



## ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR DE UBERLÂNDIA: PARTÍCULAS INALÁVEIS (MP<sup>10</sup>)

I. F. SILVA<sup>1</sup>, E. A. P. DE LIMA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Discente PPGEQ Universidade de Uberaba UNIUBE

<sup>1</sup> Professor PPGEQ da Universidade de Uberaba UNIUBE

<sup>1,2</sup> Universidade de Uberaba. Av. Nenê Sabino, 1801, Setor Universitário, Uberaba-MG, CEP 38055-500

**RESUMO** - A poluição provocada por material particulado é um problema comprovado nos grandes centros urbanos e cada vez mais se estende para regiões em expansão populacional e industrial. O crescimento populacional de Uberlândia segue um ritmo acelerado. Neste mesmo ritmo ocorre o aumento da frota de veículos. Estudos sobre a qualidade do ar de Uberlândia vêm sendo realizados pelo grupo de pesquisa em sistemas particulados da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia desde 2003. São analisados dados da qualidade do ar, obtidos com equipamentos específicos. O objetivo principal é apresentar os níveis de concentração de partículas inaláveis obtidos entre os anos de 2012 a 2016, utilizando o AGV MP<sub>10</sub>, levando em consideração períodos úmidos e secos de acordo com os dados climatológicos obtidos pelo Instituto de geografia da UFU. Foi observado que nos períodos com menor umidade relativa do ar, a concentração dessas partículas inaláveis chegou a 47% maior do que em período mais úmido.

### 1. INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico de Uberlândia segue um ritmo acelerado de 3,5% ao ano, enquanto que a média nacional é de 1,4% ao ano. Sua população conta com aproximadamente 700 mil habitantes, sendo a segunda maior cidade de Minas Gerais em termos populacionais e a trigésima em âmbitos nacionais segundo (IBGE, 2016).

Com tamanho crescimento, isso traz a essa cidade, alguns problemas como a poluição provocada pelos numerosos índices da frota de automóveis local com 417.089 mil veículos de acordo com pesquisa ministério das cidades, departamento nacional de transito, (DENATRAM, 2016).

A qualidade do ar é determinada pela interação entre fontes de poluição e a atmosfera e pelas condições meteorológicas locais, que influem na dispersão dos poluentes presentes. As



variáveis meteorológicas que interagem com a concentração do material particulado da atmosfera são: temperatura, ventos, precipitação, umidade relativa do ar e radiação. (LIMA E.AP.D, 2007)

Nesses estudos, a poluição por material particulado tem sido associada à piora da função pulmonar, ao aumento nos sintomas respiratórios e ao incremento das internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares. (LIMA E.P, 2007)

O diâmetro aerodinâmico das partículas varia de 0 a 100  $\mu\text{m}$ , sendo as partículas de tamanho inferior a 10  $\mu\text{m}$  chamadas de MP10. As partículas de até 10  $\mu\text{m}$  de diâmetro são as que mais causam problemas à saúde, sendo estas respiráveis. Sabe-se que partículas com diâmetro aerodinâmico maiores que 10  $\mu\text{m}$  ficam presas no sistema respiratório superior (nariz, faringe, laringe e traqueia) e que partículas menores podem alcançar os pulmões e sedimentar nos alvéolos e na região traque bronquial. Partículas menores que 5  $\mu\text{m}$  e maiores que 0,5  $\mu\text{m}$  podem se depositar no saco alveolar e provocar fibrose (Hinds, 1982).

## 2. MATERIAL PARTICULADO

Entende-se por material particulado o conjunto de poluentes no estado sólido ou líquido, finamente dividido e apresentando composição química variada que se mantém suspenso na atmosfera.

De maneira simplificada, segundo McKenna *et al.* (2008), as partículas podem ser classificadas em MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>10</sub>. A primeira, também considerada como partículas respiráveis, refere-se àquelas com diâmetro aerodinâmico menor que 2,5  $\mu\text{m}$ . O segundo grupo é também denominado partículas inaláveis e abrange as partículas menores que 10  $\mu\text{m}$ .

