

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE GESTÃO EM SAÚDE AMBIENTAL

Impactos do crescimento da frota veicular brasileira na perspectiva da Saúde Ambiental

Geovana Queiroz Barbaresco

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Coordenação do Curso de Gestão em Saúde
Ambiental, da Universidade Federal de
Uberlândia, para a obtenção do grau de
Bacharel em Gestão em Saúde Ambiental

Uberlândia-MG
Setembro-2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE GESTÃO EM SAÚDE AMBIENTAL

Impactos do crescimento da frota veicular brasileira na perspectiva da Saúde Ambiental

Geovana Queiroz Barbaresco

Boscolli Pereira Barbosa

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Coordenação do Curso de Gestão em Saúde
Ambiental, da Universidade Federal de
Uberlândia, para a obtenção do grau de
Bacharel em Gestão em Saúde Ambiental

Uberlândia-MG
Setembro-2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE GESTÃO EM SAÚDE AMBIENTAL

Impactos do crescimento da frota veicular brasileira na perspectiva da Saúde Ambiental

Geovana Queiroz Barbaresco

Dr. Boscolli Pereira Barbosa
Universidade Federal De Uberlândia

Homologado pela Coordenação do Curso de Gestão em
Saúde Ambiental em ____/____/____

Jean Ezequiel Limongi

Uberlândia - MG
Setembro-2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE GESTÃO EM SAÚDE AMBIENTAL

Impactos do crescimento da frota veicular brasileira na perspectiva da Saúde Ambiental

Geovana Queiroz Barbaresco

Aprovado pela Banca Examinadora ____/____/____.

Nota: _____

Prof. Dr. Boscolli Pereira Barbosa - UFU

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por iluminar e abençoar meu caminho durante esse ciclo.

Aos meus pais Delso e Maria Jordelina, que apesar de toda dificuldade, não mediram esforços na realização deste sonho. Aos meus irmãos Anderson e Augusto por serem meu “ombro amigo”. Ao meu namorado, por me apoiar, incentivar e não me deixar desistir nos momentos difíceis.

Ao meu professor e orientador Boscolli Barbosa Pereira, meu profundo agradecimento, por todos os ensinamentos, apoio e paciência na realização desse trabalho.

E, por fim, às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, por permitirem que essa caminhada fosse mais leve e alegre e à Universidade Federal de Uberlândia, por permitir tamanha experiência em minha vida. Gratidão a todos vocês.

RESUMO

As políticas públicas nacionais têm incentivado a produção e aquisição de veículos automotivos no Brasil com o propósito de contribuir para a economia do país. Contudo, do ponto de vista da Saúde Ambiental, o aumento da motorização individual traz consequências importantes, uma vez que a concentração de poluentes atmosféricos tem crescido rapidamente nas regiões metropolitanas do Brasil, gerando impactos no ambiente e na saúde das populações expostas. Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivo contribuir para o atendimento de uma das prioridades da saúde pública: a construção de sistemas de indicadores que considerem os determinantes sociais de saúde e sejam capazes de monitorar as condições e tendências provenientes da relação ambiente e saúde, oferecendo, assim, uma ferramenta para a tomada de decisões. Para tanto, neste trabalho, adotamos o modelo de construção de indicadores de saúde ambiental proposto pela Organização Mundial da Saúde, pois permite que a relação entre indicadores de Força Motriz-Pressão-Situação-Exposição-Efeito-Ação (FPEEEA) seja explicitada por uma visão macro, possibilitando ações racionais de Vigilância em Saúde Ambiental. Assim, a realização deste trabalho esteve estruturada em duas fases, sendo a primeira de habilitação dos indicadores para composição da matriz FPEEEA; e a segunda de análise, seleção e distribuição dos indicadores em uma matriz que possibilitou a análise integrada dos impactos do crescimento da frota nos desfechos em saúde de cada capital dos estados brasileiros, permitindo a identificação e direcionamento de ações de atenção e vigilância em saúde ambiental.

Palavras-Chave: Indústria; Indicadores; Saúde Pública; Vigilância em Saúde.

ABSTRACT

Public Policies have encouraged the production and acquisition of automotive vehicles in Brazil with the purpose of contributing to the country's economy. However, from the point of view of Environmental Health, the increase in individual motorization has important consequences, since the concentration of air pollutants has grown rapidly in the metropolitan regions of Brazil, generating impacts on the environment and on the health of the exposed parts. In this context, the present study aims to contribute to meeting one of the public health priorities: the construction of systems of indicators that consider the social determinants of health and that can monitor the conditions and trends arising from the relationship between environment and health, offering, thus, a tool for decision making. For this purpose, in this work, we adopted the framework model of environmental health indicators proposed by the World Health Organization, as it allows the relationship between Driving Force-Pressure-Situation-Exposure-Effect-Action (DPSEEA) indicators to be made explicit by a macro view, enabling rational actions of Environmental Health Surveillance. Thus, the performance of this work was structured in two phases, the first being the qualification of the indicators for the composition of the DPSEEA framework; and the second of analysis, selection and distribution of indicators in a matrix that enabled an integrated analysis of the impacts of fleet growth on the health outcomes of each capital of the Brazilian states, allowing the identification and direction of environmental health care and surveillance actions.

