

## **Mobilidade Urbana Sustentável no Estado de São Paulo<sup>1</sup>**

**Geise Brizotti Pasquotto**

Professora Doutora, Brasil  
geisebp@gmail.com

---

<sup>1</sup> Este texto foi publicado pela primeira vez no livro “Múltiplos Olhares sobre a Cidade Contemporânea” (2021). Nesta edição, o texto foi revisado, com dados atualizados.

## RESUMO

As cidades resilientes são àquelas que, expostas a riscos, tem a capacidade de resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se, de maneira planejada e eficiente. Atualmente, uma das grandes fragilidades mundiais relaciona-se com o meio ambiente, portanto, é urgente repensar a forma como as cidades estão se desenvolvendo. Neste ensaio será abordada a questão da poluição do ar, principalmente em relação à mobilidade urbana. A partir de dados da qualidade do ar e de ações estratégicas de mobilidade, serão levantadas algumas reflexões levando em conta os aspectos direcionados e de visão sistêmica do processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mobilidade Urbana. Desenvolvimento Sustentável. Cidade Resiliente.

## INTRODUÇÃO

As cidades resilientes possuem a capacidade de se adaptar, reconhecendo suas fragilidades, absorvendo conhecimento do seu passado e criando planos de ação que possam ser usados no futuro para minimizar os riscos e trazer uma melhor qualidade de vida para os habitantes. Neste caso, os governos locais preocupam-se com o desenvolvimento sustentável na região, investindo em tecnologias que buscam antecipar e amenizar os danos causados por desastres naturais ou riscos causados pelo próprio ser humano. Em 2018 a Organização Mundial da Saúde (OMS) desenvolveu um relatório que mostrava dados alarmantes.

No mundo, anualmente, sete milhões de pessoas morrem devido à poluição do ar. Nove em cada dez pessoas respiram ar contendo altos níveis de poluentes (OMS, 2018). Segundo o diretor-geral da OMS Tedros Adhanom Ghebreyesus, "se não tomarmos medidas urgentes sobre a poluição do ar, nunca chegaremos perto de alcançar o desenvolvimento sustentável" (OMS, 2018, online). Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2012), os poluentes atmosféricos devem tornar-se a principal causa ambiental de mortalidade no mundo em 2050.

Pensar uma cidade resiliente com desenvolvimento sustentável, portanto, é entender como a qualidade do ar afeta a população e quais são os meios necessários para a melhoria desta situação. Este ensaio objetiva refletir nas alternativas aplicadas na sustentabilidade, sobretudo a de mobilidade urbana, e como estas questões podem ser controversas se analisadas com foco na amplidão sistêmica do processo.

## POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO ESTADO DE SÃO PAULO

A poluição atmosférica, definida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), é

A contaminação do ambiente interno ou externo por qualquer agente químico, físico ou biológico que modifica as características naturais da atmosfera (OMS, 2021, *online*, tradução nossa)<sup>2</sup>.

Qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, concentração, tempo ou características que possam tornar o ar

---

<sup>2</sup> No original: *Air pollution is contamination of the indoor or outdoor environment by any chemical, physical or biological agent that modifies the natural characteristics of the atmosphere.*

