é o segundo município com maior extensão absoluta de área urbanizada no Brasil, com 53,35% de proporção de áreas urbanizadas em relação à área oficial Total (IBGE, 2019).

Entendendo que áreas urbanizadas estão expostas aos efeitos das mudanças climáticas, sendo um dos fenômenos enfrentados nessas áreas é o fenômeno de ilha de calor, que se refere a áreas urbanas com calor característico, relativo à superfície ou materiais subsuperficiais, devido ao aumento da temperatura do ar (Climatologia, 2024).

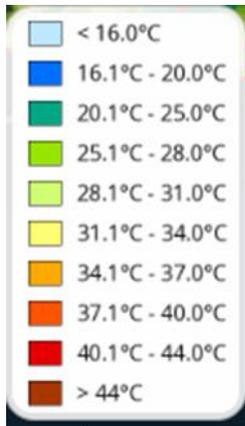
Entendendo que o uso urbano do espaço, da forma que foi estruturada, acarreta mais intensa intervenção do homem, é possível observar que as cidades: possuem maior impermeabilização dos solos, diminuição áreas verdes, retirada de vegetação, grande número de construções, poluição e são o local onde diversas atividades humanas são desenvolvidas. Esses fatores combinados, aumentando a poluição e diminuindo a vegetação, contribuem para o aquecimento do ambiente e conseqüentemente o aumento da temperatura do solo.

Segundo o Relatório Mundial das Cidades de 2024, o ano de 2023 foi o ano mais quente já registrado na história humana, com temperatura global sendo de 1,48°C acima da linha de base entre 1850-1900, período anterior a revolução industrial (ONU-Habitat, 2024).

Ao combinar o significativo número de pessoas que vivem em áreas urbanas, que estimula o aquecimento do ambiente com o aumento de temperatura registrado globalmente, é possível

Para explicar as cores visíveis no mapa, a tabela a seguir mostra a relação de cor com as faixas de temperaturas registradas no ano de 2020, no Rio de Janeiro, segundo o Climatologia (Tabela 1).

Tabela 1 – Legenda de faixa de temperaturas registradas no Rio de Janeiro em 2020



< 16.0°C
16.1°C - 20.0°C
20.1°C - 25.0°C
25.1°C - 28.0°C
28.1°C - 31.0°C
31.1°C - 34.0°C
34.1°C - 37.0°C
37.1°C - 40.0°C
40.1°C - 44.0°C
> 44°C

Fonte: Adaptado dos dados disponíveis em Climatologia¹

Ao adicionar no google Earth as camadas da malha ferroviária (linhas vermelhas) e metroviária (ícones roxos) do Rio de Janeiro é possível identificar que, no aspecto geral, as temperaturas nas regiões que contemplam as malhas são superiores a 31.1°C.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada no desenvolvimento do estudo aqui apresentado partiu da análise dos trabalhos de estudo de instituições e pesquisadores em três grandes áreas: mudanças climáticas, mobilidade e transporte metroferroviário.

Com o objetivo de entender as mudanças climáticas são levantados os dados mais recentes disponibilizadas pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e informações associadas aos panoramas de temperatura no Brasil e no Mundo, através do Climatologia e o ONU-Habitat.

Em seguida é analisado quais são as políticas públicas brasileiras, desde a Constituição Federal de 1988, que promovem a mobilidade, especificamente, em relação ao transporte de alta demanda no Rio de Janeiro.

A última área consiste em entender quais são os fenômenos climáticos associados ao aumento de temperatura que podem causar avarias no sistema metroferroviário.

MOBILIDADE

Os marcos legais aqui apresentados contam a história do desenvolvimento urbano a partir do estabelecido através da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), apresentando os instrumentos e dispositivos estabelecidos por força da Lei, para o desenvolvimento urbano,

em termos de mobilidade urbana. Destacando-se o papel do transporte, que é direito social, garantido na Constituição Federal de 1988, através do Art. 6º².

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 182º, estabelece que a política de desenvolvimento urbano, executada pelo poder público municipal, segue diretrizes fixadas em lei, para garantir o bem-estar de seus habitantes.

Sendo o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana, o plano diretor, aprovado pela câmara municipal.