Keywords: Industry; Indicators; Public Health; Environmental Surveillance

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 MATERIAL E	
MÉTODOS.....	ERRO!
INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
2.1. Tipo de	
estudo.....	Erro!
Indicador não definido.2	
2.2. Levantamento e organização dos dados no Modelo	
FPEEEA.....	Erro! Indicador não definido.2
2.3. Ética em	
Pesquisa.....	Erro!
Indicador não definido.2	
3 RESULTADOS E	
DISCUSSÃO.....	ERRO! INDICADOR
NÃO DEFINIDO.3	
REFERÊNCIAS.....	21

1. INTRODUÇÃO

Fatores sociais, políticos e econômicos são os principais responsáveis por modificar as cidades. De acordo com Andrade et al. (2012), o processo de crescimento das cidades sempre esteve ligado ao desenvolvimento e evolução tecnológica dos modos de transporte. Dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2015) informam que o atual sistema de mobilidade urbana no Brasil se caracteriza pelo crescimento do transporte individual motorizado e consequente redução do uso do transporte coletivo.

Os investimentos em infraestrutura viária (que priorizam a fluidez de tráfego) e a expansão da capacidade instalada da indústria automobilística (fruto de uma política industrial que se pautou principalmente pela atração de novas plantas automotivas para o país) incentivam o aumento do fluxo de veículos (PEREIRA et al., 2014). Além disso, a abundante oferta de crédito para aquisição de veículos e a política tributária, que reduziu impostos de veículos populares, contribuíram para ampliar a base de consumidores dos veículos particulares (IPEA, 2015; PEREIRA et al., 2017).

Diante desse cenário, a motorização individual tornou-se uma alternativa barata em relação ao custo de se utilizar o transporte público, aumentando a demanda sobre o sistema viário e criando-se condições para que as cidades se espraíem, ou seja, o modelo de planejamento urbano adotado pela maioria das cidades brasileiras privilegia e incentiva o uso do transporte motorizado individual. Assim, o crescimento contínuo da frota de veículos automotores no Brasil traz impactos relevantes ao ambiente urbano e à saúde dos cidadãos. Além dos acidentes, dos congestionamentos e do decorrente aumento do tempo de deslocamento das pessoas, a elevação da frota gera emissões de substâncias poluentes na atmosfera urbana (IPEA, 2015).

A resolução nº03 publicada em 1990 pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005) define poluição atmosférica como resultado da alteração das características físicas, químicas ou biológicas normais da atmosfera, de forma a causar danos ao ser humano, à fauna, à flora, aos materiais ou restringir o pleno uso e gozo da propriedade, ou afetar negativamente o bem-estar da população. De fato, a combustão dos combustíveis fósseis utilizados nos veículos causa a liberação de substâncias químicas, que tendem a se concentrar na atmosfera, provocando variações na sua composição.

Métodos físico-químicos, associados a modelos matemáticos permitem medir as concentrações ambientais dos principais poluentes atmosféricos. Essas medidas servem para verificar se valores limites, estabelecidos pelas leis ambientais locais ou recomendados por

organizações mundiais, estão sendo respeitados. Contudo, embora a qualidade do ar seja avaliada por meio de estimativas físico-químicas, que estimam com precisão a concentração dos poluentes, na verdade, os resultados dessas medidas não garantem conclusões a respeito do impacto desses contaminantes sobre seres vivos (PEREIRA et al., 2017).

Desse modo, ao considerarmos o significativo aumento da frota veicular no país nos últimos anos, é um desafio pensar em políticas e medidas que permitam reduzir a emissão de poluentes locais ao mesmo tempo em que melhore as condições de deslocamento das pessoas, preservando, sobretudo, a saúde da população exposta.

O interesse na avaliação das relações entre os poluentes do ar e desfechos na saúde da população humana é manifesto em diversos estudos realizados no Brasil nos últimos anos (MOURA et al., 2008; CASTRO et al., 2009, MIRAGLIA; GOUVEIA, 2014; ABE; MIRAGLIA, 2016; PEREIRA et al., 2017; 2019).

Contudo, a variabilidade das metodologias adotadas na aferição dos poluentes, nas definições dos desfechos na saúde da população e/ou na sofisticação do modelo analítico utilizado reduz a possibilidade de associação dos resultados de diferentes estudos, impedindo, inclusive, o planejamento de atividades relacionadas à Vigilância em Saúde (PEREIRA; LIMONGI, 2015).

Tendo em vista que a realização (e padronização) de estudos que avaliem a relação dos efeitos da poluição atmosférica na saúde humana e no ambiente tornou-se uma prioridade alinhada à Agenda Estratégica do Ministério da Saúde, permanece o desafio de relacionar os indicadores de poluição atmosférica à pluralidade de desfechos possíveis e aos seus condicionantes, contribuindo para que os resultados possam ser úteis para a definição de medidas de avaliação, prevenção ou gestão de situações risco de efeitos adversos à saúde da população.

Para superar esse desafio, inicialmente, é necessário estabelecer os limites dos indicadores de poluição e dos efeitos à saúde que se pretende avaliar.

Em relação aos indicadores de poluição, os principais poluentes atmosféricos são o monóxido de carbono (CO); os hidrocarbonetos (HC); os materiais particulados (MP); os óxidos de nitrogênio (NO_x) e os óxidos de enxofre (SO_x).

Embora existam recomendações internacionais (WHO, 2006), o Brasil tem seus atuais padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 003 (1990), possuindo padrões apenas para material particulado inalável (MP₁₀).

Passados 30 anos da publicação da Resolução CONAMA nº 003 (1990), a necessidade de revisão dos parâmetros considerados seguros é evidenciada em estudos que associam

agravos à saúde com concentrações de poluentes atmosféricos abaixo dos limites recomendados (CARNESECA et al., 2012; ROMAO, 2013; PEREIRA et al., 2017; 2019).

