

QUALIDADE DO AR EM ITAJÁ/RN: QUANTIFICANDO OS NÍVEIS DE PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO EM AMBIENTES EXTERNOS

AIR QUALITY IN ITAJÁ /RN: QUANTIFYING THE LEVELS OF TOTAL PARTICLES SUSPENDED IN EXTERNAL ENVIRONMENTS

Antonio Bruno Silva de Medeiros¹

Ana Luiza Bezerra da Costa Saraiva²

Andrey Luna Saboia³

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, brunomedeiros13@hotmail.com; ²Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, ageopesquisadora@hotmail.com ; ³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), E-mail: andrey.saboia@ifrn.edu.br

Resumo

A cidade de Itajá/RN possui uma paisagem urbana marcada pelas chaminés das indústrias cerâmicas e, em decorrência do uso da biomassa (lenha) nos fornos como principal fonte de combustível vem apresentando problemas pertinentes relacionados à qualidade do ar. Nos 42 anos de atividade cerâmica no município, não há registros de estudos que tenham monitorado a qualidade do ar da cidade utilizando o método apresentado nessa pesquisa. Portanto, este trabalho tem como objetivo quantificar as Partículas Totais em Suspensão - PTS e suas implicações na qualidade do ar da cidade de Itajá/RN. Assim, para monitorar os poluentes na atmosfera foram realizados estudos de campo no período de 12/09/2017 à 15/09/2017 em áreas residenciais próximas e afastadas das cerâmicas onde foram coletados dados diários de PTS (24h) em ambientes externos tendo como metodologia uma readaptação às normas estabelecidas pela ABNT-NBR 9547 (1997) à qual foi elaborado equipamentos artesanais de análise para PTS. Diante das análises feitas, acredita-se que a concentração e dispersão dos poluentes analisados, com ênfase, o PTS na atmosfera são intensificados pela queima da lenha ainda utilizada por grande maioria das indústrias cerâmicas da cidade à qual sabendo-se que os maiores valores de concentração está a nível da superfície (1,50m), podem implicar no agravamento de doenças cardiovasculares, pulmonar, com ênfase as respiratórias que são sinalizadas pela população itajaense.

Palavras-chave: Poluição atmosférica. Clima urbano. Itajá. Indústrias cerâmicas.

Abstract: The city of Itajá/RN has an urban landscape marked by the chimneys of the ceramic industries and, due to the use of biomass (firewood) in the furnaces as main source of fuel has presented pertinent problems related to air quality. In the 42 years of ceramic activity in the municipality, there are no study records, there are no study records that have monitored city air quality using the method presented in this research. Therefore, this work has as objective to quantify the Total Suspended Particles - TSP and its implications on the air quality of the city of Itajá / RN. Thus, to monitor the pollutants in the atmosphere, field studies were performed in the period from 09/12/2017 to 09/15/2017 in residential areas close to and away from the ceramics where daily data of PTS (24h) were collected in outdoor environments a methodology for a readaptation to the standards established by ABNT-NBR 9547 (1997) to which hand-made analysis equipment for TSP was elaborated. In view of the analyzes made, it is believed that

the concentration and dispersion of the analyzed pollutants, with emphasis, the PTS in the atmosphere are intensified by the burning of the wood still used by most of the ceramic industries of the city to which it is known that the highest values of (1.50m), may involve the aggravation of cardiovascular diseases, pulmonary, with emphasis on respiratory diseases that are signaled by the population of Itajaí.

Keywords: Atmospheric pollution. Urban climate. Itajaí. Ceramic Industries

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, são notáveis os impactos e transformações do meio em que vivemos causados pela ação humana, intensificado a partir da industrialização e da construção de ambientes urbanos, à qual tem refletido de modo expressivo no aumento de emissões de gases poluentes na atmosfera resultando na degradação da qualidade ambiental.

Nessa perspectiva, as áreas urbanas são afetadas negativamente diante da distribuição e intensificação das emissões de poluentes atmosféricos de origem veicular e industrial que influenciam no aumento dos níveis de poluição do ar (SOARES, 2017; CETESB, 2017).

Assim, entende-se como poluição atmosférica a mudança na composição da atmosfera decorrente da introdução de substâncias físico-químicas e gases tóxicos poluentes resultantes da atividade humana ou de processos naturais que em concentrações expressivas podem alterar a qualidade do ar tornando-o impróprio, nocivo ou inconveniente à saúde à qual interfere direta ou indiretamente na segurança e bem estar dos seres vivos. (RUSSO, 2001; CANÇADO *et. al.*, 2006).

Atualmente, as problemáticas relacionadas à qualidade do ar atingem cidades de grande, médio e pequeno porte em diferentes áreas do planeta. As fontes de poluição podem ser naturais ou relacionadas às atividades humanas. Quando causada por atividades humanas, pode estar relacionada à construção e expansão de ambientes urbanos atrelados ao desmatamento, a poluição industrial, a poluição veicular, os combustíveis fósseis e a combustão de biomassa, as queimadas, dentre outros (GOMES, 2002; MESQUITA, 2005; VIEIRA, 2009; CAVALCANTI, 2010).

A cidade de Itajaí, situada na mesorregião Oeste Potiguar do Rio Grande do Norte, possui uma paisagem urbana marcada pelas chaminés das indústrias cerâmicas e, em decorrência disto, apresenta problemas pertinentes relacionadas à qualidade do ar (OLIVEIRA, 2010; LOPES, 2011; COSTA, 2013). A atividade econômica de produção de telhas, tijolos e lajotas foi impulsionada no município a partir da década de 80, na qual o Polo Cerâmico Itajaense se consolidou e ganhou destaque dentro desse setor em escala estadual (LOPES, 1987).

A qualidade do ar e os problemas relacionados à poluição atmosférica da cidade são constantemente associadas aos combustíveis usados na queima dos fornos cerâmicos, que em sua maioria ainda utilizam a biomassa, especificamente, a lenha no processo de combustão à qual acredita-se que intensifica a concentração e dispersão de poluentes tóxicos na atmosfera afetando na qualidade ambiental e saúde da população itajaense.

