



## PAISAGEM URBANA E A PRESENÇA DE MATERIAL PARTICULADO TOTAL EM SUSPENSÃO (MPTS) NO AR DA CIDADE DOURADOS (MS): EPISÓDIOS DE INVERNO E PRIMAVERA DE 2017

*Urban landscape and the presence of TSP in the air of the city of Dourados (MS): winter and spring 2017 episodes*

*Paisaje urbano y presencia de MPTS al aire en la ciudad de Dourados (MS): episodios de invierno y primavera de 2017*

Vladimir Aparecido Sorana dos Santos  

Universidade Federal da Grande Dourados/Geografia  
vladimirvas@yahoo.com.br

Charlei Aparecido da Silva  

Universidade Federal da Grande Dourados/Geografia  
charleisilva@ufgd.edu.br

**Resumo:** Este trabalho objetivou compreender e identificar a presença e a concentração de MPTS (Material Particulado Total em Suspensão) na cidade de Dourados (MS) no inverno e na primavera de 2017. Como o estudo de clima urbano trata do subsistema físico-químico, que correlaciona a distribuição têmporo-espacial de MPTS com a paisagem urbana da cidade. A concentração do MPTS foi utilizada como um indicador da qualidade do ar. Uma rede de coleta de MPTS foi criada na forma de pontos fixos, distribuídos uniformemente na cidade e em função das características da paisagem urbana. Os resultados indicaram correlações diretas e indiretas com o padrão de uso e ocupação do solo urbano. Observou também padrões espaço-temporais distintos entre o inverno e a primavera, bem como, diferenças quantitativas e qualitativas no MPTS presente nas amostras. No inverno houve a predominância de materiais silicosos, enquanto na primavera a matéria orgânica destacou-se. Em ambas as estações observou-se que a qualidade do ar se demonstrou desfavorável a saúde humana.

**Palavras-chave:** Poluição atmosférica. MPTS (Material Particulado Total em Suspensão). Paisagem Urbana. Clima Urbano. Dourados (MS).

**Abstract:** This study aimed to understand and identify the presence and concentration of total suspended particles (TSP) in Dourados (MS) during the winter and spring of 2017. As the urban climate study deals with the physical-chemical subsystem, it correlates the temporospatial distribution of TSP with the city's urban landscape. The TSP concentration was used as an air quality indicator. A collection of TSP networks was created in fixed points evenly distributed in the city, according to the characteristics of the urban landscape.

The results indicated direct and indirect correlations with the pattern of use and occupation of urban land. It also observed distinct spatiotemporal patterns between winter and spring and quantitative and qualitative differences in the TSP present in the samples. In winter, siliceous materials were predominant while, in spring, the organic matter stood out. In both seasons, it was observed that the air quality was unfavorable to human health.

**Keywords:** Atmospheric pollution. TSP (Total Suspended Particles). Urban landscape. Urban Climate. Dourados (MS).

**Resumen:** Este estudio tuvo como objetivo comprender e identificar la presencia y concentración de MPTS (Material Particulado Total en Suspensión) en la ciudad de Dourados (MS) en invierno y primavera de 2017. Como el estudio de clima urbano se ocupa del subsistema físico-químico, se correlaciona temporal - distribución espacial de MPTS con el paisaje urbano de la ciudad. La concentración de MPTS se utilizó como indicador de la calidad del aire. Se creó una red de captación MPTS en forma de puntos fijos, distribuidos uniformemente en la ciudad y según las características del paisaje urbano. Los resultados indican correlaciones directas e indirectas con el patrón de uso y ocupación del suelo urbano. También observó distintos patrones espacio-temporales entre invierno y primavera, así como diferencias cuantitativas y cualitativas en el MPTS presente en las muestras. En invierno predominaron los materiales silíceos, mientras que en primavera se destacó la materia orgánica.

**Palabras clave:** Contaminación atmosférica. MPTS (Material particulado total en suspensión). Paisaje urbano. Clima Urbano. Dourados (MS).