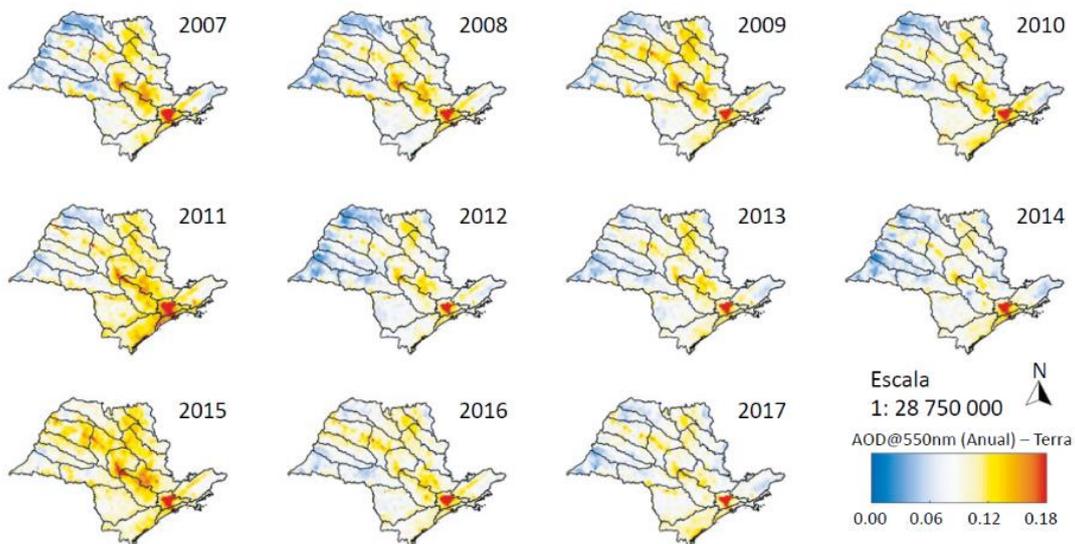
impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e à qualidade de vida da comunidade (MMA, 2021, *online*).

Só a poluição do ar ambiente causou cerca de 4,2 milhões de mortes em 2016, enquanto a poluição do ar por cozimento com combustíveis poluentes e tecnologias causou uma estimativa de 3,8 milhões de mortes no mesmo período. Mais de 90% das mortes relacionadas à poluição do ar ocorrem em países de baixa e média renda, principalmente na Ásia e na África, seguidos pelos países de renda baixa e média da região do Mediterrâneo Oriental, Europa e Américas (OMS, 2018).

É importante lembrar que a OMS é responsável por garantir o cumprimento do indicador Meta de Desenvolvimento Sustentável que consiste em reduzir até 2030 o número de mortes e doenças causadas pela poluição do ar. No entanto, segundo reportagem da OMS (2020), apesar do progresso acelerado na última década, o mundo não será capaz de garantir acesso universal a energia acessível, segura, sustentável e moderna antes de 2030, a menos que os esforços sejam significativamente aumentados, de acordo com a última edição do Monitoramento Global ODS 7.

No Estado de São Paulo, de 2007-2017, segundo Araújo e Rosário (2020), a estrutura dominante de poluição atmosférica apresenta-se nos eixos de desenvolvimento urbano-industrial indicados pelo prof. Jeferson Tavares (TAVARES, 2018), com um resultado alarmante em 2015, onde um dos fatores relacionados foi a crise hídrica que ocorreu neste ano (Figura 01).

**Figura 01 – Mapas de média anual da AOD550nm obtidos por meio de medições do sensor MODIS<sup>3</sup> a bordo do satélite Terra no estado de São Paulo, excluindo os dias em que houve transporte de fumaça da Região Centro-Oeste e do sul da Amazônia, durante a estação de queimada (entre agosto e novembro). A barra de cores representa a variação da abundância de aerossóis na atmosfera, cores frias (azul) e quentes (vermelho) indicam, respectivamente, baixos e altos níveis de material particulado na atmosfera.**



<sup>3</sup> Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer

FONTE: ARAÚJO, J. M. de; ROSÁRIO, N. M. É. do. Poluição Atmosférica Associada ao Material Particulado no Estado de São Paulo. RBCIAMB, v.55, n.1, 2020.

Embora essas duas leituras, poluição atmosférica e eixo de desenvolvimento industrial se sobreponham, Rosário relata que o principal motivador da poluição atmosférica atualmente são as queimadas, e não as indústrias (ROSÁRIO, 2021).

Segundo Araújo e Rosário (2020), entre 2007 e 2017, pode-se identificar uma tendência de diminuição na poluição atmosférica nas áreas estabelecidas de cultivo de cana (Bacia Piracicaba/Capivari/Jundiá). No entanto nota-se um aumento na área de expansão de cultivos na Bacia Turvo Grande e São José dos Dourados (Figura 02).

