

Tráfego congestionado e Poluição na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP): Transporte ativo como medida de mitigação

IZOLINA MARGARIDA DE SOUZA SOUZA
CENTRO PAULA SOUZA

ALEXANDRE FORMIGONI

SILVIA PIERRE IRAZUSTA

ANA PAULA PAGLIONE ANICETO
UNIDADE DE PÓS GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA

LUCAS SANTOS DE QUEIROZ

Introdução

A chegada de grandes indústrias no Brasil em 1930 e sua concentração na região Sudeste causou um crescimento acelerado para as cidades e provocou um grande êxodo do campo em busca de empregos congestionando as cidades com excesso de pessoas e excesso de veículos deteriorando a qualidade do ar e prejudicando a saúde e a qualidade de vida das pessoas que convivem nas grandes cidades. Tornando urgente a necessidade de desenvolver novas alternativas de mobilidade sustentável.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Problema: grandes cidades caracterizada por excesso de pessoas, veículos e poluentes gerados pela queima de combustíveis fósseis, mobilidade urbana marcada por congestionamentos, maior número de pessoas com problemas cardiorrespiratórios por excesso de poluentes, degradação do ecossistema provocada por gases de efeito estufa e chuvas ácidas. Objetivo: apresentar um recurso de mobilidade ativa para grandes centros urbanos, a fim de contribuir com as metas de redução de emissões, melhoria da qualidade do ar e de vida da população.

Fundamentação Teórica

O crescimento da população e o desenvolvimento econômico é responsável pelo alto índice das emissões de poluentes provenientes da queima de combustível por veículos automotores e pelas indústrias, resultando na degradação da qualidade do ar, trazendo risco à saúde humana (ABE; MIRAGLEA, 2018). Os veículos são responsáveis por 60% das emissões de CO, agravando o efeito estufa, a saúde da população e apontando a necessidade de repensar o sistema logístico (NUNNENKAMP, CORTE, 2017; CETESB, 2019; LEITE, 2020). A redução de estruturas para carros favorece a utilização de bicicletas (MILHEIRO, 2016).

Metodologia

Realizou-se uma pesquisa exploratória e uma discussão a respeito de transporte ativo na RMSP, a partir de uma revisão bibliográfica, por meio da busca no banco de dados do Portal de Periódicos da Capes (gratuito), considerando-se artigos revisados por pares, publicados no período de 2016 a 2021, empregando-se as palavras-chaves bicicleta, mobilidade e São Paulo. Foram analisados os artigos em língua portuguesa, envolvendo ainda os subtemas mobilidade urbana e área urbana. Utilizou documentos de bancos de dados de órgãos oficiais.

Análise dos Resultados

O cenário conturbado dos grandes centros urbanos foi o ponto em comum aos estudos discutidos, altamente prejudicial a integridade física e mental das pessoas que compartilham esses espaços e discutem alternativas de solução em prol de melhorias do ar, do trânsito e da qualidade de vida das pessoas atendendo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) da ONU.

Conclusão

Comparando-se os padrões internacionais e o da CETESB, verificou-se que a queima de combustíveis fósseis e geradores de GEE causam graves consequências na RMSP e nota-se a distância entre os dois padrões para atingir metas consideradas protetivas para a saúde dos moradores dessas regiões. O efeito acumulativo a longo prazo diminui o tempo de vida da população, aumenta os gastos públicos com questões de saúde e agrava a desigualdade já estabelecida há muito tempo, o transporte ativo é uma parte importante da solução para os desafios da saúde pública do século 21.

Referências Bibliográficas

SALDIVA, P. H. N.; ARBEX, M. A.; SANTOS, U. P.; MARTINS, L. C.. Jornal Brasil de Pneumologia. A poluição do ar e o sistema respiratório. A poluição do ar e o sistema <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/sD3cLkXqQwmDFpgzsyj7gBm/?lang=pt>. PATRICIO, L. C. B.; KRUSZIELSKI. Dia de bicicleta ao trabalho: uma potencial ferramenta para planejamento e promoção da mobilidade sustentável. Revista de gestão ambiental e sustentabilidade. 2016. DOI: 10.5585/geas.v5i3.619.

Palavras Chave

Poluição, mobilidade urbana, bicicletas

Agradecimento a órgão de fomento

Comparando-se os padrões internacionais e o da CETESB, verificou-se que a queima de combustíveis fósseis e geradores de gases de efeito estufa causam graves consequências na RMSP e nota-se a distância entre os dois padrões para atingir metas consideradas protetivas para a saúde dos moradores dessas regiões. O efeito acumulativo a longo prazo diminui o tempo de vida da população, aumenta os gastos públicos com questões de saúde e agrava a desigualdade já estabelecida há muito tempo, o transporte ativo é uma parte importante da solução para os desafios da saúde pública do século 21.

Tráfego congestionado e Poluição na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP): Transporte ativo como medida de mitigação

Izolina Margarida de Souza¹.

Alexandre Formigoni^{1,3}.

Silvia Pierre Irazusta^{1,2}.

Ana Paula Paglione Aniceto¹.

Lucas Santos de Queiroz³.