Nos 42 anos de atividade cerâmica no município Itajá/RN, não há registros de estudos que tenham monitorado a qualidade do ar da cidade utilizando o método apresentado nessa pesquisa. Assim, diante da falta de estudos voltados para a poluição atmosférica e seus efeitos na qualidade ambiental e saúde da população itajaense, este trabalho tem como objetivo quantificar as Partículas Totais em Suspensão - PTS e suas implicações na qualidade do ar da cidade de Itajá/RN.

REFERENCIAL TEÓRICO

As multifaces da poluição atmosférica

As primeiras preocupações em estudar o fenômeno urbano chamado de poluição atmosférica ou poluição do ar e seus efeitos da degradação ambiental e saúde ocorreram a partir dos eventos durante a Primeira Revolução Industrial, na Europa no final do século XVIII diante do modo de produção industrial e os recursos energéticos utilizados - queima de biomassa e do carvão mineral (RUSSO, 2001; CAVALCANTI, 2010).

Assim, como ressalta Braga *et al.* (2001, p. 59) a poluição atmosférica “tem sido um grave problema nos centros urbanos industrializados, com a presença cada vez maior dos automóveis, que vieram a somar com as indústrias”.

Nessa concepção, segundo a Lei Federal nº 6.938/1998 que define poluição como:

Degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Dessa forma, entende-se que o conceito de poluição expande-se à qual podemos conceituá-lo de acordo com os ambientes à qual ocorre esse tipo de agressão ambiental. Assim, temos a poluição do ambiente exterior ou *outdoor* associada ao ozônio e a outros produtos de transformação fotoquímica (*smog*) e aos produtos de combustão; e a poluição do ambiente interior ou *indoor* provocada pela acumulação de aerossóis, pela queima de biomassa em casas

com lareiras, em ambientes que usam ar condicionado e outros tipos de gases nos compartimentos (GOMES, 2002; ARBEX *et al.*, 2004; SANTANA *et al.*, 2012).

Diante disso, é importante saber que existem diferentes fontes de poluição à qual podemos defini-las como fixas ou estacionárias: aquelas que produzem cargas pontuais de poluentes por estarem estacionadas num determinado local — refinarias de petróleo, indústrias químicas e siderúrgicas, indústrias cerâmicas, entre outras. As fontes móveis que produzem carga difusa por estarem constantemente em movimento — frota veicular. Também faz parte dessa classificação as fontes naturais — emissões de poluentes da vegetação, oceanos, vulcões, etc. (GOMES, 2002, MESQUITA, 2005; SOUZA, 2008; VIEIRA, 2009; CAVALCANTI, 2010; SANTANA *et al.*, 2012; IEMA, 2014, OMS, 2016).

Poluentes atmosféricos

Segundo a Resolução CONAMA, nº 03/1990, entende-se por poluente atmosférico:

Qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: I - impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; II - inconveniente ao bem-estar público; III - danoso aos materiais, à fauna e flora. IV - prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Assim, entende-se que com a expansão das áreas urbanas pelo mundo houve uma intensificação e concentração de atividades urbanas, na grande maioria de origem ocupacional, veicular e industrial à qual influenciam no aumento de emissão de poluentes aéreos que afeta a qualidade natural do ar.

Um dos poluentes gerados pela combustão da biomassa, seja em ambientes internos ou externos, é o Material Particulado (MP), que apresenta os maiores índices de toxicidade da qualidade do ar e que tem sido mais estudado na atualidade (ARBEX *et al.*, 2004).

As partículas de materiais sólidos ou líquidos encontrados suspensos no ar como na forma de poeira, fuligem, neblina, aerossóis, fumaça, metal e pólen, capazes de permanecer em suspensão por longos períodos, constituem o MP ou Partículas Totais em Suspensão – PTS. O MP é dividido em dois grupos: Partículas Inaláveis Finas ou acima de 2,5 micra (MP_{2,5}) e Partículas Inaláveis ou acima de 10 micra (MP₁₀). Tais partículas atingem o sistema respiratório e pulmonar quando inaladas provocando graves problemas. Já para PTS a faixa de tamanho das partículas é referente à ≤ 50 micra (ARBEX *et al.*, 2004, CETESB, 2017).

Atualmente, o ambiente ocupacional que chamamos de cidade e seus problemas urbanas são a degradação em si da qualidade do ar, da vida e saúde humana a quem a poluição atmosférica afeta de forma mais deletéria a população infantil, idosos e adultos susceptíveis a algum tipo de doença, sendo o aparelho respiratório o mais afetado e agredido (GOMES, 2002; ARBEX, *et al.*, 2004; SOUZA e SANT'ANNA NETO, 2008).

O Sistema Clima Urbano (S.C.U.), proposto por Monteiro (1976) à qual se comporta por três canais de percepção humana, considera três subsistemas: o Termodinâmico, o Hidrometeorológico e o Físico-Químico. A esse último, Souza (2008, p. 72) ressalta que “o trânsito no sistema se dá de operando ao operador, partindo da produção humana na cidade e interferindo, assim, no clima e na qualidade do ar do ambiente urbano”.

Assim, compreende-se que em pesquisas sobre qualidade do ar muitos estudiosos relacionam um elemento, cujo consideram determinante na qualidade do ambiente, que é o clima, ou sendo mais especificamente, os condicionantes meteorológicos (direção e velocidade do vento, precipitação pluviométrica, umidade relativa, temperatura e radiação solar) à qual estão diretamente relacionados à dinâmica dos poluentes na atmosfera. Além deles, temos a topografia do lugar, as condições climáticas da hora e do dia, os tipos de poluentes emitidos na atmosfera, as diferenças regionais, o clima local e o urbano, ou seja, tudo influenciará na dispersão ou concentração dos poluentes na atmosfera à qual afeta diretamente na qualidade ambiental e saúde dos indivíduos (MENDONÇA, 2000; GOMES, 2002; COSTA, ARAÚJO e ARAÚJO, 2006; SOUZA, C., 2008; VIEIRA, 2009; SANTOS, SILVA e SCHNEIDER, 2012; WHO, 2016).