Submetido em: 07/09/2021

Aceito para publicação em: 10/02/2022

Publicado em: 16/02/2022

## 1. A PAISAGEM URBANA, O CLIMA URBANO

Estudos de clima urbano tem identificado que as cidades e o ambiente urbano são resultados das ações/interferências sociais que ocorrem essencialmente no seu interior. Nas cidades, principalmente, dos países pobres e/ou em desenvolvimento, são cada vez mais complexas as manifestações de problemas ambientais, uma contradição na prática de sua preservação. Nesse cenário, a depender do poder econômico, a saúde e o bem-estar dos indivíduos que nelas vivem muitas vezes são fragilizados. “A cidade, [...] não é somente uma construção humana; ela é esta construção somada a todo o suporte que a precedeu – Natureza – mais as atividades humanas” (MENDONÇA, 2004, p.185)

Nesse sentido os conceitos de paisagem urbana se enquadram como essenciais, a paisagem se estabelece como a combinação dinâmica de elementos naturais, ou seja, os físico-químicos, biológicos e antrópicos, numa conjuntura inter-relacionada e interdependente. E, em dado momento de tempo cronológico, espaço e momento social formam um conjunto único e indissociável, que pode estar em equilíbrio ou não – dessa inter-relação e interdependência surge o contexto de paisagem urbana, a qual está em permanente evolução, propiciando a produção de percepções mentais e sensações estéticas como um “ecossistema visto” (HARDT, 2000).

Aponta-se assim uma complexidade na organização das paisagens urbanas, sendo elas multidimensional e multifuncional, das quais lidam, de forma concomitante, com as seguintes dimensões funcionais: de processos naturais biotecnológicos e das informações biofísicas naturais. Além disso, as dimensões: mentais e de percepção cognitiva, transmitidos por informação cultural e expressos na paisagem natural e cultural, são intimamente interligados (NAVEH, 2010). Adler e Tanner (2015) justificam que os aspectos novos e atuais dos ecossistemas urbanos são o resultado da modificação do hábitat e da mudança de entrada e saída de energias e matérias, provocadas pela intensa capacidade humana de adotar ações voltadas a metas e objetivos. Esses, ao serem alcançados dentro do ambiente construído, exigem inevitavelmente a entrada e saída de energia e materiais, dessa forma, estão imbuídas consequências intencionais e não intencionais.



Neste sentido:

“os sistemas urbanos têm uma entrada imensa de energia, água, nutrientes e materiais. [...]”, e, “[...] tijolos, cimento, metal, madeira, papel e plástico chegam às toneladas e são usados em construções, embalagens e mercadorias. Então “o movimento de materiais, a construção civil e a elevada densidade populacional humana criam níveis de perturbações diferentes, em termos de tipo, frequência e magnitude, dos existentes em outros ecossistemas” (ADLER E TANNER, 2015, p.43-44, respectivamente).

Adler e Tanner (2015, p. 44) afirmam que “a magnitude de entrada e saída e a modificação rápida do habitat apresentam aos organismos urbanos novos desafios que excedem muito as dificuldades típicas de sistemas não urbano”; e continuam indagando que, “os organismos que persistem e prosperam precisam estar pré-adaptados à presença humana, ser capazes de ajustar o comportamento ou a fisiologia ou evoluir com rapidez suficiente para se reproduzir” (2015, p. 44).

Para Forman e Godron (1981) a paisagem urbana é formada por dois mecanismos que operam juntos dentro de seus processos geomorfológicos específicos de limites e distúrbios específicos dos ecossistemas.

E para Pérez (2000, p.33 – tradução nossa):

[...] a apreciação e análise de uma paisagem deve ser dada através da observação geral dos elementos que são capturados de relance e por meio de instrumentos de observação e medição dos componentes não perceptíveis externamente eles dão razão para os fatores e causas que geram qualidade da imagem paisagística e valor de uso disso.

Quanto a forma de classificar os componentes da paisagem urbana, Hardt (2000, p.15) descreve:

a) ambientais: integrados por fatores fixos, móveis e mutáveis dos sistemas natural e cultural; b) estéticos/perceptivos: compostos por elementos visuais e composição paisagística; também percebidos na paisagem alguns elementos não visuais - sonoros, táteis, odoríferos e movimento, entre outros.

Para Hardt (2000) as paisagens podem ser classificadas como: natural, manejada, cultivada, suburbana e urbana.

Portanto, ao analisar uma paisagem urbana é imprescindível, primeiro, considerar o contexto social, econômico, ambiental e cultural, onde que é fundamentalmente importante compreender as relações e interações, já que, todas as atividades realizadas nessas paisagens,

associadas ao inadequado planejamento e infraestrutura, podem comprometer negativamente a qualidade do ambiente. A qualidade ambiental surge como fator preponderante em toda e qualquer análise das paisagens urbanas (LIMA, 2013), condições essenciais para os estudos de qualidade do ar.