### 2.1 EMISSÕES VEICULARES

Os veículos componentes das frotas das grandes cidades que utilizam motores a combustão interna podem ser divididos em duas categorias principais, de acordo com o ciclo termodinâmico dos motores: ciclo Otto e ciclo Diesel, cujas diferenças se concentram essencialmente na taxa de compressão, na forma de injeção do combustível e na ignição (LIMA, E. P., 2007).

Atualmente a gasolina comercializada no Brasil é obrigatoriamente acrescida de 27% de etanol, com a finalidade de reduzir o nível de emissão de poluentes e melhorar a limpeza do motor. O óleo utilizado como combustível nos motores do ciclo diesel também tem sofrido modificações em sua composição no sentido de reduzir as emissões veiculares, principalmente com relação ao seu teor de enxofre, responsável pelas altas taxas de emissão de SO<sub>2</sub>. (ANP,2016)

O material particulado (MP) é emitido principalmente pelo tubo de escapamento do veículo a partir da queima do combustível e seus aditivos, porém pode ser originado do desgaste de outros componentes como pneus e freios. A emissão de partículas pelos veículos movidos a álcool é praticamente nula, visto que a queima de etanol não tende a formação de fuligem ou outro tipo de partícula.

Nos últimos cinco anos, a frota de Uberlândia vem crescendo de forma considerável, conforme mostra a figura 01. Entre o período de 2012 a 2016 foi registrado pelo departamento nacional de transito, um aumento de 16% na frota, em dezembro de 2016 foram contabilizados 439.689 unidades veicular como mostra a figura 1.(Denatran, 2017).

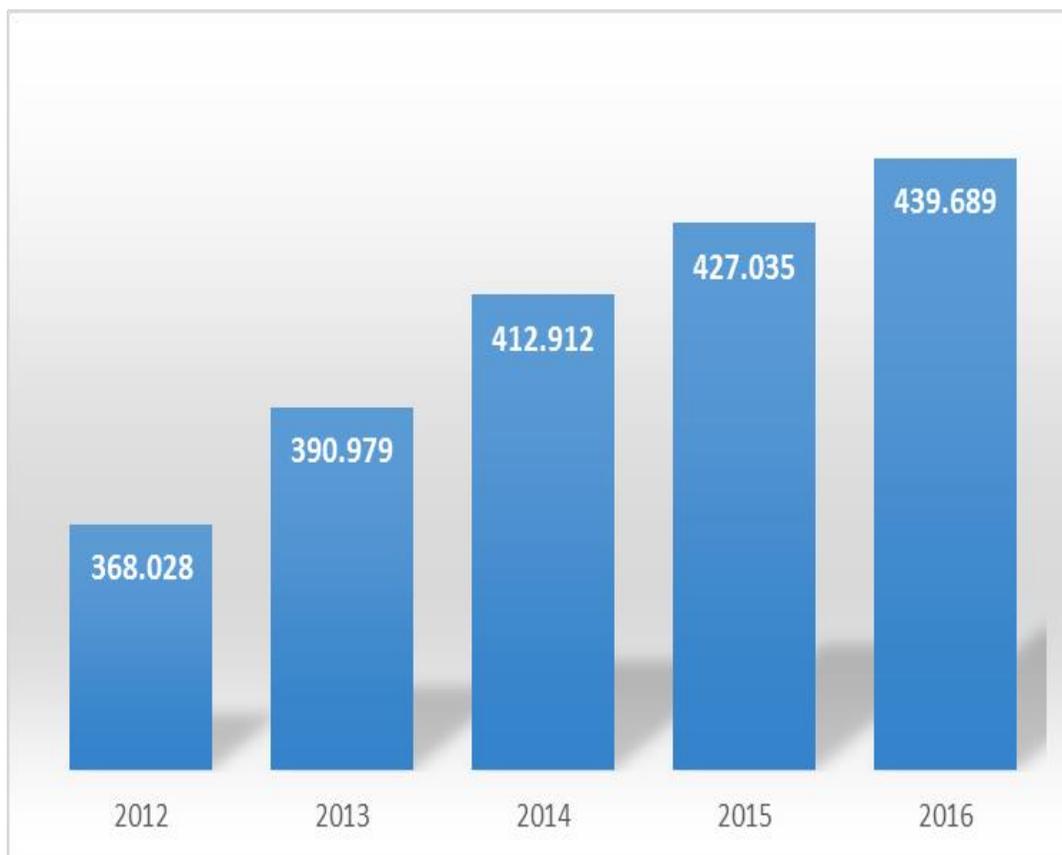


Figura 1 – Crescimento da frota veicular Uberlândia 2012 a 2016 DENATRAN 2017.