Qualidade do ar e seus padrões

A Organização Mundial da Saúde – OMS no intuito de diminuir os riscos que a emissão de poluentes na atmosfera oferece a saúde ambiental e humana estabeleceu diretrizes para a qualidade do ar no mundo apresentando os poluentes e seus valores médios de concentração a serem considerados (Tabela - 01).

Tabela 01: Diretrizes de qualidade do ar da OMS.

Poluentes	Concentrações	
Partículas com um diâmetro de 2,5 µm ou menos (PM _{2,5})	10 µg/m ³ (média anual)	25 µg/m ³ (média 24 h)
Partículas com um diâmetro de 10 µm ou menos (PM ₁₀)	20 µg/m ³ (média anual)	50 µg/m ³ (média 24 h)
Ozônio (O ₃)	-	100 µg/m ³ (média 8 h)

Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	40 µg/m ³ (média anual)	200 µg/m ³ (média 1 h)
		20 µg/m ³ (média 24 h)
Dióxido de enxofre (SO ₂)	-	500 µg/m ³ (média 10 min)
		60 mg/m ³ (média 30 min)
Monóxido de Carbono (CO)	-	30 mg/m ³ (média 1 h)
		10 mg/m ³ (média 8 h)

Fonte: OMS, 2010.

No Brasil, as mesmas necessidades estiveram presentes para elaboração de leis e conselhos nacionais que viessem a estabelecer Padrões de Qualidade do Ar (PQAr). Diante disso, surge o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA que criou o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR através da Resolução CONAMA, nº 05, de 15 de junho de 1989.

O primeiro dispositivo legal só aconteceu através da Resolução, nº 3, de 28 de junho de 1990 à qual estabelece que são 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” (BRASIL, 1990, art. 1º).

Além disso, a Resolução CONAMA, nº 03/1990 definiu ainda os padrões de qualidade do ar nacional em dois padrões: primário (as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população) e secundários (as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população e ao meio ambiente em geral).

Vale ressaltar, que essa Resolução precisa ser renovada devido às mudanças que estão ocorrendo no mundo e em nosso país. Sabendo-se que para os estudos de qualidade do ar, por exemplo, voltados para a poluição ocasionada pelas cerâmicas onde a queima da biomassa vai ser um fator principal, pois é a partir dela que deriva a fuligem que é o poluente à qual esses estudos darão maior ênfase devido aos impactos ambientais e na saúde pública com suas micropartículas; assim, necessita-se incluir o Material Particulado (MP_{2,5} e 10) nessa classificação para que não busquemos comparar estudos que monitoram esse tipo de poluente com órgãos internacionais, como a EPA.

Vejam os PQAr a Resolução CONAMA (1990) estabeleceu-se para o território nacional (Tabela 02):

Tabela 02: Padrões Nacionais de Qualidade do Ar – PQAr. **Fonte:** CONAMA, 1990.

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário (µg/m ³)	Padrão Secundário (µg/m ³)	Método de Medição
Partículas totais em suspensão – PTS	24 horas*	240	150	Amostrador de grandes volumes
	MGA	80	60	
	24 horas*	150	100	
Fumaça	MMA	60	40	Refletância
	24 horas*	150	150	
Partículas inaláveis	MMA	50	50	Separação inercial /filtração
	24 horas*	365	100	
Dióxido de enxofre	MMA	80	40	Pararosanilina
	1 hora*	40.000 (35ppm)	40.000 (35ppm)	
Monóxido de carbono	8 horas*	10.000 (9ppm)	10.000 (9ppm)	Infravermelho não dispersivo
	1 hora*	160	160	
Ozônio	1 hora	320	190	Quimiluminescência
Dióxido de nitrogênio	MMA	100	100	

* Não deve ser excedido mais de uma vez ao ano. MGA – média geométrica anual. MMA – média aritmética anual.

Os dados referentes à qualidade do ar no Brasil são obtidos através de 252 estações de monitoramento que representam 94 municípios e o Distrito Federal – monitorados cada qual com pelo menos uma estação de monitoramento. Nesse quadro, a Região Nordeste sendo 2 estados (Bahia e Sergipe) com monitoramento da qualidade do ar, 3 municípios e 17 estações apresentando-se com uma das regiões de maior carência no acompanhamento da qualidade do ar nos seus domínios territoriais (VORMITTAG *et al.*, 2014, p. 32).

No Estado do Rio Grande do Norte, a Secretaria de Estado da Saúde Pública do Rio Grande do Norte (SESAP) através do programa Vigilância em Saúde de Populações Expostas à Poluição Atmosférica (VIGIAR) apresenta um importante Instrumento de Identificação de Municípios de Risco (IIMR), no qual aponta os indicadores ambientais (fontes fixas e móveis de poluição através da frota veicular e queima de biomassa) e de saúde (taxas de morbimortalidade por agravos respiratórios) (SESAP, 2015).

Segundo a SESAP, no ano de 2015 a categoria de fabricação de produtos cerâmicos e olaria representou 49,4% (204) do total de indústrias de transformação, seguida por: fabricação de produtos químicos (75 indústrias, o que corresponde a 18,2%); fabricação de celulose, papel e produtos de papel (43 indústrias, o que representa 10,4%) e preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados (39 indústrias, o que representa 9,4%).

Nessa concepção, nota-se que as cerâmicas são um dos principais fatores que causam a poluição do ar no estado. Na classificação de Municípios do Estado com maior número de

cerâmicas no ano de 2014, Itajá aparece em terceiro lugar com um total de 18 indústrias, perdendo apenas para Parelhas (39) e Carnaúba dos Dantas (23) (SESAP, 2015).

Itajá/RN: caracterizando a área de estudo

A cidade de Itajá, município do Estado do Rio Grande do Norte, situa-se na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião do Vale do Açu, no qual possui uma área territorial de 204 km² à qual limita-se com os seguintes municípios do Estado: ao norte, Ipanguaçu; ao sul, São Rafael e Santana do Matos; a oeste, Assú; a leste, Angicos. Foi emancipada pela lei estadual nº 6.299, de 26 de junho de 1992.

