



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - DESA
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

LIDIANE RAMOS DO NASCIMENTO

**ESTIMATIVA DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA VEICULAR NA ZONA URBANA DE
CAMPINA GRANDE NOS ANOS DE 2016 A 2018**

**CAMPINA GRANDE
2019**

LIDIANE RAMOS DO NASCIMENTO

**ESTIMATIVA DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA VEICULAR NA ZONA URBANA DE
CAMPINA GRANDE NOS ANOS DE 2016 A 2018**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Sanitarista e Ambiental.

Área de concentração: Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientadora: Profa. Dr. Neyliane Costa de Souza.

CAMPINA GRANDE

2019

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

N244e Nascimento, Lidiane Ramos do.
Estimativa da poluição atmosférica veicular na zona urbana de Campina Grande nos anos de 2016 a 2018 [manuscrito] / Lidiane Ramos do Nascimento. - 2019.
37 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2019.
"Orientação : Profa. Dra. Neyliane Costa de Souza , Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT."
1. Poluição atmosférica. 2. Veículos automotores. 3. Gases poluentes. I. Título
21. ed. CDD 363.73

LIDIANE RAMOS DO NASCIMENTO

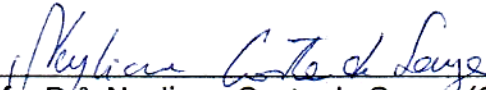
**ESTIMATIVA DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA VEICULAR NA ZONA URBANA DE
CAMPINA GRANDE NOS ANOS DE 2016 A 2018**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Sanitarista e Ambiental.


Área de concentração: Engenharia Sanitária e Ambiental.

Aprovada em: 04/12/2019.

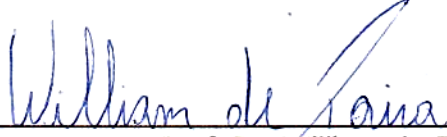
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dr^a. Neyliane Costa de Souza (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (DESA/UEPB)



Profa. Dr^a. Lígia Maria Ribeiro Lima
Universidade Estadual da Paraíba (DESA/UEPB)



Prof. Dr. William de Paiva
Universidade Estadual da Paraíba (DESA/UEPB)

A Deus, aos meus pais, aos meus familiares e amigos, pelo direcionamento, apoio e amor, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por toda graça, amor, por ter me mantido de pé, mesmo diante de tantos obstáculos, me erguendo, renovando, fortalecendo minha fé me mantendo firme nessa caminhada.

Agradeço a minha família, por todo o apoio, carinho e paciência em todos os momentos, em especial ao meu pai, saiba que essa conquista também é sua, você é o propósito que me deu forças para ir além, sem você não teria conseguido.

A todos os meus amigos, que entenderam minha ausência nesses anos dedicados aos estudos. Aos amigos da turma, em especial ao grupo “A fazenda”, por todos os momentos em que pude dividir com vocês.

A Arthur, por todos os momentos compartilhados, por todas as risadas, as tardes de estudo, as provas em dupla, pela ajuda em todas as situações e por sempre ser meu ombro em todas as circunstâncias. Nada seria o mesmo sem você.

Aos professores que foram de fundamental importância na minha formação, sempre passando seus conhecimentos e valores. Em especial, a minha orientadora Neyliane, por toda dedicação, paciência e cuidado. Só tenho a agradecer por seus conhecimentos ao longo de todo o curso e deste trabalho, tenho uma grande admiração pela profissional que és.

RESUMO

A poluição atmosférica traz efeitos negativos à saúde do homem e ao meio ambiente, principalmente pela queima de combustíveis fósseis, para geração de energia. Existem diversas atividades que acarretam tais impactos, dentre elas podemos citar as indústrias e os automóveis, sendo estes grandes responsáveis pela emissão de diversos poluentes na atmosfera. Com o aumento da frota de veículos automotores temos o agravamento da situação. Nesse cenário, os lançamentos gerados pelos ônibus coletivos na cidade, apesar de serem em menor quantidade que os veículos circulantes, lançam diversos gases nocivos. Diante do exposto, o presente trabalho, tem como objetivo estimar a geração dos poluentes: Material Particulado (MP); Dióxido de Enxofre (SO₂); Monóxido de Carbono (CO); Ozônio (O₃) e Oxidantes Fotoquímicos; Hidrocarbonetos (HC); Óxidos de Nitrogênio (NO) e Dióxido de Nitrogênio (NO₂), lançados pelo transporte público da cidade de Campina grande, assim como seus impactos no meio ambiente e a saúde da população. Para tal, foram utilizados estudos, pesquisas, artigos e inventários, além de dados da frota e população. Através do questionário aplicado junto à população, observa-se os efeitos negativos sobre a saúde da mesma, com relatos sobre diversas doenças do trato respiratório, dor de cabeça, alergias, entre outras, todas relacionadas à liberação dos poluentes da frota na região.

Palavras – chave: Poluição atmosférica. Veículos automotores. Saúde.

ABSTRACT

Air pollution has negative effects on human health and the environment, especially by burning fossil fuels for power generation. There are several activities that cause such impacts, among which we can mention industries and automobiles, these being largely responsible for the emission of various pollutants in the atmosphere. With the increase in the fleet of motor vehicles we have the situation worsening. In this scenario, the launches generated by the collective buses in the city, despite being smaller than the circulating vehicles, release several harmful gases. Given the above, the present work aims to estimate the generation of pollutants: Particulate Material (PM); Sulfur Dioxide (SO₂); Carbon monoxide (CO); Ozone (O₃) and Photochemical Oxidants; Hydrocarbons (HC); Nitrogen Oxides (NO) and Nitrogen Dioxide (NO₂), released by public transportation from the city of Campina Grande, as well as their impacts on the environment and the health of the population. For this, studies, research, articles and inventories were used, as well as data on the fleet and population. Through the questionnaire applied to the population, we observed the negative effects on their health, with reports on various diseases of the respiratory tract, headache, allergies, among others, all related to the release of pollutants from the fleet in the region.

Keywords: Air pollution. Auto-vehicles. Cheers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Emissões de gases na revolução industrial	13
Figura 3.2 - Limites de CO, HC, NOx e CHO para veículos leves	19
Figura 3.3 – Limites de CO, HC, NOx e MP para veículos pesados	20
Figura 4.1 – Divisão de zonas e bairros de Campina Grande, PB.....	23
Figura 4.2 – Rota da linha 004 do consórcio Santa Verônica.....	25
Figura 5.1 – Sexo e nível de escolaridade dos entrevistados, respectivamente	28
Figura 5.2 – Conhecimento da população dos efeitos negativos da poluição do ar sobre a saúde humana	28
Figura 5.3 – Percepção da população da existência da poluição do ar na região	28
Figura 5.4 – Avaliação da população sobre a qualidade do ar na região.....	29
Figura 5.5 – Problemas respiratórios e doenças percebidas pelos entrevistados	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Padrões nacionais de qualidade do ar, CONAMA 491/2018.....	15
Tabela 3.2 – Limites máximos de emissões para veículos pesados da fase PROCONVE P8	19
Tabela 5.1 – Série histórica da frota de ônibus em Campina Grande.....	26
Tabela 5.2 – Fatores de emissão de CO, NOx, HC e MP para motores Diesel de ônibus urbanos.	26
Tabela 5.3 – Taxa de emissão de poluentes da linha de ônibus urbano 004, em Campina Grande, PB.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo geral	12
2.2	Objetivos específicos	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1	Poluição atmosférica	13
3.2	Principais gases poluentes	14
3.3	Legislação da poluição atmosférica no Brasil	15
3.3.1	Programas de Controle da Poluição do Ar	16
3.4	Efeitos da poluição atmosférica	20
3.5	Inventário da poluição atmosférica	22
4	METODOLOGIA	23
4.1	Área de estudo	23
4.2	Características da frota	24
4.2.1	Transporte público	24
4.3	Estimativa da emissão de poluentes atmosféricos	25
4.4	Efeitos à saúde da população	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1	Características da frota	26
5.2	Emissão de poluentes atmosféricos	26
5.3	Percepção de efeitos da poluição do ar	27
6	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	32
	APENDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS USUÁRIOS DE ÔNIBUS E PEDESTRES DA ZONA URBANA DE CAMPINA GRANDE	37

1. INTRODUÇÃO

A qualidade do ar está diretamente associada com a saúde e bem-estar da população. Os processos industriais e de geração de energia, assim como os veículos automotores, principalmente aqueles que empregam combustíveis derivados do petróleo, como gasolina e óleo diesel, estão entre as diversas atividades poluidoras da atmosfera.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2018), nove em cada dez pessoas respiram ar poluído e contaminado e todos os anos morrem sete milhões de pessoas por causas diretamente relacionadas com a poluição e os níveis de contaminação permanecem perigosamente elevados em várias regiões do mundo.