Entretanto, vale destacar que, apesar dos focos de queimada serem usualmente associados à cana, se verificou grande quantidade de focos fora das áreas canavieiras do estado. Um exemplo é a região da UGRHI<sup>4</sup> de Ribeira do Iguapé/Litoral Sul, área de vocação de conservação, em que foi observada quantidade importante de focos de queimadas e também de poluição (ARAÚJO; ROSÁRIO, 2020).

**Figura 02 – Taxa de variação da AOD550 nm por ano entre 2007 e 2017 nas UGRHI do estado de São Paulo. UGRHI destacadas (cor vermelha) apresentaram tendência estatisticamente válida por meio do Teste de Mann-Kendall para nível de significância 10%.**



FONTE: ARAÚJO, J. M. de; ROSÁRIO, N. M. É. do. Poluição Atmosférica Associada ao Material Particulado no Estado de São Paulo. RBCIAMB, v.55, n.1, 2020.

<sup>4</sup> Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs)

## MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

Segundo o professor Renato Anelli (2021), como trabalhar a questão da sustentabilidade na mobilidade urbana sem afetar outros sistemas? Esta indagação pareceu-me muito interessante e procurei neste ensaio me aprofundar sobre esta questão.

Segundo a OMS (2018, *online*) algumas cidades estão trabalhando para melhorar os dados de poluição atmosférica. A Cidade do México, por exemplo, se comprometeu com padrões de veículos mais limpos, incluindo a mudança para ônibus sem fuligem e a proibição de carros a diesel privados até 2025.

No Brasil, duas alternativas tornaram-se proeminentes nas ações sustentáveis em território nacional: a utilização do álcool como combustível limpo e a mudança da frota de ônibus para elétrico nas grandes cidades.

Abaixo trarei algumas reflexões sobre estas questões:

### - A utilização do álcool como combustível limpo e sustentável

A primeira indagação é se a utilização do álcool como combustível principal seria uma alternativa para um transporte menos poluente. Neste quesito é necessário levar em consideração que, quanto mais utilização de álcool, será necessário mais produção de cana-de-açúcar e desta maneira, potencial prejuízo da qualidade do ar como visto anteriormente.

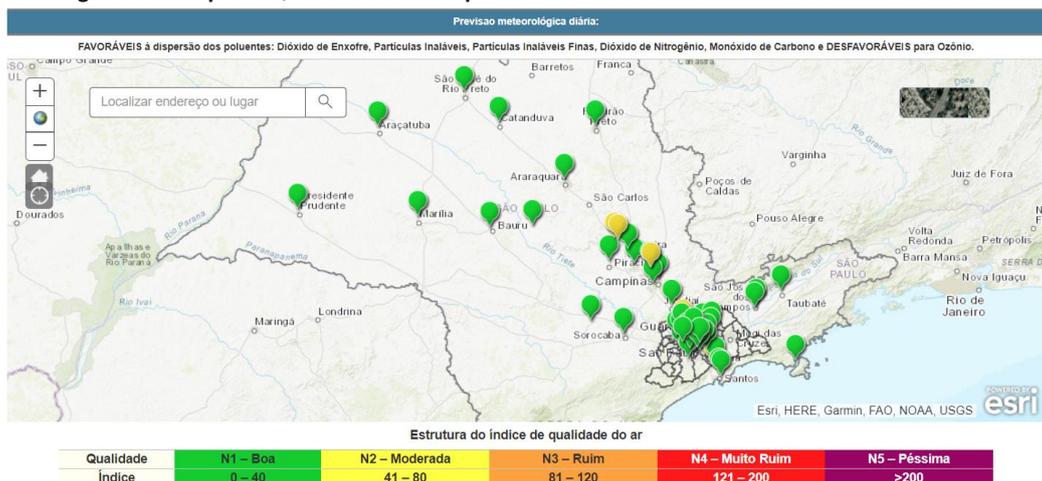
No entanto, vale ressaltar que em 2007 foi assinado um protocolo agroambiental entre o setor sucroalcooleiro paulista e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente, que determinou a antecipação dos prazos legais para o fim da colheita da cana por meio do uso de fogo para todas as unidades industriais signatárias (2014 nas áreas mecanizáveis e 2017 nas áreas não mecanizáveis). O setor sucroalcooleiro, ao assinar o Protocolo, buscou também fortalecer a imagem do etanol como combustível limpo e sustentável, o que é estrategicamente favorável para o setor (DUARTE et al., 2013).