O clima do município de Itajá/RN é caracterizado como quente e semiárido, com precipitações pluviométricas anuais que oscilam em torno de 550 a 650mm, em média com período chuvoso entre os meses de fevereiro e maio e com temperatura média anual é de 27,9°C (IDEMA, 2008; LOPES, 2011). Com base em Saraiva (2014), o mês de setembro faz parte de um período sem chuva, marcado por céu limpo, com ventos fortes e intensa radiação na porção noroeste do Estado.

De acordo com o censo demográfico feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE no ano de 2010, a população itajaense apresentava um número de 6.932 habitantes. Enfatizando o setor econômico do município, podemos dizer que o mesmo é marcado pela atividade ceramista à qual assume importância na geração de renda para comunidade local. Assim, pela quantidade de indústrias cerâmica se vê numa posição de destaque como Polo Ceramístico de Itajá/RN formado por 16 cerâmicas.

Porém, das 16 indústrias, 15 encontram-se operantes no presente momento. Na zona urbana da cidade encontra-se 6 indústrias, sendo 5 em atividades e 1 inerte; já as outras 10 indústrias restantes localizam-se na zona rural do município onde todas estão em atividades.

De acordo com o Plano Diretor do Município de Itajá/RN (2013, p. 100-101):

Os rendimentos das atividades industriais representam 25,3% do PIB nominal de Itajá, contribuindo com aproximadamente 13 milhões de reais por ano, sendo responsável, também, pela maior oferta de trabalho do setor de Serviços. Juntos os adicionados da Indústria e de Serviços acumulam mais de 44 milhões de reais anuais, representando 85% dos rendimentos da economia formal do Município, consolidando a indústria como base da economia do Município.

Embora a indústria cerâmica tenha destaque no setor econômico do município, por outro lado a mesma gera danos ambientais graves, como: retirada da argila levando a formações

crateras em áreas próximas das indústrias, a retirada da vegetação local e de cidades circunvizinhas, o uso da lenha na queima dos fornos cerâmicos à qual intensifica na poluição atmosférica, essa que consiste como um resultado nocivo à qualidade do ar que constantemente a população e trabalhadores das indústrias sinalizam implicações e agravos na saúde pública local (ITAJÁ, 2013).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Segundo a classificação de escalas de estudo em Climatologia estabelecida por Mendonça e Danni-Oliveira (2007) para recortes espaciais e temporais de estudos climáticos este trabalho configura-se como Mesoclima na categoria clima local, tendo a cidade de Itajá/RN como foco num período de quatro dias de estudos de campo.

Os poluentes atmosféricos quantificados durante a pesquisa foram as Partículas Totais em Suspensão (PTS) que faz parte de um grupo dentro da classificação do poluente Material Particulado (MP), que fez parte da análise diária da poluição externa (*outdoor*) da cidade em estudo.

Pontos de coleta de dados

Os dados de mensuração físico-químicos diários (24h) de PTS em ambientes externos foram aplicados no período de 12/09/2017 à 15/09/2017 referente a quatro dias de análises onde foi verificada a qualidade do ar da cidade diante dos oito pontos de coleta distribuídos estrategicamente pela cidade à qual optamos em chamá-los de P1, P2, P3, P4, P5, P6 P7 e P8.

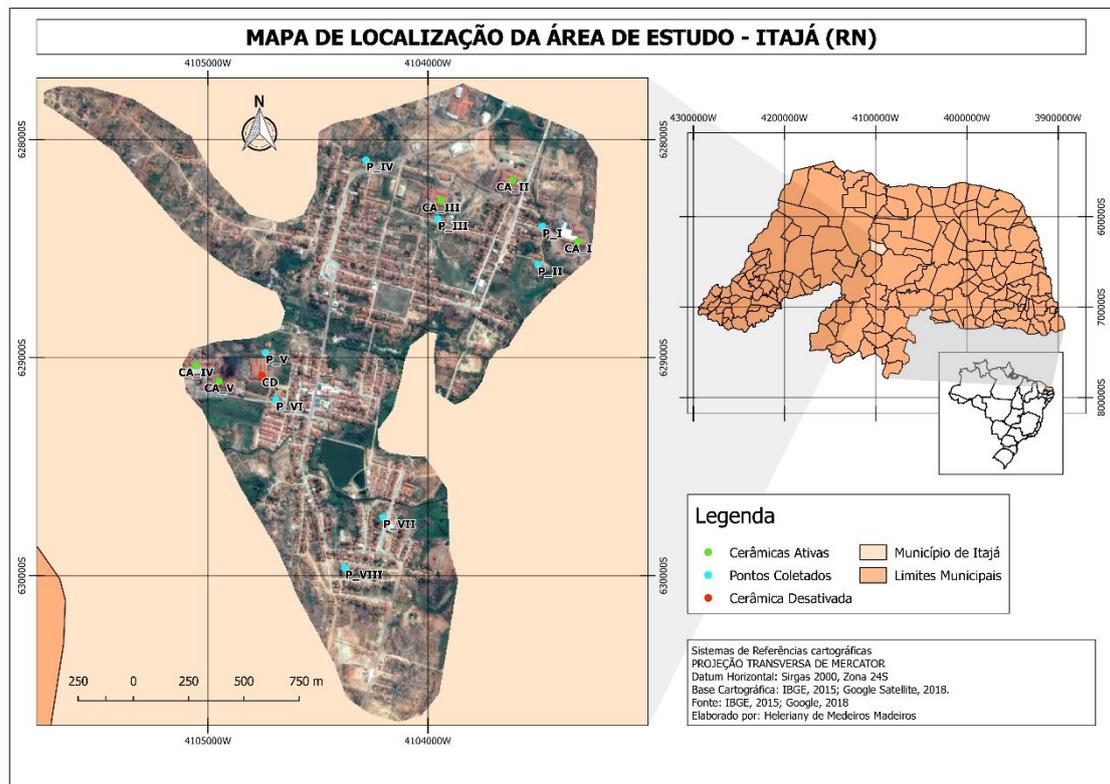
Assim, foram instalados em áreas residenciais próximas e afastados das indústrias cerâmicas os equipamentos que verificaram os valores de (PTS) com dados diários (24hs), sendo as coletas feitas às 12hs (meio-dia) de cada dia de análise. Os critérios para essas análises foram à proximidade das cerâmicas e levou-se em consideração o fato da presença e ausência de pavimentação nas ruas estudadas, além da associação do tempo meteorológico e seus condicionantes climáticos para sinalizar as implicações desses poluentes na qualidade no ar.