1 Centro Paula Souza, Unidade de Pós-graduação, extensão e pesquisa, Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos; 2 Fatec Sorocaba - José Crespo Gonzales; 3 Fatec Zona Leste guidariana@hotmail.com; a_formigoni@yahoo.com.br; silvia.irazusta@fatec.sp.gov.br; ana.aniceto2@etec.sp.gov.br; santosdequeirozluucas@gmail.com

RESUMO

A progressão do índice populacional e o desenvolvimento econômico nos grandes centros urbanos, principalmente na região metropolitana de São Paulo (RMSP), têm provocado alto índice de emissões de poluentes originários das indústrias e principalmente da queima de combustíveis fósseis por excesso de veículos automotores, gerando como consequências graves congestionamentos, a degradação da qualidade do ar, do ecossistema e da saúde humana. Medidas vem sendo tomadas em várias partes do mundo em busca de alternativas que possam tornar a mobilidade mais sustentável. A proposta deste artigo é apresentar, através de uma pesquisa exploratória e uma revisão bibliográfica, uma alternativa de mobilidade ativa que possa, através de uma nova cultura e de ações em políticas públicas, promover a redução das emissões e contribuir com melhora da qualidade do ar e de vida da população urbana. Para a busca de artigos, foi utilizada a plataforma de banco de dados gratuita Portal de Periódicos Capes. Foi discutida a opção bicicleta como alternativa de transporte ativo na RMSP, por contribuir para a redução de emissões, além de promover melhor qualidade de vida aos usuários através da prática da atividade física, reduzir as emissões e pela sustentabilidade.

Palavras chaves: poluição, mobilidade urbana, bicicleta

ABSTRACT

The progression of the population index and economic development in large urban centers, especially in the metropolitan region of São Paulo (RMSP), have caused a high rate of delivery of pollutants originating from industries and mainly from the burning of fossils by excess of motor vehicles, generating as serious consequences of congestion, a degradation of air quality, ecosystem and human health. Measures are being erased in various parts of the world in search of alternatives that can make mobility more sustainable. The article proposes to present, through an exploratory research and a literature review, an alternative of active mobility that can, through a new culture and policy actions, promote the reduction of categories and contribute to improved air quality and life of the urban population. To search for articles, a free database platform was used, Portal de Periódicos Capes. The alternative transport bicycle option ATIVO in the RMSP was discussed, as it contributes to the reduction of transport, in addition to promoting better quality of life for users through the practice of physical activity, reducing exemptions and promoting sustainability.

Keywords: pollution, urban mobility, bicycle

1 INTRODUÇÃO

A chegada de grandes indústrias no Brasil em 1930 e sua concentração na região Sudeste causou um crescimento acelerado para as cidades e provocou um grande êxodo do campo em busca de empregos (MATOS, 2012). As especulações imobiliárias levaram as pessoas a se instalarem nas regiões periféricas exigindo que realizassem viagens mais longas para o trabalho comprometendo a mobilidade urbana.

A mobilidade urbana pode ser entendida como o modo de locomoção das pessoas e bens nas cidades independente do meio de transporte utilizado, abarcando transporte coletivo, individual, motorizado ou não (PERO; STEFANELLI, 2015). É considerada sustentável quando a movimentação das pessoas e produtos ocorre de forma racional, com o mínimo de impactos ao meio ambiente (PEDRO *et al*, 2017). Ao promover a conexão das pessoas relacionando a cidade e as oportunidades ofertadas como escola, trabalho, entretenimento, saúde, entre outros, a mobilidade urbana demonstra favorecer o desenvolvimento socioeconômico, se utilizar um sistema viário inclusivo e que preserve a qualidade ambiental (GOMIDE; GALINDO, 2013). Segundo Saldiva (2018), a qualidade de vida das pessoas nas cidades grandes está atrelada a má gestão da locomoção, pois uma viagem de 3 horas para trabalho ou estudo pode prejudicar tanto a saúde física quanto mental.

De acordo com a CETESB (2021), a má qualidade do ar na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP é proveniente dos veículos e das indústrias e favorece a queda da qualidade de vida dos moradores dessas regiões. Em 2019, a RMSP concentrou 48% da frota do estado em apenas 3,2% do território, destacando-se ainda, que, de acordo com o IBGE (2020), 21,9 milhões de habitantes residem na RMSP e que esse número equivale a 47% da população do estado. Este cenário é responsável por congestionamentos causados por excesso de veículos, que levam ao mau aproveitamento dos espaços públicos, poluição sonora, comprometimento da mobilidade, má qualidade de vida, má qualidade do ar, elevando o número de mortes por acidentes e por doenças cardiorrespiratórias (HESS, 2018).

A pandemia de COVID-19, que teve seu marco registrado no Brasil em fevereiro de 2020, tornou-se mais um grande desafio a ser administrado por todos os protagonistas do complexo urbano e a mobilidade foi um dos aspectos mais atingidos, evidenciado por fatores como fragilidades do sistema de transporte público. Este cenário viabilizou oportunidades de mudanças tanto em políticas públicas quanto em relação ao comportamento das pessoas (ASSAGAWA; CONTI, 2020). Diante do cenário pandêmico, assim como em outras partes de mundo, na RMSP, houve grande estímulo ao uso do transporte ativo, destacando-se o uso de bicicletas, como um veículo recomendado e validado dentro das premissas da Organização Mundial da Saúde (OMS) para o desenvolvimento sustentável, por promover atividade física, evitar a emissão de gases poluentes e favorecer o distanciamento social, situações improváveis quando da utilização de transportes públicos (WHO, 2020).

O objetivo deste estudo é apresentar um recurso de mobilidade ativa para grandes centros como RMSP, como uma política pública e de mudança de hábitos dos cidadãos, a fim de contribuir com as metas de redução de emissões, melhoria da qualidade do ar e de vida da população urbana.