### **3 PADRÕES DE QUALIDADE DO AR E OS PROGRAMAS DE CONTROLE**

Motivado pelo forte crescimento econômico e industrial nas décadas de 1970 e 1980 e nos constantes debates envolvendo questões ambientais de ordem global, como a Conferências de Estocolmo (1972), desenvolveu-se no Brasil o interesse pela proteção dos recursos naturais, sobretudo nos grandes centros urbanos, o que culminou na criação do Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar – PRONAR - em 1989.

Em 28 de junho de 1990, foi publicado a Resolução CONAMA 03, em seu artigo primeiro, definiu que os padrões de qualidade do ar, as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Em seu artigo segundo, foram estabelecidos os seguintes conceitos:

I - Padrões Primários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.



II - Padrões Secundários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

A Tabela 1 mostra a fixação dos padrões nacionais de qualidade do ar.

Tabela 1 – Padrões nacionais de qualidade do ar fixados pela Resolução CONAMA 03/1990.

Parâmetro	Amostragem	Padrão primário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Padrão secundário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Partículas inaláveis (MP <sub>10</sub> )	24 horas <sup>1</sup>	150	150
	MAA <sup>3</sup>	50	50

<sup>1</sup>Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano; <sup>2</sup>Média geométrica anual; <sup>3</sup>Média aritmética anual.

Para cada poluente medido é calculado um índice, que é um valor adimensional obtido pela razão entre a concentração de um determinado poluente e seu padrão primário multiplicado por 100 (valor percentual). Dependendo do índice obtido, o ar recebe uma qualificação, que é uma nota para a qualidade do ar, além de uma cor, conforme mostra a Tabela 2 (CETESB, 2013).

Tabela 2 – Índices de qualidade do ar para MP<sub>10</sub>.

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Boa	0-40	0-50
Moderada	41-80	50-100
Ruim	81-120	100-150
Muito ruim	121-200	150-250
Péssima	>200	>250

A Resolução 003/90 estabelece ainda os critérios para identificação dos episódios críticos de poluição do ar e elaboração de planos de emergência, com o objetivo de prevenir o grave e iminente risco à saúde da população. Os níveis de Atenção, Alerta e Emergência para cada poluente regulamentado como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Critérios críticos de poluição do ar.

Nível	MP <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 24h
Atenção	250
Alerta	420
Emergência	500

## 4 . MATERIAIS E MÉTODOS

Na execução deste trabalho foram abordados os aspectos experimentais da avaliação da qualidade do ar nas proximidades da interseção entre as avenidas João Pinheiro e João Naves de Ávila, no centro de Uberlândia - MG, considerando o mesmo amostrador de ar utilizado por (LIMA. E.A.P.D, 2011).

A estação empregada nesta pesquisa abrange o monitoramento de dois importantes parâmetros de qualidade regulamentados pelos principais órgãos ambientais e de saúde do mundo,  $MP_{10}$ , cujas amostragens são feitas a cada 3 dias, durante 24 horas, segundo recomendações da EPA e ABNT (NBR 13412, 1995).

A Figura 2 ilustra a interseção entre as avenidas João Pinheiro e João Naves de Ávila e o ponto de amostragem, no terminal central de Uberlândia.



Figura 2 – Imagem cruzamento estudado. Fonte: Google maps, 2017.

As partículas foram qualificadas e quantificados, utilizando o amostrador de grande volume - AGV  $MP_{10}$ , que captavam o ar atmosférico e retinham os contaminantes particulados em um filtro de fibra de vidro.

A Figura 3 ilustra o equipamento AVG –  $MP_{10}$  instalado no ponto de amostragem.



Figura 3 – AVG- $MP_{10}$ . No local instalado. Fonte: Silva, 2017.



