

ANÁLISE PRÉVIA PARA MONITORAR A QUALIDADE DO AR DE 5 MUNICÍPIOS GOIANOS

Gabriel Valenzuela^(a), Juliana Ramalho^(b), José Roberto Amaro Mantovani^(c), Gabriela Fahl^(d)

^(a) IESA, Universidade Federal de Goiás, valenzuelasg@gmail.com

^(b) IESA, Universidade Federal de Goiás, juliana.ufg@superig.com.br

^(c) IESA, Universidade Federal de Goiás, jr.mantovani.geo@gmail.com

^(d) IESA, Universidade Federal de Goiás, gabi.fahl@hotmail.com

Eixo: 3. CLIMATOLOGIA EM DIFERENTES NÍVEIS ESCALARES: MUDANÇAS E VARIABILIDADE

Resumo/

A qualidade do ar prejudica a saúde dos cidadãos silenciosamente. Observar a condição da qualidade do ar nas cidades é importante para diminuir as taxas de mortalidade e morbidade causadas por doenças cardiovasculares e respiratórias. O presente trabalho procura analisar quais municípios de Goiás necessitam monitorar a qualidade do ar. Tal necessidade será analisada com bases de dados de mortalidade, frota veicular, população e parâmetros meteorológicos. Os resultados são gráficos e mapas que devem ser interpretados por meio de um olhar que conduza aos fatores determinantes na qualidade de ar.

Palavras chave: Análise ambiental, poluição, qualidade, ar.

1. Introdução

A poluição está presente nas cidades em processo de modernização. Prejudica a saúde e qualidade de vida dos cidadãos. A exposição diária a índices de qualidade do ar ruim, incide negativamente na saúde da população. Na América Latina, milhares de mortes são atribuídas pelos efeitos da poluição e qualidade do ar diariamente (*Health Effects Institute*, 2017).

No entanto, a qualidade do ar da cidade vai ser definida por diversos fatores. Ventilação, geomorfologia, precipitação, temperatura, umidade, nível de industrialização, tipos de indústrias, frota de veículos, áreas verdes, entre outros fatores que definem a qualidade do ar da cidade.

O Estado de Goiás, bem como outras regiões que são compreendidas pelo bioma cerrado, vem passando por um intenso processo de expansão econômica com base na exploração dos recursos naturais. Foram implantados grandes projetos estatais e particulares de ocupação territorial, programas de desenvolvimento, aberturas de estradas, expansão das fronteiras agrícolas, programas de assentamento rural e crescimento urbano, sem, contudo, atentar-se ao planejamento do uso e ocupação da terra.



Diante desse quadro de ocupação contínuo, questiona-se sobre os impactos positivos e negativos que estão sendo gerados neste ambiente. É necessário revelar a espacialização das zonas produtivas e de consumo, bem como indicar diferentes níveis de restrição à utilização e exploração, sobretudo no que tange à avaliação da qualidade do ar.

Assim, o objetivo do presente trabalho é de analisar a susceptibilidade dos municípios de Goiás para presenciar problemas de poluição e qualidade do ar. Será desenvolvido por meio de análises das bases de dados disponíveis pelos órgãos governamentais, assim, torna-se viável realizar estudos prévios para saber quais municípios precisam ser observados e estudados em rigor, por exemplo, através de um monitoramento de qualidade do ar.

2. Metodologia e materiais

Nas cidades, a qualidade do ar, em certa medida, é condicionada pelas características geográficas, principalmente clima e relevo, e as atividades econômicas ligadas à cidade (BRAGA, 2005; MILLER, 2007; MONTEIRO, 1976). Quando a natureza geográfica de uma cidade é favorável para a depuração do ar, a tendência a apresentar episódios críticos da qualidade do ar resulta baixa. Quando não, é preciso ter atenção nas fontes poluentes e o tempo meteorológico (MONTEIRO, 1976). Em consideração do anterior, começou-se pesquisando dados secundários, que tenham relação e atinjam na qualidade do ar. Foram utilizados dados demográficos do IBGE, como população e densidade populacional; dados das frotas veiculares dos municípios de Goiás, extraídos do DENATRAN; dados de mortalidade por doenças do sistema circulatório e respiratório, extraídos do DATASUS; dados meteorológicos extraídos do INMET. Também as ferramentas de análise e processamento de informação: os softwares Excel, *WRPLOT* e *ArcGis*.

Comparou-se as fontes dos dados socioeconômicos junto com as condições meteorológicas de ventilação e as taxas de mortalidade por causas específicas, associadas a poluição e má qualidade do ar.

3. Procedimentos

1. Obtenção das bases de dados;
2. Processamento estatístico da tendência dos ventos 2015/2016;
3. Processamento estatístico em *Excel*;
4. Processamento dos dados gerados no *ArcGis*;
5. Apresentação dos resultados e análise;



Os municípios considerados para analisar neste trabalho, foram definidos pelos seguintes parâmetros nessa mesma ordem: a quantidade de óbitos relacionados às doenças do sistema circulatório e respiratório, quantidade de veículos motorizados e população estimada pela IBGE 2014, 2015 e 2016 do estado de Goiás por município.

4. Resultados e discussão

A seguir, apresenta-se o processamento e a discussão das bases de dados.