No entanto, segundo Araújo e Rosário (2020), uma análise aprofundada dos resultados do protocolo dependeria da aferição das tendências nos níveis dos poluentes observados no estado, mas a cobertura de monitoramento *in situ* da poluição atmosférica é reduzida. Embora o Estado de São Paulo possua a maior e mais regular rede de monitoramento do país<sup>5</sup>, operada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), o Estado não tem monitoramento da poluição atmosférica na maioria dos seus municípios, como é possível verificar na imagem abaixo (Figura 03).

---

<sup>5</sup> Menos de 5% dos municípios apresentam monitoramento, dos quais 78% se situam na Região Sudeste do país (ISS, 2014).

**Figura 03 – Mapa da Qualidade de Ar disponível no site da CETESB. Pontos de monitoramento.**



FONTE: <https://servicos.cetesb.sp.gov.br/qa/> Dados: Outubro, 2022.

### - A alteração de transporte coletivo à diesel ou biodiesel para elétrico.

A cidade de Shenzhen, na China, foi a primeira cidade do mundo com a frota de ônibus 100% elétrica. A transição foi iniciada em 2009 e diminuiu as emissões de CO2 anuais dos ônibus em 48%. No entanto, a matriz energética do país é baseada majoritariamente no carvão, que é poluidor, pois apresenta substâncias chamadas de sulfetos que podem reagir quimicamente com o ar ou água resultando em substâncias como o ácido sulfúrico e sulfato ferroso que vão para o subsolo e para o lençol freático, contaminando solos, rios e lagos. A queima do carvão também libera substâncias que provocam poluição atmosférica, como fuligem, chuvas ácidas, e ainda contribuem para o efeito estufa. Portanto, é preciso analisar se, em relação a cadeia como um todo, essa alteração será benéfica.

No Brasil, nossa energia é gerada por hidroelétricas, diferente do caso da China que possuem uma matriz energética que possui um resultado negativo direto com a qualidade do ar. No entanto, é importante avaliarmos se a troca ampliada para todo o território nacional para o transporte elétrico seria benéfico e se o dano ambiental compensaria essa troca.

Os impactos ambientais provocados pela construção de uma usina hidrelétrica são irreversíveis. Apesar de utilizarem um recurso natural renovável e não poluírem o ar, para a construção de uma usina é necessário desmatamentos, inundações de grandes áreas e deslocamento de habitantes da região.

Uma usina hidrelétrica leva em média 10 anos para ser construída e tem vida útil em média de 50 anos. Um aumento súbito na demanda por veículos elétricos, e conseqüentemente na eletricidade, obrigaria os gestores a deixar as termoelétricas em operação permanente e adquirir a energia excedente dos vizinhos, aumentando a poluição atmosférica e o custo da energia, que já é elevada no país.

Portanto, analisar a potencialidade de uma frota elétrica não é apenas a redução de poluentes no ar emitido pelo veículo, e sim, qual a matriz energética e qual o custo-benefício de uma maneira geral.

Outra questão é a produção e o descarte da bateria, que é um dos componentes importantes do transporte elétrico. Ela pode ser muito prejudicial para o meio ambiente e precisa de ações especiais para este componente.