Como a dinâmica de vida da maioria das cidades, está concentrada principalmente nos centros urbanos, com uma maior utilização de veículos automotores como meio de transporte, acaba existindo uma proximidade da população com os gases emitidos pelos automóveis, sendo essas susceptíveis a diversas doenças e problemas respiratórios.

Dentre os poluentes emitidos pelos automóveis podemos citar: O Material Particulado (MP); Dióxido de Enxofre (SO₂); Monóxido de Carbono (CO); Ozônio (O₃) e Oxidantes Fotoquímicos; Hidrocarbonetos (HC); Óxidos de Nitrogênio (NO) e Dióxido de Nitrogênio (NO₂). A poluição do ar é um dos grandes agravantes para a redução da qualidade de vida em muitas cidades do planeta, cidades como Buenos Aires, Cidade do México e São Paulo, chegam a ser mais poluídas que grandes centros urbanos como Nova York, Paris, Londres e Tóquio (Ministério do Meio Ambiente, 2005). Estudos apontam que a exposição a poluentes ocasiona cerca de 800 mil mortes por ano em todo o mundo, gerando não só doenças do trato respiratório como asma, bronquites, pneumonias, mas infecções virais, doenças cardiovasculares e até alguns tipos de câncer. Com isso, vemos a necessidade de medidas mitigadoras, como instrumentos de controle e monitoramento de tais fontes poluidoras. Para tal, podem ser utilizados os inventários de emissões com o intuito de acompanhar a poluição emitida em tais locais (JÚNIOR, A. 2016).

Campina Grande é um município brasileiro situado na Mesorregião Geográfica do Agreste Paraibano. É considerada como um dos principais polos industriais e tecnológicos do Nordeste. Sendo destaque em diversas festas regionais, culturais e religiosas, como o Maior São João do Mundo, Festival de

inverno e encontros religiosos, entre outros eventos. A cidade é um importante centro universitário, contando com universidades públicas e privadas, além de centros de capacitação para nível médio e técnico (PREFEITURA, 2019).

Por tantos atrativos observou-se nos últimos anos um grande crescimento populacional e de veículos automotores na região. Existem veículos capacitados a circularem com diversos combustíveis, dentre álcool, gasolina, diesel, álcool/gasolina/gás natural veicular. (DETRAN, 2018).

Diante do exposto, tendo em vista a grande concentração e fluxo de veículos na cidade de Campina Grande e sabendo dos efeitos que os mesmos geram na saúde da população, se faz necessária uma estimativa de tais efeitos da poluição gerada sobre os habitantes.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Estimar a geração de poluentes a partir da frota de transporte público, além de indicar os efeitos da poluição atmosférica sobre o meio ambiente e a saúde da população da zona urbana de Campina Grande-PB, nos anos de 2016 a 2018.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a frota de transporte público circulante na cidade de Campina Grande;
- Descrever os possíveis poluentes emitidos pelos ônibus;
- Calcular os níveis de emissões de poluentes de uma rota de ônibus;
- Identificar os possíveis efeitos da poluição do ar percebidos pela população.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Poluição atmosférica

O termo “poluição”, segundo os dicionários, significa modificar o meio, através de diversas ações praticadas pelo homem, sejam elas químicas ou físicas.

A revolução industrial do século XVIII, ocorrida na Inglaterra, foi sem dúvida um grande salto para o desenvolvimento da humanidade, trazendo a era da tecnologia. Porém, trouxe diversas consequências, sobretudo com a modificação do meio natural e poluição do ar com a queima dos combustíveis fósseis, como é possível observar na Figura 3.1.

Figura 3.1 – Emissões de gases na revolução industrial.



Fonte: Google, 2019.

Atualmente, a poluição atmosférica não se resume apenas com a indústria, mas com outras fontes variantes, entre elas os automóveis, fazendo com que as fontes emissoras se propagem para os mais longínquos lugares, com o lançamento de diversas substâncias nocivas ao ser humano e ao meio ambiente (GUIMARÃES, 2016).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2013), os estudos sobre poluição atmosférica classificam-se de acordo com sua natureza e a área em que ocupam, dividindo-se entre fontes fixas e móveis. Diversos fatores são responsáveis pela qualidade do ar, entre eles pode-se citar a localização geográfica, a topografia e clima local, assim como as condições e intensidade dos ventos.

Segundo o IPEIA (2011), a poluição proveniente pelos automóveis acontece em função dos impactos gerados e dos poluentes que são emitidos. Os poluentes locais causam danos no próprio entorno da região em que são dispersos, os que se

deslocam através de correntes de ar para outras regiões, trazem alguns transtornos como a chuva ácida, por exemplo, ou as névoas que são conhecidas como *smog*, que trazem uma grande concentração de ozônio (O_3) no ar. Já os poluentes globais, são os que atingem a atmosfera, impactando toda a esfera global do planeta, sendo responsável pelo efeito estufa, tendo como grande responsável o dióxido de carbono (CO_2).

3.2. Principais gases poluentes

Os parâmetros regulamentados pela legislação ambiental são os seguintes: partículas totais em suspensão (PTS), fumaça, partículas inaláveis (MP10 e MP2,5), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO), ozônio (O_3), dióxido de nitrogênio (NO_2) e chumbo (PB).

Os materiais particulados (MP), em síntese, são partículas presentes em suspensão na atmosfera. Eles podem estar em estado sólido ou líquido, e são provenientes de fontes naturais, tais como: erupções vulcânicas, ressuspensão da poeira do solo, brisa marinha e etc., bem como de fontes antropogênicas, através da queima de combustíveis fósseis, construção civil, processos industriais, dentre outros (SANTOS, F. et al., 2019). Em relação ao seu tamanho, as partículas com diâmetro menor que $2,5 \mu m$ ($MP_{2,5}$) são chamadas de material particulado fino, já as partículas com diâmetro entre $2,5 \mu m$ e $10 \mu m$ (MP_{10}) são chamadas de material particulado grosso (FUZARI e PEREIRA, 2012).

O monóxido de carbono (CO) é um gás de suma importância na atmosfera, atuando, por exemplo, nas atividades oxidantes. Contudo, ele também é precursor do ozônio troposférico, poluente presente nas camadas mais baixas da atmosfera, sendo oriundo da queima incompleta de carbono (SANTOS, Y. et al., 2016). Conforme relata Olmo (2010) em sua discussão sobre poluição atmosférica, “O CO é formado a partir de radicais provenientes do combustível, que pela presença de oxigênio formam aldeídos e outros radicais que se convertem em monóxido de carbono por decomposição térmica”.

Os hidrocarbonetos (HC) são compostos orgânicos voláteis, tendo como composição predominante o hidrogênio (H_2) e o carbono (C). Sua origem pode ser proveniente da combustão incompleta do combustível, pela evaporação e até mesmo por dispositivos ou processos defeituosos, tais como: catalisador danificado, baixa compressão nos cilindros, velas carbonizadas, dentre outros. A quantidade de

hidrocarbonetos pode ser determinada em partes por milhão (ppm) (BRITO, 2005; HOLANDA, 2010).

