



EXPLORANDO SISTEMAS DE COMPARTILHAMENTO DE BICICLETAS: UM ESTUDO DE CASO NO RIO DE JANEIRO

Gabriel Bezerra Costa de Lima¹, Lorena Mirela Ricci², Mariana Marques de Moraes², Helena Oliveira Filagrana¹, Lino Guimarães Marujo², Marcio de Almeida D'Agosto²

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia, Escola Politécnica (POLI), ²Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia, Instituto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE)

RESUMO

O presente estudo analisa como condições climáticas e parâmetros físicos afetam a demanda por sistemas de compartilhamento de bicicletas (SCB) em contextos urbanos tropicais. Utilizando dados do sistema Integra UFRJ, foram aplicadas técnicas de Análise Exploratória de Dados para investigar padrões sazonais e correlações entre clima, perfil de usuários e volume de viagens. Os resultados indicam que a primavera é a estação mais favorável ao uso das bicicletas, e que fatores como temperatura elevada e precipitação intensa impactam negativamente o número de viagens. A discussão propõe medidas operacionais adaptativas para maior resiliência climática. Este artigo contribui para o planejamento de mobilidade ativa em regiões tropicais, promovendo sustentabilidade e eficiência operacional.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A mobilidade urbana desempenha um papel fundamental no desenvolvimento sustentável, afetando diretamente as dimensões econômica, social e ambiental. Nesse contexto, a reestruturação das estratégias de mobilidade tem se mostrado essencial, com destaque para os sistemas de compartilhamento de bicicletas (SCB), integrados ao transporte público urbano. Além de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, esses sistemas trazem benefícios econômicos e sociais significativos (Banister, 2008).

O uso de SCBs cresceu nos últimos anos, até 2021 foram mapeadas 42 SCBs em operação no Brasil (Binatti et al., 2022), sendo que a maior parte dos sistemas estão localizados em grandes centros urbanos, de acordo com a operadora Tembici (Revista Bicicleta, 2023) houve um crescimento de 123% no número de usuários do sistema oferecida pela empresa desde 2018 até 2023. No caso da integração com o ambiente universitário, universidades que se encontram dentro do ambiente urbano têm a possibilidade de receber estações dos SCBs, porém quando não existe esta opção devido a limitações, podem ser instaurados sistemas exclusivos para o compartilhamento de bicicletas, que é o caso do Integra UFRJ.

O projeto Integra UFRJ se incorporou ao ambiente da UFRJ, que já funcionava como um *living lab*, tendo suas atividades inseridas nesse contexto focado em mobilidade ativa e sustentável no campus Cidade Universitária, a necessidade surgiu devido às limitações geográfica que existe no campus universitário que está localizado em uma ilha com cercada pelo mar de um lado e por uma via expressa (linha vermelha) do outro, o que limita a conexão com os bairros mais próximo, dificultando o acesso aos sistema oferecido ao centro urbano. Além das questões geográficas, que dificultam a existência do sistema em si, existem fatores ambientais, como temperatura elevada e chuvas frequentes — comuns em regiões tropicais — que podem limitar o desempenho e a atratividade desses sistemas (Buehler & Pucher, 2012).

Este trabalho aborda a resiliência dos SCBs às mudanças climáticas globais, analisando como fatores climáticos e urbanos influenciam a adesão ao sistema Integra UFRJ. Conforme apontam Fishman et al. (2014), a integração de SCBs ao planejamento climático é essencial para garantir sua eficácia em longo prazo. A pesquisa, portanto, utiliza uma metodologia baseada em análise exploratória de dados para gerar insights quantitativos e qualitativos. Além de identificar padrões de uso, o estudo sugere ajustes operacionais para melhorar a eficiência do sistema. Dessa forma, o trabalho apresenta uma abordagem integrada que alia resiliência climática e sustentabilidade urbana, orientada para um futuro mais responsável e adaptável às mudanças climáticas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foram coletados dados mensais de uso do sistema Integra UFRJ. O período avaliado foi de outubro de 2023 a setembro de 2024, no qual existiam 65 bicicletas em operação. O sistema opera das 8:00 às 18:00 horas, de segunda a sexta-feira, com limite máximo de duração da viagem de 60 minutos. Os dados coletados para análise foram os horários de retirada e devolução das bicicletas, tempo de