Quanto aos impactos na saúde, dada a multiplicidade de desfechos possíveis, é necessária a padronização objetiva dos eventos úteis para se determinar a influência que as alterações ambientais, reveladas por indicadores, tem sobre a saúde da população exposta (MIRAGLIA; GOUVEIA, 2014).

Não obstante, ainda que a maioria dos estudos relacione efeitos agudos de contaminantes atmosféricos a desfechos primários como internações por problemas respiratórios e morte, os efeitos secundários que comprometem a qualidade de vida da população, oriundos da exposição crônica, são subestimados (HABERMAN et al., 2014), especialmente, pela ineficiência/inexistência de notificação compulsória destes (PEREIRA; LIMONGI, 2015).

Portanto, é evidenciada uma importante lacuna que pode ser resolvida com o fortalecimento das ações de Vigilância em Saúde Ambiental. Para tanto, são necessários estudos ampliados, que relacionem os desfechos em saúde a determinantes sociais, a fatores políticos e a aspectos econômicos, criando e organizando matrizes de indicadores que possam nortear ações e tomadas de decisões no campo da saúde pública.

Nesse contexto, o estudo teve por objetivos (i) analisar, de forma integrada e multidisciplinar, os impactos do crescimento da frota veicular nos desfechos de saúde relacionados à poluição atmosférica nas capitais brasileiras e Distrito Federal, a fim de propor ações relacionadas à Vigilância em Saúde Ambiental, e (ii) subsidiar políticas públicas voltadas para a melhoria do transporte público, considerando a necessidade de revisão dos parâmetros de qualidade ambiental e os benefícios do investimento em tecnologias que, ao mesmo tempo em que atendem à sociedade em suas demandas de deslocamento, também contribuam para a conservação do ambiente e promoção da saúde.

2. METODOLOGIA

2.1. Tipo de estudo

O presente estudo foi definido como um estudo descritivo-exploratório, de abordagem quanti-qualitativa, baseado no emprego do Modelo FPEEEA para análise dos efeitos da poluição atmosférica de origem veicular sobre a saúde humana, considerando, para tanto, os determinantes sociais em saúde e os impactos das políticas públicas envolvidas nos setores de transporte individual e coletivo nas capitais brasileiras.

2.2. Levantamento e organização dos dados no Modelo FPEEEA

O trabalho foi executado em duas fases. Na primeira etapa, de habilitação dos indicadores para composição da matriz FPEEEA, foi realizado levantamento de informações em bases de dados (i) de literatura científica, incluindo as bases de indexação PubMed, LILACS, MEDLINE e SCIELO e (ii) de domínio público virtual, incluindo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), agências ambientais estaduais e municipais, dentre outras.

Após o levantamento dos dados, foi analisada a associação entre poluição do ar e os desfechos primários e secundários em saúde, utilizando dados relacionados ao crescimento da frota veicular (dados viários, de tráfego veicular e de emissão de poluentes), quando disponíveis, considerando as características ambientais, sociais e epidemiológicas de cada capital brasileira.

Na segunda etapa do projeto, de posse do rol de indicadores habilitados pelas análises mencionadas anteriormente, foi produzida uma matriz FPEEEA para o conjunto de capitais brasileiras, distribuindo os indicadores de acordo com os seguintes critérios de inclusão adotados: (i) disponibilidade de dados para as capitais, (ii) disponibilidade de dados para organização e distribuição nos níveis de complexidade, conforme o modelo FPEEEA.

Finalmente, a cada nível da matriz (FPEEE), foram relacionadas ações (A) de atenção e vigilância em saúde ambiental, bem como destacados os indicadores ambientais e de saúde definidos e empregados para subsidiar cada ação apontada. Para a realização do presente estudo, foram avaliados os indicadores obtidos das 26 capitais dos estados brasileiros e da capital nacional, considerando o período de 2010 a 2018.

2.3. Ética em pesquisa

Em conformidade às determinações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, que tratam dos preceitos éticos da pesquisa em saúde, não se fez necessário submeter o presente projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa por tratar-se de estudo realizado utilizando informações de bases de dados públicas, de acesso irrestrito.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do levantamento dos dados, foi possível construir uma matriz de indicadores relacionados às capitais dos estados brasileiros e Distrito Federal. A matriz numérica está representada na tabela 1 e a matriz conceitual é ilustrada pela figura 2.

Com base nas informações disponíveis, foi possível propor a distribuição dos indicadores nos eixos da matriz FPEEEA, que ficou assim organizada: no eixo das FORÇAS MOTRIZES, foram avaliados os indicadores ‘crescimento populacional’ e ‘PIB da indústria’; no eixo PRESSÃO, utilizou-se o indicador ‘densidade demográfica’ e ‘frota veicular’; para o eixo ESTADO incluiu-se as taxas de ‘urbanização’ e ‘arborização’ como indicadores; no eixo da EXPOSIÇÃO, os indicadores analisados foram ‘salário médio mensal’ e ‘população ocupada’ e, finalmente, no eixo EFEITO, foram incluídos os indicadores dos desfechos em saúde ‘neoplasia maligna da bexiga’, ‘doença cardíaca hipertensiva’, ‘infarto agudo do miocárdio’ e ‘doenças crônicas das vias aéreas inferiores’.

De acordo com os dados obtidos e sumarizados na tabela 1, no eixo FORÇAS MOTRIZES, de 2010 a 2018 a população aumentou continua e significativamente, principalmente nas grandes metrópoles brasileiras, tal aumento é perceptível nas capitais Palmas (27.8%), Boa Vista (32%) e Macapá (23.9%), que mostraram um crescimento percentual acima da média do país (7.05%).