Em 2001, através da Lei N° 10.257/2001³, foi regulamentado os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo diretrizes gerais da política urbana (BRASIL, 2001).

A, Lei N° 10.257/2001 (BRASIL, 2001) nomeada de Estatuto da Cidade, definiu diretrizes para ordenar o desenvolvimento social da cidade. Entre as diretrizes, estão a garantia ao direito às cidades sustentáveis, incluindo à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, para as presentes e futuras gerações; e a oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e às características locais.

Entre os instrumentos da política urbana estão os planos nacionais, regionais e estaduais; planejamento das regiões metropolitanas e o planejamento municipal através do plano diretor (BRASIL, 2001).

A Política Nacional de Mobilidade Urbana teve suas diretrizes instituídas através da Lei N° 12.587/2012⁴ (BRASIL, 2012).

Em seu Art. 4º, é definido mobilidade urbana como “condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano” (BRASIL, 2012).

O Art. 2º (BRASIL, 2012) estabelece que o objetivo é permitir o acesso a cidade de forma universal através do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana.

O Sistema Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012) organiza e coordena os modos de transporte, definindo como infraestrutura de mobilidade urbana as vias e demais logradouros públicos, inclusive metroferrovias; terminais, estações e demais conexões; sinalização viária e equipamentos e instalações, entre outros.

De acordo com a Lei, em seu Art. 24º, o instrumento de efetivação da Política Nacional de Mobilidade Urbana é o Plano de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012).

Em 2015, através da Lei N° 13.089/2015⁵ (BRASIL, 2015), foi instituído o Estatuto da Metrôpole, que alterou a Lei nº 10.257/ 2001.

A Lei N° 13.089/2015, define em seu Art. 2º que, a metrôpole (BRASIL, 2015) é o:

espaço urbano com continuidade territorial que, em razão de sua população e relevância política e socioeconômica, tem influência nacional ou sobre uma região que configure, no mínimo, a

área de influência de uma capital regional, conforme os critérios adotados pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (BRASIL, 2015).

O Estatuto da MetrÓpole (BRASIL, 2015), estabeleceu as diretrizes gerais para o planejamento, a gestão e a execução das funções públicas de interesse comum em regiões metropolitanas e em aglomerações urbanas instituídas pelos Estados.

Esta Lei define as normas gerais sobre o plano de desenvolvimento urbano integrado para que as regiões metropolitanas e aglomerações urbanas sejam contempladas pelas normas gerais de direito urbanístico estabelecidas na Lei N° 10.257/2001⁶ (BRASIL, 2015).

O plano de desenvolvimento urbano integrado foi o instrumento criado para determinar as diretrizes para o desenvolvimento territorial estratégico e os projetos estruturantes da região metropolitana e aglomeração urbana (BRASIL, 2015).

Através da Lei n° 13.683, de 2018⁷ (BRASIL, 2018), que alterou a Lei N° 13.089/2015, passou a constar que a definição de região metropolitana é *“unidade regional instituída pelos Estados, mediante lei complementar, constituída por agrupamento de Municípios limítrofes para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum.”*

Em seu Art. 10° fica definido que deve ser elaborado plano de desenvolvimento urbano integrado que deverá ser compatível com o plano diretor, nas regiões metropolitanas e as aglomerações urbanas (BRASIL, 2018).

Atualmente, segundo a Lei Complementar N° 184/2018⁸ (ALERJ, 2018), a região metropolitana é composta por Rio de Janeiro (capital), Belford Roxo, Cachoeiras de Macacu, Duque de Caxias, Guapimirim, Itaboraí, Itaguaí, Japeri, Magé, Maricá, Mesquita, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Paracambi, Petrópolis, Queimados, Rio Bonito, São Gonçalo, São João de Meriti, Seropédica e Tanguá.

O Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado do Rio de Janeiro (MODELO METRÓPOLE, 2018), elaborado em atendimento ao Estatuto da MetrÓpole, em termos de transporte coletivo de alta demanda metroferroviário, apresentou propostas voltadas para ampliação da ferrovia através de futuro Arco Ferroviário e expansão da ferrovia no entorno da Baía de Guanabara.