A construção da paisagem urbana resulta na configuração do clima urbano, esse é percebido nas formas sensoriais e visuais dos observadores, isto é, os sistemas que o compreende e que retornam à paisagem urbana, como impactos pluviométricos, de confortos térmicos e de poluição. É possível compreender que a produção da paisagem urbana está associada à qualidade ambiental, visto que é a responsável pela ocorrência de um clima urbano, o qual tem grande potencial desfavorável ou não à sociedade urbana em variadas escalas – condição presente no Sistema Clima Urbano (SCU), proposto por Monteiro (1976).

Do ponto de vista climático é pelas relações de troca entre as atividades intraurbanas com a atmosfera, que é possível perceber as diferenças singulares dos “espaços construídos” circunvizinhos, ou seja, climas distintos dentro de um mesmo ambiente urbano, que apontam para a teoria de Sistema Clima Urbano (SCU). O SCU importa energia através do seu ambiente, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estados, mudanças e transformações internas, a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente, configurando-se como um todo de organização complexa que se pode enquadrar na categoria dos sistemas abertos (Ibid., 1976, p. 96). A poluição do ar evidenciada nas cidades é resultado dessa complexa relação e interdependência.

As transformações ocorridas no interior dos ambientes urbanos são, assim, convertidas ao clima da cidade, implicando determinantemente em consideráveis transformações, como os arquipélagos de calor/frescor e da poluição do ar (SANTOS, 2020). Esses exemplos são, indubitavelmente, as demonstrações mais eloquentes de como a paisagem urbana é um agente ativo nas configurações e características do clima urbano.

O conjunto-produtos do SCU pressupõe vários elementos que evidenciam a participação urbana no desempenho do sistema. Sendo variada e heterogênea tal produção, é que se pode estabelecer simplificada os canais de percepção humana, ou seja, poluição do ar, arquipélagos de calor/frescor, inundações no espaço urbano, entre outras formas, destacam-se nos climas urbanos, denotando as peculiaridades do clima da cidade – essa é, talvez, a ligação estrutural e concisa do SCU e dos estudos sobre a paisagem urbana.

De fato observa-se de forma profícua o uso do SCU em concomitância com outras proposições metodológicas, nesse caso a concepção de paisagem urbana – Santos e Silva (2021).

Considera-se o clima urbano como a modificação expressiva de um clima local, que é causada pela interferência social de uma área urbanizada, ainda que não sendo possível apontar com exatidão o número de habitantes e sua concentração populacional, densidade de edificações ou mesmo o grau de impermeabilização em que esse distúrbio do clima local se inicia (OKE, 1973; MONTEIRO, 1976; LANDSBERG, 2006; ASSIS, 2010). A essa definição acrescenta-se o componente, paisagem urbana, a qual traz elementos do cotidiano tangíveis (infraestrutura) e intangíveis (aspectos socioeconômicos).

Os estudos pertinentes às poluições enquadram-se no Subsistema Físico-Químico com o Canal II - Qualidade do ar. Os impactos na saúde e o agravamento ou desenvolvimento de algumas doenças são causadas pelo grau da má qualidade do ar das quais são reflexos das atividades intraurbanas, e estas por sua vez, refletem a dinâmica socioambiental da paisagem urbana.

Para Monteiro (1976) a Qualidade do Ar enquanto canal de percepção, aponta a poluição como um dos males do século passado, condição que ainda é destaque no século XXI. Importante salientar que o apontamento da ONU também vem ao encontro desse aspecto, assim, reforça a ideia de que a poluição do ar traz efeitos nocivos à saúde humana.

Em nota emitida esta segunda-feira (03 de junho de 2019), em Genebra, o especialista (David Boyd) destaca que 7 milhões de pessoas morrem prematuramente todos os anos devido à poluição do ar. Destas vítimas, 600 mil são crianças. De acordo com o relator, 90% da população mundial respira ar poluído. Para ele, a poluição do ar é um “assassino silencioso, invisível e prolífico”. Esse problema “afeta de forma desproporcional mulheres, crianças e comunidades pobres. (ONU NEWS, 2019)

O clima urbano deve ser como um sistema global formado por uma série de subsistemas integrados no qual a noção de coparticipação do homem e da natureza estão no resultado final. “O sistema climático é, portanto, uma estrutura global, organizada e hierarquizada horizontalmente (na estrutura) e verticalmente (na função)” (MONTEIRO, 1993, p. 11).