Os óxidos de enxofre (SO_x) são gases incolores, mas com odores intensos. Eles estão presentes no meio, principalmente, na forma de dióxido de enxofre (SO₂) e trióxido de enxofre (SO₃), sendo o primeiro predominante, correspondendo a cerca de 98% das emissões de SO_x na atmosfera (NUNES, 2017). Além disso, os dióxidos de enxofre podem ser provenientes de fontes naturais, tais como: emissões vulcânicas, decomposição de animais e vegetais, dentre outros, e também podem ter origem de atividades antropogênicas, através da combustão dos derivados do petróleo, processos industriais e entre outros. (VAZ et al., 2013).

Os óxidos de nitrogênio (NO_x), conforme aborda Simões (2017) em seu estudo referente a influência da emissão desse poluente na atmosfera, “são formados e emitidos quando ocorre combustão do nitrogênio em alta temperatura. Eles são duas vezes mais tóxicos que os óxidos de enxofre”. Segundo Mantovani et al. (2016), tais óxidos estão presentes naturalmente na atmosfera em forma de óxido nítrico (NO) e dióxido de nitrogênio (NO₂), se transformando do primeiro para o segundo através da ação da luz solar.

Os padrões nacionais de qualidade do ar são observados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Padrões nacionais de qualidade do ar, CONAMA 491/2018.

Poluente Atmosférico	Referência	PI-1 mg/m³	PI-2 mg/m³	PI-3 mg/m³	PF mg/m³	ppm
MP 10	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual ¹	40	35	30	20	-
MP 2,5	24 horas	60	50	37	25	-
	Anual ¹	20	17	15	10	-
SO ₂	24 horas	125	50	30	20	-
	Anual ¹	40	30	20	-	-
NO ₂	1 hora ²	260	240	220	200	-
	Anual ¹	60	50	45	40	-
O ₃	8 horas ³	140	130	120	100	-
CO	8 horas ³	-	-	-	-	9

Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2018.

Legenda: PI e PF (Padrões de qualidade do ar intermediários e final); ¹média aritmética anual; ²média horária; ³máxima média móvel obtida no dia; ppm (partes por milhão).

3.3. Legislação da poluição atmosférica no Brasil

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2014), no Brasil, o monitoramento da qualidade do ar teve início a partir da Política Nacional do Meio

Ambiente (PNMA), do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com as resoluções nº 005 de 1989 e nº 003 de 1990, que constituem o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR). No Brasil os padrões de qualidade do ar são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018, que revogou e substituiu a Resolução CONAMA nº 3/1990. A Resolução CONAMA nº 491/2018 traz ainda em seu artigo 4º a aplicação dos padrões de qualidade do ar estabelecidos:

"Art. 4º Os Padrões de Qualidade do Ar definidos nesta Resolução serão adotados sequencialmente, em quatro etapas.

§ 1º A primeira etapa, que entra em vigor a partir da publicação desta Resolução, compreende os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários PI-1.

§ 2º Para os poluentes Monóxido de Carbono - CO, Partículas Totais em Suspensão - PTS e Chumbo - Pb será adotado o padrão de qualidade do ar final, a partir da publicação desta Resolução.

§ 3º Os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários e Final - PI-2, PI-3 e PF serão adotados, cada um, de forma subsequente, levando em consideração os Planos de Controle de Emissões Atmosféricas e os Relatórios de Avaliação da Qualidade do Ar, elaborados pelos órgãos estaduais e distrital de meio ambiente, conforme os artigos 5º e 6º, respectivamente.

§ 4º Caso não seja possível a migração para o padrão subsequente, prevalece o padrão já adotado.

§ 5º Caberá ao órgão ambiental competente o estabelecimento de critérios aplicáveis ao licenciamento ambiental, observando o padrão de qualidade do ar adotado localmente."

3.3.1. Programas de Controle de Poluição do Ar

Visando a redução das emissões dos poluentes emitidos pelos automóveis no país, em 6 de maio de 1986, a Resolução CONAMA nº 18, constituiu o Programa de controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), sendo administrado pelo IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (BRASIL, 2013).

Com o crescimento da frota de motocicletas no país, o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, através da Resolução nº 242 de 2003, implementou o Programa de Controle da Poluição do Ar (PROMOT), estabelecendo limites de emissões e controle de ruídos para as motocicletas (CARVALHO, 2011). Assim

como o PROCONVE, o programa segue os padrões estabelecidos pela Europa (CANCELLI, 2004).

De acordo com a Resolução 18/86 CONAMA, o PROCONVE possui os seguintes objetivos:

- Redução dos poluentes emitidos pelos automóveis;
- Incentivar a área tecnológica para o desenvolvimento de métodos, equipamentos que auxiliem as medições das emissões dos poluentes;
- Elaborar programas que garantam o bom funcionamento e detectem possíveis falhas dos veículos;
- Avaliar os resultados alcançados;
- Alertar a população acerca da poluição advinda dos automóveis;
- Melhoria das características químicas dos combustíveis.

A lei n ° 8723, de 28 de outubro de 1993 garantiu a obrigatoriedade da redução dos gases emitidos, incentivando as indústrias automobilísticas a melhorarem o processo tecnológico, visando atender aos padrões de emissões estabelecidos pela norma (MILDEMBERGER, et al., 2015). Para a devida adequação das emissões advindas dos automóveis, foram realizadas etapas visando o cumprimento estabelecido pela lei (VASQUE, 2019). Para o controle da poluição veicular, os automóveis foram divididos de acordo com suas massas ou Peso Bruto Total (PBT), sendo os veículos leves até 3.856 kg PBT e os veículos pesados acima de 3.856 kg PBT (JÚNIOR, H.2009).

Com todas as medidas tomadas pelo PROCONVE, houve uma redução de 97% das emissões de monóxido de carbono, em veículos novos, assim como nos automóveis circulantes, através de inspeções para a verificação da quantidade de gases emitidos pelos escapamentos dos mesmos. A gasolina sofreu alterações para redução dos seus compostos nocivos a atmosfera, utilizando, por exemplo, fontes mais limpas como o álcool (Ministério do Meio Ambiente, 2005).

De acordo com a resolução CONAMA n° 18/1986 em relação aos veículos ditos leves, tem-se que suas fases de implantação são divididas em L1, L2, L3, L4, L5 e L6 (Fases “L”), como é possível observar no Quadro 3.1. Ainda segundo a resolução, são classificados como veículos pesados aqueles que se destinam ao transporte de passageiros ou carga, suas fases de implantação são divididas em P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7 (Fases “P”), como mostrado no Quadro 3.2.

Quadro 3.1 – Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos leves.

Fase	Implantação	Principais características
L1	1988 – 1991	Eliminação dos modelos mais poluentes; Controle das emissões evaporativas; Controle das emissões de NOx; Injeção secundária do ar do coletor de exaustão.
L2	1992 – 1996	Adequação de catalisadores e sistemas de injeção eletrônica; Carburadores assistidos eletronicamente; Conversores catalíticos; Controle de ruído dos veículos.
L3	1997 – 2004	Reduções significativas em relação aos limites anteriores; Emprego de melhores tecnologias para a formação de mistura e controle eletrônico do motor como o sensor de oxigênio.
L4	2005 – 2008	Redução das emissões de Hidrocarbonetos e Óxidos de nitrogênio; Desenvolvimento de motores com novas tecnologias.
L5	2009 – 2013	Assim como na fase L4, a prioridade foi a redução das emissões de HC e NOx.
L6	A partir de 2013	Reduções de 67% e 65% nas emissões de CO e NOx, respectivamente; Melhoria na qualidade dos combustíveis; Utilização de dispositivos/sistemas para autodiagnose (OBD).

Fonte: Ministério do Meio Ambiente.

Quadro 3.2 – Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos pesados.

Fase	Implantação	Principais características
P1 e P2	1990 – 1993	Produção de motores com níveis de emissão menores; Limites de emissão gasosa (P1) e material particulado (P2) não foram exigidos.
P3	1994 – 1997	Desenvolvimento de motores de menor consumo de combustível; Redução das emissões de NOx, CO e HC.
P4	1998 – 2002	Redução dos limites da fase P3.
P5	2003 – 2008	Objetivou a redução das emissões de material particulado, NOx e HC.
P6	2009 – 2011	Assim como na fase P5, a prioridade foi a redução das emissões de material particulado, NOx e HC.
P7	A partir de 2012	Redução do limite para emissão de NOx; Obrigatoriedade de incorporação de dispositivos/sistemas de autodiagnose (OBD); Melhoria na qualidade dos combustíveis; desenvolvimento de tecnologias para redução das emissões.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente.