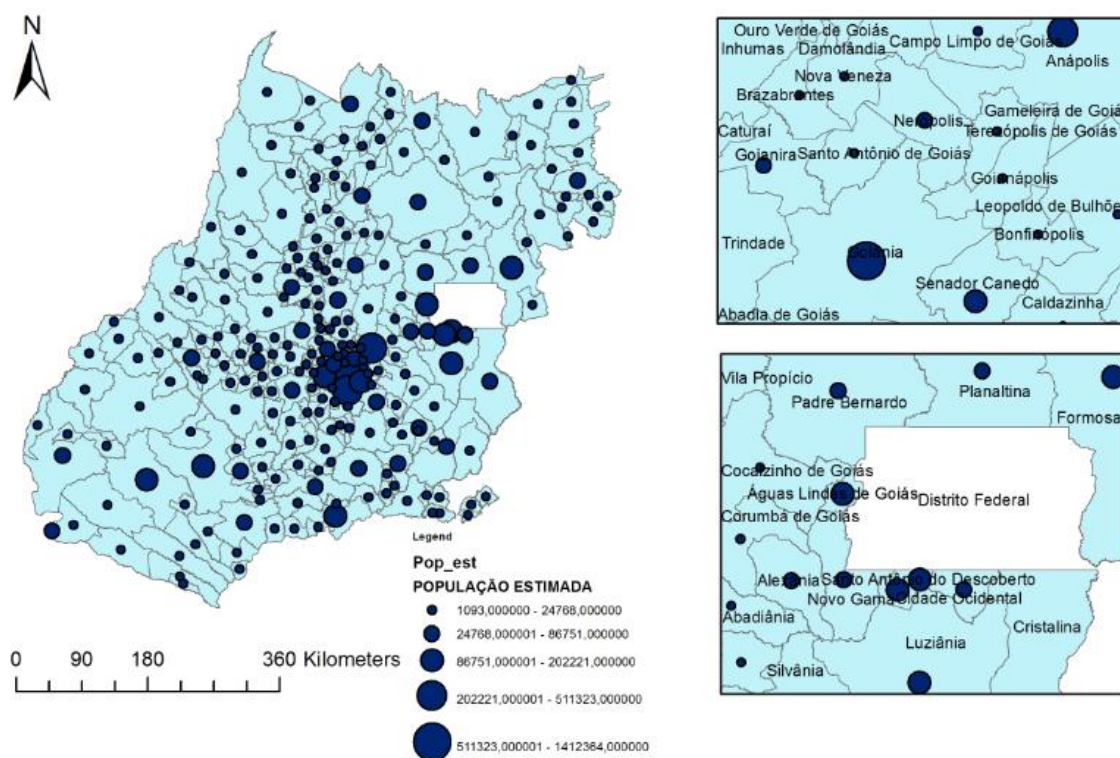


Figura 1—Mapa das populações por município de Goiás 2014. Elaboração própria. Fonte: IBGE

A Figura 1 mostra como é a distribuição da população estimada em 2014 no estado de Goiás. Evidentemente, a população se concentra nos grandes municípios ou próximos a eles. A estimativa da população feita pelo IBGE, apresenta um crescimento exponencial. Segundo *Health EffectsInstitute*, na América Latina as cidades com grandes populações, como cidade de México, Santiago, e São Paulo são as que apresentam maior incidência de episódios de poluição críticos, 92% da população mundial mora em áreas onde o ar é nocivo para saúde (*Health EffectsInstitute*, 2017).