O plano diretor do município do Rio de Janeiro, foi publicado através da Lei Complementar N° 270/2024⁹ (RIO DE JANEIRO, 2019). Uma das diretrizes prioritárias propostas, segundo o Art. 41°, se relaciona com ampliação do sistema de transporte de alta capacidade, prioritariamente sobre trilhos (RIO DE JANEIRO, 2019).

As legislações vigentes se apresentam como fomentadores de diretrizes de ampliação do sistema sobre trilhos para transporte de passageiros. Entretanto, além do aspecto de promoção da ampliação é preciso manter em funcionamento de forma segura da infraestrutura atual.

O desenvolvimento sustentável do espaço urbano precisa incluir parâmetros que contemplem o transporte de passageiros, especialmente o transporte metroferroviário.

Nesse trabalho analisa-se os riscos aos quais a ferrovia e do sistema metroviário estão expostas e o papel das atividades de manutenção para manter a operação comercial de forma segura, pois assim se fortalece a mobilidade do Rio de Janeiro de maneira efetiva.

SISTEMA FERROVIÁRIO

Essa pesquisa se propõe a estudar as avarias que podem acontecer quando os equipamentos e sistemas estão expostos a altas temperaturas e entender como a manutenção preventiva pode atuar para mitigar os riscos aos quais o sistema está vulnerável.

O estudo foca em via permanente como equipamentos expostos as altas temperaturas do ambiente e as avarias que podem decorrer dessa exposição.

A ferrovia do Rio de Janeiro tem a sua operação concedida à Concessionária SuperVia, que é regulada e fiscalizada pela AGETRANSP (AGETRANSP). A malha ferroviária, composta por 104 (cento e quatro) estações, distribuídas em cinco ramais e três extensões, integrando onze municípios, incluindo a cidade do Rio de Janeiro e região metropolitana (SuperVia).

ESTRUTURA DA VIA PERMANENTE

A estrutura da via permanente de uma ferrovia é composta por infraestrutura e superestrutura.

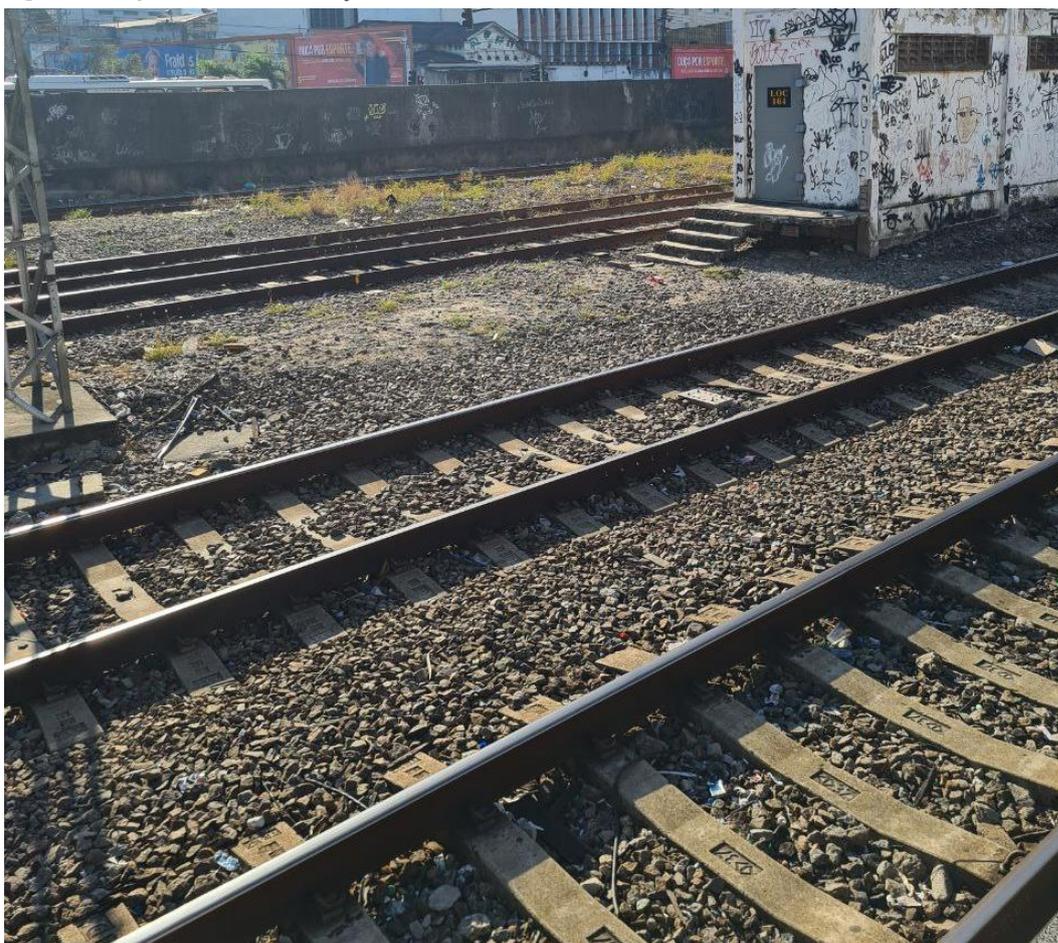
Castello Branco e Ferreira (2002) definem a infraestrutura como todas as obras que viabilizam o leito da via e é composta por cortes, aterros, túneis ponte e viadutos. A infraestrutura precisa ser capaz de absorver todos os esforços implícitos oriundos do tráfego de trens. Sua função é viabilizar a fundação da superestrutura.