Em 2018, através da resolução nº 490/2018, foi estabelecida a fase P8 para o controle de emissões de gases poluentes e de ruídos para veículos automotores

pesados novos de uso rodoviário entre outras providências (Tabela 3.2). Tais fases possuem suas estratégias de implantação previamente definidas pelo PROCONVE.

Tabela 3.2 – Limites máximos de emissões para veículos pesados da fase PROCONVE P8.

CO (mg/kWh)	THC ¹ (mg/kWh)	NMHC ² (mg/kWh)	CH ₄ ² (mg/kWh)	NO _x (mg/kWh)	NH ₃ ³ ppm	MP Massa (mg/kWh)
4.000	160	160	500	460	10	10

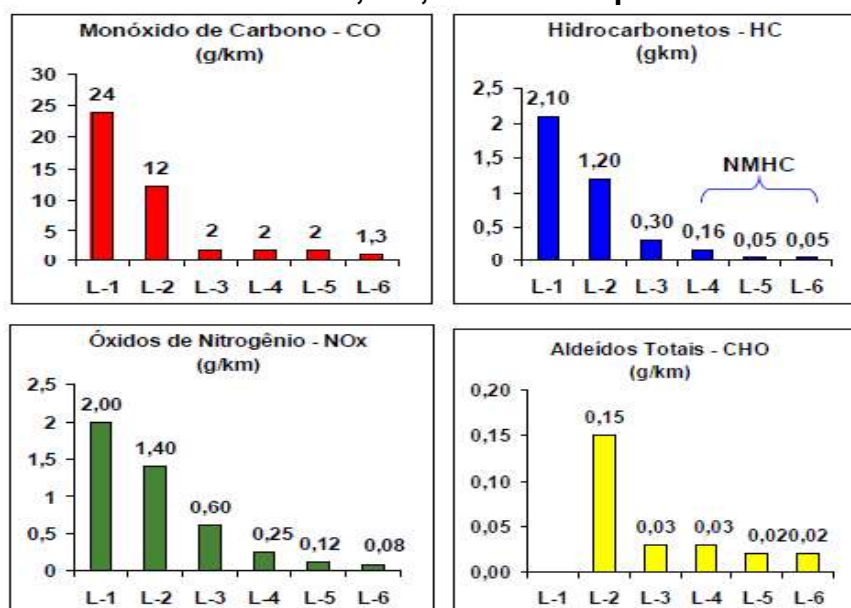
Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2018.

Legenda: CO (Monóxido de Carbono); THC (Hidrocarbonetos Totais); NMHC (Hidrocarbonetos Não Metanos); NO_x (Óxidos de Nitrogênio); NH₃ (Metano); MP (Material Particulado). Valores aplicados ao ciclo transiente mundial; ¹aplicável a motores de ignição por compressão; ²aplicável a motores de ignição por centelha; ³aplicável em veículos equipados com sistemas de pós-tratamento com agentes redutores ou veículos abastecidos a gás.

O Programa trouxe muitos resultados positivos, entre eles, a modernização da frota, desenvolvimento tecnológico dos automóveis, a melhoria do combustível, além de reduções de mortes em alguns estados (PROCOPIO, 2019).

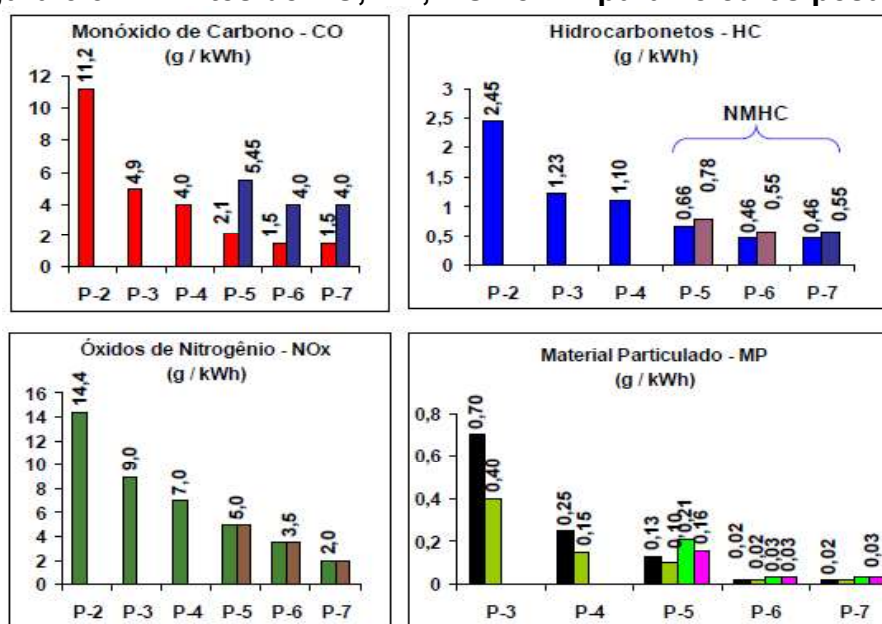
As Figuras 3.2 e 3.3, mostram a evolução dos limites dos gases em cada fase para veículos leves e pesados, respectivamente.

Figura 3.2 – Limites de CO, HC, NO_x e CHO para veículos leves.



Fonte: JÚNIOR, H. 2009.

Figura 3.3 – Limites de CO, HC, NOx e MP para veículos pesados.



Fonte: JÚNIOR, H. 2009.

3.4. Efeitos da poluição atmosférica

A poluição atmosférica em grandes cidades pode ser associada a diversas doenças, entre elas, respiratórias, cardiovasculares, neurológicas e até alguns tipos de câncer, tais doenças se agravam em idosos e crianças por serem mais vulneráveis (Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2014).

Estudos em vários países mostram os impactos gerados na saúde da população expostas aos poluentes gerados por indústrias e automóveis, entre eles o Material Particulado (*MP*), Ozônio (O_3) e Óxidos de Nitrogênio (NO_x), mostrando que o contato, seja ele a curto ou longo prazo trazem efeitos nocivos à saúde, como mostrado no Quadro 3.3 (GOUVEIA et al., 2017).

Mesmo em níveis aceitos pela legislação ambiental, a exposição a poluentes, como material particulado, chega a causar cerca de 800.000 mil mortes em todo o mundo. A exposição de mulheres em idade reprodutiva causa a malformação dos fetos, doenças crônicas, retardo mental, déficit de atenção e câncer (MASCARENHAS et al., 2005).

Fatores como umidade do ar, temperatura e a poluição atmosférica, afetam o funcionamento pulmonar, facilitando doenças como, gripes, rinites, bronquites, asma, tornando-se um grande problema de saúde pública. Estudos demonstram que a asma é a maior doença respiratória decorrente do mundo, mais de 3,2 milhões de pessoas morreram devido a doenças pulmonares crônicas em 2015, o que

significou um aumento de 11,6% se comparado ao ano de 1990 (MORAIS et al., 2018).

No Brasil, várias cidades sofrem com os efeitos da poluição, entre elas, São Paulo, onde ocorre um fenômeno chamado de inversão térmica, impedindo que haja a dispersão do ar, cobrindo a cidade com uma névoa concentrada de poluentes, dados indicam que nos dias mais poluídos existe um aumento no número de internações hospitalares (BRASIL, 2005).

A poluição atmosférica vai muito além de um problema de saúde pública e ambiental, afetando diversos setores do país. Trazem efeitos negativos a economia e a perspectiva social, setores como o agrícola sofrem uma redução de sua produção, assim como ocorre um aumento de gastos no sistema de saúde.

Quadro 3.3 – Principais poluentes atmosféricos e seus efeitos à saúde humana.