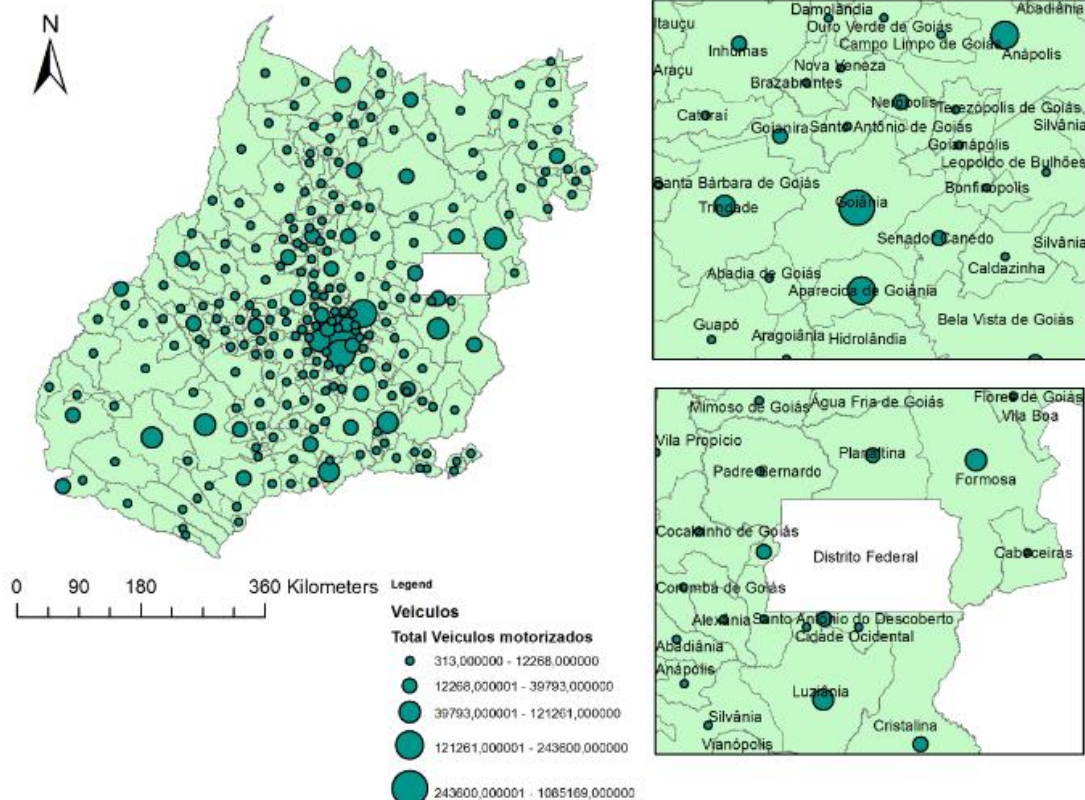


Figura 2– Mapa das frotas veiculares por município de Goiás 2014. Elaboração própria. Fonte: Denatran

A figura 2 mostra as frotas veiculares do estado de Goiás. À simples vista parece ser diretamente proporcional à população. A queima de combustíveis fósseis em veículos motorizados e em usinas elétricas e industriais é a principal fonte de poluição do ar advinda da atividade humana (MILLER, 2007).

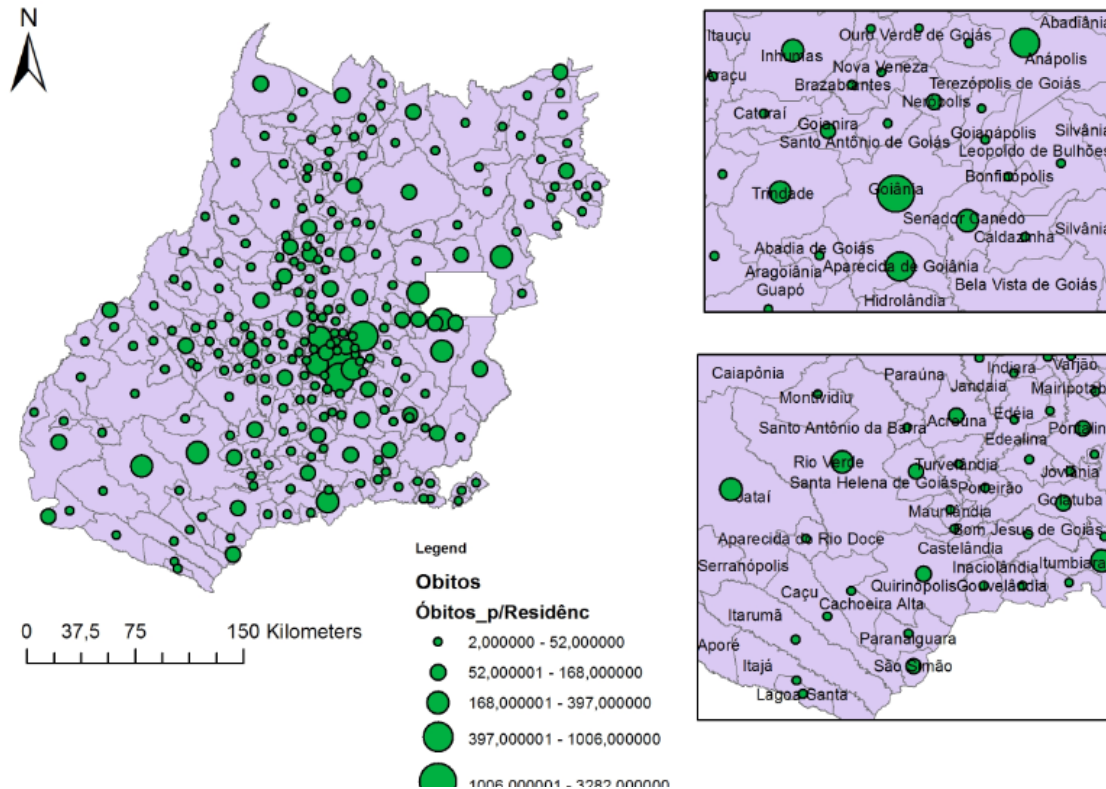


Figura 3– Quantidade de óbitos por doenças do sistema circulatório e respiratório 2014. Elaboração própria. Fonte: Datasus

O sistema respiratório possui várias formas de defesa contra a poluição do ar, mas alguns poluentes podem superá-las. A exposição prolongada ou aguda a poluentes do ar, incluindo fumaça do tabaco, pode sobrecarregar ou eliminar essas defesas naturais. Isso pode causar ou contribuir para a ocorrência de várias doenças respiratórias. Fumar e respirar poluentes do ar durante anos pode levar ao câncer no pulmão e à bronquite crônica, inflamação persistente e danos às células que forram os brônquios e os bronquíolos. Os resultados são acúmulo de muco, tosse dolorida e falta de ar. Danos mais profundos no pulmão podem causar enfisema pulmonar (MILLER, 2007). Se bem, os cidadãos podem contrair essas doenças por razões laborais, genéticas ou tabagismo. As más condições da qualidade do ar ambiental podem agravar essas doenças.