O amostrador MP<sub>10</sub> é constituído de um moto aspirador que succiona o ar e o passa através de um filtro de fibra de vidro onde as partículas ficam retidas, enquanto uma carta gráfica registra a vazão de ar medida.

A concentração de partículas foi então calculada através da seguinte expressão:

$$C = \frac{M_f - M_i}{V} * 10^6 \quad (1)$$

Onde:

C = concentração de material particulado suspenso no ar em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;

M<sub>f</sub> = massa final do filtro sujo (após a coleta) em g;

M<sub>i</sub> = massa inicial do filtro limpo (antes da coleta) em g;

V = volume de ar aspirado pelo amostrador ( $\text{m}^3$ )

$10^6$  = fator de conversão de g para  $\mu\text{g}$ .

### 3.1 VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

No presente estudo, a construção dos gráficos relacionando as variáveis meteorológicas e a concentração de poluentes foi possível devido à existência de uma estação automática de monitoramento, análise e previsão de tempo e clima instalada no *campus* Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia e coordenada pelo Instituto de Geografia (IG-UFU), cujos resultados compõem a base de dados do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da qualidade do ar só é possível por meio da interação entre os fatores climáticos e os níveis de concentração das partículas.

A caracterização climática, foi realizada através da organização das variações dos índices de precipitação pluviométrico, umidade relativa e temperatura na cidade de Uberlândia-MG, no período de 2012 a 2016, através dos dados da estação automática de monitoramento instalada no campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, cujos dados compõem a base do INMET.

O índice pluviométrico, influencia qualitativamente os níveis de concentração do material particulado.

A figura 4 mostra a precipitação em (mm) no período de 2012 a 2016.

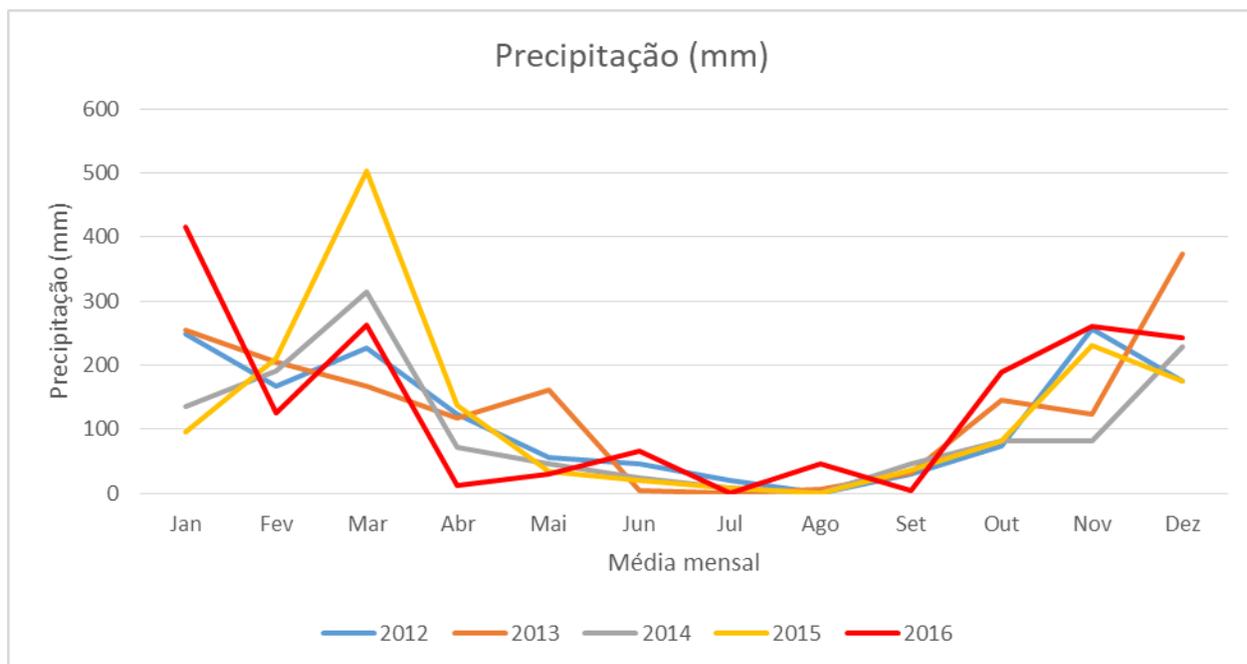


Figura 4 Precipitação (mm) de 2012 a 2016. Fonte: INMET,2017

A umidade relativa, tem efeito semelhante, quando maior a umidade relativa, mais as partículas se aglomeram e sedimentam mais facilmente, sendo removidas por deposição. A figura 5 mostra a média da unidade relativa em (%) no período de 2012 a 2016.