Poluentes	Efeitos
Material particulado (MP)	Causa alergias respiratórias, problemas pulmonares e doenças cardíacas.
Monóxido de carbono (CO)	Reduz a capacidade de transporte de oxigênio no sangue, provoca dor de cabeça, tontura, náuseas, asfixia e, em casos mais graves, a morte.
Hidrocarbonetos (HC)	Causa irritação nos olhos e no sistema respiratório.
Óxidos de enxofre (SO _x)	Afeta o sistema respiratório e pode agravar problemas como a asma e a bronquite crônica.
Óxidos de nitrogênio (NO _x)	Tóxico ao homem, causa irritação da mucosa, afeta o sistema respiratório e pode ser carcinogênico.

Fonte: Adaptado de BRITO, 2005; RADICCHI, 2012.

3.5. Inventário de poluição atmosférica

O inventário de poluição atmosférica é, em síntese, um conjunto de dados referente às emissões atmosféricas provenientes de fontes de poluição em um determinado local e intervalo de tempo. São feitas investigações das fontes geradoras, dentro de uma área, a fim de qualificar e quantificar os poluentes lançados (PIRES, 2005; CETESB, 2016).

De acordo com o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (2013), tem-se que alguns de seus principais objetivos são:

- Identificar as fontes contribuintes e as emissões totais;
- Identificar os principais poluentes emitidos;

- Avaliar o efeito das medidas de controle sob as taxas de emissão;
- Estimar os efeitos das emissões na qualidade do ar;
- Identificar medidas mitigadoras;
- Estabelecer séries históricas e tendências futuras.

Segundo o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA, 2011), as fontes emissoras são classificadas de acordo com seu posicionamento, podendo ser fixas ou móveis. As fontes fixas possuem posicionamento invariável, como exemplo, podemos citar as chaminés, tanques de armazenamento de líquidos orgânicos, pilhas de materiais, entre outras. Já as fontes móveis, são variáveis de acordo com o tempo, causando a propagação dos poluentes na atmosfera. Existem dois métodos para a representação dos inventários, o *bottom – up*, onde os cálculos serão feitos de acordo com o seu fator de emissão, fluxo e trecho percorrido pelos veículos e o *top – down*, sendo este, determinado por dados de consumo do combustível comparando com a frota em circulação (FEAM, 2017).

Através do inventário é possível estimar os poluentes emitidos pelos veículos através de dados da frota, suas emissões, quilometragem percorrida e combustível consumido. Sendo de fundamental importância para a elaboração de estimativas e avaliações no local afetado, aumentando a efetividade de políticas públicas (CETESB, 2014).

4. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram realizadas pesquisas para obtenção de informações do município, características dos gases emitidos pelos automóveis e seus efeitos à saúde da população. Além disso, foram estimadas as emissões da frota de ônibus urbano, especificamente a linha 004, da cidade de Campina Grande, utilizando dados, estudos e artigos, através de inventários de fontes poluidoras e órgãos como:

- IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada);
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística);
- DETRAN (Departamento Estadual de Trânsito);
- MMA (Ministério do Meio Ambiente);
- STTP (Superintendência de Trânsito e Transportes Públicos).

4.1. Área de estudo

Campina Grande está a uma altitude média de 555 metros acima do nível do mar, a área do município abrange $594,2\text{km}^2$ e é dividida em 4 zonas principais, conforme a Figura 3.4. Fazem parte da cidade os seguintes distritos: Catolé de Boa Vista, Catolé de Zé Ferreira, São José da Mata, Santa Terezinha e Galante.

Figura 4.1 – Divisão de zonas e bairros de Campina Grande, PB.



Fonte: Google, 2019.

Segundo a estimativa do IBGE (2019) a população atual de Campina Grande é de 409.731 pessoas. Possuindo 19,4% de urbanização de suas vias públicas

segundo o último senso de 2010. A mesma possui um clima semiárido e temperaturas que variam entre 32 C° no verão e 15 C° nos dias mais frios do ano, tendo uma umidade relativa do ar entre 75 a 82 % (SINEPEC, 2012).

Sobre os efeitos da poluição atmosférica em Campina Grande, um instrumento utilizado, é a identificação de municípios de risco para atuação da Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Poluentes Atmosféricos constitui-se da caracterização e priorização de grupos populacionais efetiva ou potencialmente expostos a poluentes atmosféricos (BRASIL, 2012). O Instrumento de Identificação dos Municípios de Risco (IIMR) para a Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Poluentes Atmosféricos tem como indicadores ambientais as fontes fixas, fontes móveis, queima de biomassa, taxas de mortalidade e morbidade por agravos respiratórios. Os resultados desse instrumento permitem classificar o risco para a saúde, e a cidade de Campina Grande é uma das cidades prioritárias para vigilância em saúde Ambiental Relacionada à Qualidade do Ar (PARAIBA, 2015).

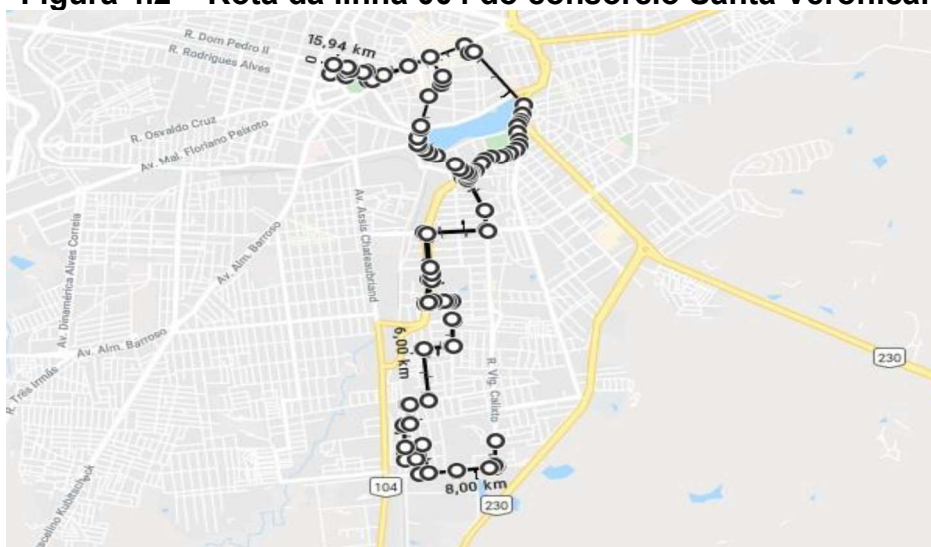
4.2. Características da frota

No presente trabalho, se deu ênfase as emissões provenientes do transporte público. As características da frota municipal de ônibus foram definidas de acordo com pesquisas em dados oficiais do Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

4.2.1. Transporte público

Como estudo de caso, escolheu-se a linha 004 do consórcio Santa Verônica. A mesma percorre 15,94 km em uma viagem, passando por 65 paradas entre bairros como Centro, Prata, São José, Catolé, Sandra Cavalcante e Itararé. Tais dados foram retirados do aplicativo de transporte público Moovit, como é possível observar na Figura 4.1.

Figura 4.2 – Rota da linha 004 do consórcio Santa Verônica.



Fonte: Moovit, 2019.