2 METODOLOGIA

Como metodologia deste estudo, realizou-se uma pesquisa exploratória com o objetivo de entender fenômenos que envolvem o contexto da mobilidade urbana e da poluição do ar a RMSP. Foi realizada uma discussão a respeito de transporte ativo na RMSP, a partir de uma revisão bibliográfica, por meio da busca no banco de dados do Portal de Periódicos da Capes (gratuito), considerando-se artigos revisados por pares, publicados no período de 2016 a 2021, empregando-se as palavras-chaves *bicicleta*, *mobilidade* e *São Paulo*. Foram analisados os artigos em língua portuguesa, envolvendo ainda os subtemas *mobilidade urbana* e *área urbana*. Esta pesquisa também utilizou documentos de bancos de dados de órgãos oficiais como IEMA Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB); Companhia de Engenharia de Tráfego (CET); em sítios de organismos internacionais como World Health Organization (WHO) e United Nations (UN).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

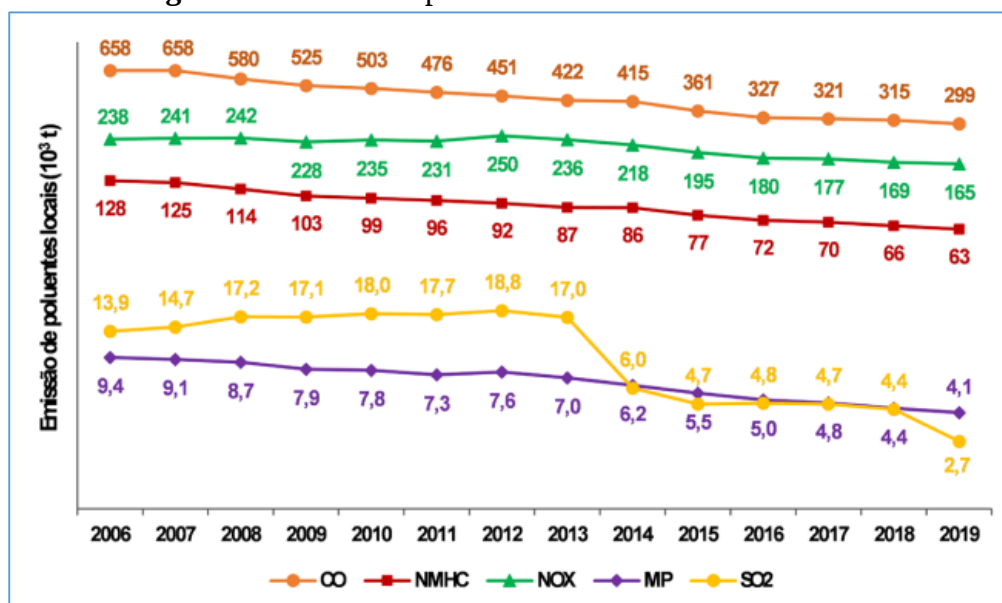
O crescimento da população mundial junto com desenvolvimento econômico apresenta como resultado o alto índice das emissões de poluentes provenientes da queima de combustível por veículos automotores, bem como das indústrias, trazendo como consequência o alto índice de degradação da qualidade do ar, o que representa grande risco à saúde humana, principalmente para aqueles que convivem nos grandes centros urbanos (ABE; MIRAGLEA, 2018). A degradação do ar é agravada ainda pelo modelo de transporte comum nas cidades. De acordo com a pesquisa Origem Destino (OD) realizada em 2017 pela Companhia Metropolitana de São Paulo (Metrô), a porcentagem de viagens realizadas por transporte coletivo é de 54%, enquanto aquelas realizadas por transportes individuais representam 46%, fato que contribui grandemente para a elevação dos níveis de poluição. Embora pouco eficiente, a utilização de automóveis particulares é bastante valorizada em nossa cultura (CET, 2019). A emissão de gases pelo modal rodoviário impacta no panorama ambiental, apontando a necessidade de repensar novas formas para o sistema logístico atual. Os veículos mais pesados ainda circulam em grande número na RMSP, favorecendo o aumento desses poluentes nas cidades (FERIOLI, RODRIGUES, 2018). O resultado deste cenário é a elevação dos níveis de CO₂ atmosféricos, ao longo dos anos, contribuindo para o agravamento do efeito estufa, fenômeno este responsável pelas mudanças climáticas que estão ficando cada vez mais severas (LEITE, 2020). Além de consequências negativas para o equilíbrio dos ecossistemas, essas alterações climáticas podem agravar os problemas de saúde da população. Tendo em vista que a população pobre é a mais vulnerável, esta condição ambiental favorecerá ainda mais as desigualdades já existentes no âmbito da saúde. (NUNNENKAMP, CORTE, 2017).

Os gases de efeito estufa (GEE) são gases presentes na atmosfera e, em sua maioria são compostos de dióxido de carbono (CO₂) produzidos pela combustão de fontes fósseis, o óxido de nitrogênio (NO_x) e óxido de enxofre (SO_x), entre outros poluentes (NUNNENKAMP, CORTE, 2017). Os veículos automotores são responsáveis por cerca de 60% das emissões de monóxido de carbono (CO) (CETESB, 2019). As ascensões das emissões totais de CO correspondem a evolução da mortalidade por causas respiratórias (38%), cardiovasculares (17%) e cardiorrespiratórias (24%) por 100 mil habitantes no estado de São Paulo entre os anos de 2000 e 2018 (SALDIVA, 2012; LEITE, 2020). Em um estudo recente (Lee et al, 2017), voluntários expostos a uma baixa concentração de CO, por curto período de tempo (45 minutos)

apresentaram queda da pressão arterial e fadiga, após a inalação do gás. A população vulnerável (idosos, crianças) e pessoas que ficam mais expostas aos GEE apresentam maior risco de mortalidade (SON et al, 2020).