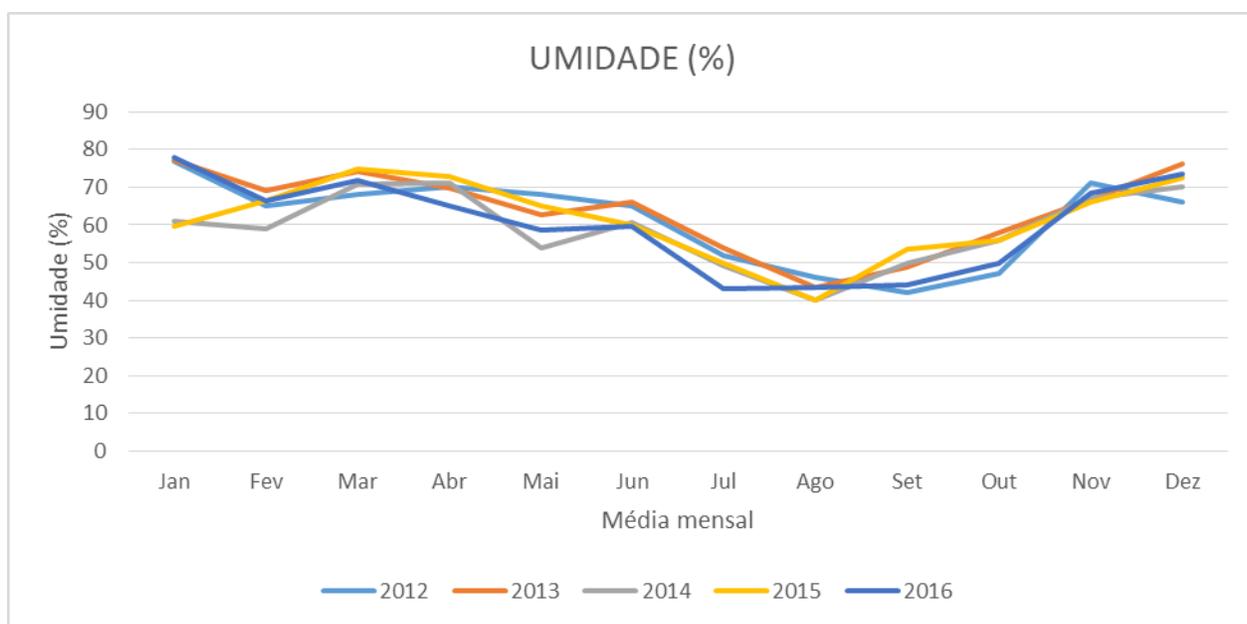


Figura 5 Media umidade relativa (%)de 2012 a 2016. Fonte: INMET, 2017



Do ponto de vista da estabilidade atmosférica, o perfil de temperatura, exerce importante influência sobre a condição de diluição dos particulados, visto que, na camada inferior da atmosfera, as temperaturas mais altas conduzem a formação de movimentos verticais ascendentes que arrastam os particulados para os níveis mais elevados da atmosfera, promovendo a sua diluição. A figura 6 mostra a média da temperatura em (°C) no período de 2012 a 2016.