Sabendo-se que dos sete bairros que delimitam a área urbana da cidade em apenas dois deles se concentram as atividades cerâmicas, foram selecionados para realização dos estudos de campo os bairros Barro Vermelho e Centro, no qual foram destinados cinco pontos de coletas para instalação dos equipamentos de PTS (P1, P2, P3, P5 e P6).

No intuito de comparar diferentes realidades em diferentes áreas da cidade, foram selecionados mais três bairros para análise de PTS, sendo um intermediário as áreas onde

ocorrem atividades cerâmicas, o bairro Luiz Inácio com um ponto de coleta de dados (P4), e outros dois bairros, sendo esses os mais afastados das indústrias cerâmicas, os bairros São Manoel (P7) e o Antonio Jota (P8) ambos com um ponto de coleta selecionado (Figura 01).

Figura 01: Distribuição espacial da área de estudo

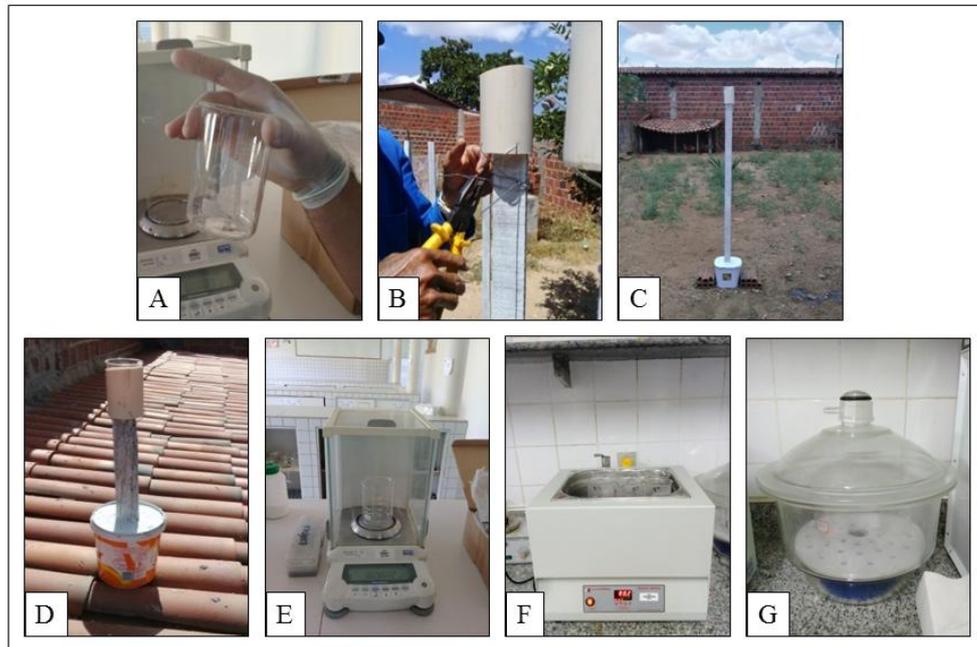


. Fonte: IBGE, 2015;

Para mensurar dos dados de PTS optou-se por readaptar as normas estabelecidas pela ABNT-NBR 9547 (ABNT, 1997), pois não tivemos meios de financiar e nem encontramos possibilidades de convênios com outras instituições para utilizar o equipamento *Handi-vol* específico para estudos de qualidade do ar. Desse modo, foi elaborada uma metodologia barata com a fabricação de equipamentos artesanais sob orientações de químicos à qual a mesma demonstrou-se eficaz com resultados positivos e cientificamente comprovado.

Assim, para elaboração dos equipamentos e análises dos dados de PTS seguiu-se os seguintes procedimentos (Figura 02): Foi utilizado quarenta Copos Békerecs (Figura A) de fôrma baixa graduado com uma capacidade de 250ml para capturar das partículas. Os mesmos foram acomodados em pedaços de cano PVC de 75 mm de espessura medido com uma trena na altura de 10 cm à qual foram amarrados com arame farpado nos suportes de madeira (Figura B) construídos para protegê-lo de possíveis danos ou impactos durante os dias de análises.

Figura 02: Mosaico dos equipamentos utilizados nas análises de dados para PTS



Durante as coletas, os béckeres foram instalados nas residências em lugares com alturas diferentes criando desníveis, desse modo, tivemos béckeres acomodados em suportes de madeira de 1,50m de comprimento instalado na superfície (Figura C), assim como tivemos béckeres alojados em caixas de água ou telhado com um suporte de madeira de 50cm de comprimento (Figura D).

Em cada análise os Béckeres foram identificados e pesados antes e após as coletas através de uma balança analítica, modelo AUW220D (Figura E) da marca SHIMADZU com uma resolução de 0,0001 μg a fim de determinar o ganho líquido em peso (massa). Os períodos das coletas de dados foram diários correspondendo à 24hs de análises, onde no final de cada dia os béckeres eram transferidos para as análises laboratoriais.

Feito isso, as amostras eram direcionadas para um equipamento de Banho Maria (Figura F) da marca LUCADEMA com capacidade de até seis béckeres por análise a uma temperatura de 120 °C, onde permaneceram até que o líquido dos recipientes evaporasse. Para quê o recipiente ficasse totalmente seco, o colocamos no equipamento dessecador (Figura G), para que houvesse uma desumidificação total do recipiente.

As análises laboratoriais para PTS foram realizadas processo no Laboratório de Química do IFRN – Campus Ipangaçu, que cedeu o empréstimo dos equipamentos utilizados, além do espaço para as análises dos dados coletados.