Tabela 1–15 municípios com mais óbitos por doenças do sistema circulatório e respiratório, maior frota veicular, e maior população estimada

Nº	Município	Óbitos_p/Residênc	Município	Total Veículos motorizados	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO ESTIMADA
1	Goiânia	3282	GOIANIA	1085169	Goiânia	1412364
2	Anápolis	1006	APARECIDA DE GOIANIA	243600	Aparecida de Goiânia	511323
3	Aparecida de Goiânia	886	ANAPOLIS	240168	Anápolis	361991
4	Rio Verde	397	RIO VERDE	121261	Rio Verde	202221
5	Luziânia	307	ITUMBIARA	76954	Luziânia	191139
6	Itumbiara	302	CATALAO	70353	Águas Lindas de Goiás	182526
7	Trindade	297	FORMOSA	66529	Valparaíso de Goiás	150005
8	Jataí	251	JATAI	65110	Trindade	115470
9	Senador Canedo	229	LUZIANIA	56784	Formosa	110388
10	Formosa	223	CALDAS NOVAS	53091	Novo Gama	104899
11	Catalão	222	TRINDADE	49535	Itumbiara	99526
12	Inhumas	195	SENADOR CANEDO	39793	Senador Canedo	97719
13	Valparaíso de Goiás	180	MINEIROS	35597	Catalão	96836
14	Águas Lindas de Goiás	178	GOIANESIA	34674	Jataí	94890
15	Caldas Novas	168	VALPARAISO DE GOIAS	32235	Planaltina	86751

A finalidade de elaborar a Tabela 1, foi de comparar quais cidades possuem maior número de óbitos por doenças relacionadas à poluição junto com as de maior frota veicular e população. Goiânia lidera no primeiro posto. Anápolis e Aparecida de Goiânia vem depois. Esses dois últimos municípios são uns dos que se propõe analisar, mas pela falta de dados atmosféricos é inviável.

Tabela 2–Estações meteorológicas automáticas da INMET

Estações automáticas disponíveis
GO - Alto Paraíso de Goiás
GO - Aragarças
GO - Caiapônia
GO - Catalão
GO - Cristalina
GO - Gama (Ponte Alta)
GO - Goianésia
GO - Goiânia
GO - Goiás
GO - Iporá
GO - Itapaci
GO - Itumbiara
GO - Jataí
GO - Luziânia
GO - Mineiros
GO - Monte Alegre de Goiás
GO - Morrinhos
GO - Niquelândia
GO - Paraúna
GO - Pires do Rio
GO - Posse
GO - Rio Verde
GO - São Simão
GO - Silvânia

A limitação dos dados é a determinante da escolha dos municípios a avaliar. O estudo da qualidade do ar em Goiás, é necessário primordialmente na capital, Goiânia. Após, existe uma necessidade de analisar a condição de Anápolis e Aparecida de Goiânia. Dos dados que se tem disponíveis e dos municípios que se



repetem com valores altos nos parâmetros escolhidos, se analisou a necessidade de monitorar e estudar as condições de qualidade do ar e poluição, dos seguintes municípios: Goiânia, Rio Verde, Luziânia, Itumbiara, e Catalão.