Mais de 3 milhões de mortes ocorreram no mundo em 2010 devido às emissões de gases a partir de fontes antrópicas e que são classificadas como cancerígenas e/ou agravadoras de doenças preexistentes (TORRES et al, 2020). O inventário da CETESB publicado em 2020 (Figura 1), mostra uma tendência de queda nos níveis de alguns poluentes, como os hidrocarbonetos não metano (HCNM) e de material particulado (MP) em 2007, CO, em 2008, NO_x, em 2009 e SO₂, em 2013. Essas quedas podem ser atribuídas a medidas como a instalação de catalizadores nos automóveis, por exemplo. Entretanto, a RMSP ainda necessita de ações urgentes, tanto por políticas públicas quanto por novos hábitos das pessoas que compartilham os espaços urbanos. Agravando essas emissões de poluentes primários, há a possibilidade de ocorrência de reações entre estes, resultando em poluentes secundários. A chuva ácida, por exemplo, é constituída de ácidos formados pela reação de SO₂ ou NO₂ com a água presente na atmosfera. Os ácidos sulfúricos (H₂SO₄) e nítrico (HNO₃) ocasionam problemas em estruturas metálicas e monumentos na cidade, num raio de até 10 km do local da fonte poluidora. Em locais não urbanizados, essa chuva ácida pode afetar a flora e a fauna, agricultura, além de percolar no solo contaminando o lençol freático (CALLEGARO et al, 2015).

Figura 1: Emissão de poluentes veiculares no estado de São Paulo



Fonte: CETESB (2020)

O cenário apresentado pelo agravamento da poluição do ar, vem sendo discutido desde a Conferência de Estocolmo em 1972, ao debater sobre reduções nos limites de gases emitidos. Já o Acordo de Paris, em 2015, é o mais recente tratado firmado e determinou que esforços devem ocorrer para conter o aquecimento global até 2100, com as reduções dos GEE e consequente redução da temperatura global em, no mínimo 1,5°C. Seguindo ainda esses princípios, assim como na RMSP, a questão do alto índice de poluição do ar se repete em vários grandes centros urbanos do mundo e é elemento de preocupação e discussão em vários órgãos de representação mundial como é o caso da Organização das Nações Unidas (ONU) (ESTRADA PANEQUE et al, 2016; ARANTES, 2016; MACHADO, 2019). Em 2015 também

foi publicado pelos Estados Membros da ONU a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e, a partir desse documento, cada país determinou como cumpriria os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Com relação à qualidade do ar, destaca-se dentre os ODS, o de número 3, que trata da saúde e do bem-estar através da redução da taxa de mortalidade por doenças respiratórias, ocasionadas pela poluição ambiental e, o número 11, que trata das Cidades e Comunidades Sustentáveis, abordando em seu capítulo 11.6.2 a proposta de reduzir até o ano de 2030 o impacto ambiental negativo per capita, reduzindo o nível anual médio de partículas inaláveis nas cidades, gestão dos resíduos municipais e outros (*United Nations*, 2021; FAJERSZTAJN *et al*, 2016; GUERRA, SCHMIDT, 2016; RAJAGOPALAN *et al*, 2018).

O excesso de veículos presentes nos grandes centros urbanos, portanto, é extremamente nocivo, limita a utilização dos espaços públicos, impede o desenvolvimento do comércio local, aumenta os níveis de estresse das pessoas que perdem muito tempo em congestionamentos e atrasos, promove excesso de liberação de GEE, prejudicando a saúde, a qualidade de vida e os ecossistemas. Esta perspectiva evidencia a importância de ações conjuntas para amenizar os impactos negativos deste contexto na saúde das pessoas. Assim, avanços tecnológicos aplicados a produção de combustíveis mais sustentáveis, bem como no desenvolvimento de veículos automotores que se utilizam de matrizes energéticas distintas, podem contribuir para a mitigação destes impactos. (DAEMME *et al*, 2019; CETESB, 2020)

Padrões de monitoramento e estabelecimento de limites para agentes poluentes estão bem definidos por organismos internacionais definidos pela OMS e União Europeia (Tabelas 1 e 2). Na RMSP, segue-se os padrões definidos pela CETESB, conforme pode se observar no Quadro 1. Ao fazer comparações entre os dados da CETESB e os valores determinados pela OMS e União Europeia, nota-se que no padrão médio estabelecido pela CETESB, os níveis de poluentes já estariam acima daqueles estabelecidos aceitos internacionalmente (UNITED NATIONS, 2021; RAGAGOPALAN *et al*, 2018; GUERRA, SCHMIDT, 2016).

Tabela 1: Padrões estabelecidos pela OMS

POLUENTE	CONCENTRAÇÃO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TEMPO DE AMOSTRAGEM
dióxido de enxofre (SO_2)	20	24 horas
	500	10 minutos
dióxido de nitrogênio (NO_2)	200	1 hora
	40	anual
monóxido de carbono (CO)	10.000	8 horas
	9 ppm	

Fonte: CETESB, 2021 – Adaptado pelos autores

Tabela 2: Valores referente aos recomendados pela União Europeia.