A mensuração dos dados de PTS foi tabulada da seguinte forma: converteu-se a massa de PTS em gramas (g) para microgramas (μg). Após isso converte-se o volume líquido do bécker em mililitros (ml) para metros cúbicos (m^3) aplicando uma regra de três à qual chega-se ao valor da micrograma por metro cúbico de ar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), seguindo a fórmula proposta pela ABNT-NBR 9547:

$$C = \frac{M_f - M_i \times 10^6}{V}$$

C = concentração mássica das PTS para condições padrão, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
 M_i = massa inicial do béquer, em g;
 M_f = massa final do béquer, em g;
 V = volume de ar amostrado para condições padrão, em m^3 ;
 10^6 = conversão de gramas (g) para micrograma (μg).

Após a coleta e análise dos dados de PTS, os mesmos foram comparados com os PQAr adotados no Brasil pelo CONAMA (1990).

Vale salientar, que para mensuração dos dados de PTS nas residências foi estabelecida a leitura de gráficos com critérios de análises onde foram destinadas cores específicas para as barras correspondentes aos valores encontrados na pesquisa, sendo: Marrom para os valores encontrados nos béckeres a nível da superfície (1,50m), Azul-escuro para os béckeres à nível do telhado (50cm).

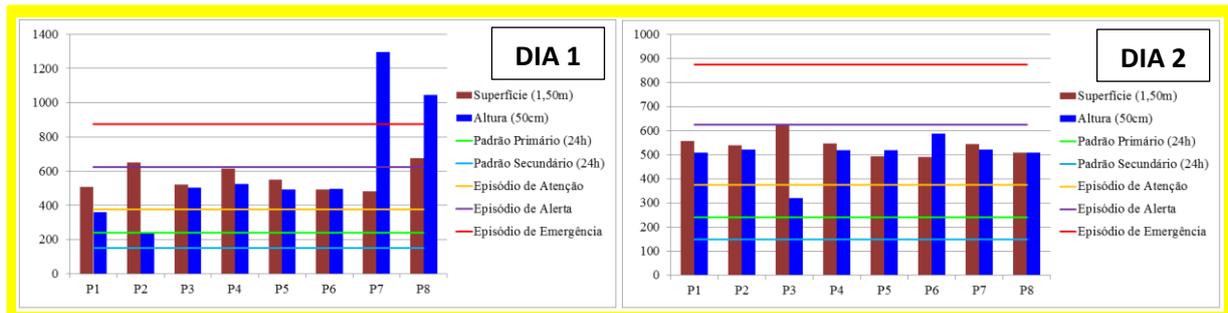
Foram estabelecidas ainda cores em linhas para cada padrão e critérios de episódios agudos de poluição do ar referentes à 24h estabelecidos pelo CONAMA (1990) para PTS, estabelecendo: Verde para Padrão Primário ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Azul-claro para Padrão Secundário ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Amarelo para Episódio de Atenção ($375 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Roxo para Episódio de Alerta ($625 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e Vermelho para Episódio de Emergência ($875 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise das PTS encontradas nos ambientes externos

Os dois primeiros dias de análises de PTS (**Figura 03**) apresentaram as mesmas condições meteorológicas apresentando períodos curtos de nebulosidade intercalados a períodos mais duradouros de insolação, sem registros de precipitação. No primeiro dia, 12/09/2017, (DIA 1) tivemos sinalizações de ventos fortes na maior parte do dia; enquanto que no segundo, 13/09/2017, (DIA 2) sinalizações de ventos amenos e interligado a ventanias no final da tarde.

Figura 03: Concentração de PTS (24hs) em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na cidade de Itajá/RN n



. Fonte: Dados de estudo de campo, 2017.

De acordo com o DIA 1, nota-se que o maior valor de PTS encontrado para o dia corresponde ao maior mensurado em todos os dias de análises, sendo registrado no P7 com o valor de 1.295,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, já o segundo maior foi no P8 com valor similar, ambos os valores correspondem em nível do telhado (50cm) nos bairros mais afastados das áreas onde ocorrem atividades cerâmicas à qual ultrapassa de forma alarmante todos os padrões e classificam-se como episódio de emergência.

Os menores valores de PTS para o primeiro dia foram registrados em nível do telhado (50cm) com valor de 233,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mensurado no P2 à qual classifica-se dentro dos Padrão Primário nacional aceitável, porém em contrapartida a nível da superfície (1,50m) o mesmo ponto de coleta registrou um dos maiores valores de PTS para o dia correspondente à 651,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à qual classifica-se como episódio de alerta numa rua pavimentada, porém coberta por argila.

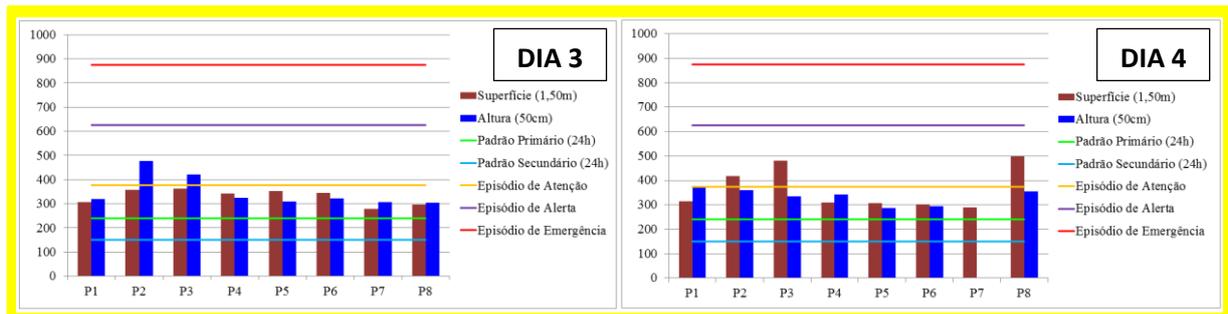
Diferente disso, de acordo com o DIA 2 nota-se que os maiores valores de PTS encontrados no segundo dia foi registrado no P3 com o valor de 630,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a nível da superfície (1,50m) à qual encontra-se fora dos padrões permitindo-se ser classificado como episódio de alerta. O segundo maior valor foi mensurado no P6 de 588,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, porém em nível do telhado (50cm) à qual encontra-se também fora dos padrões permitindo-se ser classificado como episódio de atenção próximo de alerta.