4.3. Estimativa da emissão de poluentes atmosféricos

No presente trabalho, estimou-se as emissões de material particulado (*MP*), monóxido de carbono (*CO*), hidrocarbonetos (*HC*) e óxidos de nitrogênio (*NO_x*). Para calcular as taxas de emissões atmosféricas de cada poluente proveniente da linha de ônibus 004, fez-se uso de um modelo matemático baseado na equação geral mostrada no Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (Equação 4.1).

$$E = Fe * km * N \quad (4.1)$$

Onde:

E = Taxa de emissão do poluente (g/dia);

Fe = Fator de emissão do poluente (g/km);

Km = Quilometragem média rodada por veículo no dia (km/dia);

N = Número de veículos

4.4. Efeitos à saúde da população

Para avaliação dos efeitos sentidos pela população, foi realizada uma pesquisa de campo com pessoas que circulam no centro da cidade. Para isso, foram aplicados questionários com trabalhadores e circundantes que frequentam a região do local em estudo, perguntando, por exemplo, sobre o conhecimento dos efeitos negativos da poluição do ar à saúde humana, como avaliam e percebem a qualidade do ar e entre outros, conforme modelo apresentado no anexo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Características da frota

De acordo com o DETRAN (2018), a frota atual é de 184.118 automóveis, sendo este total dividido entre carros, ônibus, caminhões, ciclomotores, entre outros, nos quais, 113.571 são veículos automotores e 70.547 motocicletas. Ainda segundo o DETRAN, houve um crescimento de 47,2 % na frota de veículos entre os anos de 2011 a 2018, passando de 125.834 para 184.118 veículos. Em relação a frota de ônibus na cidade Campina Grande, o IBGE (2019) estima um número atual de 886 veículos (entre ônibus públicos e particulares), como observa-se na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Série histórica da frota de ônibus em Campina Grande, PB.

Ano	Frota de Ônibus	Ano	Frota de Ônibus
2006	608	2013	759
2007	634	2014	786
2009	661	2015	827
2010	676	2016	859
2011	682	2017	859
2012	699	2018	886

Fonte: IBGE, 2019.

5.2. Emissão de poluentes atmosféricos

Para a linha de ônibus selecionada, estimou-se que seja composta por (4) quatro veículos, onde (1) um veículo circula 16 vezes ao dia, tendo a rota aproximadamente 15,94 km. Logo, tem-se que cada veículo circula 255,04 km por dia. Foi atribuído o ano de fabricação dos veículos como sendo de 2010, isso se fez necessário para definir o fator de emissão dos poluentes, conforme a Tabela 5.2, de acordo com o inventário nacional de 2013.

Tabela 5.2 – Fatores de emissão de CO, NO_x, HC e MP para motores Diesel de ônibus urbanos.

Ano/Modelo	Fase PROCONVE	CO	NO _x	HC	MP
		<i>g_{poluente}/km.</i>			
Até 1999	P2/P3/P4	3,021	17,377	1,104	1,072
2000 - 2001	P3/P4	2,715	10,979	0,905	0,533
2002 - 2003	P4	1,479	10,718	0,505	0,209
2004 - 2008	P4/P5	1,412	9,002	0,382	0,166
2009	P5	1,628	7,657	0,233	0,135
2010	P6	1,744	7,773	0,282	0,140
2011	P5	1,462	7,682	0,179	0,130
2012	P7	0,440	2,103	0,033	0,020

Fonte: Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (2013)

Legenda: Fases de implantação para veículos pesados “P”.

De acordo com o modelo baseado na equação geral, obteve-se a taxa de emissão dos poluentes monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos não metano (HC) e material particulado (MP), em gramas por dia e quilogramas por ano, conforme a Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Taxa de emissão de poluentes da linha de ônibus urbano 004, em Campina Grande, PB.

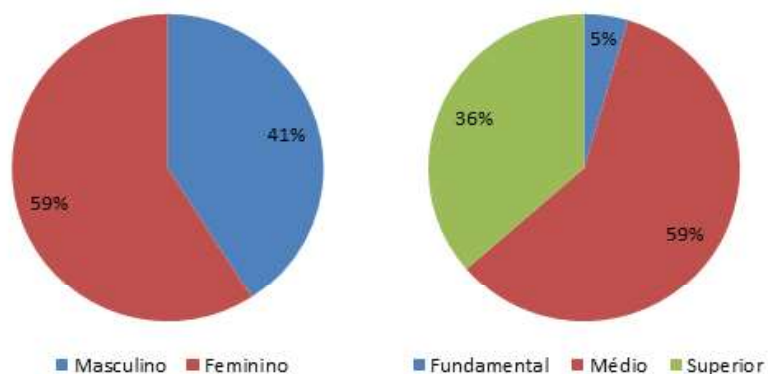
Poluente	g/dia	Kg/ano
CO	1779,16	649,39
NO _x	7929,70	2894,34
HC	287,69	105,01
MP	142,82	52,13

Com os resultados obtidos, foram percebidas altas concentrações de emissão no centro da cidade, evidenciando a situação crítica da qualidade do ar na região, onde circulam diariamente centenas de pessoas. As taxas foram encontradas em gramas por dia e gramas por ano, os valores identificados foram consideráveis, tendo como maior emissor o poluente *NO_x*, sendo este um dos grandes causadores da chuva ácida, além de causar diversas doenças para o ser humano, entre elas, doenças do trato respiratório, irritações da mucosa e até alguns tipos de câncer. Já os poluentes HC e MP, apresentaram valores menores, sendo menos emitidos pela frota estudada.

5.3. Percepção de efeitos da poluição do ar

O questionário foi aplicado junto a 22 pessoas e dividido em partes (I, II e III). Na parte I, referente a identificação dos entrevistados, obtivemos os resultados conforme a Figura 5.1.

Figura 5.1 – Sexo e nível de escolaridade dos entrevistados, respectivamente.



Na parte II, com relação a qualidade do ar na região, foi possível verificar que grande parte do público tem conhecimento dos efeitos negativos da poluição do ar sobre a saúde, bem como percebe que existe poluição na região de estudo, como pode-se observar nas Figuras 5.2 e 5.3.

Figura 5.2 – Conhecimento da população dos efeitos negativos da poluição do ar sobre a saúde humana.

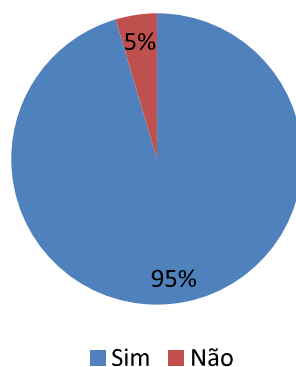
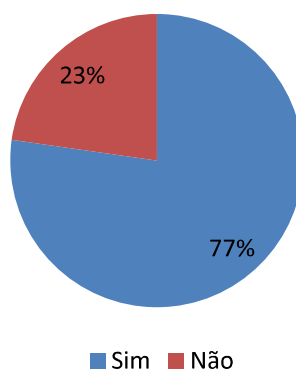


Figura 5.3 – Percepção da população da existência da poluição do ar na região.

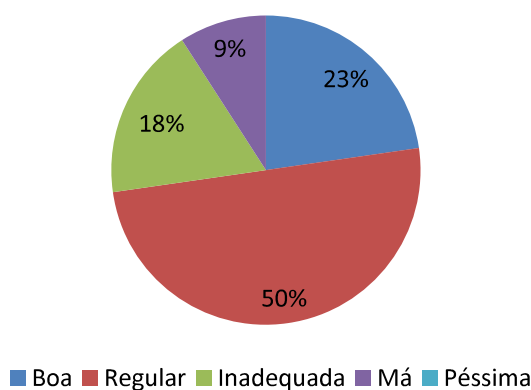


Tais percepções, podem ser confirmadas levando em consideração o boletim informativo do VIGIAR (Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Poluições

Atmosféricas) do estado da Paraíba, onde a cidade de Campina Grande figura como o primeiro município na lista de prioridade de risco de exposição humana a poluição atmosférica.

Na parte III do questionário, verificou-se que grande parte dos entrevistados considera a qualidade do ar como sendo regular/inadequada ou má, conforme a Figura 5.4, tendo como base, principalmente, a percepção de odores característicos das emissões veiculares, a presença de acúmulo de poeira, pó e partículas nas variadas superfícies e também pelo agravamento de problemas respiratórios.