## OS ÔNIBUS ELÉTRICOS NO BRASIL: O ESTADO DE SÃO PAULO

Segundo a e-bus radar, na América Latina, 346,84 Kt de emissões de CO2 foram evitadas por ano (dados de Setembro de 2022). No Brasil, 44,82 Kt de emissões de CO2 foram evitadas por 371 ônibus elétricos (que correspondem a 1,95% do total da frota nacional), dos quais 302 são trólebus e 66 convencional a bateria e 2 Midi a bateria (E-BUS RADAR, 2022) (Figura 04).

Figura 04 – Diagrama da quantidade de ônibus elétricos e emissões de CO2 evitadas.



FONTE: Plataforma E-BUS Radar, Dados: Setembro, 2022.

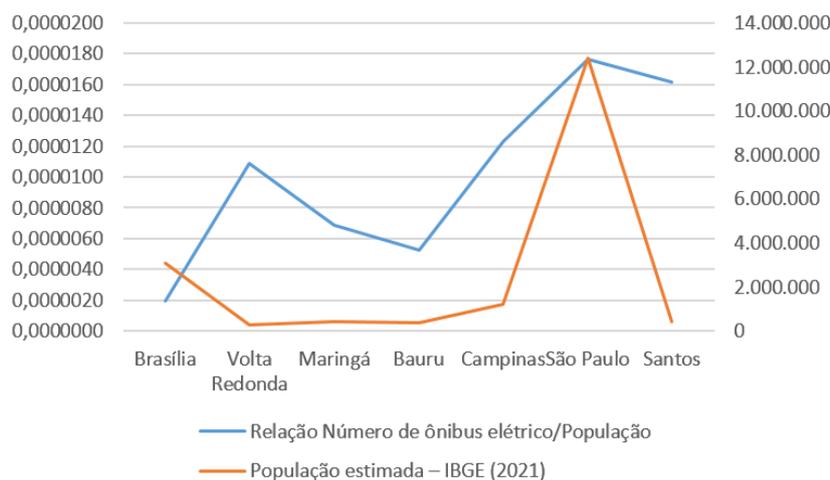
Levando em consideração os municípios brasileiros inseridos na plataforma, São Paulo possui o melhor índice em relação ao número de habitantes/ônibus elétrico, seguido por Santos e Campinas. Em última posição encontra-se a capital, Brasília (Tabela 01 e Figura 05).

Tabela 01 – Tabela da relação entre a quantidade de ônibus elétrico e a população em sete municípios brasileiros.

	Número de ônibus elétrico – Plataforma E-bus (2021)	População estimada – IBGE (2021)
Brasília	6	3.094.325
Volta Redonda	3	274.925
Maringá	3	436.472
Bauru	2	381.706
Campinas	15	1.223.237
São Paulo	219	12.396.372
Santos	7	433.991

FONTE: Elaborado pela autora com dados da plataforma E-bus Radar (2022) e IBGE (2022)

**Figura 05 – Gráfico da relação entre a quantidade de ônibus elétrico e a população em sete municípios brasileiros.**



FONTE: Elaborado pela autora com dados da plataforma E-bus Radar, 2021.

Em Campinas, segundo a plataforma, 15 ônibus elétricos estão em funcionamento (1,33% de um total de 1129 ônibus) (E-BUS RADAR, 2022).

Segundo o Caderno de Avanços dos Ônibus Elétricos na América Latina (MOBILITAS, 2021), em entrevista com o atual presidente da Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas (EMDEC) Ayrton Camargo e Silva, os ônibus estão atuando em duas importantes áreas de Campinas: a região do Campo Grande-Centro e região de Sousas-Centro.

Com base na licitação atual, o município de Campinas poderia inserir 785 carros, mas o presidente da EMDEC assinalou que o edital está em reavaliação e ainda não foi definida a nova configuração de ônibus com fontes alternativas de combustível para a nova licitação.

