TÉCNICA DE PESQUISA PARA MENSURAR A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULADO TOTAL EM SUSPENSÃO (MPTS)[1]

RESEARCH TECHNIQUE FOR MEASURING ATMOSPHERIC POLLUTION BY TOTAL SUSPENSION PARTICULATE MATERIAL (TSPM)

TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN PARA MENSURAR LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULADO TOTAL EN SUSPENSIÓN (MPTS)

Vladimir Aparecido dos Santos
Mestre pela Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD;
vladimirvas@yahoo.com.br

Charlei Aparecido da Silva
Professor Doutor da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD;
charleisilva@ufgd.edu.br

Resumo: Considerando que as ações humanas promovem as re/construções do espaço, suas interferências provocam o rearranjo do clima por meio toda modernização técnico-científica e, como resultado, a poluição atmosférica. Tal poluição permanece suspensa no ar em forma de partículas exíguas de materiais provenientes da queima de materiais sólidos, de combustível fóssil e da ascensão de poeira, que por sua vez são passíveis de serem respiradas, provocando diversos males à saúde humana e distúrbios climáticos. A partir dessas considerações, que o presente trabalho contemplará em análises e caracterização do clima de Dourados no estado de Mato Grosso do Sul (MS), bem como desenvolver um roteiro-teórico-metodológico para a concepção e quantificação da poluição aérea, ou seja, materiais particulados em suspensão, na atmosfera da referida cidade, por meio da adaptação de uma proposta utilizada no final da década de 1980, utilizando coadores de café, filtros de papel descartáveis, garrafas *pet*, cabos de vassoura de madeira e balança analítica. Bem como os resultados adquiridos por esse simples método, e suas respectivas análises dos pontos/locais observados.

1 Esse texto foi parcialmente publicado no III Seminário Ibero Americano de Geografia Física e no VII Seminário Latino Americano de Geografia Física realizado na Universidade Federal do Amazonas – UFAM, em Manaus (AM), em 2012 sob o título "O clima de Dourados (MS) e a proposição de um roteiro-metodológico simples para entender a poluição atmosférica de áreas urbanas" (SANTOS E SILVA, 2012), trabalho este, que é fruto da Monografia defendida no ano de 2011 na Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, sob o título "Dinâmica climática e poluição atmosférica na cidade de Dourados (MS)" por autoria de Vladimir Aparecido dos Santos e, orientação e supervisão do Professor Doutor Charlei Aparecido da Silva (SANTOS E SILVA, 2011).

Palavras-chave: clima; poluição atmosférica; material particulado total em suspensão (MPTS); Dourados

Abstract: By considering thathuman actions promote the re-constructions of the space, they also interfere over the climate through the technical and scientific modernization resulting the atmospheric pollution. Such pollution remains suspended on the air as exiguous particles of mattes from both burns of solid materials, fossil fuel and up-raised dust from soil and they may be inhaled, resulting into several damages to human health, besides the climate disorders. Based on such considerations, this manuscript will encompass the analysis and characterization of the climate in Dourados city, from Mato Grosso do Sul (MS) state, as well as to develop a theoretical-methodological guide for the conception and quantification of pollution across this area related to particulate matter suspended on the atmosphere. For this purpose, we opted by an analysis proposed in the 80´s with the use of coffee filter, disposable paper filters, pet bottles, wooden broomsticks and analytical balance. We will also describe the results from such a simple method, as well as the analyses of the collection point/location.

Keywords: climate; atmospheric pollution; total suspended particulate matter (TSPM); Dourados

Resumen: Teniendo en cuenta que las acciones humanas faciliten la re/construcción del espacio, su interferencia causa el reordenamiento climático a través de toda la modernización técnica y científica y, como resultado, la contaminación atmosférica. Tal contaminación permanece suspendida en el aire en forma de partículas de materiales exiguos de la combustión de materiales sólidos, combustibles fósiles y el aumento del polvo, que a su vez es probable que se respirado, causando varias enfermedades para la salud humana y perturbaciones climáticas. A partir de estas consideraciones, el presente estudio incluirá para el análisis y la caracterización del clima de Dourados en Mato Grosso do Sul (MS), así como desarrollar un metodológica-script teórica para el diseño y la cuantificación de la contaminación del aire, a saber, materiales en partículas en suspensión en la atmósfera de esa ciudad, a través de la adaptación de una propuesta utilizado a finales de 1980, el uso de filtros de café, filtros de papel desechables, botellas de plástico, escobas de madera y balanza analítica. Así como los resultados obtenidos por este método simple, y sus respectivos análisis de los puntos/sitios observados.

Palabras-clave: clima; contaminación atmosférica; total de materia partículas en suspensión (MPTS); Dourados

JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA

A Climatologia Geográfica nasceu para sistematização e subsídio das temáticas relacionadas ao clima. Seu alvo de estudo e pesquisa científica está no âmbito da espacialização dos elementos e fenômenos atmosféricos, sistematizando assim, as evoluções

das ocorrências de tais fenômenos, atuando na caracterização da distribuição espacial dos fenômenos atmosféricos na superfície terrestre, possibilitando a compreensão da intrínseca relação do homem com a natureza. Nesse sentido, a Climatologia Geográfica propõe uma análise cautelosa das intervenções da organização social no espaço natural. Havendo estreita interação da Geografia Física com as Geografias Humanas e Biológicas. (BARROS; ZAVATTINI, 2009)

A partir daí a proposição de sistematização dos diversos tipos de climas, abarcando o mosaico climático do mundo. Mendonça e Danni-Oliveira (2007) ressaltam:

> A Climatologia constitui o estudo científico do clima. Ela trata dos padrões de comportamento da atmosfera em suas interações com as atividades humanas e com a superfície do Planeta durante um longo período de tempo. Esse conceito revela a ligação da Climatologia com a abordagem geográfica do espaço terrestre, pois ele se caracteriza em um campo do conhecimento no qual as relações entre a sociedade e a natureza configuram-se como pressupostos básicos para a compreensão das diferentes paisagens do Planeta e contribui para uma intervenção mais consciente na organização do espaço. (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 15)

As variações climáticas se estabelecem de acordo com a temperatura, pressão atmosférica, umidade, quantidade e qualidade das precipitações e velocidade dos ventos, portanto, o clima recebe então, influência de fatores locais. Mendonça e Danni-Oliveira (2007) explicam:

> Para uma melhor compreensão dos diferentes climas do Planeta, os estudos em Climatologia são estruturados a fim de evidenciar os elementos climáticos e os fatores geográficos do clima. Os elementos constitutivos do clima são três: a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica, que interagem na formação dos diferentes climas da Terra. Todavia, esses elementos, em suas diferentes manifestações, variam espacial e temporalmente em decorrência da influência dos fatores geográficos do clima, que são: a latitude, a altitude, a maritimidade, a continentalidade, a vegetação e as atividades humanas. A circulação e a dinâmica atmosférica superpõem-se aos elementos e fatores climáticos e imprimem ao ar uma permanente movimentação. (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 15).