4.1. Goiânia

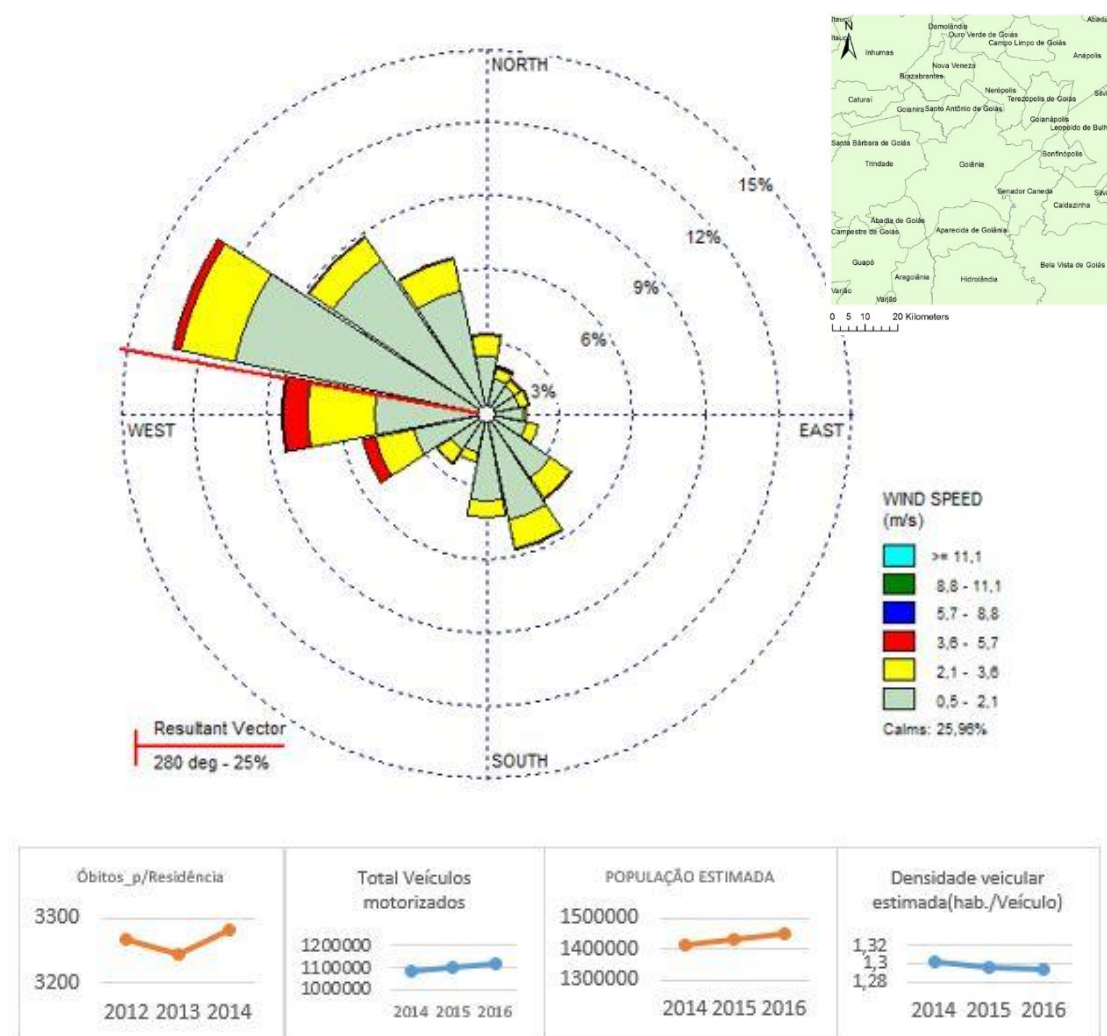


Figura 4– Mapa e gráficos: ventos, óbitos, quantidade de veículos, população estimada e densidade veicular de Goiania

O gráfico dos ventos (Rosa dos ventos) mostra a frequência e a intensidade do vento nas distintas direções em porcentagem. Quando se fala de poluição e má qualidade do ar, as condições de ventilação são transcendentais para a resiliência. O vento não só transporta os poluentes das fontes de emissão, mas também dispersa o poluente no ar, diluindo as altas concentrações dele na atmosfera. Eis a importância de analisar os ventos. Há que considerar também que a tendência e comportamento do vento, mudam de



acordo com a hora ou a data do ano. No caso, Goiânia apresentou 25,96% de calmas ao longo de um ano (2015/2016). É importante conhecer a distribuição desses ventos, para saber quando ocorrem as condições atmosféricas desfavoráveis para a resiliência do ar na cidade. Por outro lado, a tendência geral do vento é ir em direção oeste (280°) com frequência de 25%. O local da estação meteorológica representa a tendência dos ventos próximos a ela, neste caso no aeroporto de Goiânia.

Da leitura dos gráficos, entre 2012 e 2014, houveram quase 3300 mortes relacionadas a doenças do sistema circulatório e respiratório por ano. Em Goiânia, a densidade veicular e demográfica também ficaram com valores muito extremos. Considerando isto e o clima semiúmido, é muito importante observar a qualidade do ar no período mais seco do ano.