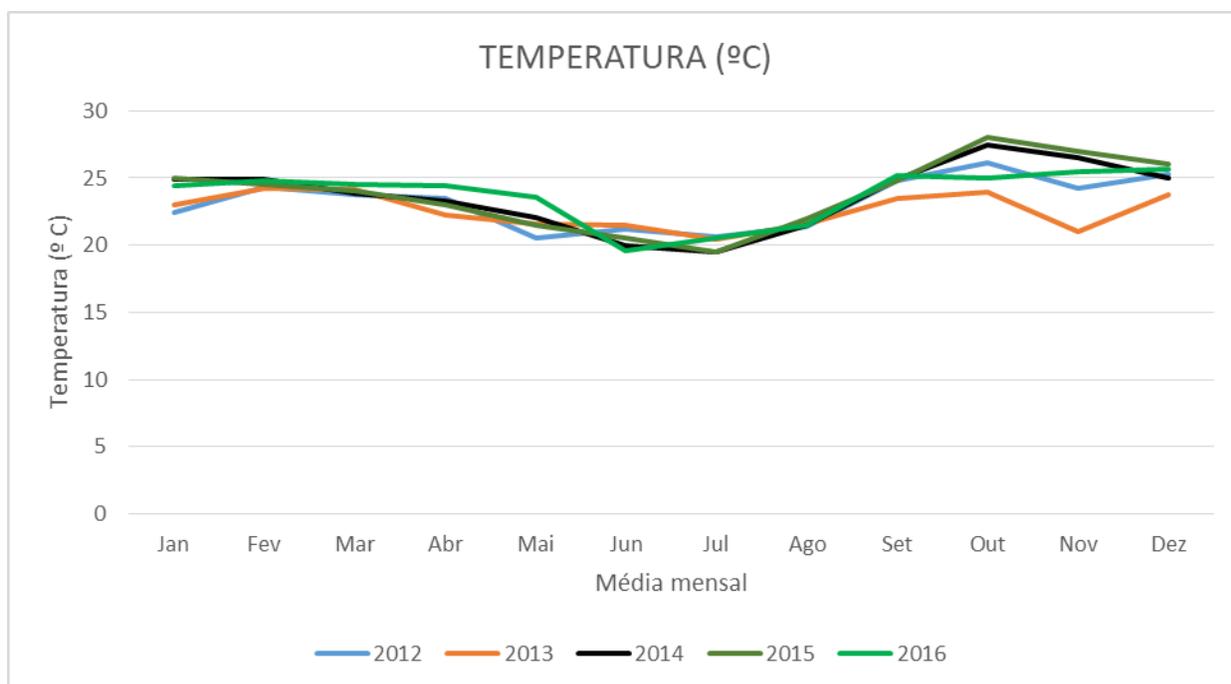


Figura 6 Media temperatura (°C) de 2013 a 2016. Fonte: INMET, 2016

Os resultados da média da concentração de MP<sup>10</sup> obtidos 2012 a 2016 estão representados, como períodos úmidos, secos e anuais como mostra tabela 4.

Tabela 4 – Concentração nos períodos secos úmidos e anuais entre os anos 2012 a 2016

Ano	Concentrações (µg/m <sup>3</sup> )			
	Seco	Úmido	Anual	Padrão Anual
2012	50,614	41,313	47,76	50
2013	53,093	30,461	48,51	50
2014	60,262	44,107	50,838	50
2015	72,382	66,091	71,213	50
2016	71,062	66,280	72,967	50

A figura 7 mostra, a média aritmética anual de concentração de MP<sub>10</sub> no período de 2012 a 2016, em comparação ao padrão nacional de qualidade do ar da média aritmética anual de 50 µg/m<sup>3</sup>.