Valores recomendados pela união europeia			
Poluente	CONCENTRAÇÃO	Tempo de amostragem	Ultrapassagens permitidas/ano
Dióxido de Enxofre - SO ₂	350 µg/m ³	1 hora	24
	125 µg/m ³	24 horas	3
Dióxido de Nitrogênio - NO ₂	200 µg/m ³	1 hora	18
	40 µg/m ³	24 horas	--
Monóxido de carbono - CO	10 mg/m ³	máxima média 8 horas	35

Fonte: CETESB, 2021 – Adaptado pelos autores

Quadro 1 – índice adotado pela CETESB para a classificação do ar no estado de São Paulo

Qualidade	Índice	CO (ppm) 8h	NO ₂ (µg/m ³) 1h	SO ₂ (µg/m ³) 24h	Significado
N1 - BOA	0 - 40	0 - 9	0 - 200	0 - 20	
N2 - MODERADA	41-80	>9 - 11	>200 - 240	>20 - 40	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas, como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
N3 - RUIM	81-120	>11 - 13	>240 - 320	>40 - 365	Toda a população pode apresentar sintomas, como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 - MUITO RUIM	121-200	>13-15	>320 - 1130	>365 - 800	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas, como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 - PÉSSIMA	>200	> 15	> 1130	>800	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: CETESB, 2021, em Relatório da Qualidade do ar 2020, página 31, adaptado.

O modelo *Vehicle Emissions Prediction Model* (VEPM), desenvolvido na Nova Zelândia foi utilizado para calcular as emissões médias de veículos leves por quilômetro rodado, considerando os gases CO, CO₂, NO_x, compostos orgânicos voláteis (COV) e material

particulado (PM10). O VEPM identificou benefícios pela adoção de transporte ativo quando aplicados a uma viagem curta. A mudança de carros para bicicletas em apenas 5% das viagens de uma quilometragem menor ou igual 7km, proporcionou como resultado a redução de uso de 22 milhões de litros de combustíveis e a redução de CO₂ em 50 mil toneladas métricas, o que representa cerca de 0,4% do total de emissão de gases de efeito estufa emitidos pelo transporte rodoviário (LINDSAY, 2011). A mobilidade ativa, entendida como meio de locomoção por propulsão humana, realizada a pé ou de bicicleta, em geral, não conta com uma boa infraestrutura na maioria das cidades brasileiras. Os serviços relacionados ao transporte não motorizado, não são priorizados na formulação de políticas públicas que favoreçam o transporte ativo (POJANI e STEAD, 2018). Este fato se opõe às premissas da ONU e da OMS, no que diz respeito ao incentivo e valorização da mobilidade ativa também por diminuir o sedentarismo e proporcionar uma oportunidade para a realização de atividades físicas, melhorando não só o ambiente, mas a qualidade de vida dos cidadãos.

Estudos mostram que o número de usuários de bicicletas tem aumentado na RMSP, destacando-se a cidade de São Paulo. Dados da pesquisa Origem Destino (Pesquisa OD, 2017) apontam que o uso da bicicleta aumentou de 304 para 377 mil bicicletas correspondendo a um aumento de 24% entre os anos de 2007 e 2017. Através de vários aparelhos contadores de bicicletas, instalados em vários pontos de São Paulo a partir do ano de 2019, foi possível identificar o aumento gradativo de usuários de bicicletas na Zona Oeste e na Zona Sul da cidade, representando um aumento de quase 30% durante o mês de abril do ano de 2020 (ACIOLI, 2020).

A utilização de bicicletas como meio de transporte urbano, é influenciada, principalmente por fatores como a redução de espaços para estacionamento e trânsito intenso de automóveis nos grandes centros. Algumas cidades francesas, por exemplo, obtiveram como resultado a redução de engarrafamentos e de emissão de gases poluentes e a longo prazo, pela adoção dessa prática, refletindo-se na melhor qualidade de vida e de saúde às pessoas (MILHEIRO, 2016). O uso da bicicleta proporciona o aumento da circulação sanguínea, auxiliando no raciocínio, proporcionando descargas hormonais como a serotonina, promover melhorias na capacidade pulmonar ao longo do tempo, além da redução dos níveis de açúcar e gordura, aumentando a massa magra (TRINDADE, 2016; FERREIRA, COSTA, 2018;).

Assim, o transporte ativo apresenta-se como uma parte importante da solução para os desafios de saúde pública do século 21, que resultam das mudanças climáticas globais, da poluição do ar e da inatividade física. Ao adotar-se o uso de 75 mil bicicletas, é possível reduzir 6,5 toneladas de poluentes no ar (MANZOLI, 2009). De modo especial, a pandemia fez aumentar o número de usuários de bicicletas na zona sul da cidade de São Paulo (ACIOLE, 2020).

O levantamento bibliográfico realizado, resultou em 267 publicações, das quais 153 foram referentes a artigos revisados por pares. Dentre esses, 66 foram publicações em língua portuguesa. Quando se aplicou os filtros por tópicos abordados, obteve-se 8 artigos, dos quais, após lidos e analisados quanto ao objetivo da pesquisa, selecionou-se 6 para a discussão abaixo.