Como o produto de estabelecimento do Clima Urbano, em especial do subsistema físico-químico e da paisagem urbana da cidade de Dourados no Mato Grosso do Sul (MS), foi

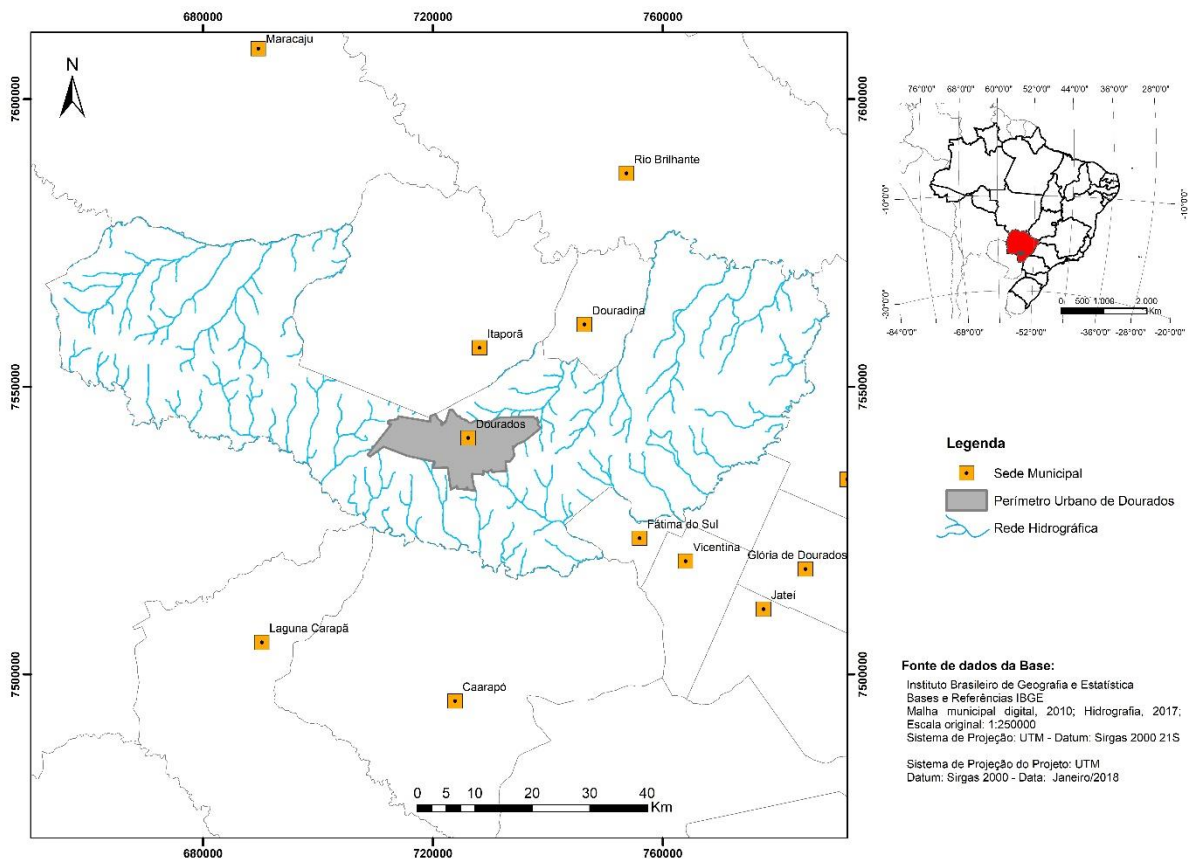
feita a espacialização dos arquipélagos de MPTS (material particulado total em suspensão) e suas concentrações em dois períodos do ano de 2017, no inverno e primavera. Para tanto houve a necessidade da construção do mapa de usos e ocupações do solo urbano, o qual tem o resultado de uma paisagem urbana ímpar, composta por uma área urbana adensada circundada por extensas áreas de monocultura (soja, milho e cana-de-açúcar), quando comparada com outras cidades do Mato Grosso do Sul.

As estações escolhidas para análise, inverno e primavera, são marcadas pela estabilidade e instabilidade do tempo, que estão associadas com a ocorrência ou não de chuvas. Sabe-se que o elemento chuva é determinante para a depuração da atmosfera, pois de acordo com Oke (1987, p. 305) “[...] a eventual remoção de poluentes por processos relacionados à precipitação (chamados de eliminação), por sedimentação gravitacional ou por absorção superficial e impactação, está relacionada ao estado da atmosfera”. No caso de Dourados o inverno é frequentemente marcado pela ausência de chuvas, as quais sazonalmente voltam a ocorrer na primavera.

## **2. DOURADOS (MS), UMA CIDADE CONTINENTAL**

O município de Dourados (MS) localiza-se na porção centro Sul de Mato Grosso do Sul, em números absolutos é segundo maior do estado, com mais de 220 mil habitantes – figura 1. Seu desenvolvimento, sua economia, baseia-se e se alicerça no setor agroindustrial e serviços.