Nota-se que esses pontos estão próximos de áreas onde concentram as atividades cerâmicas, o P3 numa rua sem pavimentação e o P6 numa rua pavimentada com intensa transação de veículos.

Um fato curioso ocorrido nesse segundo dia é que os pontos que registraram os maiores valores da pesquisa e que apontaram emergência no primeiro dia, no segundo baixam expressivamente, nota-se aí a influência dos condicionantes meteorológicos diante das diferenças de tempo nos dias de análises onde tivemos o vento como elemento marcante.

Os dois últimos dias de análises de PTS (Figura 04) também apresentaram as mesmas condições meteorológicas com períodos curtos de insolação interligados a períodos longos de nebulosidade, porém, sem incidências de precipitação e com sinalizações de ventos amenos ao longo de todo dia somente com ventos fortes no final da tarde em ambos os dias, 14/09/2017 (DIA 3) e 15/09/2017 (DIA 4).

Figura 04: Concentração de PTS (24hs) em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na cidade de Itajá/RN



Diferente dos primeiros dias de análise, de acordo com o DIA 3 e DIA 4, pode-se observar que os valores de diários de PTS estiveram abaixo de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o que demonstra total diferença comportamental dos poluentes em declividade.

Nota-se que o maior valor encontrado no DIA 3 foi registrado no P2 com o valor de $476,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e o segundo maior valor foi mensurado no P3 de $421,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ambos em nível do telhado (50cm) à qual encontram-se fora dos padrões permitindo-se a serem classificados como episódios de atenção. Ambos os registros foram feitos nos dois bairros onde concentram as atividades cerâmicas da cidade, sendo um em rua pavimentada (P2) e o outro em rua sem pavimentação (P3).

Os menores registros de PTS para esse mesmo dia foram identificados no P7 com valor de $278,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ numa rua pavimentada e no P8 onde tivemos um valor de $295,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ numa rua sem pavimentação, ambos os valores correspondem a nível da superfície (1,50m) à qual classificam-se fora dos padrões nacionais permitindo-se a serem classificados como episódio próximos de atenção. Os pontos analisados correspondem às áreas mais afastadas de onde concentram e ocorrem atividades cerâmicas na cidade à qual mesmo sofrendo com a poeira em dias de ventos fortes, tivemos dados relativamente baixos.

No DIA 4, e último de análise, tivemos valores de PTS bastante expressivos e que nos permitiu a tirar conclusões coesas diante da influência dos condicionantes já observados e mencionados anteriormente. Assim, o maior valor encontrado para o dia foi registrado no P8

com o valor de $498,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e o segundo maior valor foi mensurado no P3 de $480,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ambos a nível da superfície (1,50m) à qual encontram-se fora dos padrões permitindo-se a serem classificados como episódios de atenção.

Ambos os registros foram feitos em bairros distintos, sendo o P8 uma das áreas mais afastadas e o P3 próximo de áreas onde concentram e ocorrem atividades cerâmicas, porém o elemento similar entre ambos os pontos correspondem por serem ruas onde não há pavimentação à qual tais fatos podem estar relacionados aos valores de PTS registrados.

Já o menor registro de PTS para o dia corresponde ao menor registro em todos os dias de análise identificado no P7 com valor de $18,076 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em nível do telhado (50cm) à qual está dentro de todos os padrões nacionais (primário e secundário).

É relevante destacar, que o ponto ao mesmo nível de análise apresentou no primeiro dia (12/09/2017) o maior valor de PTS registrado durante a pesquisa de $1.295,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à qual foi considerado fora de todos os padrões e ultrapassou o limite máximo de episódio classificado como emergência.

Desse modo, com base nos dados analisados e apresentados podemos chegar a conclusões sobre os efeitos dessa atividade e suas implicações na qualidade do ar.

Os valores de PTS mensurados nos ambientes externos correspondentes às 24h nas residências apresentaram os maiores registros e concentrações de partículas a nível da superfície nos dois primeiros dias de análises nos bairros onde concentram as atividades cerâmicas da cidade com registros que variaram de 490 à $650 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Já quanto aos valores em nível do telhado, embora tenha registrado o maior valor dos dias de análises da pesquisa de $1.295,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ num dos bairros mais afastados das atividades cerâmicas em um episódio de ventos fortes quase todo o dia com uma baixa nebulosidade interligada a alta insolação marcada nos primeiros dias de estudo.

Diferentemente dos primeiros dias de análises, o terceiro e quarto dia apresentaram ventos amenos durante o dia e fortes durante a noite interligada a uma alta nebulosidade e baixa insolação, tais fatos estão relacionados aos valores de PTS. Assim, tivemos conforme os dias anteriores uma concentração de partículas a nível da superfície com valores que não chegaram a registrar $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, onde tais fatos se repetiram nos registros dos equipamentos em nível do telhado. Porém, em contrapartida a esses dados, nos valores de PTS mensurados nos ambientes *outdoors* das duas cerâmicas estudadas que correspondem aos dias das últimas análises, tivemos registros de $535,7$ à $616,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a nível da superfície.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos 42 anos de atividade cerâmica no município Itajá/RN à qual em sua maior parte ainda utilizam a biomassa (lenha) na queima dos fornos cerâmicos não há registros de estudos que tenham monitorado a qualidade do ar da cidade utilizando o método apresentado nessa pesquisa. Foi esse déficit de estudos voltados para essa área de análise que motivou a elaboração desse trabalho.

Diante das disparidades encontradas, podemos observar o quanto os condicionantes meteorológicos influenciam na dispersão e concentração de partículas sólidas suspensas no ar à qual podemos notar que os mesmos são elementos característicos de cada lugar em cada época do ano onde são determinantes no monitoramento da qualidade do ar das cidades que possuem fontes concentradas de poluição.

Embora tenhamos registrado episódios de altos e baixos índices de PTS em pontos específicos, nota-se que nos quatro dias de análises os pontos próximos de áreas onde concentram atividades cerâmicas permaneceram com valores semelhantes. Nos dois primeiros dias permaneceram na casa dos 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e nos dois últimos dias ficaram na casa dos 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à qual encontram-se fora dos padrões permitindo-se a serem classificados como episódios de atenção.