A superestrutura é composta basicamente por sublastro, lastro, dormentes, trilhos e seus acessórios (talas de junção, placas de apoio, elementos de fixação e outros). A superestrutura tem por objetivo garantir estabilidade longitudinal, lateral e vertical do plano de rolamento do trem, formado pelos boletos dos trilhos.

Na ferrovia do Rio de Janeiro a superestrutura é classificada como lastrada ou elástica, pois utiliza-se lastro para distribuir os esforços resultantes das cargas dos trens, fornecendo elasticidade à superestrutura e permitindo aos dormentes suportarem a carga vertical transmitida pelos trilhos, segundo Castello Branco e Ferreira (2002).

A figura 2, a seguir ilustra a malha ferroviária, exposta a radiação solar, da ferrovia.

Figura 2: Via permanente de estação da ferrovia em Madureira.



Fonte: Registrado pelos autores

SISTEMA METROVIÁRIO

O metrô do Rio de Janeiro tem a sua operação concedida à Concessionária MetrôRio, que é regulada e fiscalizada pela AGETRANSP. A malha metroviária é composta por 41 (quarenta e uma) estações (AGETRANSP).

Castello Branco e Ferreira (2002) definem que os dormentes quando assentados sobre lajes de concreto são classificados como parte de uma superestrutura rígida. Essa formação é utilizada em parte da malha metroviária do Rio de Janeiro, exemplificado através da figura 3, a seguir.

Figura 3: Via permanente de estação de metrô Irajá.



Fonte: Registrado pelos autores

A mudança da infraestrutura, em comparação a ferrovia, também modifica a forma com os esforços são sentidos pela via permanente. Entretanto, esse tipo de via também é vulnerável a fenômenos relacionados a mudanças climáticas.

FENÔMENOS RELACIONADOS A TEMPERATURA

Ao estudar as avarias que um sistema pode sofrer no cenário das mudanças climáticas, existem certos fenômenos que são associados as altas temperaturas, como a flambagem de via.

Segundo Castello Branco e Ferreira (2002) flambagem de via é um *“fenômeno que se origina das tensões longitudinais de origem térmica, aliadas ou não a esforços provenientes do tráfego”*.

O trilho, enquanto o trem trafega pela via, está naturalmente sujeito a tensões de compressão e tração e os trilhos também estão sujeitos à variação de temperatura do trilho para a temperatura de seu assentamento (temperatura neutra).

Então quanto maior a variação de temperatura do trilho, maiores são as tensões térmicas aos quais os trilhos estão sujeitos, favorecendo o acontecimento de flambagem de via, também conhecido como ensarilhamento (Castello Branco e Ferreira, 2002).