**Figura 1** - Localização e limite territorial do município de Dourados/MS com sua área urbana



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021).

A cidade Dourados é classificada como de médio porte, conforme estabelecido pelo IBGE em 2014, cidades médias são aquelas que possuem população entre 100 mil e 500 mil habitantes. Sua área urbana apresentou uma grande expansão nas últimas duas décadas, isso em decorrência do crescimento advindo da exportação de *commodities*, o plantio de soja essencialmente. A cidade vem sendo foco de estudos que procuram compreender as dinâmicas urbanas e ambientais, as políticas implementadas teve como objetivo o acesso à moradia, das quais transformaram a malha urbana, neste sentido observa-se recorrentes modificações e reestruturações, Santos (2014).

No caso específico de Dourados as concentrações de material particulado são advindos dos processos naturais e antrópicos. As partículas são produzidas pela ruptura mecânicas de produtos sólidos, levando o nome de “poeirão”, e, também, podem ser produzidas pela condensação de vapores de substâncias que se solidificam em temperatura ambiente, recebendo o nome de fumos (SOTO, 1991 apud SANTOS, 2014). Assim as concentrações de MPTS estão associadas as tempestades e fortes instabilidades do tempo, que provocam a



suspensão de material particulado total de diversas naturezas e em grande volume para a atmosfera, esses cobrem toda a cidade mudando sua paisagem. Um cenário ideal para ocorrência da má qualidade do ar.

A cidade de Dourados, por ter o agronegócio como uma de suas principais fontes de economia, com vastas áreas destinadas à monocultura no seu entorno, é alvo de recorrentes tempestades de poeira sazonalmente, as quais deixam o céu com uma coloração avermelhada devido à re/suspensão de partículas sólidas, advindas do solo pelas turbulências atmosféricas – figura 2. As dispersões e/ou concentrações de poluentes na atmosfera estão estritamente ligadas às influências dos tipos de tempo e as condições sazonais evidenciadas nas estações do ano, percebidos por meio das ações dos elementos do clima que se estabelecem na cidade (SANTOS, 2014).

**Figura 2** – Área urbana da cidade de Dourados (MS), tarde do dia 20 de julho de 2017



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021).

A área onde localiza-se Dourados, sob o ponto de vista climático é influenciada por um clima subtropical úmido onde alternam sistemas tropicais, polares e frentes (NIMER, 1989; ZAVATTINI, 2009). A ocorrência e a predominância desses sistemas ao longo do ano, em concomitância com aspectos do relevo, são responsáveis assim pelas características do clima e dos tipos de tempo. A distribuição das chuvas, os valores de evapotranspiração e de

temperatura, entre outros, resultam dessa dinâmica, dessa alternância de sistemas polares e tropicais. Os invernos são secos, marcados pela ausência das chuvas e por baixas temperaturas, decorrentes de sistemas frontais e da massa Polar Atlântica (mPa), quando intensos registram-se temperaturas abaixo de 10°C com facilidade. Por outro lado, os verões tendem a ser chuvosos e quentes, temperaturas acima de 30°C são comuns, isso em decorrência da atuação de sistemas tropicais, a massa Tropical Continental (mTc) e a massa Tropical Atlântica (mTa), características evidenciadas por Santos, Silva e Schneider (2011).

É importante salientar que o sítio urbano de Dourados é marcado por um relevo plano e com poucas variações de altitude. No ponto mais baixo registra-se 334 metros e no mais elevado próximo de 500 metros. Essa condição é atribuída as condições geomorfológicas predominantes, havendo pequenas colinas associadas os poucos fundos de vales existentes. Essas características facilitaram sua ocupação espacial e nela predominam construções horizontais, com poucos prédios; a verticalização, portanto não marca a paisagem urbana.

A configuração da paisagem urbana e do sítio urbano de Dourados são de fundamental importância para a espacialização dos climas urbanos, assim como a morfologia do sítio (SANTOS, 2020). Observam-se influências diretas no comportamento dos elementos meteorológicos, na concentração e/ou dispersão de materiais particulados, e, sobretudo nesse estudo, do qual foi denominado dos arquipélagos de MPTS.

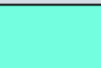











### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

No que se refere ao mapa de uso e ocupação do solo, Monteiro (1990), registra sua imprescindibilidade nos estudos inerentes ao clima urbano, esse é um importante documento na definição dos pontos que serão amostrados no interior urbano, e, também consequentemente na coleta dos dados primários de MPTS desta pesquisa. Para a confecção do referido produto cartográfico optou-se pela utilização de imagens de satélite de alta resolução e fotografias aéreas, pois, ambos os produtos de acordo com Assis (2010), apresentam o mesmo resultado em termos de conteúdo informativo.