4.2. Rio Verde

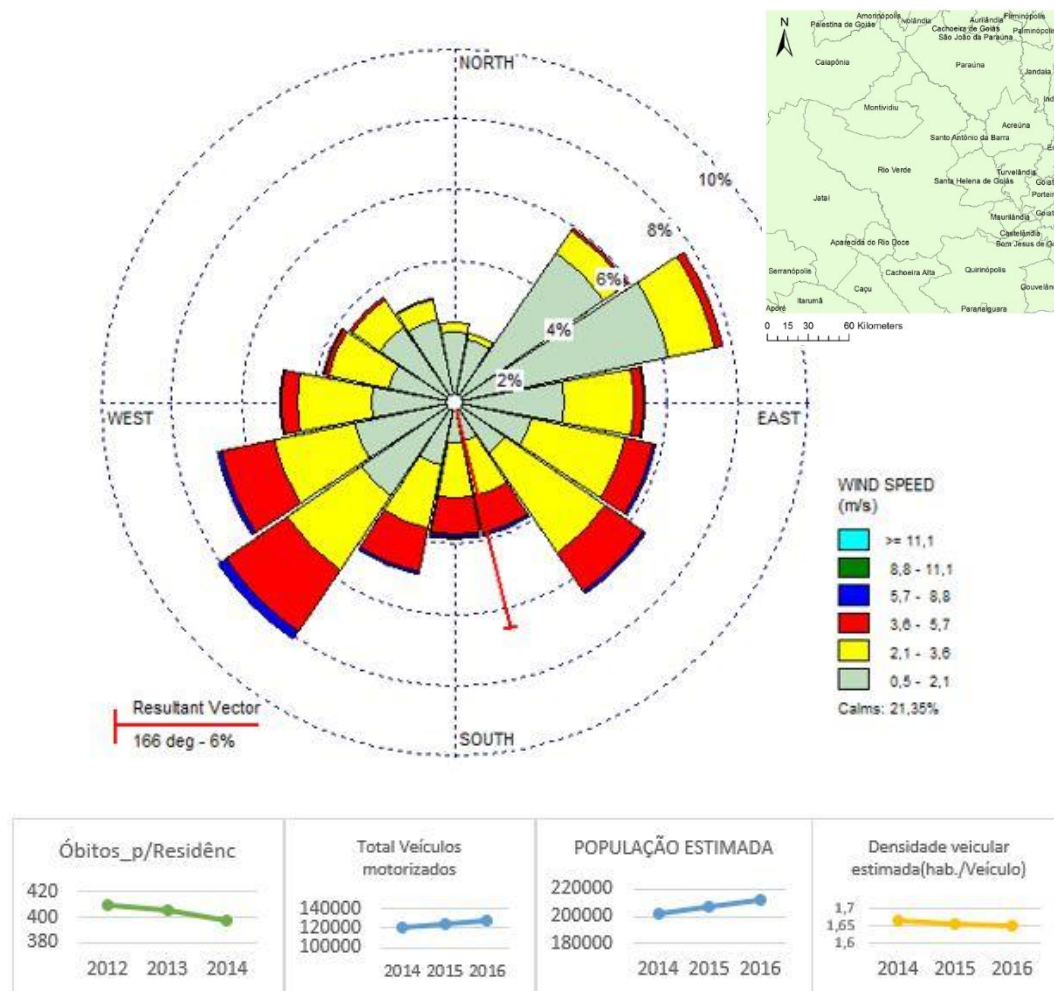


Figura 5— Mapa e gráficos: ventos, óbitos, quantidade de veículos, população estimada e densidade veicular de Rio Verde



Em Rio Verde, os ventos se apresentaram distribuídos em muitas direções e baixas frequências, sendo mais frequente a calma. A variação na direção dos ventos é diversa, representa atmosfera instável, pelo que a resiliência do ar no município ou pelo menos próxima da estação meteorológica é boa. Pela mesma diversidade dos ventos, não é recomendado considerar o vector resultante como a tendência do vento, justamente pela baixa frequência (6%).

Para afirmar a hipótese de que a condição do vento neste município é favorável para uma boa qualidade do ar, observa-se uma curva negativa nos números de óbitos por doenças associadas à poluição e a má qualidade do ar.