Salientando aqui, que toda a dinâmica rítmica dos fenômenos climáticos se estabelece na troposfera e está localizada na primeira camada da atmosfera. Pois,

> [...] é nessa camada que a distribuição das superfícies oceânicas e continentais, as paisagens naturais e aquelas marcadas pelas concentrações urbano-industriais, e os sistemas de exploração do solo irão influenciar, a partir da interação com a dinâmica própria da atmosfera, os fluxos de energia e matéria que se realizam no Sistema Terra-Atmosfera. (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 31).

Então, os estudos ligados à classificação climática das diversas regiões do mundo com suas respectivas singularidades vêm a estabelecer um desafio à ciência Climatológica; a

partir da busca incessante dos estudiosos em classificar o clima e aprimorar seus conhecimentos, devemos levar em consideração que o clima é permanente e totalmente dinâmico. Salientando que as pesquisas relacionadas às classificações do clima e previsão do tempo são desenvolvidas devido aos interesses socioeconômicos do homem.

É com o processo de industrialização que se concretizou e ampliou com o passar dos anos, iniciado com a Primeira Revolução Industrial em meados do século XVIII na Inglaterra, a atmosfera deteriora-se com concentração de material particulado (MP), ou seja, um dos grandes poluidores da atmosfera.

Considerando que além dos gases e da umidade que estão presentes na atmosfera, são também percebidas, partículas suspensas no ar de diversas naturezas, como por exemplo, poeira, material sólido das queimadas e vários tipos de gases, que por sua vez se mantêm aéreos no ambiente, devido à sua volatilidade. Tais materiais, dependendo de seu tamanho, permanecem por longos períodos suspensos na atmosfera, provocando assim inúmeras perturbações, como por exemplo, a alteração do pH da água da chuva, tornando-a ácida, alteração no balanço de radiação e outros distúrbios até, por fim, serem retirados da atmosfera através de processo de precipitação pluviométrica. Pois, a poluição é inerente ao espaço cultural industrializado, não deixando assim de ser uma grande ameaça para toda biosfera. (CARVALHO, 1975).

Em virtude do aumento demográfico populacional e da demanda industrial, consequentemente também aumenta o nível de emissão de CO_2 na atmosfera. "Entende-se por poluição atmosférica o teor excessivo de substâncias estranhas na atmosfera, podendo prejudicar o bem-estar, a saúde e causar prejuízos a bens, assim define a Organização Mundial de Saúde"(CARVALHO, op. cit., p. 114).

Reiterando a concepção de Carvalho (1975), a crescente emissão de poluentes no ar vem a contribuir preponderantemente para o desenvolvimento de inúmeros males à saúde do homem, pois como já foi dito, as partículas e gases se fazem minúsculas e, portanto, respiráveis, provocam sérias complicações respiratórias entre outros males.

Um fator determinante para a poluição atmosférica são as queimadas que se estabelecem por todo o Brasil. Em Dourados, por exemplo, são observadas tais problemáticas de poluição inerentes às queimas de materiais sólidos e de combustíveis fósseis, ascendendo o agravamento de adensamento de partículas sólidas suspensas no ar, principalmente no período de inverno, onde as condições de tempo são estáveis. Tais processos de poluição vêm a provocar, impreterivelmente, o desequilibro nos padrões de tipos tempo e suas sucessões habituais formadores do clima.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA CIDADE DE DOURADOS NO MATO GROSSO DO SUL

A região do Centro-Oeste possui mecanismo atmosférico de certa forma homogêneo, devido ao seu relevo e latitude, porém com a alteração da altitude e latitudes, tornam propícia a heterogeneidade (NIMER 1989). Levando em consideração que o fator

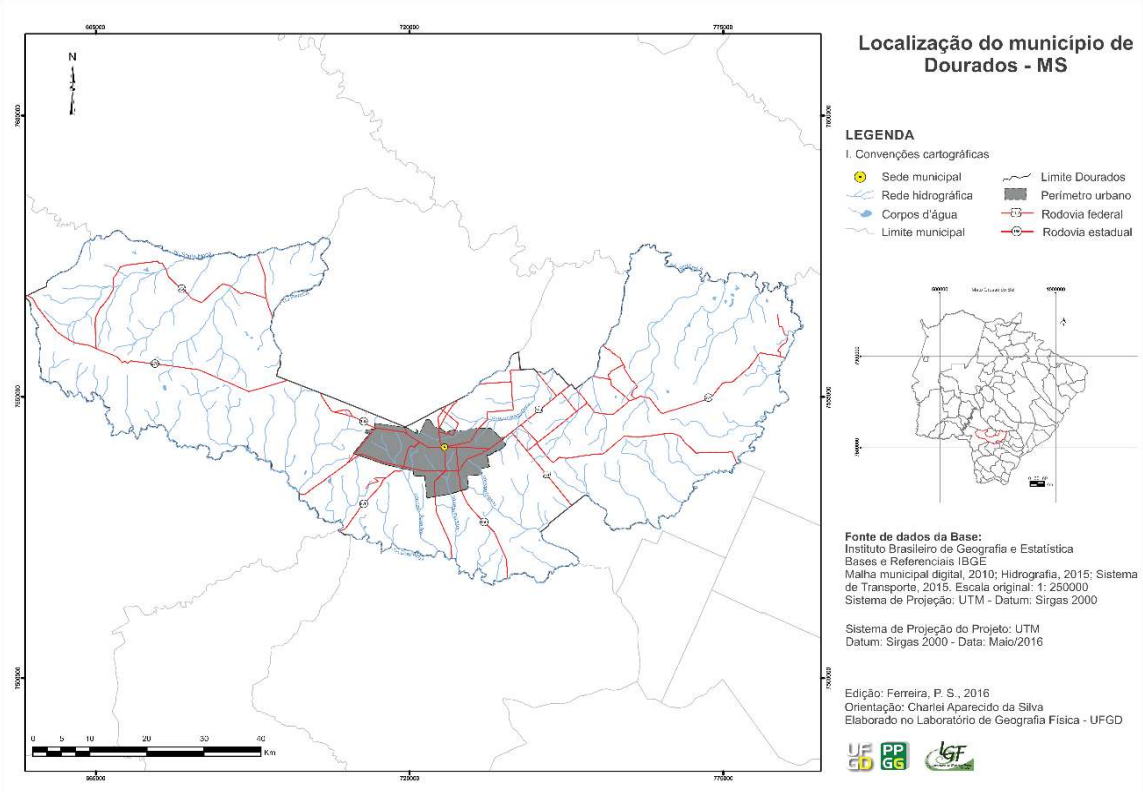
geográfico estático do clima, no caso, o relevo, vem a ser um dos agentes responsáveis pela dinâmica climática da região. Além disso, o clima é condicionante fundamental na formação do ambiente físico geográfico, Monteiro (1951, p. 3):

> [...] pela ação profunda que exerce na composição da paisagem natural e influência na paisagem cultural, o clima constitui, ainda, elemento verdadeiramente fundamental à compreensão e interpretação das inúmeras "combinações" existentes num meio geográfico qualquer.