Esse cenário de crescimento populacional repercute sobre o eixo PRESSÃO, pelo aumento da densidade demográfica, uma vez que a população cresce de modo exponencial, mas o território em que está inserida continua o mesmo. Apesar de ter apresentado um aumento populacional de apenas 7.8%, São Luiz foi a capital que apresentou maior percentual de aumento (54.4%) na densidade demográfica, enquanto o percentual brasileiro foi de 9.1%.

Acreditamos que o período vigente de crise econômica contribui para a intensificação dos fluxos migratórios, fortalecendo o movimento de curta distância, ou seja, a população sai de cidades e regiões interioranas em busca de melhores condições de vida nas capitais e áreas metropolitanas.

Tabela 1. Indicadores selecionados para a composição da Matriz FPEEEA.

FM₁ – Crescimento populacional de 2010 para 2018 em %; FM₂ – Variação PIB da Indústria entre 2010 e 2018 em %; P₁ – Densidade demográfica de 2010 para 2018 em %; P₂ – Crescimento da frota veicular entre 2010 e 2018 em %; ES₁ - Taxa de arborização de 2010 em %; ES₂ – Taxa de urbanização de 2010 em %; EX₁ – Salário médio mensal de 2016 em %; EX₂ – Taxa da população ocupada de 2016 em %; EF₁ - Variação Neopl. Malig. dos brônquios e dos pulmões entre 2010 e 2017 em % (TOTAL) EF₂ –Variação Doença cardíaca hipertensiva entre 2010 e 2017 em % (TOTAL); EF₃ -Variação Infarto agudo do miocárdio entre 2010 e 2017 em % (TOTAL); EF₄ – Variação Doenças Crônicas das vias aéreas inferiores entre 2010 e 2017 em % (TOTAL). * Variação entre as capitais.

Capital (UF)	FM ₁	FM ₂	P ₁	P ₂	ES ₁	ES ₂	EX ₁	EX ₂	EF ₁	EF ₂	EF ₃	EF ₄
Aracaju (SE)	13.6	57.9	13.4	49	56.6	55.4	2.9	36.2	18.4 (357)	28.0 (197)	18.6 (941)	-14.8 (500)
Belém (PA)	6.6	38.3	6.6	54.1	22.3	36.10	3.5	29.7	33.7 (976)	111.1 (361)	61.0 (3.286)	25.2 (2.285)
Belo Horizonte (MG)	5.3	14	5.3	55	82.7	44.2	3.5	53.1	54.8 (2.047)	-64.2 (1.055)	-7.6 (3.606)	28.6 (3.950)
Boa Vista (RR)	32	0.6	32	68.8	47.2	4.3	3.4	28.5	176.9 (144)	76.9 (169)	32.3 (321)	142.8 (149)
Brasília (DF)	15.7	63.3	16.1	45	36.9	57	5.3	45.9	20.1 (1.675)	16.6 (655)	60.1 (3.848)	50.1 (2.525)
Campo Grande (MS)	12.5	68.5	12.5	50.2	96.3	33.4	3.4	33.4	16.2 (693)	21.9 (726)	76.0 (2.513)	17.6 (1.410)
Cuiabá (MT)	10.1	49.7	17.8	55.9	39.6	34.3	3.8	43.8	96.5 (393)	30.8 (633)	33.3 (1.108)	26.6 (900)
Curitiba (PR)	9.4	20.8	9.4	24.1	76	59.1	3.9	53.1	14.7 (1.714)	16.6 (1.385)	-11.7 (4.195)	45.6 (3.448)
Florianópolis (SC)	17	41.4	17.1	36	32	54.4	4.7	66.3	5,5 (626)	400.0 (111)	4.8 (833)	41.5 (610)
Fortaleza (CE)	7.7	62.5	8.6	53.4	74.8	13.2	2.7	32.5	47.7 (1.275)	112.5 (326)	84.4 (3.727)	71.1 (2.437)
Goiânia (GO)	14.8	15.3	15.5	34.3	89.3	48.6	3.2	45.1	50.0 (511)	32.3 (618)	10.1 (2.340)	40.9 (3.021)
João Pessoa (PB)	10.6	52.7	10.7	66.8	78.4	25.1	2.6	37.5	35.2 (158)	19.2 (488)	33.7 (2.089)	7.9 (863)
Macapá (AP)	23.9	111.3	21	60.6	66	8.8	3.2	24.7	25.7 (484)	92.3 (125)	407.1 (378)	580.0 (316)
Maceió (AL)	8.5	36.3	7.2	61.5	57.1	32.70	2.7	26.8	52.4 (1.154)	23.5 (1.067)	72.4 (1.634)	19.8 (1.174)
Manaus (AM)	19	28.1	19	58.5	23.9	26.3	3	24.1	87.0 (602)	-19.6 (398)	-1.6 (1.878)	7.7 (1.615)
Natal (RN)	9.1	58.3	9.1	45.8	44.7	16.5	3	37	166.6 (67)	73.4 (656)	50.8 (2.408)	59.7 (674)
Palmas (TO)	27.8	7.1	27.8	71.6	79.9	31.3	3.8	48.6	0.5 (3.008)	107.6 (136)	128.5 (233)	175.0 (182)
Porto Alegre (RS)	4.9	34.7	5.2	25.2	82.7	69.4	4.1	55.4	-3.12 (263)	105.0 (903)	-22.9 (4.694)	25.8 (4.055)
Porto Velho (RO)	21.2	31	21.1	70	40	21.7	3.3	33.7	8.19 (1.479)	33.3 (114)	83.0 (616)	68.7 (629)
Recife (PE)	6.5	20.5	6.3	38.3	60.5	49.6	3.1	44.8	371.4 (243)	78.6 (763)	-7.8 (5.585)	-1.9 (2.516)
Rio Branco (AC)	19.3	-14.4	19.2	66.2	13.8	20.4	3.1	26.7	12.9 (7.924)	342.8 (188)	62.5 (397)	8.0 (780)
Rio de Janeiro (RJ)	5.8	31.4	5.8	36.7	70.5	78.4	4.1	40.6	41.8 (1.744)	-29.8 (3.415)	9.8 (25.737)	-5.9 (10.636)
Salvador (BA)	6.7	34.6	6.7	40.8	39.5	35	3.4	28.7	60.0 (626)	-23.1 (1.488)	-0.9 (4.175)	17.9 (1.946)
São Luís (MA)	7.8	41.7	54.4	61.3	32.3	11.7	3.1	33.2	27.7 (11.226)	-17.3 (383)	47.7 (2.286)	37.0 (953)
São Paulo (SP)	8.2	9.3	8.2	29.9	74.8	50.3	4.2	46.8	37.0 (613)	-6.5 (7.666)	12.7 (35.964)	8.2 (18.880)
Teresina (PI)	5.7	47.3	5.8	73.3	72.3	5.8	2.8	35.3	9.7 (356)	72.0 (1.355)	5.0 (1.522)	7.3 (770)
Vitória (ES)	9.2	2.5	10.4	22.8	65.4	78.7	4	65.7	30.0 (148.971)	76.0 (276)	6.0 (861)	20.8 (535)
BRASIL	7.1	6.7*	9.1	54.9	5.7*	84.4	0.9*	1.7*	30.0	16.7	21.5	23.5