4.3. Luziânia

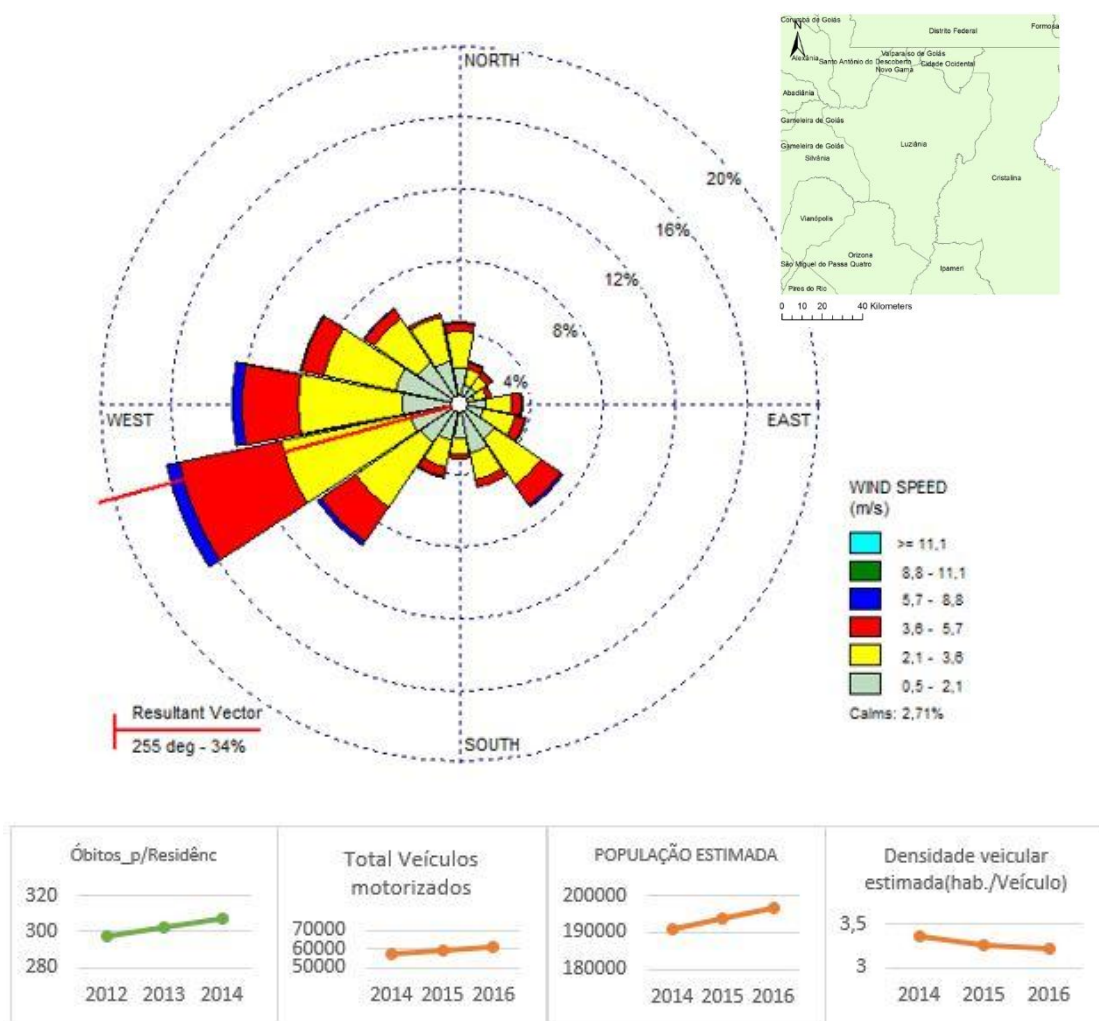


Figura 6– Mapa e gráficos: ventos, óbitos, quantidade de veículos, população estimada e densidade veicular de Luziânia



No município de Luziânia o comportamento dos ventos é perceptível, a tendência e afreqüência vão para o oeste (255° - 34%) e ventos intensos. Pela leitura do gráfico de ventos, pode-se inferir que esse município tem um potencial eólico considerável. Ainda com essas condições de ventilação, a quantidade de óbitos tem aumentando progressivamente entre 2012 e 2014.

4.4. Itumbiara

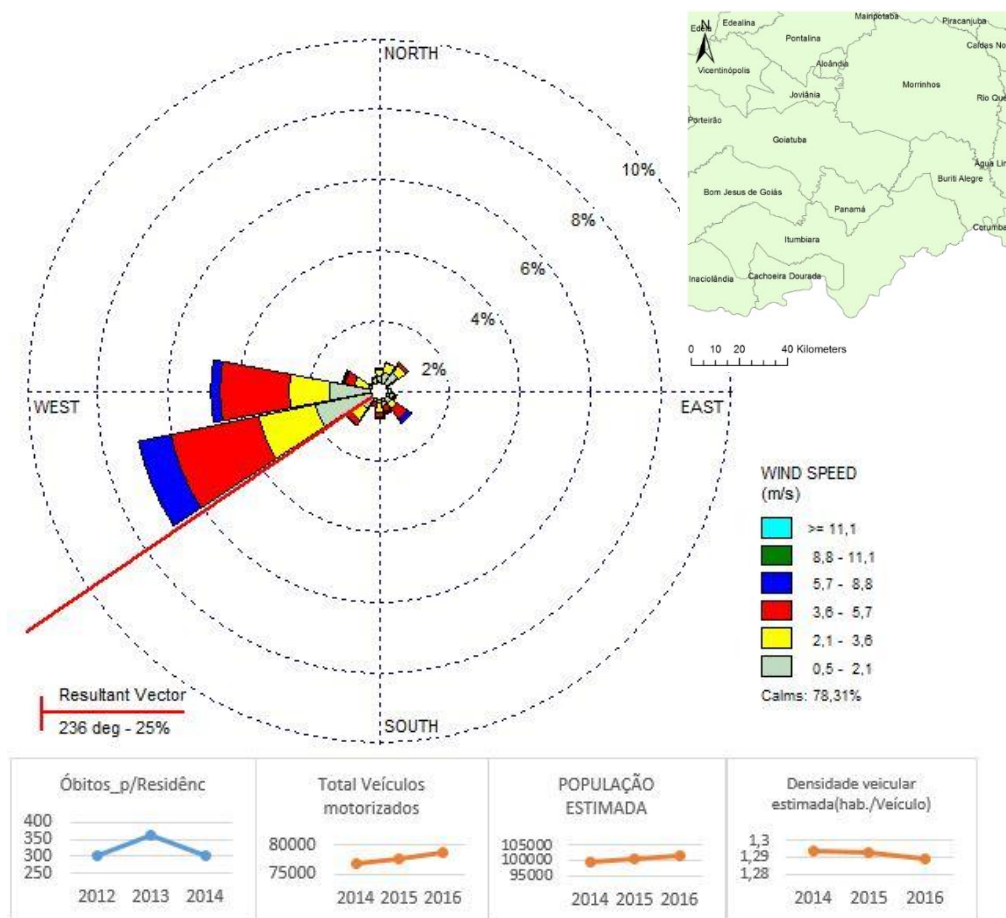


Figura 7–Mapa e gráficos: ventos, óbitos, quantidade de veículos, população estimada e densidade veicular de Itumbiara

A tendência dos ventos é perceptível, mas a frequência de ventos é muito baixa. Há 78,31% de calmarias. Muito tempo sem vento pode gerar a acumulação dos poluentes no sistema de clima urbano (MONTEIRO, 1976). Embora, os óbitos tenham aumentado e decrescido consideravelmente entre 2012 e 2014.