É importante destacar que as características climáticas regionais se dinamizam de acordo com os fatores geográficos que influenciam diretamente para a execução dos elementos do clima, "assim, pelo estudo de conjunto de tais características, poder-se-á expressar melhor o tipo ou tipos de clima reinantes na região", Monteiro (1951, p. 7).

Na cidade de Dourados (Figura 1), constata-se que topograficamente sua área corresponde ao Planalto de Dourados. Sua localização é ao sul de Mato Grosso do Sul, conforme dados da Embrapa Centro-Oeste (Embrapa-CPAO) a latitude do município é de 22º16'30"S e sua longitude 54º49'00"W, com altitude média próxima de 408m. A população do município é de 196.035 habitantes, com área total de 4.086,244 km², os biomas predominantes na área são o Cerrado e a Mata Atlântica, segundo as informações obtidas do IBGE.

Figura 1 – Localização do município de Dourados (MS) e sua área urbana



Fonte: Santos, 2016, p. 982.

De acordo com as pesquisas de Parra (2001), inerentes a Dourados, são equilibradas suas sensações de conforto térmico nas quatro estações, pois os períodos de outono/inverno tornam-se mais confortáveis, ao contrário da primavera/verão onde o calor provoca elevação do desconforto térmico. Comparando a capital Campo Grande com o município apontado, há diferenças de amplitudes térmicas mensais, onde o inverno revela principal diferença, com média de 15°C.

Parra (2001) aponta também que, entre as duas cidades revelam-se também disparidade nas taxas de umidade relativa, com diferença média na casa dos 4 %, assim, Dourados possui média anual de 74 %, e em Campo Grande com 17 °C e 70 %. As amplitudes térmicas são expressivas, pois a continentalidade é o fator climático responsável no estabelecimento do clima de Dourados.

A Tabela 1 a seguir, demonstra o comportamento das normais climatológicas da região de Dourados (MS), considerando o período de 1979 a 2000.

Tabela 1 – Variação térmica de Dourados (MS)

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano
T (ºC)	25,3	24,8	24,4	22,7	19,6	17,7	17,7	19,7	21,0	23,5	24,5	25,2	22,2
CV(1) (%)	5,9	6,0	7,4	12,3	17,3	21,5	24,3	19,8	18,6	12,8	9,8	7,9	18,5
TM (ºC)	31,6	31,2	31,0	29,3	26,1	24,5	25,5	27,8	28,2	30,4	31,3	31,4	29,0
Tm (ºC)	21,0	20,6	19,9	18,0	15,1	12,8	12,1	13,8	15,6	18,2	19,4	20,5	17,2
UR (%)	81	83	81	81	80	80	73	69	70	73	73	77	77
CV(1) (%)	11,6	8,9	10,9	11,2	12,8	12,0	16,0	20,7	22,0	19,2	18,8	15,6	16,2

(1) Coeficiente de variação

Temperatura média (T), temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm) e umidade relativa do ar (UR)

Fonte: Fietz e Fisch, 2008, p. 12.

Fietz e Fisch (2008, p. 29) identificam a classificação climática para a cidade de Dourados, de acordo com a classificação de Köppen:

> Na literatura, a região de Dourados é classificada como do tipo Cfa, Cwa e Aw de Köppen.
>
> [...] o clima da região é de fato do tipo Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos), pois a temperatura do mês mais frio (junho e julho) é inferior a 18 ºC e a do mês mais quente (janeiro) é superior a 22 ºC. Além disso, o total de chuva no verão supera em mais de dez vezes a menor precipitação mensal (julho).

Então, os resultados da ação antrópica no ambiente urbano têm preponderância na motivação dessa pesquisa, para estabelecer a dinâmica dos elementos meteorológicos do clima, bem como a poluição atmosférica urbana, ocasionada pelos fluxos de trânsito, queimadas e emissões industriais, responsáveis pelo lançamento de material particulado na atmosfera.

Portanto, a justificativa para este trabalho é o de contribuir para uma tentativa de entendimento da complexa relação homem-natureza quanto à degradação da atmosfera do ambiente urbano, tal prejuízo resultado das invenções tecnológicas humanas, as quais visam o econômico, não medindo, por conseguinte as consequências de suas interferências no meio ambiente.

Haja vista que todas as ações no interior urbano e em seu interstício com o rural, propiciam a elevação da poluição atmosférica, faz-se necessário registrar aqui, a respeito do pouco interesse de realização de trabalhos com a temática, visto que até o início do ano de 2010 não havia trabalhos científicos com bases concretas de mensuração dos materiais particulados na cidade de Dourados.

OBJETIVOS

Os objetivos da pesquisa foram de apontar quantitativamente o material particulado total em suspensão (MPTS) no ar da área urbana de Dourados em sistema de rede, isto é, estudar a ocorrência de partículas sólidas totais presentes na atmosfera e associá-las as condições dos tipos de tempo e do clima incidente na área da pesquisa por meio de um roteiro metodológico simples, com equipamentos artesanais de fácil construção e instalação para captação de MPTS, espalhados por vários pontos do perímetro urbano.

Além disso, estabelece a tentativa de contribuir para a compreensão dos tipos de tempo e do clima nas escalas regional e local. Em grande medida, possibilitar a ampliação do conhecimento efetivo da problemática que envolve a intromissão do homem no meio ambiente, identificando mudanças que influenciam o rearranjo climático atmosférico urbano.

O trabalho ainda se propõe a elucidar reflexões referentes à saúde da população geral sob o ponto de vista dos prejuízos da mesma a partir da inalação dos materiais particulados suspensos na atmosfera urbana.

MATERIAS E MÉTODOS

A referente pesquisa foi realizada conforme o roteiro teórico-metodológico previsto e discutido no âmbito do Laboratório de Geografia Física (LGF), da UFGD, a partir de bibliografias que abordam a dinâmica do clima e de suas concepções teóricas, históricas e práticas, que por sua vez foram essenciais para a efetivação das ciências inerentes à Climatologia.