duração das viagens, idade dos usuários e gênero. Dados climáticos por estação do ano foram obtidos do Instituto ClimaTempo, enquanto informações sobre infraestrutura cicloviária completaram o conjunto. A partir dos dados coletados do sistema Integra UFRJ e do clima, então foi realizada uma análise exploratória de dados, na qual é observada qual foi a influência das condições climáticas na adesão dos usuários ao sistema, sendo correlacionados os perfis de usuários, padrões temporais e volume de viagens.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento, o projeto apresenta resultados promissores, promovendo mobilidade ativa em suas 7 estações. Mais de 35 mil viagens foram realizadas pelo sistema Integra UFRJ, 20 mil somente no último ano (2024). Como visto na Figura 1, o perfil etário dos usuários do Integra UFRJ indica forte concentração na faixa dos 18 aos 24 anos. Esse padrão reflete a demografia esperada de um campus universitário, com prevalência de estudantes de graduação e jovens profissionais. Tal distribuição sugere que a familiaridade com tecnologias de mobilidade digital e a disposição para adotar meios alternativos sustentáveis estão mais presentes nesse público. A ausência relativa de usuários em faixas etárias mais elevadas pode estar associada a barreiras físicas, culturais ou de acessibilidade. Políticas de incentivo específicas, como treinamento para novos usuários ou melhorias ergonômicas nas bicicletas, podem ajudar a ampliar o público atendido.

A Figura 2 representa a distribuição por gênero (M- masculino, F- feminino, “-” Não identificado, O- outros) e mostra uma maior participação de homens no uso das bicicletas compartilhadas. Essa diferença é comum em sistemas de micromobilidade em todo o mundo, e pode estar relacionada à percepção de segurança no tráfego urbano. Para equilibrar esse indicador, é fundamental investir em infraestrutura segura, bem iluminada, e promover campanhas voltadas à inclusão feminina na mobilidade ativa, além de considerar a escuta ativa das demandas de usuárias atuais e potenciais.

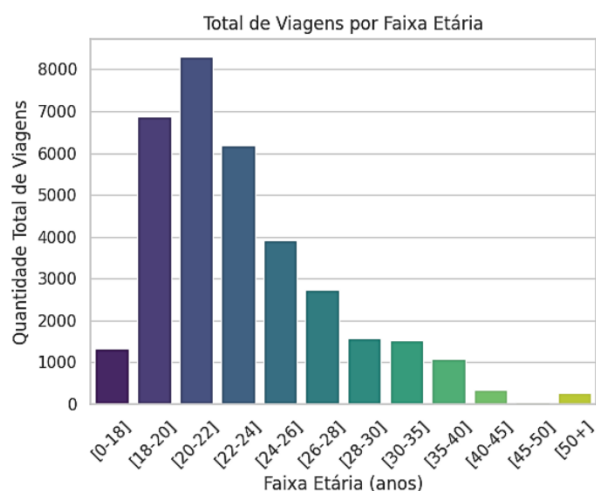


Figura 1: Faixa etária

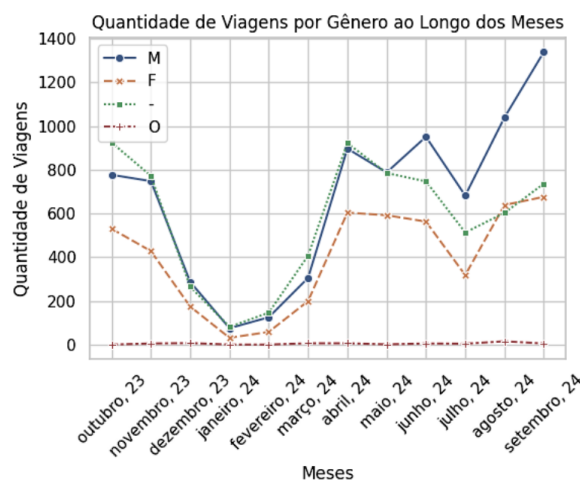


Figura 2: Gênero por quantidade de viagens

A Figura 3 apresenta a análise horária da distribuição das viagens do sistema Integra UFRJ por dia da semana. A regularidade ao longo da semana mostra que o sistema apresenta robustez em relação a maturidade e consolidação como alternativa à mobilidade do Campus. A regularidade também reforça o alinhamento com a rotina universitária. Picos em horários de entrada e saída, e estabilidade nos dias úteis, indicam que o sistema responde bem à demanda institucional. Terça, quarta e quinta-feira concentram a maior parte das viagens realizadas no sistema Integra UFRJ. Esse padrão reflete a rotina acadêmica e administrativa da universidade, na qual há maior fluxo de pessoas circulando pelo campus, o que sugere uma forte dependência do calendário institucional. Esses dados reforçam a necessidade de calibrar a disponibilidade de bicicletas e a logística de manutenção de acordo com o calendário semanal, concentrando esforços operacionais nos dias de maior demanda e aproveitando os períodos de menor uso para realizar reparos e realocação da frota.