Devido a gama de variedades dos tipos de uso do solo do perímetro urbano de Dourados utilizou-se a tipologia que se estabelece de forma predominante para cada quadra/polígono da base cartográfica georreferenciada disponibilizada pela Secretaria Municipal de Planejamento (SEPLUR) de Dourados (MS).

O processo de classificação foi executado com a utilização da imagem de alta resolução (10m) disponibilizada pela *United States Geological Survey* (U.S.G.S.) do satélite Sentinel-2 em concomitância simultânea das imagens do satélite *QuickBird* da *DigitalGlobe*, nas escalas 1:1.500. Fez-se uso também da Lei Complementar nº 205 de 19 de outubro de 2012 que dispõe sobre o “Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo e o Sistema Viário no Município de Dourados e dá outras providências”, mais especificamente o Anexo IV. Quando houve dificuldades de visualização ou interpretação das imagens em alguns lugares, foram feitas visitas *in loco* para sanar as dúvidas. As classes adaptadas do modelo de Assis (2010), foram estabelecidas por meio de tipos de uso com sua respectiva cor, conforme figura 3, com a utilização do *software ArcGis 10.2.2* (*Environmental Systems Research Institute - ESRI*), com o total de 12 classes.

**Figura 3** - Classes de uso e ocupação do solo urbano predominante no perímetro urbano de Dourados (MS).

Tipo de Uso	Cor	Descrição do tipo de uso
Comercial e serviços até 02 pavimentos		Compra e venda de produtos e/ou serviços com estrutura arquitetônica de até 02 pavimentos
Comercial e serviços de 03 a 05 pavimentos		Compra e venda de produtos e/ou serviços com estrutura arquitetônica de 03 a 05 pavimentos
Comercial e serviços de 06 a 12 pavimentos		Compra e venda de produtos e/ou serviços com estrutura arquitetônica de 06 a 12 pavimentos
Residencial até 02 pavimentos		Residência com estrutura arquitetônica de até 02 pavimentos
Residencial de 03 a 05 pavimentos		Residência com estrutura arquitetônica de 03 a 05 pavimentos
Residencial de 06 a 16 pavimentos		Residência com estrutura arquitetônica de 06 a 12 pavimentos
Residencial misto		Residência com atividades agregadas de pastagens, policulturas e/ou hortifrutigranjeiro
Especial - Aeroporto/ Universidades/Outros		Aeroporto, presídio, universidades, escola federal, estadual e/ou municipal, creches, hospitais, delegacias e/ou ginásio poliesportivo, administração pública
Especial Ambiental- Praça/Parque/Reserva Legal		Reserva Legal, praças, parques, lagos, bosques, mata ciliar
Industrial		Industria de bens de consumo
Misto		Monocultura e/ou pecuária
Vazio Urbano		Área sem utilização comercial, residencial e/ou industrial

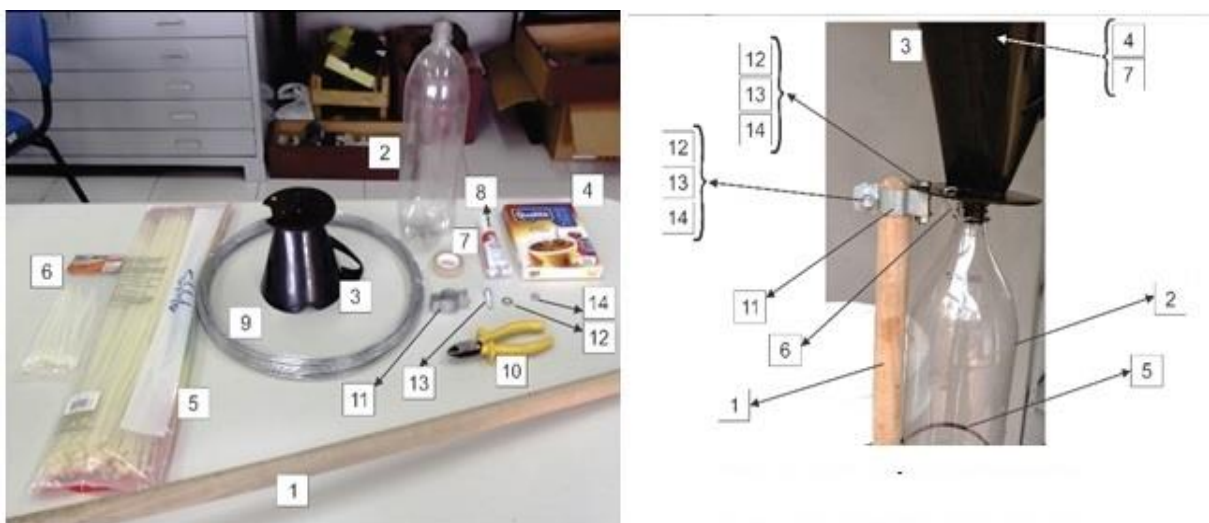
Fonte: Santos (2020, p. 127)