De acordo com o que foi proposto pelos objetivos, é conveniente então descrever os procedimentos desenvolvidos nas atividades. É pertinente dizer também, que os resultados finais foram analisados tendo como base o rigor exigido pela ciência, para consequentemente expor críticas e possíveis sugestões na análise final das confrontações dos dados obtidos no findar da pesquisa. Porém, esse trabalho vem promover a proposta de um roteiro-metodológico para obtenção de quantificação de MPTS no ar, e, obviamente, sem esgotar o assunto, cabíveis ainda inúmeras pesquisas com relação a esta temática.

Levando em consideração que, para que este trabalho pudesse validar-se, foi necessário analisar grandes teóricos, como também a aplicabilidade de modelos empíricos, para que finalmente fosse efetivado o que está sendo proposto. Foram utilizados então, os trabalhos produzidos por Sorre (1951), Zavatini (1992; 2009), Mendonça e Danni-Oliveira (2007), Zavatini e Sant´Anna Neto (2000), Troppmair (1988), Monteiro (1971; 1976), Sant'Anna Neto (1998), Nimer (1989), Silva (2001), entre outros autores que serão mencionados na bibliografia.

Dessa forma, foi de extrema relevância a extração dos conceitos referentes aos processos históricos sociais e industriais, elementos climáticos, fatores geográficos do clima, padrão de comportamento da atmosfera e sua sazonalidade, bem como a poluição atmosférica e MPTS. Partindo desse ponto, obteve-se apreciação dos referidos modelos teóricos, os quais auxiliam no entendimento da poluição do ar, isto é, dos MPTS na atmosfera da cidade de Dourados.

O *software* utilizado para identificação dos locais a serem instalados os equipamentos na área urbana foi o AutoCAD 2004 que possui extensão digital "*.dwg", contendo *layers,* isto é, camadas específicas de cada vetor (bairros, ruas, limites dos bairros e municipal, nomenclaturas, lagos e córregos, área dos terrenos). Também é pertinente dizer que os pontos estudados foram registrados com aparelho de GPS (*GPS e-TREX Garmin)*, e inseridos posteriormente no produto cartográfico para melhor visualização de cada local observado.

Para a confecção dos equipamentos, optou-se por adaptar a proposta de Troppmair (1988), que propõe uma metodologia simples e acessível para mensurar a quantidade de MPTS existente na atmosfera. A técnica propõe utilizar filtros de papel descartáveis, balança analítica de precisão para determinar o peso (gramas) de partículas sólidas existentes no ar em uma dada área, em especial áreas urbanas e vidros de palmito devidamente limpos e secos.

No processo de adaptação da metodologia de Troppmair (1988), para que se obtivesse o máximo de proveito nessa pesquisa e consequentemente viesse a atingir os objetivos intentados, os materiais utilizados foram: coadores de café, filtros de papel descartáveis, cabos de vassoura, abraçadeira de *nylon*, fitas adesivas do tipo "larga" e "estreita", garrafas *pet* e balança analítica de precisão.

A coleta do MPTS foi realizada no período mais seco do ano para Dourados, isto é, estação de inverno, com total de vinte dias de observação, e desde o posicionamento latitude e longitude, até o horário de instalação foram registrados em fichas de campo pré-estabelecidas (Figura 2). Dessa forma, os equipamentos foram instalados de forma ordenada em pontos estratégicos na tentativa de cobrir o máximo a área urbana da cidade.

Figura 2 – Ficha de campo

COORDENADAS				Altitude (metros)
Latitude	Longitude	Geográfica 21K / UTM		
22°13'48,8"	54°46'03,9"	0730083	7539993	413









ENDEREÇO
Rua Filomeno João Pires
Bairro João Paulo II

Ponto 12 – João Paulo II = esse bairro e afastado do centro, nem todas as ruas são asfaltadas, porem é bem arborizado, é uma área residencial, não tem proximidade com lavouras, e ha poucos terrenos baldios, os terrenos têm em média 360m². A rua onde foi posto o equipamento é movimentada, pois é uma rua que da acesso a outros bairros, e é asfaltada. O quintal escolhido para a instalação, é todo recoberto por calçadas e possui algumas árvores em seu entorno. Não observado a existência de industria por perto. As casas são bem proximas umas das outras, havendo construções em alvenaria altas, onde que a circulação de ar é um tanto comprometida, dando a sensação de abafado.

Fonte: Silva (2001) – Adaptação: Santos (2011, p. 91).

O procedimento de montagem do equipamento foi executado de forma totalmente artesanal, onde que o coador de café foi fixado com a fita adesiva à garrafa *pet* devidamente lavada por dentro e por fora; logo depois o filtro de papel foi encaixado no coador e devidamente preso nas laterais com fita adesiva (Figura 3).