Diógenes, Araujo e Tassigny, (2017) entrevistaram 144 voluntários com o objetivo de identificar os desafios enfrentados na difusão da bicicleta como meio de transporte, e ainda que atenda aos critérios da sustentabilidade, conforme asserções acima, foram destacados pelos pesquisadores 3 desafios: o comportamento do motorista (27%), a falta de estrutura (25%) e a violência urbana (17%), comprovando que ainda há muito a se fazer no âmbito de políticas públicas em prol dos usuários de bicicletas. Meneses e Sales (2018) confirmam o contexto de

risco vivido pelos moradores dos grandes centros urbanos e ressaltam a necessidade de mais áreas arborizadas nas regiões das ciclovias o que pode amenizar os impactos de altas temperaturas em regiões e períodos mais quentes, concordando com Diógenes, Araujo e Tassigny, (2017) com relação a necessidade de melhores estruturas para o fomento ao uso das ciclovias. Considerando perfil do usuário e exposição a riscos, Harkot, Lemos e Santoro (2018) fazem uma análise bem profunda voltada para a mobilidade das mulheres destacando-se que as mulheres realizam 55% das viagens a pé e apenas 12% das viagens de bicicletas. De acordo com as autoras, a estrutura de segurança e motivo das viagens tem relação direta com esses números, a maioria das ciclistas se caracterizam por mulheres sem filhos e pesquisas apontam que o número de mulheres ciclistas é maior quando as estruturas são melhores. A análise de decisão multicritério (MCDA), o desenvolvimento orientado ao transporte (TOD) e o processo hierárquico analítico (AHP) foram as ferramentas utilizados por Felix, Costa e Lima (2019) para desenvolver um modelo de priorização de áreas urbanas para projetos integrados de revitalização urbana e mobilidade sustentável. Os autores identificam o cenário conturbado das grandes cidades, salientando trânsito e poluentes excessivos, abordando as restrições orçamentárias enfrentadas pelos órgãos públicos e aplicam as ferramentas supracitadas para o auxílio dos tomadores de decisão a estabelecer prioridades de investimento considerando prioridades demandadas versus limitação de recursos. O resultado apresentado destacou aspectos sócio territoriais (67%) evidenciando o uso do solo e transporte nas questões decisórias.

Há um evento que acontece no mundo todo denominado O dia de Bicicleta ao Trabalho, que se iniciou nos Estados Unidos em 1956 e no Brasil em 2013. Kruszielski e Patricio (2016) analisam os impactos desse tipo de evento no comportamento das pessoas. Por mais que haja movimentações mundiais e políticas públicas, alertando sobre as mudanças necessárias para melhor qualidade do ar e de vida, a mudança no comportamento das pessoas é de suma importância. Eventos como Desafio Intermodal, Semana da Carona Solidária e Dia Mundial sem Carro, são fundamentais para que mais pessoas tenham a oportunidade de experimentar os benefícios que a mobilidade ativa oferece em termos de qualidade de vida e a partir daí, tornarem-se adeptas deste modal. Os autores salientam também a importância da participação dos destinos (empresas empregadoras), oferecendo estacionamentos apropriados, prêmios aos funcionários ciclistas, estrutura de balneário como formas de estímulo ao uso da bicicleta.

O uso da bicicleta na sociedade atual além de ser um ato de coragem, urgência e necessidade, é acima de tudo um ato de resistência, é o que evidenciam em sua pesquisa Lucas e Rosin (2019) corroborados por Felix, Costa e Lima (2019) ao afirmarem que nas cidades há muitos espaços destinados a vagas de estacionamentos, grandes viadutos e outras estruturas que priorizam o transporte motorizado, as quais contrariam os movimentos em prol da sustentabilidade. Lucas e Rosin, através de uma linha do tempo, demarcam em sua pesquisa as ações que aconteceram em São Paulo que segregaram o espaço urbano, favoreceram a utilização dos veículos automotores e afastaram as bicicletas dos grandes centros urbanos. Os autores também destacam a importância do papel do ciclo ativismo como uma força fundamental para que haja mais políticas públicas e ações em prol da retomada das bicicletas como importante meio de transporte como plano diretor e legislações que favoreçam os ciclistas.

O cenário conturbado dos grandes centros urbanos foi o ponto em comum aos estudos discutidos, altamente prejudicial a integridade física e mental das pessoas que compartilham esses espaços e discutem alternativas de solução em prol de melhorias do ar, do trânsito e da qualidade de vida das pessoas atendendo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) da ONU.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O efeito acumulativo da poluição atmosférica, a longo prazo, diminui o tempo de vida da população, aumento os gastos públicos com questões de saúde e agrava a desigualdade já estabelecida há muito tempo, onde a periferia precisa se deslocar no trânsito caótico da cidade e fica exposta mais tempo aos GEE. Também é a população com baixa renda e que não pode investir em outras formas de locomoção ativa, dependendo do transporte público e trânsito.

Mesmo com as inovações previstas no campo da engenharia de produtos pelas empresas fabricantes de veículos, utilizando-se novas matrizes energéticas, persistiriam os problemas de engarrafamento, estresse, exclusão e má qualidade de vida. Nesse contexto, o transporte ativo é uma parte importante da solução para os desafios da saúde pública do século 21. A falta de ações em prol dessa mobilidade resulta em mudanças climáticas globais, poluição do ar e inatividade física. Quanto maior o número de usuários de veículos automotores, maior o número de pessoas sedentárias e conseqüentemente doentes. Embora seja um assunto de extrema importância e urgência e até, uma questão de sobrevivência, que tem movido ações no mundo todo, é evidente a lacuna existente na literatura que trata de questões de mobilidade urbana e qualidade de vida nas cidades.