O presidente declara que “os veículos elétricos vieram para ficar e certamente farão parte, a cada dia de forma mais representativa, da frota de veículos no Brasil e no mundo”. No entanto, ele adverte que é “preciso evoluir nesta eletrificação, principalmente quanto à infraestrutura de abastecimento”.

Em entrevista com o funcionário da EMDEC André Aranha Ribeiro (2021), o edital da concessão dos transporte que criava uma “área branca<sup>6</sup>” na cidade foi suspenso em 2019. Foi contratada a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE) “para rever toda a modelagem da concessão, que pretendemos concluir até o fim de 2021”

Conceitualmente RIBEIRO (2021) relata que a proposta anterior foi considerada equivocada e que será realizada uma análise de eletrificação dos BRT’s. E continua relatando que “os estudos da FIPE indicarão um caminho sustentável tanto do ponto de vista ambiental, quanto econômico e social”.

Um município que possui uma proposta interessante no Estado de São Paulo é São José dos Campos. Paulo Guimarães, secretário de Mobilidade Urbana do município de São José dos Campos e presidente do Fórum Nacional de Secretários e Dirigentes Públicos de Mobilidade

<sup>6</sup> Era uma proposta em que um raio a partir do centro ia ser delimitado intitulado “área branca”. Nesta circunferência, só poderiam trafegar ônibus elétrico.

Urbana, comentou o projeto de implantação em sua cidade de um corredor de transporte público a ser operado exclusivamente com ônibus elétricos para o Caderno de Avanços dos Ônibus Elétricos na América Latina (MOBILITAS, 2021).

O secretário relatou que há três anos atrás já haviam realizado uma experiência com a Guarda Municipal, onde o resultado é uma frota de 100% composta por veículos elétricos. Atualmente a proposta é a inserção de um corredor de dez quilômetros que interligará o extremo sul da cidade à região central. E ele será operado única e exclusivamente com os veículos elétricos. O projeto prevê ciclovia e calçadas, mas não será permitido o trânsito de automóveis e nem de outro modo de transporte público a combustão interna.

A obra do corredor está sendo integralmente custeada pela administração municipal. Sobre a infraestrutura de carregamento dos veículos do corredor, Paulo Guimarães relata que o governo municipal decidiu assumir também esse custo e já inaugurou um processo de licitação para esse fim. “A ideia é que tanto os ônibus como a estrutura de carregamento sejam entregues aos novos operadores como um comodato, um bem reversível na concessão” (MOBILITAS, 2021). O secretário complementa que em relação ao custo da energia, o governo municipal está empregando uma estratégia diferenciada. “Para que não venhamos a perder o controle sobre o valor da energia, visando manter o controle da tarifa ao longo do contrato de concessão, estamos realizando duas outras licitações para a compra de energia, uma referente à geração distribuída e outra ao mercado livre” (MOBILITAS, 2021). Há requisitos quanto à geração de energia em cada um desses dois processos. “No caso da geração distribuída, a produção necessariamente deve ser feita por usina fotovoltaica, e no mercado livre, só iremos comprar daquelas empresas que fizerem a produção de energia de forma limpa, como a eólica, a solar e a hidrelétrica” (MOBILITAS, 2021).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Todas as tentativas de melhorar a qualidade de vida da população são importantes, no entanto, este ensaio visa expor a complexa rede em uma avaliação das questões ditas “sustentáveis”. Não é apenas o fim, ou seja, quanto o veículo não está poluindo o ar, e sim, ao analisar o sistema como um todo, é importante verificar se ainda assim, o resultado final é benéfico.

É importante entender se a produção do combustível ou da energia utilizada no transporte e suas fragilidades, compensam. Se o descarte da bateria não afetaria de maneira negativa o meio ambiente retirando o benefício da troca para um transporte elétrico. É importante avaliar os prós e contras para verificar se realmente estas mudanças estão sendo efetivas, ou se apenas está sendo transferido o problema para outro local ou setor.