A Figura 4 mostra que a tendência da duração média das viagens ao longo das estações do ano revela diferenças sutis, mas significativas. Durante a primavera, outono e inverno além de haver maior volume de viagens, observa-se também uma tendência de maior tempo médio por deslocamento, o que pode indicar uma experiência de uso mais confortável e prolongada, favorecida pelas condições climáticas amenas. Em contraste, no verão, as viagens tendem a ser mais curtas, provavelmente em função do desconforto térmico associado às altas temperaturas e ao aumento da sensação de exaustão, levando os usuários a realizarem apenas deslocamentos essenciais ou optarem por trajetos mais rápidos. Essa variação na duração conforme a estação evidencia que o clima não impacta apenas a quantidade de viagens, mas também a qualidade e o comportamento do deslocamento. Isso sugere a importância de estratégias sazonais que vão além da oferta de bicicletas — como o fornecimento de infraestrutura de apoio (bebedouros, sombras, áreas de descanso) e campanhas para informar sobre rotas mais adequadas em diferentes períodos do ano.

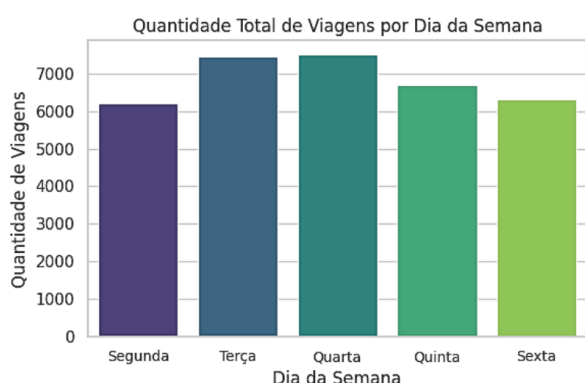


Figura 3: Dia da semana

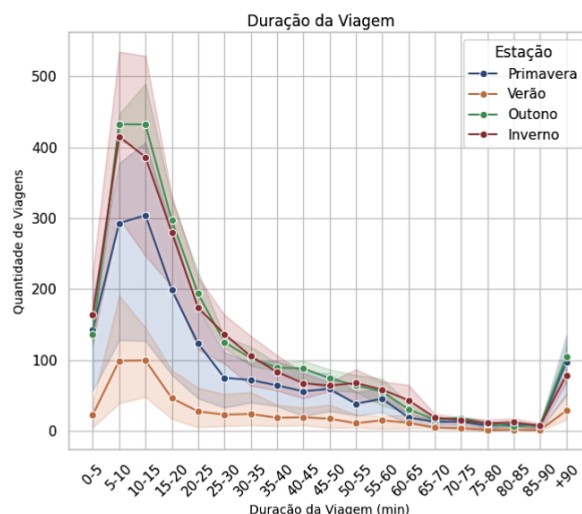


Figura 4: Duração da viagem por estação do ano

A Figura 5 relaciona a hora de retirada das bicicletas com o volume de viagens, segmentado por estação do ano, revela um padrão bimodal bem definido: com pico principal 12h e um segundo entre 16h e 17h. Esse comportamento está intimamente ligado aos horários de refeições entre as atividades acadêmicas. A primavera, inverno e outono apresentam os picos mais nítidos e consistentes, o que corrobora as análises anteriores de que essas estações proporcionam as condições climáticas mais favoráveis à mobilidade ativa. No verão, embora o padrão de horários se mantenha, observa-se redução de intensidade, provavelmente causada pelas altas temperaturas, que desestimulam os deslocamentos nos horários mais quentes. Esse padrão evidencia a importância de ajustar a oferta de bicicletas e monitorar a ocupação das estações ao longo do dia, considerando também a sazonalidade.

A distribuição das horas de devolução das bicicletas (Figura 6), também estratificada por estação do ano, reforça o padrão bimodal identificado nas retiradas, com picos semelhantes aos encontrados com as retiradas. A coerência entre os horários de retirada e devolução indica que a maioria das viagens ocorre dentro de intervalos curtos — típicos de deslocamentos de última milha — reforçando a função do sistema como complemento de trajetos do campus. No verão, os picos de devolução permanecem iguais ao encontrado na retirada.