Quando a via sofre flambagem, devido ao desalinhamento dos trilhos, existe risco de descarrilamento. Os níveis de flambagem da via levam as diferentes respostas de manutenção. A depender do grau, primeiro é imposta restrição de velocidade ao trecho, pois foi avaliado que não há risco eminente de acidente no local

Ressalta-se que esse fenômeno tem origem na variação de temperatura ao qual os trilhos estão sujeitos, sendo assim, em locais com a temperatura mais baixa, esse fenômeno também é observado (Castello Branco e Ferreira, 2002).

ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO

As ações de manutenção preventiva existem para que os itens inspecionados passem por manutenções periódicas, em acordo com as especificações do fabricante e com objetivo de manter os equipamentos performando dentro dos parâmetros estabelecidos e de maneira a garantir a segurança da operação.

As atividades de manutenção preventiva em via permanente, precisa incluir diversos tipos de inspeções. A inspeção visual da malha ferroviária tradicionalmente é feita a pé e através do auto-de-linha. Existe o desgaste inerente ao uso, que precisa ser acompanhado.

Castello Branco e Ferreira (2002) definem o estado de conservação da superestrutura ferroviária e a situação de conservação dos trens como duas das causas para descarrilamento, fenômeno no qual o trem sai da via.

Sendo assim, no cenário de emergência climática, no qual a tendência de atingir temperaturas cada vez mais altas no Rio de Janeiro, entender acompanhar e aplicar soluções de monitoramento associadas as atividades regulares de manutenção preventiva serão fundamentais para mitigar os riscos de descarrilamentos associados ao fenômeno de flambagem de via.

CONCLUSÕES

Esse trabalho analisou as avarias as quais a via permanente de sistemas metroferroviários localizados no Rio de Janeiro, está submetida aos impactos das mudanças climáticas, especificamente com o aumento de temperatura.

Estudos a respeito de mudanças climáticas projetam cenários de aumento de temperatura em áreas urbanas, onde equipamentos de sistema metroferroviário estão sujeitos a maior severidade para operação, especialmente em metrópoles onde são identificadas ilhas de calor.

Sendo assim, os dados analisados, através da revisão bibliográfica de maneira sistemática são relativos ao transporte de passageiros no sistema ferroviário e metroviário do Estado do Rio de Janeiro, local que historicamente registra altas temperaturas durante todo o ano.

Nesse cenário, é possível supor que locais com baixa densidade de vegetação e com a superfície coberta pela malha ferroviária, estejam suscetíveis a experimentar mais altas temperaturas.

A malha ferroviária que é um ambiente propício para a retenção de calor, pois sua superestrutura é composta de elementos que permitem aos trens se deslocarem por trilhos, em uma área exposta a radiação solar e com transmissão de calor intensa. Não sendo um ambiente onde recursos para minimizar os efeitos das altas temperaturas, como maior arborização, possam ser aplicados. O ambiente da malha ferroviária, em sua essência, tem elementos que favorecem temperaturas mais altas.

Ao combinar o significativo número de pessoas que vivem em áreas urbanas, que estimula o aquecimento do ambiente com o aumento de temperatura registrado globalmente, é possível observar que a forma como as áreas urbanas existem hoje não são sustentáveis a longo prazo.

Considerando que o desenvolvimento sustentável do espaço urbano precisa incluir parâmetros que contemplem o transporte de passageiros, especialmente o transporte metroferroviário, essa pesquisa se propôs a estudar as avarias que podem acontecer quando os equipamentos e sistemas estão expostos a altas temperaturas e entender como a manutenção preventiva pode atuar para mitigar os riscos aos quais o sistema está vulnerável

As ações de manutenção preventiva existem para que os itens inspecionados passem por manutenções periódicas, em acordo com as especificações do fabricante e com objetivo de manter os equipamentos performando dentro dos parâmetros estabelecidos e de maneira a garantir a segurança da operação.

Sendo assim, no cenário de emergência climática, no qual a tendência da atingir temperaturas cada vez mais altas no Rio de Janeiro, entender acompanhar e aplicar soluções de monitoramento associadas as atividades regulares de manutenção preventiva serão fundamentais para mitigar os riscos de descarrilamentos associados ao fenômeno de flambagem de via.