Ainda no eixo das FORÇAS MOTRIZES, passamos para a análise do indicador ‘Produto Interno Bruto (PIB)’, que de acordo com a definição dada pelo IBGE, é a soma de todos os bens e serviços finais produzidos por um país, estado ou cidade. Com base nesse conceito, ao desmembrar a composição do PIB enquanto indicador, chega-se aos valores adicionados a preços correntes de alguns setores, como a agropecuária e a indústria. O investimento na indústria, principalmente no setor automobilístico, entre os anos de 2010 e 2016, contribuiu grandemente para o crescimento do PIB em todo país. Dentre as capitais, todas apresentaram um crescimento percentual significativo, com destaque para Macapá, que ficou acima dos 100% e Rio Branco, a única capital que demonstrou contribuição negativa no setor industrial.

Os incentivos dados ao setor automobilístico impactam positivamente no crescimento da frota veicular em todo o país. Como pode ser identificado no eixo PRESSÃO, de 2010 a 2018, conforme dados do DENATRAN, a frota de veículos no Brasil aumentou 54.9%. Dentre as capitais, a maioria das cidades apresentou percentual de crescimento da frota superior a 60%. As categorias com maior expansão de frota foram os automóveis, veículos de carga, de passageiros e outros (bonde, chassi-plataforma, ciclomotor, motocicleta, motoneta, triciclo, quadriciclo, side car, trator e trator esteira), respectivamente.

Conforme podemos verificar, quando observamos os indicadores do eixo ESTADO - a partir da análise integrada dos indicadores dos eixos superiores (Força Motriz e Pressão)- percebemos como o aumento populacional, o consequente crescimento da densidade demográfica, a manutenção dos investimentos voltados à indústria automobilística e a elevação da frota veicular nas capitais, representam indicadores que modificam as cidades, como, por exemplo, pela urbanização das vias públicas – construção de bocas de lobo e pavimentação de meios-fios e calçadas. De acordo com o último censo (2010), a taxa de urbanização do Brasil foi de 84.36%. Por outro lado, é importante observar que a taxa de arborização (indicador do eixo ESTADO) é baixa em algumas capitais das regiões norte e nordeste, como Belém, Manaus, Salvador e São Luiz e, nas capitais que mostraram as maiores taxas, temos que, em média, metade dos domicílios das capitais tem uma árvore por quadra ou entorno.

Em nosso estudo, alocamos os indicadores de renda e população ocupada no eixo EXPOSIÇÃO, a fim de melhor compreender como desemprego e concentração de renda estão associados aos indicadores dos outros eixos. Segundo o IBGE, a média salarial dos trabalhadores formais, em 2016, nas capitais brasileiras, foi de 3.4 salários mínimos. No entanto, Brasília, Florianópolis e São Paulo apresentam os maiores salários médios mensais,

sendo 5.7; 4.7 e 4.2 salários mínimos, respectivamente. Em contrapartida, em capitais da região nordeste, como João Pessoa, Fortaleza, Maceió e Teresina, o salário médio mensal não ultrapassou os 2.8 salários mínimos. No que se refere à ocupação, as capitais nortistas e nordestinas apresentam as menores taxas de população ocupada, com 24.10% em Manaus e 26.80% em Maceió; mas capitais das regiões Sudeste e Sul mostram uma taxa consideravelmente mais alta, sendo 66.30% em Florianópolis e 65.70% em Vitória.