Com base nisso, podemos concluir que os maiores valores de PTS apresentam maior concentração e estabilidade de partículas a nível da superfície nos bairros Centro e Barro Vermelho onde concentra-se as atividades cerâmicas na cidade o que requer atenção imediata por parte dos empresários, poder municipal e da população itajaense que são obrigados a conviver com essa problemática na área urbana da cidade.

Tais discursões nos permite acreditar que a concentração e dispersão dos poluentes, com ênfase, o PTS quantificado na atmosfera são intensificados pela queima de biomassa (lenha) ainda utilizada por grande maioria das indústrias cerâmicas da cidade à qual sabendo-se que os maiores valores de concentração está a nível da superfície (1,50m), podendo assim, implicar no agravamento de doenças cardiovasculares, pulmonar e com ênfase as respiratórias que são sinalizadas pela população.

Portanto, o presente trabalho mostra-se pioneiro e importante ao estudo da qualidade do ar relacionado às implicações e características dos poluentes atmosféricos em ambientes externos do município de Itajá/RN durante um episódio de inverno no ano de 2017.

Por isso, se faz necessário um aprofundamento posterior em coleta de dados anuais para que, assim, possamos ter uma real compreensão da influência desses poluentes com os

elementos climáticos e dos diferentes tipos de tempo na qualidade do ar da cidade aliado a dinâmica da produção das indústrias cerâmicas e poluição atmosférica emitida pelas mesmas.

Se faz necessário ainda, averiguar o uso da percepção sobre os efeitos dessa poluição na saúde dos moradores dos bairros da cidade e dos trabalhadores das cerâmicas e no aperfeiçoamento e expansão da metodologia aplicada onde necessita-se de uma análise microscópica das amostras de PTS para classificação do material particulado para assim entender como essas partículas podem implicar na saúde da população local.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Material particulado em suspensão no ar ambiente**: determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume. NBR 9547, Rio de Janeiro, 1997.

ARBEX, M. A. et al. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. IN: **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. Artigo de revisão, vol.30 n°. 2, São Paulo, 2004.

BRAGA, A. et al. Poluição atmosférica e saúde humana. IN. **REVISTA USP**, São Paulo, n.51, p. 58-71, set/nov2001.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. 1981. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>. Acesso em: 18 fev. 2017.

_____. **Resolução CONAMA nº 03, de 28 de junho de 1990**. 1990. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>. Acesso em: 19 fev. 2017.

CAVALCANTI, P. M. P. S. **Modelo de Gestão da Qualidade do Ar**: Abordagem Preventiva e Corretiva. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – UFRJ/COPPE/Programa de Planejamento Energético. - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2016**. São Paulo: CETESB, 2017.

GOMES, M. J. M. G. Ambiente e pulmão. IN: **Jornal de Pneumologia**. Rio de Janeiro, vol. 28, n°. 05, 2002.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/2404853>. Acesso em: 15 mar. 2018.

IDEMA, Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu Município**. Vol.10. NATAL/RN. 2008, p.1-23.

IEMA, Instituto de Energia e Meio Ambiente. **1º Diagnóstico de rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. São Paulo: IEMA, 2014.

ITAJÁ. **Plano Diretor do Município de Itajá/RN**. IN: Diagnóstico, Projeto São Francisco, Itajá. p. 1-423, 2013.

LOPES, J. E. **Itajá dos Lopes**. 1ª Edição. Editora: CLIMA, Natal/RN. 1987

_____, J. E. **Itajá dos Lopes II**. Edição Especial. Editora: Metropolitano Gráfica e Editora, Natal/RN. 2011.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MESQUITA, M. E. A. **Geografia da saúde: um estudo sobre clima e saúde**. IN: ANAIS DO X ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA. Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, R. C. **Análise socioeconômica da indústria de cerâmica vermelha no município de Itajá/RN**. Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas – UERN, CAWSL. - Assú/RN, 2010.

OMS, Organização Mundial de Saúde. **OMS divulga estimativas nacionais sobre exposição à poluição do ar e impacto na saúde**. Data de publicação: 27 de setembro de 2016. IN: Organização Pan-Americana da Saúde, Brasil. Disponível em: [shttp://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5249:oms-divulga-estimativas-nacionais-sobre-exposicao-a-poluicao-do-ar-e-impacto-na-saude&Itemid=839](http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5249:oms-divulga-estimativas-nacionais-sobre-exposicao-a-poluicao-do-ar-e-impacto-na-saude&Itemid=839). Acesso em: 15 mar. 2017.

RUSSO, P. R. **Poluição atmosférica: refletindo sobre a qualidade ambiental em áreas urbanas**. Santa Cruz do Sul: ÁGORA, vol.7, n°.1, 2001.

SANTANA, E. et al. **Padrões de qualidade do ar: experiência comparada Brasil, EUA e União Européia**. São Paulo: Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2012.

SARAIVA, A. L. B. C. et al. **Qualidade do ar e as implicações na saúde da população de Itajá-RN: contribuições iniciais**. IN: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, Teresina/PI, 2015. p. 1-7.

SESAF, Secretaria de Estado da Saúde Pública do Rio Grande do Norte. **Boletim informativo do vigiar do Rio Grande do Norte (n° 4)**. VIGIAR, Natal, 2015.

SOARES, C. G. C. S. **Caracterização físico-química de material particulado atmosférico coletado em Ipanguaçu, no Vale do Açu/RN**. Dissertação (Mestrado em Ciências Climáticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas. – Natal, 2017, p. 90.

SOUZA, C. G. **A influência do ritmo climático nas morbidades reparatórias em ambientes urbanos**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente: [s.n], 2008. p. 200.

SOUZA, C. G.; SANT'ANNA NETO, J. L. Ritmo climático e doenças respiratórias: interações e paradoxos. IN: **Revista Brasileira de Climatologia**. Vol. 3/4, n° 3, Presidente Prudente: ABCLima, 2008, p. 66-82.

VIEIRA, N. R. **Poluição do ar: indicadores ambientais**. – Rio de Janeiro: E-papers, 2009, p.220.