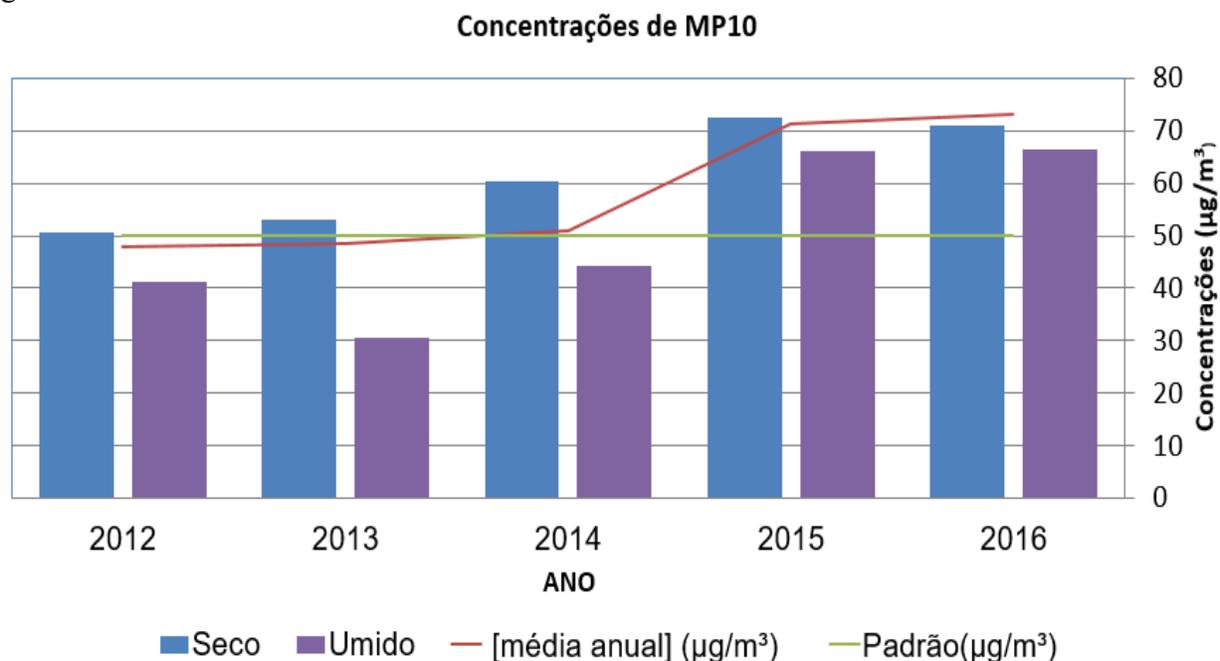


Figura 7 - Concentração nos períodos secos, úmidos e anuais 2012 a 2016. Fonte: Autor, 2017

## 5. CONCLUSÃO

Durante o período de julho a setembro do ano de 2016 percebeu-se que foi a época do ano de menor precipitação e o de mais baixa umidade do ar. Como as condições climáticas eram mais desfavoráveis à remoção de poluentes, esse mesmo intervalo foi quando obtiveram as maiores concentrações de MP<sub>10</sub> no ano.

Durante o ano de 2016 a qualidade do ar na cidade de Uberlândia teve um índice anual de 72,97 µg/m<sup>3</sup> para partículas menores que 10 µm, portanto ultrapassou o valor padrão para partículas desse tamanho.

Durante os anos de 2012, 2013 e 2014, não ultrapassou o valor padrão para partículas desse tamanho para o período seco e a média global ficou no limite do Padrão anual o que praticamente não há riscos à saúde na cidade.

Durante os anos de 2015 e 2016 foi ultrapassado o valor padrão da média global anual, assim pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), poderiam apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população em geral provavelmente não foi afetada.



## 6. REFERÊNCIAS

- ABNT. *NBR 13412(1995) Material suspenso na atmosfera – Determinação da concentração de partículas inaláveis pelo método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas*. Rio de Janeiro.
- CETESB (São Paulo). *Qualidade do ar no estado de São Paulo 2012, São Paulo: CETESB, 2013. 123 p.*
- CONAMA. *Resolução CONAMA nº 03 28/06/90, 1990*. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/> >. Acesso em: 24/07/2017.
- DENATRAN. *Ministério das cidades Departamento Nacional de Trânsito. site denatran, 2017*. Disponível em: < <http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/610-frota-2017> >. Acesso em: 20/06/2017
- HINDS, W. C. (1982) *Technology*. New York, John Wiley & Sons
- IBGE. *Estimativa da população residente em Uberlândia*. 2016. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=317020> >. Acesso em: 24/07/2017.
- INMET, *Instituto Nacional de Meteorologia, Estação Uberlândia –A507, código OMM:86776, Registro 18UTC, dados 2016*.
- LIMA, E. A. P. D. *Um estudo sobre a qualidade do ar de Uberlândia: material particulado em suspensão*. 2007. 148f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.
- LIMA, E. P. *Análise da emissão de poluentes automotivos na cidade de Maringá*. 2007, 124p. Tese (Doutorado) - Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.