REFERÊNCIAS

ABE, K. C.; MIRAGLIA, S.G.E.K. Avaliação de Impacto a saúde do programa de controle de poluição do ar por veículos automotores no município de São Paulo, **Brasil. RBCIAMB**. DOI: 10.5327/Z2176-947820180310. São Paulo, 2018.

ACIOLI, I. S. D. e outros. O papel da bicicleta durante e após a pandemia do novo coronavírus. **34º. Congresso de Pesquisa e ensino de transporte da ANPET. 2020**. Disponível em: <http://www.anpet.org.br/> acesso em 14 mar. 2021

ARANTES, A.; COP 21: Conquista para o meio ambiente e alternativa para o desenvolvimento capitalista; **Scholarly Journal**; Princípios; São Paulo Ed. 140, 2016;

ASSAGAWA, B., CONTI, D. M., A COVID-19 e as perspectivas da mobilidade urbana no Brasil. **XXII ENGEMA – Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**. ISSN: 2359-1048. São Paulo: 2020.

CALLEGARO, R. M.; ANDRZEJEWSKI, C.; GOMES, D. R.; TURCHETTO, F.; MEZZOMO, J. C.; GRIEBELER, A.; efeitos da chuva ácida em recursos florestais; **Caderno de Pesquisa, série Biologia**, volume 27, número 3; 13 - 20; 2015.

CET. Companhia de Engenharia de Tráfego. São Paulo. Mobilidade no Sistema Viário Principal Volumes e Velocidades 2019 – disponível em <http://www.cetsp.com.br/sobre-a-cet/relatorios-corporativos.aspx> - acesso em: 21 de mai.

CETESB. São Paulo. Qualidade do ar do estado de São Paulo 2020 / **CETESB**; Coordenação geral Maria Lucia Gonçalves Guardani; Cordenação técnica Clarice Aico Muramoto; Equipe técnica Clarice Aico Muramoto [et al. São Paulo: CETESB, 2021.

DAEMME, L. C.; PENTEADO, R.; VICENTINI, P. C.; ERRERA, M. R.; impacto da redução do teor de enxofre da gasolina s800 para s50 nas emissões da frota brasileira; **XXVII Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva**. São Paulo: Blucher, 914-929; 2019.

DIOGENES, K. C. A.; ARAUJO, M. A. F.; BIZZARRIA, F. P. A.; TASSIGNY, M. M.; Perspectiva de mobilidade urbana sustentável e a adesão ao modo ciclovitário. **ENGEMA**. 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n22.2018.09>

ESTRADA PANEQUE, A.; GALLO GONZALEZ, M.; NUNEZ ARROYO, E.. poluição ambiental, sua influência sobre os seres humanos, em particular: o sistema reprodutivo feminino. **Universidad y Sociedad** , Cienfuegos, v. 8, n. 3, pág. 80-86, agosto 2016.

FAJERSZTAJN, L.; VERAS, M.; SALDIVA, P.H. N.; Como as cidades podem favorecer ou dificultar a promoção da saúde de seus moradores? **Metrópole E Saúde • Estud. av.** 30 (86) 21 páginas • Jan-Apr 2016.

FELIX, R; RIONDET, D. C.; LIMA, J. PALMA. Modelo de Avaliação de áreas urbanas para receber projetos integrados de revitalização e mobilidade sustentável. **EURE**, 2019, Vol. 45 (134), p. 77-98. ISSN:02507167

FERIOLI, E. D.V.; RODRIGUES, G. A.; os impactos da poluição atmosférica proveniente da precária infraestrutura logística brasileira - um revés do uso demasiado do modal rodoviário; **REVISTA INTERFACE TECNOLÓGICA**; V. 15 N. 1, 272 - 284; 2018.

FERREIRA, S.S.I.; COSTA, K.C.G.; Avaliação da função pulmonar em ciclistas; **Universidade Tiradentes - AL BIO**; 13 páginas, 2018.

GOMIDE, A. Á., E GALINDO, E. P. A mobilidade urbana: uma agenda inconclusa ou o retorno daquilo que não foi. **Estudos Avançados**, 27(79), 27-39, 2013.

GRAEME, L; MACMILLAN, A; WOODWARD, A. Moving urban trips from cars to bicycles: impacto n health and emissions. **Australian and New Zealand Journal of Public Health**, 2011, vol. 35, no. 1

GUERRA, J.; SCHMIDT, L.; CONCRETIZAR O WISHPULL THINKING - DOS ODS À COP21; **Ambient. soc.** 19 (04), 18 páginas, Oct-Dec 2016.

HARKOT, M. K; LEMOS; L. L.; SANTORO, P. F. Como as mulheres de São Paulo usam a cidade? Uma análise a partir da mobilidade por bicicleta. **Mujeres en arquitetura**. V.2. DOI: <https://doi.org/10.18389/dearq23.2018.05>

HESS, S.C.; (ORG); Ensaio sobre a Poluição e Doenças no Brasil, 1º edição, 344 páginas, editora Outras Expressões, 2018.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE (IEMA). Padrões de Qualidade do Ar: Experiência Comparada Brasil, EUA e União Européia. São Paulo: Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2012. Disponível em: <<http://www.energiaeambiente.org.br/2012/09/padroes-de-qualidade-do-ar-experiencia-comparada-do-brasil-eua-e-uniao-europeia/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

LEE, GW., BAE, MJ., YANG, JY., WOO FILHO, J.; LEE, J L.; JANG, B.M.; LEE, H, W.; SHIN, J. S.; LIM, Y. W.; Diminuição da pressão arterial associada à exposição no veículo ao monóxido de carbono em voluntários coreanos. **Environ Health Prev Med** 22, 34, 8 páginas (2017). <https://doi.org/10.1186/s12199-017-0622-y>

LEITE, V. P.; DEBONE, D.; MIRAGLIA, S. G. K.; Emissões de gases de efeito estufa no estado de São Paulo: Análise do setor de transportes e impactos na saúde; **Vittalle –Revista de Ciências da Saúde** v. 32, n. 3, 143-153; 2020.