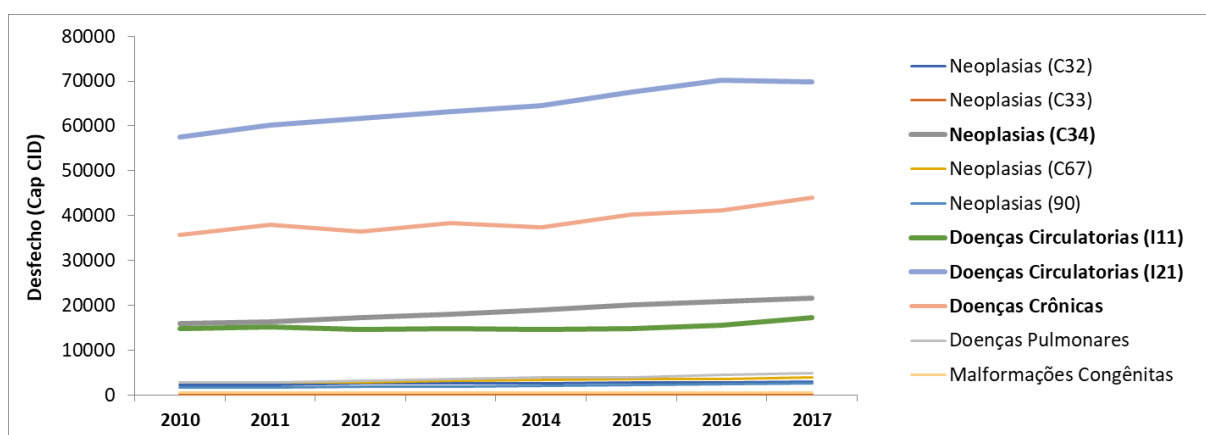
A partir de uma análise conjunta desse rol de indicadores já descritos para os eixos Força Motriz-Pressão-Estado-Exposição, é possível perceber como os aspectos socioeconômicos, demográficos e ambientais têm relevante potencial de causar impactos à saúde das populações expostas e mais vulneráveis.

Para avaliar tal impacto no Eixo 'Efeitos' foram analisados dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) para diferentes desfechos, classificados de acordo com o sistema de Classificação Internacional de Doenças (CID) e descritos a seguir: C32- Neoplasia maligna da laringe; C33- Neoplasia maligna da traqueia; C34- Neoplasia maligna dos brônquios e dos pulmões; C67- Neoplasia maligna da bexiga; C90- Mieloma múltiplo e neoplasia maligna de plasmócitos; I11- Doença cardíaca hipertensiva e I21- Infarto agudo do miocárdio, além do capítulo da CID-10 XVII- Malformação congênita, deformidades e anomalias cromossômicas e dos grupos Doenças crônicas das vias aéreas inferiores e Doenças pulmonares devidas a agentes externos.

No entanto, para habilitação dos indicadores que fariam parte da Matriz FPEEEA, aplicada ao presente estudo, foram mantidos apenas os desfechos cujo número absoluto de casos apresentou aumento ao longo do período estudado, quais foram: C34- Neoplasia maligna dos brônquios e dos pulmões; I11- Doença cardíaca hipertensiva; I21- Infarto agudo do miocárdio e Doenças crônicas das vias aéreas inferiores. A figura 1 mostra a variação histórica da ocorrência dos desfechos analisados.

Como pode ser observado nos resultados apresentados na tabela 1, para o indicador de mortalidade por 'Neoplasia maligna dos brônquios e dos pulmões', as capitais que obtiveram as variações mais significativas foram: Boa Vista, Cuiabá, Manaus, Natal e Recife, com aumento na mortalidade superior à média brasileira para o período investigado, que foi de 30%. Palmas e Porto Alegre apresentaram as menores variações, com crescimento de 0.5% e diminuição de -3.12% respectivamente. As demais capitais apresentaram aumento de mortalidade próximo ao da média da população brasileira.

Figura 1. Série histórica dos desfechos em saúde (mortalidade) dos indicadores selecionados.



A variação positiva do indicador de mortalidade por ‘Doença cardíaca hipertensiva’ nas cidades de Belém, Fortaleza, Palmas e Porto Alegre indicou aumento dos casos acima dos 100%. Em Florianópolis e Rio Branco as variações foram de 400 e 342,8%, respectivamente. As capitais Belo Horizonte, Manaus, Rio de Janeiro, Salvador, São Luís e São Paulo apresentaram variação negativa. A variação nacional média no período de estudo revelou aumento de 16.7% de mortes por essa causa.

No que diz respeito à mortalidade por ‘Infarto agudo do miocárdio’, de acordo com os dados do SIM, Palmas e Macapá tiveram as maiores variações, com aumento superior a 100% entre 2010 e 2017. Por outro lado, em Porto Alegre e Curitiba esse indicador apresentou que de -22.9 e -11.7%, respectivamente.

Assim como foi observado para os outros desfechos, Boa Vista, Macapá e Palmas estão entre as capitais que possuem a maior variação positiva em relação às Doenças crônicas das vias aéreas inferiores (traqueia, brônquios, bronquíolos e alvéolos pulmonares). Contrariamente, Aracaju, Recife e Rio de Janeiro apresentaram queda no número de óbitos registrados para esta causa.

Considerando as relações de causalidade entre os indicadores que compõem os diferentes eixos da matriz proposta, foram propostas medidas (AÇÕES) para gestão e redução dos impactos do crescimento da frota veicular brasileira na perspectiva da Saúde Ambiental, completando, assim, a Matriz FPEEEA (Figura 2).