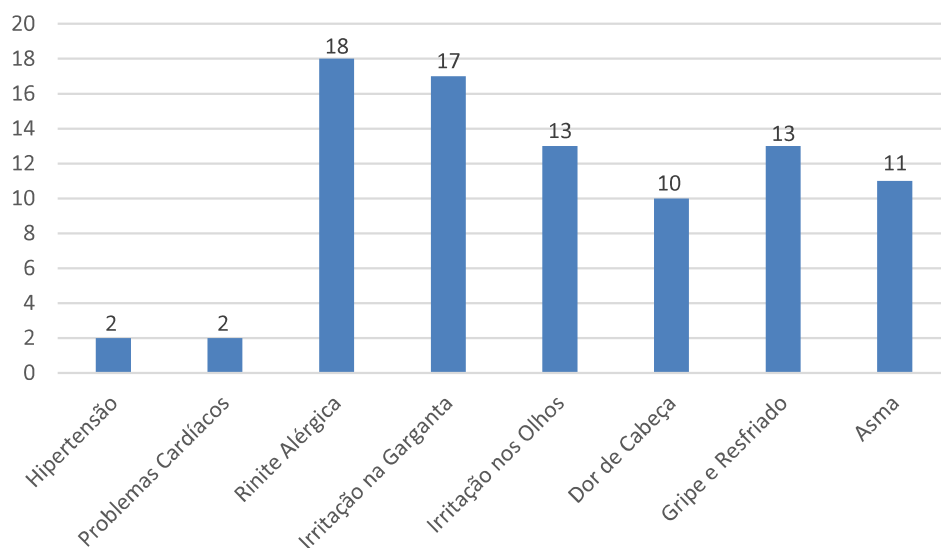
Figura 5.4 – Avaliação da população sobre a qualidade do ar na região.



Com relação a percepção de doenças, grande parte dos entrevistados conhece alguém ou já passou por problemas como rinite alérgica, irritação nos olhos, dor de cabeça, gripe, resfriado e asma, como é possível observar na Figura 5.5.

Embora nesta pesquisa não tenha como relacionar, com certeza, tais doenças com a poluição do ar, existe grande probabilidade de que as emissões veiculares influenciaram diretamente na ocorrência dos problemas relatados pelo público, tendo em vista que se tratam de impactos atribuídos a presença de CO, NOx, HC e MP, por exemplo, e como foi possível observar no estudo das emissões da linha 004, existe a liberação considerável desses poluentes na região central de Campina Grande.

Figura 5.5 – Problemas respiratórios e doenças percebidas pelos entrevistados.



Outros estudos evidenciam a influência da poluição automotiva na saúde humana. Bento et al. (2012), em seu estudo sobre os efeitos da poluição do ar por veículos automotores, concluiu que o lançamento no ar de gases como monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio podem afetar sérios problemas respiratórios aos seres humanos. Braga et al. (2001), referente a sua pesquisa sobre poluição atmosférica e saúde humana, indica que a convivência dos seres vivos, especialmente o homem, com a poluição do ar tem causado diversas consequências graves para a saúde, independente da idade, condição prévia de saúde e nível de desenvolvimento do país.

6. CONCLUSÃO

A execução deste trabalho mostrou que houve um aumento considerável na frota de automóveis em Campina Grande, com um crescimento de 47,2% entre os anos de 2011 a 2018, assim como a frota de ônibus. Através de cálculos, foi possível estimar as taxas de emissões atmosféricas dos poluentes MP, CO, HC e NO_x , emitidos pela linha de ônibus urbano 004.

Através da aplicação de questionários, pode-se observar a percepção da população em relação à qualidade do ar, onde 95% têm o conhecimento dos efeitos negativos sobre a saúde humana, 77% afirmam perceberem a poluição na região, e 50% dos entrevistados conhecem ou já tiveram algum tipo de doença relacionada à má qualidade do ar.

Conclui-se que a frota de ônibus da cidade é uma das grandes responsáveis pelas emissões de gases, sobretudo no centro da cidade, local de estudo, onde foi possível observar através de cálculos e pesquisas junto à população os efeitos negativos advindos de tais poluentes afetando não só a cidade, mas a saúde das pessoas que circulam a região. Como medida mitigadora se faz necessário a utilização de inventários de fontes poluidoras, assim como a substituição por combustíveis mais limpos, como bicompostíveis e a renovação da frota em circulação.

REFERÊNCIAS

BENTO, M. H. S.; BARRETO, P. L.; GODOY, L. P.; SCHMIDT, A. S. Efeitos da poluição do ar causada por veículos automotores na saúde humana e no meio ambiente. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. v. 4, n. 3, p. 19-34, 2012.

BRAGA, A.; BOHM, G. M.; PEREIRA, L. A. A.; SALDIVA, P. Poluição atmosférica e saúde humana. **Revista USP**. n. 51, p. 58-71, 2001.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 18, de 6 de maio de 1986. **Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por veículos Automotores – PROCONVE**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=41>>. Acesso em: 29 de outubro de 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. **Dispõe sobre padrões de qualidade do ar**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>>. Acesso em: 17 de outubro de 2019.

BRASIL, Ministério da saúde. **Manual de instruções do Instrumento de Identificação de Municípios de Risco – IIMR**. Brasília: Ministério da Saúde, 2012

BRITO, Herminio Pereira de. **Análise das emissões atmosféricas geradas por veículos automotores em Natal – RN**. 166 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2005.

CANCELLI, D. M.; DIAS, N. L. BRevê: uma metodologia objetiva de cálculo de emissões para a frota brasileira de veículos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. p. 13-20, 2014.

CARVALHO, C. H. R. Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros. **IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Brasília. 2011.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Plano de controle de poluição veicular (2014-2016). São Paulo. 2014. Disponível em: 30 de setembro de 2019.

<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2013/12/Plano_de_Controlo_de_Poluicao_Veicular_do_Estado_de_Sao_Paulo_2014-2016.pdf>. Acesso em: 17 de setembro de 2019.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Emissões veiculares no estado de São Paulo (2016). São Paulo. 2017. Disponível em:

<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2017/11/EMISS%C3%95ES-VEICULARES_09_nov.pdf>. Acesso em: 30 de setembro de 2019.

DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito. Frota por tipo de combustível e por tipo de veículo em agosto de 2019. João Pessoa. 2019.

DICIO – Dicionário Online de Português. Significado de poluição. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/poluicao/>>. Acesso em: 15 de setembro de 2019.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. Determinação de fatores de emissão para elaboração de inventários municipais de fontes móveis. Belo Horizonte. 2017. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/2017/QUALIDADE_AR/Determina%C3%A7%C3%A3o_de_fatores_de_emiss%C3%A3o_para_elabora%C3%A7%C3%A3o_de_invent%C3%A1rios_municipais_de_fontes_m%C3%B3veis_2017.pdf>. Acesso em: 13 de outubro de 2019.

FUZARI, Samara; PEREIRA, Thiago Lima. **Avaliação do incômodo à população da região da grande Vitória por partículas sedimentáveis: um estudo de inter-relações entre níveis de incômodo e seus fatores determinantes**. 94 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Espírito Santo, Vitória/ES, 2012.

GOUVEIA, N.; LEON, A. P.; JUNGER, W.; LINS, J. F.; FREITAS, C. U. Poluição do ar e impactos na saúde da região metropolitana de Belo Horizonte, MG. **Ciência & Saúde Coletiva**. v. 24, n. 10, p. 3773-3781, 2019.

GUIMARÃES, C. S. **Controle e monitoramento de poluentes atmosféricos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

HOLANDA, Raphael Araújo de. **Análise das emissões gasosas de um veículo flexfuncionando com diferentes combustíveis**. 101 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Campina Grande: panorama. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/campina-grande/panorama>>. Acesso em: 30 de setembro de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Campina Grande: frota de veículos. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/campina-grande/pesquisa/22/28120?indicador=28130&tipo=grafico>>. Acesso em: 05 de outubro de 2019.

IEMA – Instituto de Energia e Meio Ambiente. 1º Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil. Brasília. 2014. Disponível em:

<http://www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/File/Rosana/Diagnostico_Qualidade_do_Ar_Versao_Final_Std.pdf>. Acesso em: 07 de novembro de 2019.

IEMA – Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Inventário de emissões atmosféricas da região da grande Vitória. Vitória. 2011. Disponível em: <<https://iema.es.gov.br/Media/iema/Qualidade%20do%20ar/Invent%C3%A1rio%20de%20fontes%20de%202010.pdf>>. Acesso em: 22 de Agosto de 2019.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Poluição veicular atmosférica. Brasília. 2011. Disponível em: 26 de agosto de 2019. <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5281/1/Comunicados_n113_Polui%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 30 de agosto de 2019.