Portanto, é preciso identificar se tais opções estariam auxiliando na redução da poluição ou estariam reduzindo os riscos nas cidades grandes e transferindo o ônus para as áreas periféricas, onde as plantações de cana e a instalação das hidroelétricas estariam.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARAÚJO, Julia Manfredini de; ROSÁRIO, Nilton Manuel Évora do. Poluição Atmosférica Associada ao Material Particulado no Estado de São Paulo: Análise baseada em Dados de Satélite. **RBCIAMB**, v.55, n.1, 2020. p. 32-47

Disponível em:  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewiD9Nqkifz6AhU5D7kGHUgxDhIQFnoECBIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.rbciamb.com.br%2FPublicacoes\\_RBCIAMB%2Farticle%2Fdownload%2F552%2F511&usg=AOvVaw2wilj2dRzrG1JPY1UY1z8X](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewiD9Nqkifz6AhU5D7kGHUgxDhIQFnoECBIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.rbciamb.com.br%2FPublicacoes_RBCIAMB%2Farticle%2Fdownload%2F552%2F511&usg=AOvVaw2wilj2dRzrG1JPY1UY1z8X) Acesso em: 25 out. 2022

DUARTE, C.G.; GOMES, F.; SORIANO, E.; MALHEIROS, T.F. Ensaio sobre a evolução da proteção ambiental no setor sucroenergético. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 29, p. 1-16, 2013. Disponível em: [http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes\\_RBCIAMB/article/view/552](http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/552) Acesso em: 29 abr. 2021.

E-BUS RADAR. **Plataforma de monitoramento de frotas de ônibus elétricos no Transporte Público das cidades Latino-Americanas**. Disponível em <<https://www.ebusradar.org/>> Acesso em: 25 out. 2022

ISS. Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil. São Paulo: INSTITUTO DE SAÚDE E SUSTENTABILIDADE, 2014. 99 p MMA. **Qualidade do Ar**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar.html#:~:text=A%20polui%C3%A7%C3%A3o%20atmosf%C3%A9rica%20pode%20ser,seguran%C3%A7a%2C%20ao%20uso%20e%20gozo> Acesso em: 21 mai. 2021.

MOBILITAS. **Avanços dos Ônibus Elétricos na América Latina**. 2021. p. 17. Disponível em <https://mobilitas.lat/wp-content/uploads/2021/06/210615-CADERNO-ONIBUS-ELETRICO-COMPLETO.pdf> Acesso em: 22 jun. 2021  
OECD. **Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction**. ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2012.

OMS. **La COVID-19 aumenta la urgencia de ampliar las soluciones de energía sostenible en todo el mundo**. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/es/news/item/28-05-2020-covid-19-intensifies-the-urgency-to-expand-sustainable-energy-solutions-worldwide>. Acesso em: 21 mai. 2021

OMS. **Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado**, 2018. Disponível em: <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action> Acesso em: 11 mai. 2021.

OMS. **Public health, environmental and social determinants of health**. Disponível em: [https://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/en/#:~:text=Air%20pollution%20can%20occur%20anywhere,common%20sources%20of%20air%20pollution](https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/en/#:~:text=Air%20pollution%20can%20occur%20anywhere,common%20sources%20of%20air%20pollution). Acesso em: 21 mai. 2021.

RIBEIRO, André Aranha. Entrevista realizada em 22/06/2021.

ROSÁRIO, Nilton Manuel Évora do. **Poluição atmosférica e a sua relação com os eixos de desenvolvimento urbano-industrial**. Palestra realizada para a Disciplina Tópicos Especiais: Infraestrutura, Cidades e Mudanças Climáticas do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Instituto de Arquitetura e Urbanismo – USP – São Carlos, 2021.

## AGRADECIMENTOS

Ensaio elaborado para a Disciplina Tópicos Especiais: Infraestrutura, Cidades e Mudanças Climáticas do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Instituto de Arquitetura e Urbanismo – USP – São Carlos. Docentes: Dr. Renato Luiz Sobral Anelli e Dr. Jeferson Cristiano Tavares.