Diante dos resultados obtidos pelo presente estudo e, de acordo com o recente estudo de Rossetto et al. (2019), que aponta as doenças do aparelho circulatório juntamente com as do aparelho respiratório como as principais causas de mortalidade no Brasil, retomamos o objetivo de propor ações que se configurem como medidas capazes de melhorar as condições

de vida e saúde da população, reduzindo a emissão e os impactos de poluentes oriundos da frota veicular e melhorando os serviços de transporte das pessoas, cargas e mercadorias.

O modelo FPEEEA sugerido pela Organização Mundial da Saúde utiliza a metodologia de construção de indicadores de saúde ambiental baseado numa relação de causa e efeito ampliada, ou seja, tem por objetivo mensurar e monitorar os possíveis agravos a saúde decorrentes das constantes mudanças sociais, econômicas e ambientais (BRASIL,2011).

Sendo assim, a razão de se usar a matriz FPEEEA no presente estudo foi evidenciar relações existentes entre os indicadores, proporcionando uma visão ampliada e integrada do problema, com foco em ações para a gestão dos impactos produzidos pelo crescimento da frota automotiva no Brasil.

Nessa direção, vimos que os indicadores dos eixos FORÇAS MOTRIZES e PRESSÃO (crescimento populacional e densidade demográfica; PIB e crescimento da frota veicular) se relacionam de forma direta, de maneira que as ações propostas para diminuição dos impactos do crescimento da frota brasileira nesses níveis da matriz devem ser ampliadas e de natureza política.

Assim, as ações propostas devem se estabelecer no sentido de promover o uso de tecnologias ambientalmente favoráveis na produção de veículos de carga e transporte, bem como devem haver incentivos fiscais para o uso e desenvolvimento de fontes de energia sustentáveis.

Da mesma forma, investimentos em infraestrutura viária (que priorizem a fluidez de tráfego) e em transporte público também são ações que impactam diretamente os indicadores dos eixos PRESSÃO E ESTADO.

Em relação às relações entre os indicadores dos eixos ESTADO e EXPOSIÇÃO, vale ressaltar que além de ações de (re)planejamento urbano, faz-se necessária a inclusão e revisão dos parâmetros legais para emissões, controle e preservação ambiental.

A partir da análise dos indicadores dos eixos EXPOSIÇÃO e EFEITOS, percebe-se que somente ações direcionadas ao combate ao desemprego e à desigualdade social podem reduzir os impactos das migrações, que levam à aglomeração urbana, aos problemas de mobilidade e à exposição aos poluentes provenientes do tráfego.

Por fim, quando são observados os impactos de todo o conjunto de indicadores sobre o eixo dos EFEITOS, é notável que ações de investimento na Atenção Primária em Saúde são imprescindíveis.

Figura 2. Ações de Gestão em Saúde Ambiental para redução dos impactos do crescimento da frota veicular brasileira.



Assim, considerando a relevância da Atenção Primária em Saúde enquanto porta de entrada para o Sistema Único de Saúde, recomenda-se o planejamento e a padronização dos serviços de diagnóstico, notificação e seleção de indicadores de desfechos sensíveis (que respondam às alterações ambientais) para fortalecimento das estratégias de Vigilância em Saúde.

Diante da escassez de indicadores de saúde ambiental e da urgência da estruturação de modelos de investigação nesse setor, o estudo se justifica ao objetivar atender às necessidades da área de Saúde Pública e Coletiva, contribuindo para a habilitação de um instrumento de análise dos determinantes de fatores de risco ao ambiente e à saúde, de maneira que seja possível subsidiar gestores da administração pública, nos seus processos de tomada de decisão, para realização de ações racionalizadas de prevenção, controle ou mitigação dos efeitos danosos dos poluentes atmosféricos nos desfechos de saúde.

Nesse sentido, a abordagem adequada da pesquisa em Saúde Ambiental implica a consideração dos determinantes sociais em saúde. Assim, mesmo que muitos trabalhos tenham relacionado o aumento da susceptibilidade aos poluentes a fatores como a idade dos sujeitos da pesquisa e morbidades associadas, o fizeram sem considerar, por exemplo, indicadores relacionados à localização e às condições de moradia, acesso aos serviços de saúde ou renda dos sujeitos, conforme sugere a Organização Mundial da Saúde (BRASIL, 2013), que propõe um modelo de construção de indicadores de saúde ambiental baseado numa relação de causa e efeito ampliada.

Segundo esse modelo, a estrutura proposta na avaliação da relação entre indicadores de Força Motriz-Pressão-Situação-Exposição-Efeito-Ação (FPEEEA) não se limita à causa direta e aos efeitos na saúde, mas proporciona uma visão macro, possibilitando ações racionais em Saúde Ambiental. Além disso, esses indicadores em Saúde Ambiental são úteis para atividades de vigilância, pois contribuem para proposição de ações no controle da emissão dos poluentes e, ainda, orientam e subsidiam as tomadas de decisões, especialmente no que tange às políticas públicas (PEREIRA et al., 2017; 2019).

Nesse sentido, os ensaios epidemiológicos que buscam analisar a associação entre poluição atmosférica e desfechos na saúde devem partir do pressuposto que o aumento da susceptibilidade aos poluentes não depende exclusivamente de fatores individuais, mas se deve, principalmente, à influência significativa de determinantes sociais de saúde, como “a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais”, conforme destaca a Lei 8.080/1990 em seu artigo 3º.

Nessa direção, o presente trabalho contribuiu para ampliar o conhecimento das condições que favorecem a maior exposição aos poluentes, considerando a natureza das fontes poluidoras, as forças que contribuem para sua manutenção ou incremento e, sobretudo, as ações que podem mitigar ou sanar os problemas, tanto do ambiente, quanto da saúde das populações expostas.