JÚNIOR, Achilles Chaves Ferreira. **Avaliação da qualidade do ar no município de São Gonçalo do Amarante, CE**. 81 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza/CE, 2016.

JÚNIOR, Henry Joseph. **PROCONVE: as fases passadas e futuras**. 2009. 24 slides. Disponível em: 05 de setembro de 2019. <<http://www.anfavea.com.br/documentos/SeminarioItem1.pdf>>. Acesso em:

MANTOVANI, K. C. C.; NASCIMENTO, L. F. C.; MOREIRA, D. S.; VIEIRA, L. C. P. F. S.; VARGAS, N. P. Poluentes do ar e internações devido a doenças cardiovasculares em São José do Rio Preto, Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**. v. 21, n. 2, p. 509-515, 2016.

MASCARENHAS, M. D. M.; VIEIRA, L. C.; LANZIERI, T. M.; LEAL, A. P. P. R.; DUARTE, A. F.; HATCH, D. L. Poluição atmosférica devido à queima de biomassa florestal e atendimentos de emergência por doença respiratória em Rio Branco, Brasil. **Jornal Brasileiro Pneumologia**. v. 34, n. 1, p. 42-46, 2008.

MILDEMBERGER, L.; NEUFFER, D.; PONTE, H. A.; FISCHER, K. Avaliação de uma proposta de reciclagem de veículos em fim de vida no Paraná baseada no modelo alemão. **Revista NEP**. v. 1, n. 1, p. 237-251, 2015.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Fontes fixas. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/fontes-fixas.html>>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários: ano-base 2012. Brasília. 2014. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/inventario_de_emissoes_por_veiculos_rodoviaros_2013.pdf>. Acesso em: 07 de novembro de 2019.

Moovit. Linhas de ônibus em Campina Grande da PMCG – STTP. 2019. Disponível em: <https://moovitapp.com/index/pt-br/transporte_p%C3%ABlico-Campina_Grande-3737>. Acesso em: 22 de Agosto de 2019.

MORAES, S. L.; ALMENDRA, R.; SANTANA, P.; GALVANI, E. Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. **CSP – Cadernos de Saúde Pública**. v. 35, n. 7, p. 1-16, 2019.

NUNES, Lidiane Silva do Espírito Santo. **Avaliação do impacto de emissões de fontes de poluentes atmosféricos sobre a qualidade do ar: estudo de caso no porto de Suape – PE**. 179 p. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Química – Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, 2017.

OLMO, Neide Regina Simões. **Poluição atmosférica e exposição humana: a evolução científica epidemiológica e sua correlação com o ordenamento jurídico**. 254 p. Tese de Doutorado. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 2010.

OMS – Organização Mundial da Saúde. Poluição atmosférica. 2018. Disponível em: <<https://www.sns.gov.pt/noticias/2018/05/02/oms-poluicao-atmosferica/>>. Acesso em: 30 de setembro de 2019.

PARAIBA, **Boletim informativo do vigiar**. 2015. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/agosto/30/Paraiba.pdf>>. Acesso em: 30 de novembro de 2019.

PIRES, DilsonOjeda. **Inventário de emissões atmosféricas de fontes estacionárias e sua contribuição para a poluição do ar na região metropolitana do Rio de Janeiro**. 188 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação de Engenharia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2005. PMCG – Prefeitura Municipal de Campina Grande. História de Campina Grande, PB. Disponível em: <<https://campinagrande.pb.gov.br/historia/>>. Acesso em: 09 de novembro de 2019.

PROCÓPIO, Aline Sarmento. **Poluição veicular: legislação ambiental**. 2015. 30 slides. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/poluicao-veicular_Aline-Procopio-2015.pdf>. Acesso em: 28 de agosto de 2019.

RADICCHI, A. L. A. A poluição na bacia aérea da região metropolitana de Belo Horizonte e sua repercussão na saúde da população. **Revista Brasileira de Estudos de População**. v. 29, n. 1, p. 195-198, 2012.

SANTOS, F. S.; PINTO, J. A.; MACIEL, F. M.; HORTA, F. S.; ALBUQUERQUE, T. T. A.; ANDRADE, M. F. Avaliação da influência das condições meteorológicas na

concentração de material particulado fino em Belo Horizonte, MG, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 24, n. 2, p. 371-381, 2019.

SANTOS, Y. L. F.; SOUZA, R. A. F.; SOUZA, J. M.; ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T.; RIBEIRO, I. O.; GUIMARÃES, P. C. Variabilidade espaço-temporal do monóxido de carbono sobre a América do Sul a partir de dados de satélite de 2003 a 2012. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 32, n. 1, p. 89-98, 2017.

SIMÕES, Veruska do Nascimento. **A influência da emissão de NOx a partir de uma chaminé de termelétrica na atmosfera: modelagem e simulação**. 74 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Química – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/PB, 2017.

SINEPEC – Sindicato dos Estabelecimentos Particulares de Ensino de Campina Grande. Base territorial: Campina Grande. Disponível em: <<http://sinepec.com.br/base.php>>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.

VASQUES, Pedro Henrique Ramos Prado. **Poluição atmosférica e a resolução CONAMA 315/02: limites e possibilidades na celebração de compromisso de ajustamento de conduta**. 64 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2009.

VAZ, E. L. S.; CODARO, E. N.; ACCIARI, H. A. Efeito dos óxidos de nitrogênio e de enxofre na corrosão de cobre e zinco: um experimento para o ensino da corrosão. **Revista Virtual de Química**. v. 5, n. 4, p. 713-723, 2013.

APENDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS USUARIOS DE ÔNIBUS E PEDESTRES DA ZONA URBANA DE CAMPINA GRANDE.

*QUESTIONÁRIO REFERENTE À QUALIDADE DO AR EM CAMPINA GRANDE – PB
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC) – ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*

PARTE I – IDENTIFICAÇÃO

1. Data: ____/____/____ 2. Sexo: (a) Masculino (b) Feminino 3. Idade: ____
4. Escolaridade: (a) Nenhum (b) Ensino Fundamental (c) Ensino Médio (d) Ensino Superior

PARTE II – QUALIDADE DO AR NA REGIÃO

5. Você tem conhecimento sobre os efeitos negativos da poluição do ar sobre a saúde humana?
(a) Sim (b) Não
6. Você percebe que existe poluição do ar no bairro?
(a) Sim (b) Não

PARTE III – PERCEPÇÃO DA QUALIDADE DO AR

7. Em sua opinião, como você avalia a qualidade do ar no bairro?
(a) Boa (b) Regular (c) Inadequada (d) Má (e) Péssima
8. Como você percebe isso:
- 8.1. Pela presença de odores (cheiro)?
(a) Sim (b) Não
- 8.2. Pela presença de acúmulo de poeira, pó, partículas, flocos e etc. sobre superfícies diversas?
(a) Sim (b) Não
- 8.3. Pela sujeira, escurecimento, esfumaçamento, opacidade e/ou turbidez do ar?
(a) Sim (b) Não
- 8.4. Pelo estado da vegetação, acúmulo de poeira e/ou alteração na cor das folhas na região?
(a) Sim (b) Não
- 8.5. Pelo agravamento de problemas respiratórios, como asma, bronquite, narinas irritadas, sensação de ressecamento da mucosa ou até sangramento do nariz nos casos mais graves?
(a) Sim (b) Não
9. Nos últimos meses, você conhece alguém que enfrentou algum dos problemas citados abaixo? Se sim, qual deles?
- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Hipertensão | <input type="checkbox"/> Irritação na garganta | <input type="checkbox"/> Gripe e resfriado |
| <input type="checkbox"/> Problemas cardíacos | <input type="checkbox"/> Irritação nos olhos | <input type="checkbox"/> Asma |
| <input type="checkbox"/> Rinite alérgica | <input type="checkbox"/> Dor de cabeça | <input type="checkbox"/> Outros |



UEPB
Universidade
Estadual da Paraíba