Analisar os riscos aos quais a ferrovia e do sistema metroviário estão expostas e o papel das atividades de manutenção para manter a operação comercial de forma segura, pois assim se fortalece a mobilidade do Rio de Janeiro de modo sustentável.

REFERÊNCIAS

AGETRANSP. Site oficial da AGETRANSP. Disponível em:

<https://www.agetransp.rj.gov.br/concessionarias/metrorio>. Acesso em: 27 nov. 2024.

Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro. **LEI COMPLEMENTAR Nº 184 DE 27 DE DEZEMBRO DE 2018**. Dispõe Sobre A Região Metropolitana Do Rio De Janeiro. Disponível em:

<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/contlei.nsf/01017f90ba503d61032564fe0066ea5b/1865e2c565e1e547832583d1005da99f?OpenDocument>. Acesso em: 16 nov. 2024.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 17 nov. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 17 nov. 2024.

BRASIL. **Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015**. Institui o Estatuto da Metrôpole. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm. Acesso em: 17 nov. 2024.

BRASIL. **LEI Nº 13.683, DE 19 DE JUNHO DE 2018**. Altera as Leis n º 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrôpole), e 12.587, de 3 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Lei/L13683.htm. Acesso em: 17 nov. 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 19 nov. 2024.

CASTELLO BRANCO, José Eduardo Saboia; FERREIRA, Ronaldo (Ed.). **Tratado de Estradas de Ferro: Prevenção e Investigação de Descarrilamentos**. Rio de Janeiro: Os Editores, 2002. 534 p. ISBN 85-901545-2-1.

CLIMATOLOGIA. **Clima**. Disponível em: <http://www.climatologia.com.br/clima>. Acesso em: 16 set. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Áreas urbanizadas do Brasil: 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Meio Ambiente, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101973_informativo.pdf. Acesso em: 10 nov. 2024.

MODELO METRÓPOLE. **O plano**. Disponível em: <https://www.modelarametropole.com.br/o-plano/>. Acesso em: 10 nov. 2024.

RIO DE JANEIRO (Município). Dados públicos sobre o município do Rio de Janeiro. Portal Data.Rio. Disponível em:

<https://www.data.rio/search?groupIds=cbe84df2333a463b9d4e20aca5177936>. Acesso em: 09 set. 2024

RIO DE JANEIRO (Município). **LEI COMPLEMENTAR Nº 270 DE 16 DE JANEIRO DE 2024.**

Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. Disponível em:

<https://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/LC270M.PDF>. Acesso em: 17 nov. 2024.

ONU-Habitat. **World Cities Report 2024: Towards a More Equitable Urban Future.** Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2024. Disponível em:

https://unhabitat.org/sites/default/files/2024/11/wcr2024_-_full_report.pdf. Acesso em: 10 nov. 2024.

SUPERVIA. Site oficial da SuperVia. Disponível em: <https://www.supervia.com.br>. Acesso em: 19 nov. 2024.

¹ CLIMATOLOGIA. Clima. Disponível em: <http://www.climatologia.com.br/clima>. Acesso em: 16 set. 2024.

² BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 19 nov. 2024.

³ BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 17 nov. 2024.

⁴ BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012.** Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 17 nov. 2024.

⁵ BRASIL. **Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015.** Institui o Estatuto da Metrôpole. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm. Acesso em: 17 nov. 2024.

⁶ BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 17 nov. 2024.

⁷ BRASIL. **LEI Nº 13.683, DE 19 DE JUNHO DE 2018**. Altera as Leis nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrôpole), e 12.587, de 3 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Lei/L13683.htm. Acesso em: 17 nov. 2024.

⁸ Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro. **LEI COMPLEMENTAR Nº 184 DE 27 DE DEZEMBRO DE 2018**. Dispõe sobre A Região Metropolitana Do Rio De Janeiro. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/contlei.nsf/01017f90ba503d61032564fe0066ea5b/1865e2c565e1e547832583d1005da99f?OpenDocument>. Acesso em: 16 nov. 2024.

⁹ RIO DE JANEIRO (Município). **LEI COMPLEMENTAR Nº 270 DE 16 DE JANEIRO DE 2024**. Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/LC270M.PDF>. Acesso em: 17 nov. 2024.