Para confecção dos equipamentos de captação de MPTS, optou-se por adaptar a proposta de Troppmair (1988). A técnica propõe utilizar coadores de papel descartáveis e uma balança analítica de precisão afim de determinar a quantidade de partículas sólidas presentes no ar de forma pontual de uma dada área, em especial de áreas urbanas. A técnica foi aprimorada por Santos (2011) e testada em Santos e Silva (2012); Santos e Silva (2017).

No momento da instalação dos coletores de MPTS foi realizada uma leitura panorâmica da área e o seu entorno com o objetivo de dar maior eficiência ao equipamento. Um raio mínimo de três metros foi definido, esse livre de interferência e/ou forçantes (construções e árvores), a ideia consistiu em reter a maior quantidade de MPTS e com isso evidenciar a poluição naquele ponto.

Para a construção do equipamento foi necessário: um cabo de “vassourão” de madeira de 1,80 metros; uma garrafa pet plástica descartável de no mínimo dois litros; um coador de café de PVC; filtros de papel descartáveis, tamanho 102; duas abraçadeiras de nylon de 4,8 X 500 mm; duas abraçadeiras de nylon de 2,5 X 150 mm; rolo de fita adesivas transparentes do tipo Durex; tubos de cola de silicone; rolo de arame galvanizado 18AWG; alicate de corte; uma abraçadeira zincada D 3/8”; quatro arruelas zincadas lisas 1/4”; dois parafusos sextavados zincados 1/4” X 1.1/4”; duas porcas sextavadas zincadas 1/4”. Na figura 4 estão registrados os materiais descritos:

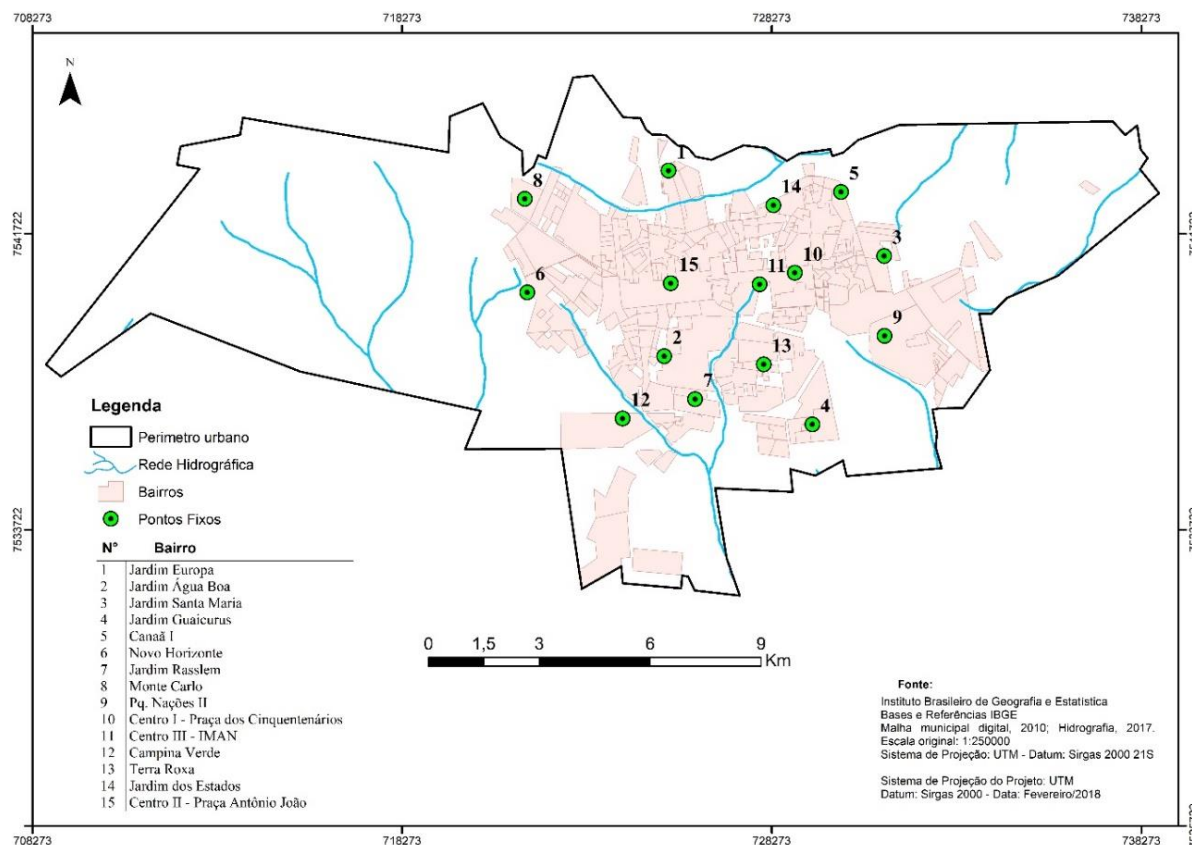
**Figura 4** - Materiais necessários para confecção do equipamento coletor de MPTS.