MACHADO, J. R.; Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa de Fontes Móveis no Jardim Botânico do Rio de Janeiro; Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Agrícola e Ambiental, da Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, Niterói, 57 páginas; 2019.

MANZOLI, A.; Análise das emissões veiculares em trajetos curtos com localização por GPS; **Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo**, para obtenção do título de doutor em Engenharia Civil, 200 páginas, 2009.

MATOS, R.; Migração e urbanização no Brasil. **Revista Geografias**, 7–23, 2012.
<https://doi.org/10.35699/2237-549X.13326>

MENESES, J. R.; SALES, L. G. Caminhos cicláveis: conforto térmico como fator de melhoria do uso das ciclovias de Vilhena, RO. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**. Paranoá 22. 2018

MILHEIRO, V.; BICICLETA E QUALIDADE DE VIDA NAS CIDADES, **Revista UILPS**, Instituto Politécnico de Santarém, Vol 4 n.º 2: Número Especial do Congresso, 16 páginas, 2016.

NUNNENKAMP, C. H.; CORTE, A. P. D.; emissão de gases de efeito estufa e proposta de projeto para compensação: um estudo de caso e-commerce; **Biofix Scien** v. 2 n. 1, 9 páginas, 2017.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Agenda 2030 – Disponível em:
<https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=11> – acesso em 08 set. 2021

PATRICIO, L. C. B.; KRUSZIELSKI. Dia de bicicleta ao trabalho: uma potencial ferramenta para planejamento e promoção da mobilidade sustentável. **Revista de gestão ambiental e sustentabilidade**. 2016. DOI: 10.5585/geas.v5i3.619.

PEDRO, L. M.; SILVA, M. A. V.; PORTUGAL, L. S.; Desenvolvimento e mobilidade sustentáveis; Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano; capítulo 2; 20 páginas; Editora Elsevier Brasil, 2017.

PERO, V.; STEFANELLI, V.; A QUESTÃO DA MOBILIDADE URBANA NAS METRÓPOLES BRASILEIRAS; **Especial Mobilidade Urbana • Rev. econ. contemp.** 19 (3) p. 366-402• Sep-Dec, 2015.

Pesquisa ORIGEM DESTINO 2017. Disponível em Relatório pesquisa <http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/arquivos/ebook_OD_2017-final.pdf>. Acesso em: 01 set. 2021.

POJANI, D., STEAD. *Policy design for sustainable urban transport in the global South, Policy. Design and Practice*, 1:2, 90-102, 2018, DOI: 10.1080/25741292.2018.14542912021.

RAJAGOPALAN, S.; AL-KINDI, S. G.; BROOK, R. D. Air Pollution and Cardiovascular Disease: JACC State-of-the-Art Review. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 72, n. 17, p. 2054–2070, 23 out. 2018.

ROSIN, L. B.; LEITE, C. K. S. A bicicleta como resistência: o paradigma rodoviarista e o papel do ativismo ciclista no município de São Paulo/SP. **Cad. Metrop.**, São Paulo, v. 21, n. 46, pp. 879-902, set/dez 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2019-4609>

SALDIVA, P. H. N.; ARBEX; M. A.; SANTOS, U. P.; MARTINS, L. C.;. Jornal Brasil de Pneumologia. A poluição do ar e o sistema respiratório. A poluição do ar e o sistema respiratório. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/sD3cLkXqQwmDFpgzsyj7gBm/?lang=pt>. Acesso em 17 set. 2021

SALDIVA, P.; Vida urbana e saúde; editora contexto, 128 páginas, 2018.

SON, J. Y.; LANE, K. J.; MIRANDA, N.L.; MICHELLE L. BELL, M. L.; Health disparities attributable to air pollutant exposure in North Carolina: Influence of residential environmental and social factors, **Health & Place**, Volume 62, 2020, 102287, <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2020.102287>.

TORRES, L. M.; PINHEIRO, C. P. S.; AZEVEDO, S. D.; RODRIGUES, P. R. S.; SANDIM, D. P. R.; Poluição atmosférica em cidades brasileiras: uma breve revisão dos impactos na saúde pública e meio ambiente; **Naturae**, v. 2 n. 1, páginas 23 -33; 2020.

TRINDADE, R.; Avaliação do modal bicicleta para a redução da emissão de dióxido de carbono (CO₂) em Curitiba/PR; Dissertação apresentada como requisito à obtenção do grau de Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial, no Programa de Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial, parceria entre Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universität Stuttgart e Serviço Nacional de Aprendizagem Nacional (SENAI), 123 páginas, 2016.

UNITED NATIONS. The Sustainable Development Goals Report. 2016. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/The%20Sustainable%20Development%20Goals%20Report%202016.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2021.

WHO. (2016) *WHO's Urban Ambient Air Pollution database Update 2016*. World Health Organization, Geneva, Switzerland. Disponível em: <https://www.who.int/airpollution/data/cities-2016/en/>. Acesso em: 21 mai. 2021.