Figura 3 – Materiais necessários para a construção dos equipamentos

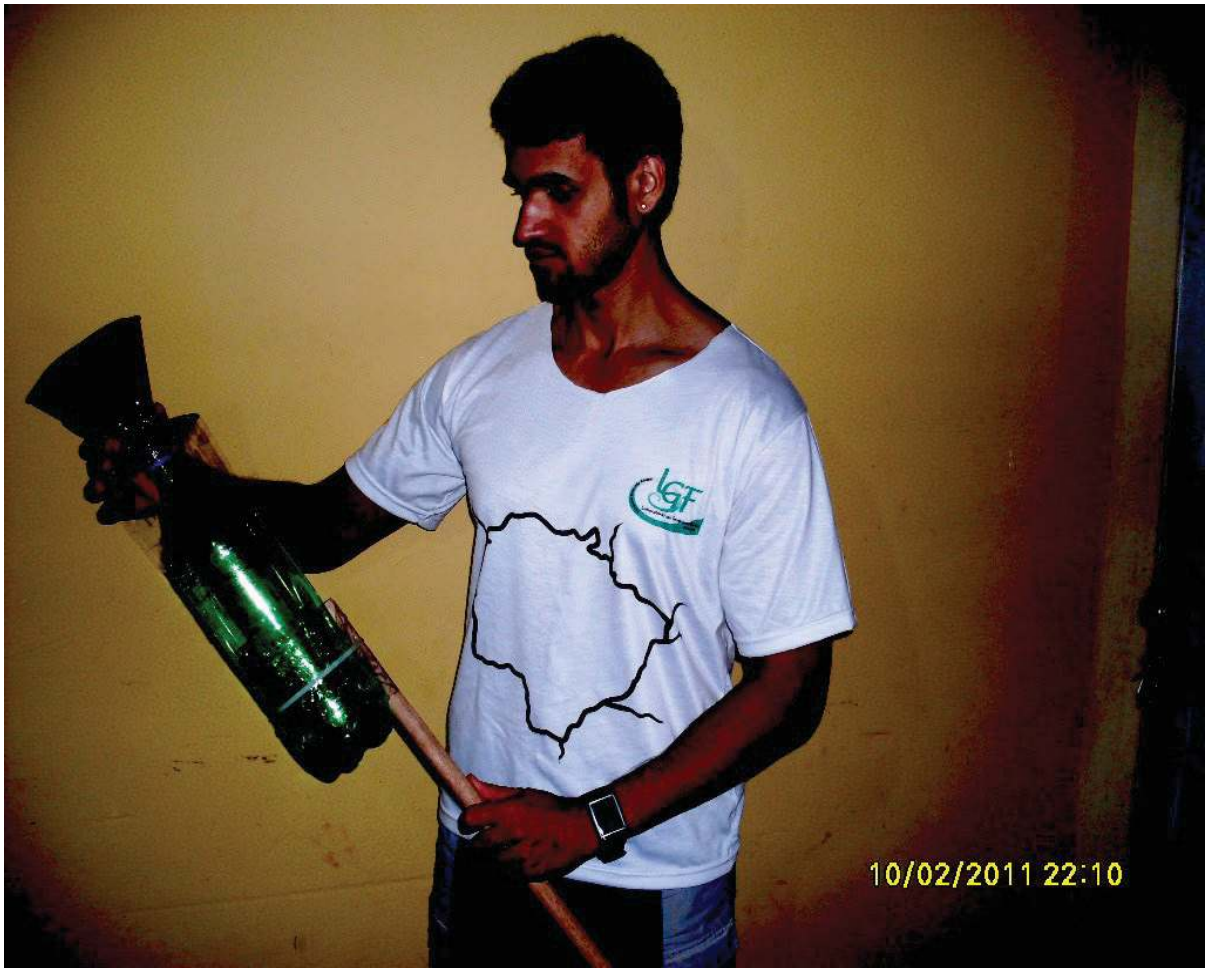


Fonte: Foto de Santos, V. A.

Foram escolhidos 32 bairros para as análises de MPTS suspenso na atmosfera. As características das dimensões espaciais dos bairros são peculiares, apesar de alguns possuírem terrenos com áreas semelhantes, são diferentes no que diz respeito às formas de ocupação e organização, bem como ao conjunto que forma seu entorno, à localização, fluxos de trânsito, posicionamento das casas dentro dos terrenos e nível arbóreo das ruas.

No momento da instalação do equipamento no local, foram fixados ao cabo de vassoura com a fita adesiva e com uma abraçadeira de *nylon* para garantir que a garrafa não se desprendesse do cabo com um possível advento natural ou humano (Figura 4). Cabendo aqui salientar que foi construído um primeiro modelo para teste, sendo feitas frequentes observações ao experimento por sete dias, com intuito de estudar possíveis danos que o equipamento viesse a sofrer, para daí elaborar formas de prevenção de problemas no decorrer do período de coleta do MPTS.

Figura 4 – 1.° Coletor de MPTS construído para teste



Fonte: Santos (2011, p. 70)

Salientando que a altura mínima estabelecida foi o de no mínimo 1,5 metros de altura do chão à base inferior do cabo, com o intuído de captar a poluição que estivesse efetivamente suspensa no ar à altura média de respiração de uma pessoa. Além disso, o equipamento não poderia ser posicionado embaixo de árvores por conta das folhas que tendem a cair naturalmente (Figura 5).

Figura 5 – Modelo de instalação e posicionamento do equipamento



Fonte: Santos (2011, p. 91)

Durante período de medição, foram feitas rotineiras observações para certificação da normalidade do processo, e assim, evitar perdas de amostras.

Ao final da fase de coleta do MPTS, os coadores foram desconectados das garrafas e ambos etiquetados; as garrafas foram devidamente fechadas com tampas, para posteriormente fazer a refiltragem da água armazenada (Figura 6), esta foi medida com um pluviômetro para obter com precisão o quanto choveu em cada local. Os filtros foram armazenados em sacos plásticos e devidamente identificados (Figura 7).

Figura 6 – Refiltragem da água armazenada



Figura 7: Armazenamento dos filtros



Fonte: Santos (2011, p. 75 e p. 113)

Ressaltando que os filtros formam pesados em uma balança analítica de precisão antes de todo o processo de confecção, instalação e captação, pois apesar dos filtros terem sido produzidos em série de forma industrial, suas massas possuem diferenças, não podendo assim ter sido atribuído uma média geral de peso, dessa forma, o peso final do filtro, ou seja, após o período de captação será outro, e utilizando a operação matemática de subtração, obterá por fim o valor do resíduo de poluição que permaneceu retido.

Para zelar pela segurança da sociedade e não haver possíveis problemas com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) quanto à proliferação do mosquito da Dengue (*Aedes Aegypti*) na cidade, por conta da água limpa e parada que ficou armazenada nos recipientes, nos bocais das garrafas ao encaixar o coador de café, foi aplicada uma espessa camada de cola de silicone, vedando assim, toda e qualquer abertura, impossibilitando que o mosquito viesse a depositar suas larvas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão apresentados de forma descritiva e analítica, os resultados encontrados a partir das pesagens dos filtros, conforme foram descritos anteriormente, e assim, correlacionando tais resultados com a descrição panorâmica do entorno dos locais de onde foram instalados os equipamentos, observando a possível existência de indústrias e lavouras, intensidade de fluxo de trânsito, circulação de ar, etc., numa tentativa de compreender e justificar a quantidade de MPTS na atmosfera urbana de Dourados.

Dos 32 bairros observados, os centrais e os que estão mais próximos ao centro possuem fluxo de trânsito maior e, consequentemente, de maior concentração de resíduos sólidos suspensos no ar.

Os bairros escolhidos também são inerentes a maior (visualmente) emissão de poluentes pelos veículos automotores, diferentemente dos bairros localizados na periferia, os quais se mostram mais calmos com relação ao trânsito, porém, deve-se levar em consideração se há pavimentação asfáltica ou não, indústrias e até mesmo lavouras. Pois, sendo o fluxo de trânsito de média a alta intensidade em ruas não asfaltadas, os MPTS's são emitidos em proporções maiores.

A partir desse momento, serão apresentadas as análises dos resultados coletados em campo, que por sua vez foram planilhados para melhor compreensão dos níveis de concentração de MPTS e suas possíveis causas evolutivas/cumulativas. Isso, com intuito de contribuir para o entendido de quais tipos de espaços sociais organizados, têm contribuição efetiva para a ocorrência de concentração e permanência dos MPTS na atmosfera urbana de Dourados.