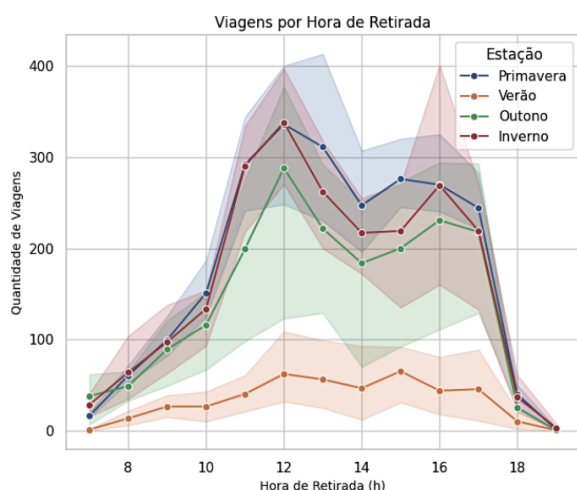


Figura 5: Hora de retirada por estação do ano

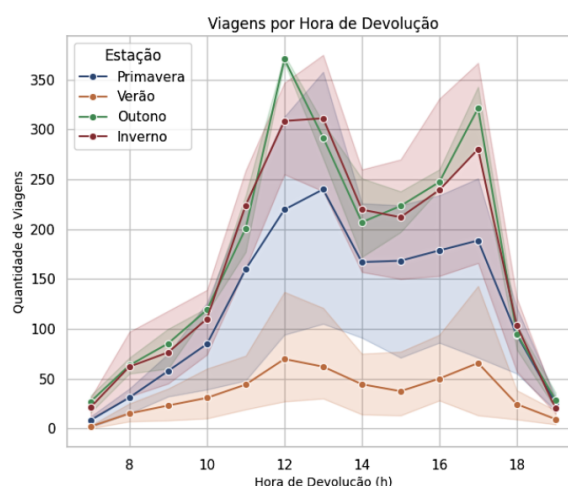


Figura 6: Hora de devolução por estação do ano

Os resultados evidenciam a vulnerabilidade dos SCBs frente às condições climáticas adversas. No contexto do Integra UFRJ, o uso das bicicletas é sensivelmente reduzido durante o verão, impactado pelo desconforto térmico e pela ocorrência de chuvas intensas. Por outro lado, representa uma janela estratégica para manutenções estratégicas, oferecendo condições favoráveis para a promoção da mobilidade ativa em períodos de maior demanda. Durante esses períodos, a quantidade de viagens tende a ser reduzida, o que proporciona uma janela de tempo adequada para ajustes e reparos nas bicicletas sem afetar significativamente o serviço. Com a manutenção dos veículos e estações, além da atualização do aplicativo nesses períodos, minimiza-se o impacto no atendimento. Essa estratégia operacional é especialmente importante para sistemas com frota limitada, como é o caso do Integra UFRJ que conta com 65 bicicletas.

4. CONCLUSÃO

Os resultados confirmam que parâmetros climáticos afetam significativamente o comportamento de viagens no sistema Integra UFRJ. O impacto desses fatores reforça a necessidade de estratégias adaptativas para garantir a eficiência do serviço em contextos tropicais. A aplicação da análise exploratória de dados destacou desafios enfrentados em regiões tropicais para subsidiar decisões estratégicas. As recomendações operacionais propostas incluem: o planejamento de manutenções e atualizações tecnológicas durante períodos de menor uso — como o verão —, além da implementação de melhorias na infraestrutura cicloviária. Tais medidas podem tornar o sistema mais resiliente e eficiente, promovendo sua expansão e replicação em outras instituições públicas de ensino superior, contribuindo para a transição para uma mobilidade urbana sustentável. Espera-se que os dados coletados consolidem a expansão do sistema e incentivem sua replicação em outras instituições.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73-80.
- Binatti, G., Batalha, Y., de Castro, J., Oliveira, M. S. (2022). Latin American bike sharing ecosystem overview: from data collection to implementation model portraits. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 14. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.014.e20210066>
- Buehler, R., & Pucher, J. (2012). Cycling to work in 90 large American cities: New evidence on the role of bike paths and lanes. *Transportation*, 39(2), 409-432.
- Caggiani, L., Camporeale, R., Marinelli, M., & Ottomanelli, M. (2019). User satisfaction based model for resource allocation in bike-sharing systems. *Transport Policy*, 80, 117-126.
- ClimaTempo. (2024). Dados meteorológicos por estação. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br>
- Fishman, E., Washington, S., & Haworth, N. (2014). Bike share's impact on car use: Evidence from the United States, Great Britain, and Australia. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 31, 13-20.
- Mukku, V. D., Salah, I. H., Roy, A., & Assmann, T. (2022). Evaluation of station distribution strategies for next-generation bike-sharing system. In *Conference on Sustainable Urban Mobility* (pp. 1358-1373). Cham: Springer Nature Switzerland.



Revista Bicicleta. (2023). Usuárias de bikes compartilhadas mais que dobrou na América Latina desde 2018. Disponível em:
<<https://revistabicicleta.com/destaque/usuarios-de-bikes-compartilhadas-mais-que-dobrou-na-america-latina-desde-2018/>>. Acesso em: 12 de setembro de 2025.

Sistema Integra UFRJ. (2024). Base de dados operacionais internos – Laboratório de Transporte de Carga (LTC-COPPE)

Gabriel Bezerra Costa de Lima (gabrielbcdelima@poli.ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia, Escola Politécnica (POLI), Ilha do Fundão - Av. Athos da Silveira Ramos, Bloco D, 2 andar - Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ, 21941-909