4.6. Catalão

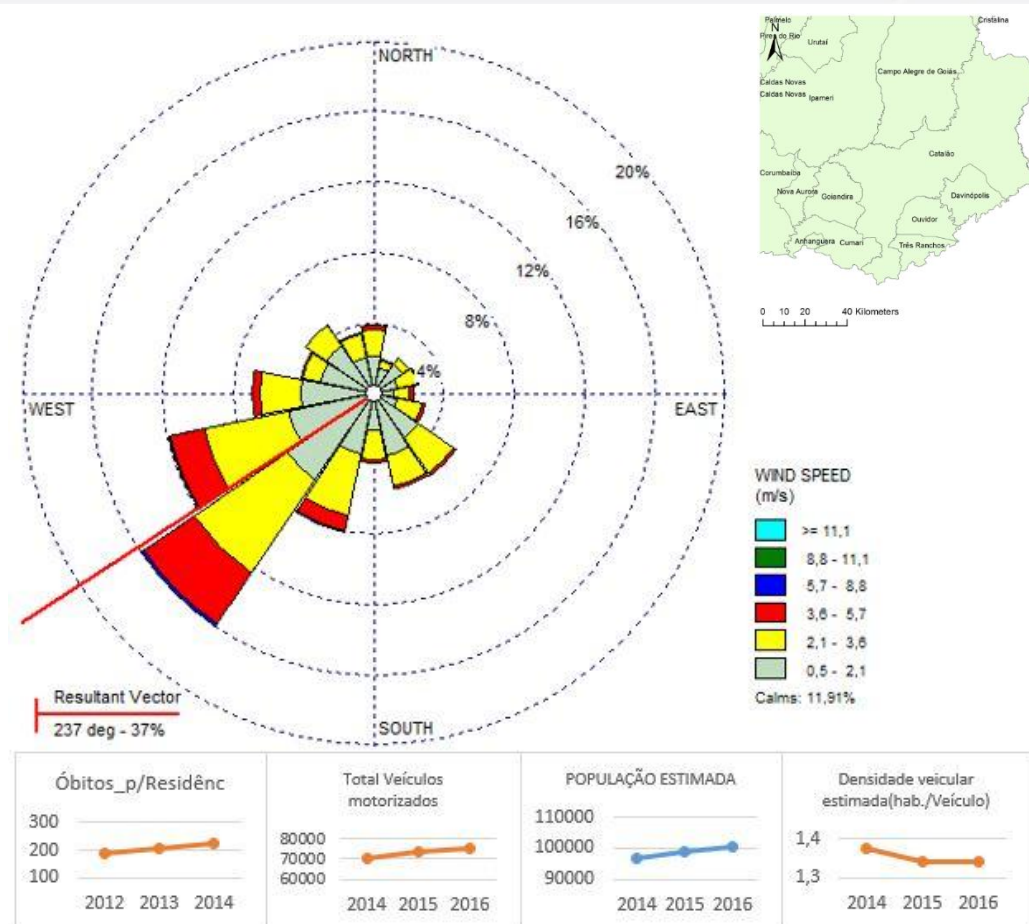


Figura 8– Mapa e gráficos: ventos, óbitos, quantidade de veículos, população estimada e densidade veicular de Catalão.

Catalão tem uma tendência na direção dos ventos no sudoeste (237° - 37%) e pouca frequência de calmaria (11,91%), deveria ser uma das cidades com menos problemas de poluição das analisadas neste trabalho.

5. Considerações finais

Há que considerar diversos fatores para ler corretamente as informações. Primeiramente, os óbitos não correspondem a mortes diretas por poluição, estas são todas as mortes por doenças associadas ao sistema circulatório e respiratório. A poluição e a qualidade do ar senão provocam essas doenças, são agravantes delas.

Observa-se um decréscimo na densidade veicular de todos os municípios analisados, isto provavelmente pela crise econômica atual.



Os ventos variam de um instante para outro, os gráficos foram elaborados com os dados de um ano, de junho 2015 a julho 2016 por hora. Para analisar a tendência dos ventos de forma melhor, se recomenda dividir os dados segundo mês ou estação do ano.

As bases de dados são limitadas. Não se encontrou algum indicador industrial para comparar junto com os outros dados desta pesquisa. Além disso, dois dos municípios que mais precisava-se analisar a necessidade de monitorar a qualidade do ar, não puderam ser trabalhados pela falta de dados (Anápolis e Aparecida de Goiânia). Porém, é preciso manter bases de dados extensas e atualizadas para conseguir processamentos estatísticos mais confiáveis, de modo assim obter parâmetros e indicadores para realizar análises mais contundentes que subsidiem planos de monitoramento da qualidade do ar.

3. Bibliografia

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. - São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 305 p.

IBGE. **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros**. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/default.shtm>>. Acesso em 13 mar 2017.

DENATRAN. *Frota de veículos*. Disponível em:

<<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/237-frota-veiculos>>. Acesso em 13.Mar.2017.

HEALTH EFFECTS INSTITUTE. *Multicity Study of Air Pollution and Mortality in Latin America (the ESCALA Study)*. 2017. Research Report 171. Disponível em:

<https://www.healtheffects.org/publication/multicity-study-air-pollution-and-mortality-latin-america-escala-study> Acesso em 13 mar 2017

MILLER, G. Tyler. **Ciência ambiental**. São Paulo: Thomson Learning, c2007. 123p.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: [s. n.], 1976. 181 p.

Mortalidade - 1996 a 2014, pela CID-10. **DATASUS**. Disponível em:

<<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0205>>. Acesso em 13.Mar.2017.