Para a classificação dos resultados encontrados, optou-se por usar o tabelamento dos dados, onde pudesse demonstrar de forma simples e eficaz, as diferenças quantitativas dos bairros amostrados com o uso de cálculo matemático. Para tanto, a tabela é dotada de subdivisões de classes, e os valores do "Quartil" determinam as classificações de baixa, média, elevada e muito elevada de concentração de MPTS no ar, e cada classe está definida por cores distintas, como o azul, verde, amarelo e vermelho (Tabela 2).

Portanto, essa regra veio a satisfazer a necessidade de classificar os resultados amostrados para sua melhor compreensão. Então, o maior resultado do conjunto de valores encontrados na diferença de peso dos filtros é o do Ponto 19 com 0,1929g, resultado do quartil é 0,048, que significa ¼ do valor total, salientado que se optou por usar somente três casas após a vírgula, para melhor análise.

A classificação de concentração ficou da seguinte forma:

- Baixa (azul) para valores até 0,048g;
- Média (verde) para valores de 0,049g à 0,096g;
- Elevada (amarelo) para valores de 0,097g à 0,144g;
- Muito elevada (vermelho) para valores maiores ou igual a 0,145g.

Para realizar a análise dos resultados amostrados, foi necessário usar um cálculo matemático de subtração para obter os valores de diferença entre os filtros. E a equação utilizada para adquirir a quantidade de MPTS coletado foi a seguinte: **PS = (P2 – P1)**

Onde: PS = quantidade de partícula sólida (em gramas) coletada no período;

P2 = peso do filtro após amostragem;

P1 = peso do filtro antes da amostragem.

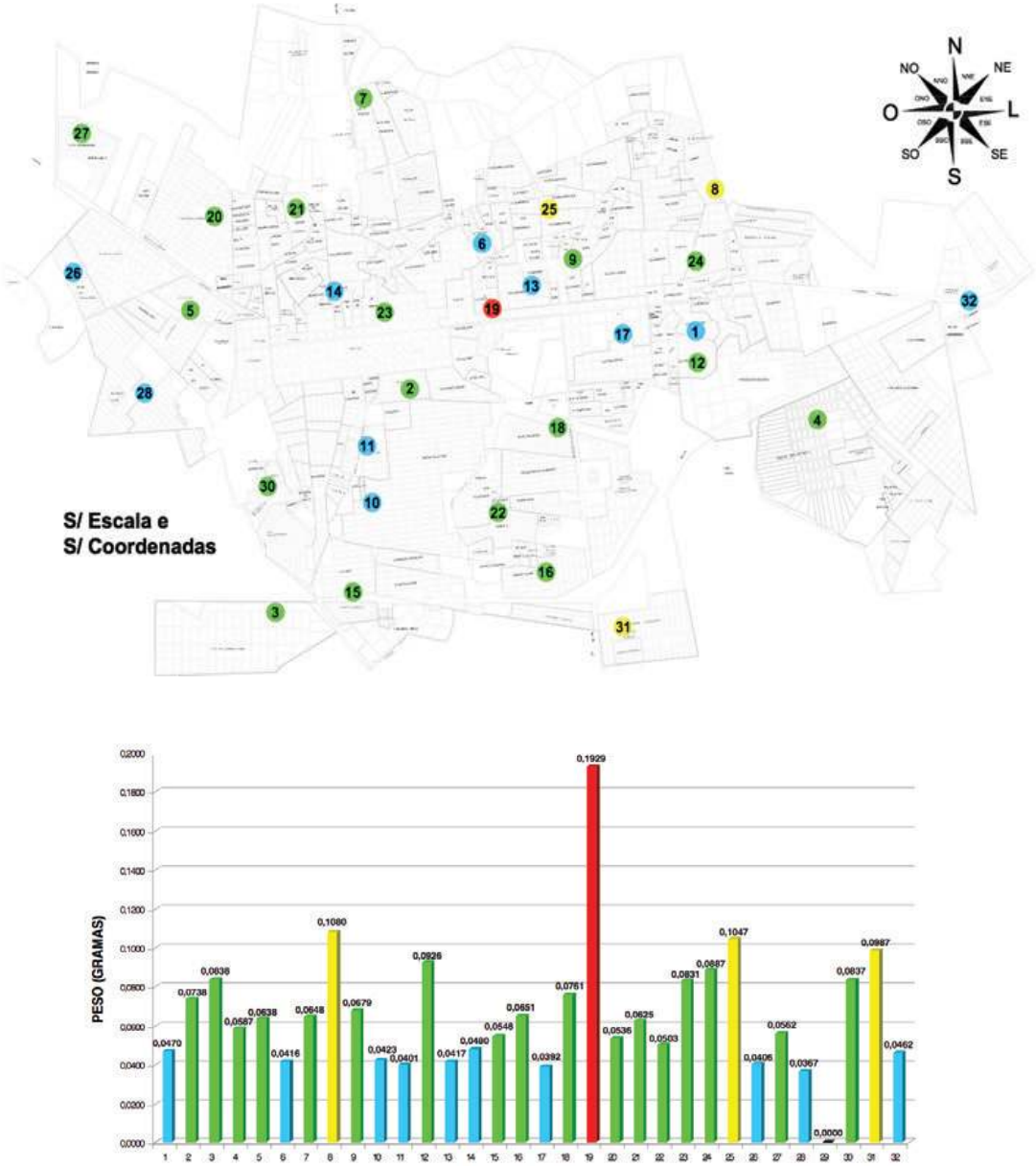
Tabela 2 – Subdivisão em classes dos resultados das concentrações de MPTS amostrados

PONTO	CONCENTRAÇÃO DE MPTS				CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DO QUARTIL	CÁLCULO DA DIFERENÇA INERENTE AOS FILTROS
	BAIXA	MÉDIA	ELEVADA	MUITO ELEVADA		
1					<0,048g = baixa concentração de MPTS; de 0,049g a 0,096g = média concentração de MPTS; de 0,097g a 0,144g = elevado concentração de MPTS; > 0,145g = muito elevado concentração de MPTS	0,0470
2						0,0738
3						0,0838
4						0,0587
5						0,0638
6						0,0416
7						0,0648
8						0,1080
9						0,0679
10						0,0423
11						0,0401
12						0,0926
13						0,0417
14						0,0480
15						0,0548
16						0,0651
17						0,0392
18						0,0761
19						0,1929
20						0,0536
21						0,0625
22						0,0503
23						0,0831
24						0,0887
25						0,1047
26						0,0406
27						0,0562
28						0,0367
29	...	...	...	...		...
30						0,0837
31						0,0987
32						0,0462

Organização: Santos (2011, p. 115)

De acordo com os dados amostrais das diferenças de valores, inerentes aos filtros conforme apresentado na Tabela 2, optou-se em construir um cartograma em conjunto com um gráfico que proporcionasse leitura simples, contemplando efetivo entendimento sobre os níveis reais de concentração de MPTS presentes na atmosfera dos bairros estudados. Salientando que, o gráfico e o cartograma, obedecem às cores que representam os níveis classificatórios da concentração de partículas aéreas. Segue o Figura 8 com as referidas informações.