Além disso, a execução do trabalho evidenciou as necessidades de: (i) expansão das redes de monitoramento das concentrações atmosféricas de poluentes nas cidades que apresentam risco e (ii) ampliar a adesão dos municípios às ações do Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade do Ar - VIGIAR - coordenado, em âmbito nacional, pela Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM) da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), contribuindo para fortalecer e racionalizar os Sistemas de Informação em Saúde pelo incentivo às notificações compulsórias de agravos e desfechos. Finalmente, do ponto de vista do desenvolvimento tecnológico, os resultados da presente pesquisa poderão fundamentar e evidenciar a necessidade de revisão dos parâmetros físico-químicos de qualidade do ar e das emissões veiculares, incentivando o uso tecnologias e serviços sustentáveis, com garantia de preservação do ambiente e da saúde da população exposta.

REFERÊNCIAS

ABE, K.C.; MIRAGLIA, S.G. Health Impact Assessment of Air Pollution in São Paulo, Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.11, n.13, p.694, jul. 2016.

ANDRADE, M.F.; MIRANDA, R.M.; FORNARO, A.; KERR, A.; OYAMA, B.; ANDRE, P.A.; SALDIVA, P. Vehicle emissions and PM2.5 mass concentrations in six Brazilian cities. **Air Quality and Atmosphere Health**, v.5, p.79-88, 2012.

BRASIL. Constituição da Republica Federativa do Brasil de 1988, **Título VIII da Lei No. 8080/90**, de 19 de setembro de 1990. Brasília: DF. 1990. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8080.htm>. Acesso em 14/07/2020.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). **Saúde Ambiental: guia básico para construção de indicadores**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

CARNESECA, E.C.; ACHCAR, J.A.; MARTINEZ, E.Z. Association between particulate matter air pollution and monthly inhalation and nebulization procedures in Ribeirão Preto, São Paulo State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v.28, n.8, p. 1591-1598, 2012.

CASTRO, H. A.; HACON, S.; ARGENTO, R.; JUNGER, W.L.; MELLO, C.F.; JÚNIOR, N.C.; DA COSTA, J. G. Air pollution and respiratory diseases in the Municipality of Vitória, Espírito Santo State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v.23, suppl.4, p. S630-S642, 2007.

CONAMA. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Resolução CONAMA nº 003, de 28 de junho de 1990**. Dispõe sobre o estabelecimento de padrões nacionais de qualidade do ar determinando as concentrações de poluentes atmosféricos. In: MMA. Livro das Resoluções do CONAMA. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano>>. Acesso em: 14/07/2020.

DOTA, E.M.; QUEIROZ, S.N.; Migração interna em tempos de crise no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 21, n. 2, p. 415-430. 2019.

HABERMANN, M.; SOUZA, M.; PRADO, R.; GOUVEIA, N. Socioeconomic inequalities and exposure to traffic-related air pollution in the city of São Paulo, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro , v. 30, n. 1, p. 119-125, Jan. 2014 .

IPEA. Discussion paper nº 86. **Automobile pollution control in Brazil**. 2015. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/ingles/dp_86.pdf > Acesso em: 14/07/2020.

MIRAGLIA, S.G.E.K.; GOUVEIA, N. Custos da poluição atmosférica nas regiões metropolitanas brasileiras. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 10, p. 4141-4147, Oct. 2014

MOURA, M.; JUNGER, W. L.; MENDONÇA, G.A.S.; PONCE DE LEON, A. Qualidade do ar e transtornos respiratórios agudos em crianças. **Revista de Saúde Pública**, v.42, n.3, p. 503-511, 2008.

PEREIRA, B.B.; DA CUNHA, P.B.; SILVA, G.G.; DE CAMPOS JÚNIOR, E.O.; MORELLI, S.; FILHO, C.A.; DE LIMA, E.A.; BARROZO, M.A. Integrated monitoring for environmental health impact assessment related to the genotoxic effects of vehicular pollution in Uberlândia, Brazil. **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 24, n.3, p. 2572-2577, 2017.

PEREIRA, B. P.; LIMONGI, J.E. Epidemiologia de desfechos na saúde humana relacionados à poluição atmosférica no Brasil: uma revisão sistemática. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 23, n. 2, p. 91-100, 2015 .

PEREIRA, B.B.; VIEIRA SANTOS, V.S.; DOMINGUES, E.P.; SILVA, G.G.; BRANDÃO, P.C.; OLIVEIRA, A.B.; MOTA, L.M.; CAMPOS JÚNIOR, E.O.C. Assessment of genotoxic effects on elderly populations exposed to high traffic areas: Results for supporting public health surveillance. **Environmental Research**, v.179, A):108752. 2019. doi: 10.1016/j.envres.2019.108752.

ROMAO, R.; PEREIRA, L.A.A.; SALDIVA, P.H.N.; PINHEIRO, P.M.; BRAGA, A.L.F.; MARTINS, L.C. The relationship between low birth weight and exposure to inhalable particulate matter. **Cadernos de Saúde Pública**, v.29, n.6, p. 1101-1108, 2013.

ROSSETTO, C.; VIEIRA, J.; BRANDÃO, M.L.; ROSA, N.G.; ROSSET, I. Causas de internação hospitalar e óbito em idosos brasileiros entre 2005 e 2015. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 40, e20190201, 2019.

WHO-World Health Organization. **WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide**. Global updated 2005. 2006. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf> Acesso em 14/07/2020.