Figura 8 – Concentração de MPTS e sua distribuição espacial na cidade de Dourados (MS)



Fonte: Santos (2011, p. 116)

O cartograma apresentado na Figura 8, diz respeito à localização dos pontos amostrais, onde que cada ponto está com sua respectiva cor classificatória dos níveis de poluição, além disso, para facilitar a leitura do produto cartográfico, cada ponto está indicado com um número dentro do círculo, referente aos bairros pesquisados.

O referido cartograma tem ligação direta com o gráfico em colunas apresentado em seguida, pois, o mesmo demonstra a real situação da condição da concentração de poluição dos bairros amostrados.

A análise interpola com as condições físicas e de organização social do espaço onde foi pesquisado, isto é, para justificar os valores obtidos nessa pesquisa, são apontadas de forma relacional às condições e características físicas dos entornos dos locais de onde foram dispostos os equipamentos.

Constata-se então, que mais de 50 % dos pontos amostrados demonstram nível de concentração de MPTS no ar de "baixa concentração", visto que, a maioria dos pontos amostrais não existe lavouras ou indústrias em seu entorno, exceto o ponto 32, que apesar de fornecer um resultado de baixa concentração, possui em seu entorno indústrias, lavouras e está localizado às margens da BR 163, na qual o fluxo de trânsito é intenso. Porém pode se justificar o referido resultado, pelo fato de ser um local ainda de pouca aglomeração urbana, pois há vários terrenos baldios, promovendo intensa e livre circulação de ar, e, consequentemente melhor dispersão da poluição.

Já os pontos amostrais que apontam resultados para "média concentração" do MPTS, apresentam fluxo de trânsito de intensidade razoável, onde a circulação de veículos tem pico máximo no período diurno. Também deve se levar em consideração, que as condições de aglomeração urbana desses locais são relativamente densas, isto é, além de serem muitas, essas construções são bem próximas umas das outras, além disso, há grande quantidade de árvores no seu entorno, dificultando a circulação de ar, fazendo com que as partículas sólidas permaneçam suspensas na atmosfera por mais tempo.

Deve-se ressaltar que, a maioria desses bairros possui pavimentação asfáltica e poucos terrenos baldios. Alguns dos pontos pesquisados possuem lavouras e indústrias em seu entorno, como é o caso do ponto 3, além disso, o referido ponto, não possui pavimentação asfáltica, mas com a existência de vários terrenos baldios, e poucas árvores, favorecendo a circulação de ar e a dispersão dos particulados.

Os pontos 8 e 31, que apresentaram resultados com nível de concentração de MPTS "elevada", podem ser justificados, pelo intenso fluxo de trânsito e pela existência de indústrias e lavouras em seus entornos. Já o ponto 25, que também apresentou elevado nível de concentração, não existem indústrias e nem lavouras em seu entorno, mas o fluxo de trânsito é muito grande, isso, pelo fato de dar acesso a vários outros bairros.

O único ponto que apresentou o nível de concentração de poluição atmosférica"muito elevada, como se pode observar na Figura 8, é o ponto 19, onde o principal fator que justifica esta condição, é a extrema intensidade do fluxo de trânsito de veículos. Devendo também considerar que o referido bairro está no centro da aglomeração

urbana, no qual, a circulação de ar não é expressiva, por conta das várias edificações, constituindo-se, portanto como barreiras do ar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O esperado com esse trabalho foi proporcionar o efetivo conhecimento a respeito dos tipos de tempo e clima, em escalas global, regional e local. O objeto de estudo dessa pesquisa foi o ambiente atmosférico urbano da cidade de Dourados (MS), e estabelecer compreensão ao sujeito observador dessa cidade quanto às dinâmicas climáticas e sazonalidade dos tipos de tempo que nela acontece. Além disso, desejou-se, desenvolver um roteiro-metodológico simples e acessível que levasse a uma pesquisa de campo totalmente possível, que contemplasse de forma concreta a mensuração em termos quantitativos da massa da poluição atmosférica de Dourados por material particulado.

Esta pesquisa vem, também, chamar a atenção no que diz respeito à saúde da população geral, a qual pode ser prejudicada por conta de inalação dos materiais particulados suspensos na atmosfera do perímetro urbano, onde se concentram fluxos de veículos, emissões de poluição industriais e da queima de biomassa. Problemática esta que se pode agravar nos períodos de inverno, pois a condição de tempo é estável, e isso contribui para a permanência de partículas sólidas suspensas no ar por mais tempo, provocando recorrente proliferação de doenças respiratórias, entre outras.

Os resultados desse trabalho foram apresentados de forma classificatória dos níveis de concentração de MPTS na atmosfera da área urbana de Dourados. Dessa forma, subsidiou as análises posteriores à quantificação e prováveis justificativas das ocorrências dos referidos resultados. Vale ressaltar que essa pesquisa, desenvolvida em 2011, se constituiu como pioneira na cidade com essa linha de estudo. Então, os resultados amostrados, subsidiaram e ainda subsidiarão novas pesquisas, contribuindo para o enriquecimento das produções científicas em climatologia para cidade.

As questões inerentes às condições climáticas e do conhecimento dos processos das elevações de emissão de poluente na atmosfera, devem contribuir para a compreensão de que posteriormente deva haver o desenvolvimento de técnicas de monitoramento e prevenção da concentração de materiais particulados na atmosfera, sendo que esta possui grande potencial em provocar desconforto físico nos habitantes do perímetro urbano.

Valendo dizer, que essa pesquisa foi apenas a "ponta do *iceberg*" no que se refere às pesquisas em qualidade do ar em Dourados (MS), pois, posteriormente ao presente estudo, foi estabelecido no âmago dos autores, o desejo de dar prosseguimento às pesquisas de temática clima urbano e subsistema físico-químico, para compreensões efetivas, da poluição atmosférica — como resultado da produção/interação homem/meio – dos ambientes urbanos, em especial, do referido município.

Para ratifica o que foi dito anteriormente, aponta-se publicações, fruto dos resultados de pesquisas inerentes à qualidade do ar (canal do subsistema da Teoria do Clima

Urbano), de Santos (2014a; 2014b; 2016), Santos e Silva (2013; 2014; 2016a; 2016b) e Silva (2014).

Por fim, é válido elencar que, no ano de 2016, Santos V. A., com orientação de Silva C. A., iniciou novo projeto de pesquisa para tese de doutoramento – no Laboratório de Geografia Física-LGF pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGG da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD — sob o título "Sistema clima urbano e análise rítmica: subsistema físico-químico e ritmo climático de Dourados (MS)", com o objetivo de estabelecer, o ritmo dos tipos de tempo e clima, a partir do entendimento da dinâmica da circulação atmosférica regional, e suas influências nas dispersões/concentrações de material particulado inalável e MPTS no ambiente urbano da cidade. Sabendo que, ambas as teorias, clima urbano e análise rítmica, foram apregoadas por Monteiro (1971; 1976).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A. Bases conceituais em climatologia geográfica. **Mercator** – Revista de Geografia da UFC, ano 08, n. 16, pp. 255-261, 2009.

CARVALHO, B. A**. Ecologia e Poluição**. Freitas Bastos – Rio de Janeiro, 1975, 177p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) – EMPRESA AGROPECUÁRIA OESTE (CPAO) – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:<https://www.embrapa.br/agropecuaria-oeste >. Acesso em: jan. 2011.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. **O Clima da Região de Dourados, MS** – Embrapa (MS), Documentos 92 – 2. ed., 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades–Mato Grosso do Sul–Dourados. Disponível em:<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=500370>. Acesso em: jan. 2011.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, 206p.

MONTEIRO, C. A. F**.** Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia,** Rio de Janeiro), ano XVIII, n.1, 1951.

_____. **Análise rítmica em climatologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia – USP/IG, 1971.

_____. **Teoria e clima urbano**. Tese. (Livre-Docência) FFLCH, USP, São Paulo, 1976.

NIMER, E. **Climatologia da Região Centro-Oeste**. Climatologia do Brasil, 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

PARRA, M. A. T. **Regiões Bioclimáticas do Estado de Mato Grosso do Sul**. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001. Tese (Doutorado).

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e a organização do espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 16, n. 1, pp. 119- 131, 1998.

SANTOS, V. A. **Dinâmica Climática e Poluição Atmosférica na cidade de Dourados (MS)**. Monografia (Graduação em Geografia). Universidade Federal da Grande Dourados. Mato Grosso do Sul, 2011.

_____.**A qualidade do ar de Dourados (MS):** uma contribuição aos estudos de Clima Urbano com foco no subsistema físico-químico. Dissertação (Mestrado em…) . Universidade Federal da Grande Dourados. Mato Grosso do Sul: UFGD, 2014a.

_____. O Sistema Clima Urbano (S.C.U.): procedimentos de pesquisa no subsistema físico-químico, mensurando a qualidade do ar. In: SILVA, Charlei Aparecido da; FIALHO, Edson Soares; STEINKE, Ercília Torres. (Orgs.). **Experimentos em Climatologia Geográfica**. Dourados (MS): EdUFGD, 2014b. pp. 35-53.

_____. A qualidade do ar em Dourados (MS): uma contribuição aos estudos de clima urbano com foco no canal físico-químico. In: SANT'ANNA NETO, João Lima;AMORIM, Margarete C. de Costa Trindade;SILVA, Charlei Aparecido da. (Orgs.). **Clima e gestão do território**. Presidente Prudente: PACO, 2016. pp. 341-368.

SANTOS, V. A.; SILVA, C. A. Conexões entre clima e saúde: classificação e quantificação das ocorrências de internações hospitalares por deficiências do aparelho respiratório dos habitantes do município de Dourados (MS) de 2008 a 2011. **Revista Geonorte**, v.1, n.5, pp.749-760, 2012. Edição Especial 2-Climatologia.

_____. Abordagens climatológicas e Geografia da Saúde: espacialização de poluentes atmosféricos e suas relações com as morbidades hospitalares por infecção do trato respiratório nos habitantes de Dourados (MS) no período de 2008 a 2012. In: ENANPEGE: geografias, políticas públicas e dinâmicas territoriais. 10.2013, Campinas (SP). **Anais...** Campinas, UFGD, 2013. v. 1. pp. 9134-9145.

_____. Procedimentos de pesquisa no canal físico-químico, mensurando a qualidade do ar das cidades: o exemplo de Dourados (MS). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 11 / SIMPÓSIO PARANAENSE DE CLIMATOLOGIA, 5.- REUNIÃO DA COC-UGI, 2014, Curitiba (PR). SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 11/ SIMPÓSIO PARANAENSE DE CLIMATOLOGIA, 5.- REUNIÃO DA COC-UGI. Curitiba (PR): ABClima, pp. 24-37, 2014.

_____. Qualidade do ar e clima urbano: material particulado inalável presente na atmosfera urbana da cidade de Dourados (MS)/Brasil e seus possíveis desdobramentos na saúde humana. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO, 9.; SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 5. UMDGEO – Departamento de Geografia. Guimarães – Portugal, 2016a. pp. 979-992.

_____. A produção do espaço urbano e a qualidade do ar da cidade de Dourados (MS). **Revista de Geografia**, Recife, v. 33, n. 4, pp. 158-187, 2016b.

SILVA, C. A. **A variabilidade das chuvas na bacia do rio Corumbataí e implicações no consumo e na qualidade das águas do município de Rio Claro (SP)**. 2001. Dissertação (Mestrado em…). IGCE, UNESP, Rio Claro, 2001.

_____.Technique de recherche sur le climat urbain axee sur le sous-systeme physico-chimique. In**: Environnement et géomatique:** approches comparées France-Brésil, 2014, Rennes. França: USP/Université Rennes2, 2014. pp. 379-386.

SORRE, M. Le Climat. In: SORRE, M. **Les Fondements de la Géographie Humaine.**Paris: Armand Colin, 1951. Chap. 5, pp. 13-43.

TROPPMAIR, H.**Metodologias simples para pesquisar o meio ambiente**. Rio Claro, Graff Set, 1988. 232p.

ZAVATINI, J. A. Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. **Geografia**, Rio Claro, v. 17, n. 2, pp. 65-91, out. 1992.

_____.**As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul:** estudos geográficos com vista à regionalização climática. São Paulo: Cultura Acadêmica/ EdUNESP, 2009.

_____.; SANT'ANNA NETO, J. L. **Variabilidade e Mudanças Climáticas**. EdUEM – Maringá (PR), 2000.

Recebido para publicação em Agosto de 2017
Aceito para publicação em Dezembro de 2017