**Fonte:** Santos (2020, p. 146)

Para execução da pesquisa optou-se por criar uma rede de amostragem, foram construídos e instalados 15 equipamentos. A distribuição dos pontos visou cobrir o máximo possível da área urbana - figura 5. Os pontos fixos foram escolhidos a partir das classes de uso e ocupação do solo urbano, especificamente, no perímetro urbano da cidade de Dourados – figura 6. Foram selecionados dois períodos para amostra, o inverno e a primavera de 2017, assim os equipamentos ficaram instalados por 60 dias em cada estação, ou seja, no inverno de 06 de julho a 03 de setembro e a primavera de 29 de outubro a 27 de dezembro, com o propósito de evidenciar e entender o subsistema físico-químico da atmosfera local em associação com as características climáticas sazonais.

**Figura 5** – Rede de monitoramento de MPTS instalada na área urbana de Dourados (MS)



Fonte: Santos (2020, p. 130)

Antes de serem instalados os filtros foram pesados por meio de uma balança analítica de precisão devidamente aferida, marca *Bel Engineering* modelo *Mark série M*. Os filtros antes da pesagem foram submetidos a estufa para que toda a umidade fosse retirada, isso para que não houvesse interferência nos valores aferidos durante a pesagem, antes ou após seu uso. A



fim de compreender e mensurar as concentrações de MPTS e sua distribuição espacial o filtro de papel foi trocado a cada dez dias. O procedimento permitiu assegurar uma amostragem de cinco episódios para a concentração de MPTS no inverno e a mesma quantia na primavera.

Com a finalidade de mensurar a poluição do ar no ponto fixo amostrado, no que tange aos cálculos de concentração dos MPTS, esse foi feito por meio da seguinte fórmula (equação 1):

$$C = \frac{m}{V} \quad 1.$$

Onde:

C = Concentração

m = massa

V = Volume

A massa foi obtida na deposição dos MPTS nos dez dias amostrados. Para o volume de ar, optou-se por utilizar o valor de sete litros de ar por minuto (7 L/min) que é relativo ao que uma pessoa inspira em média, conforme Barret et al. (2010). O resultado final, concentração (C), por inferência, revela a quantidade de MPTS que esteve presente no ar no período. Ao final tomou-se como base a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama 03/90 (2012), e, as classificações da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Cetesb (2011) quanto ao índice geral de PQA (Padrão de Qualidade do Ar), o que permitiu a determinação das classes qualitativas que indicam a qualidade do ar em cada ponto amostrado, respectivamente: boa, moderada, ruim, muito ruim e péssima. As cores foram atribuídas às classes a fim de evidenciá-las. Assim, o padrão apresentado segue as regulamentações e as normativas vigentes na legislação brasileira - Cetesb (2011); Conama (2012).

A interpolação dos valores obtidos de MPTS foi feita no ArcGis 10.2.2, da qual utilizou-se o do método de análise espacial IDW (Ponderação pelo Inverso da Distância), que atribui pesos ponderados aos pontos amostrais existentes da tabela de atributos do *software*, de modo que a influência de um ponto sobre outro diminui ou aumenta conforme a distância do novo ponto estimado.

Visando compreender a concentração e a espacialidade do MPTS no inverno e na primavera optou-se por interpolar o valor médio, obtido a partir do valor total encontrado para cada ponto amostrado, nos cinco episódios selecionados. Foram criadas Zonas de

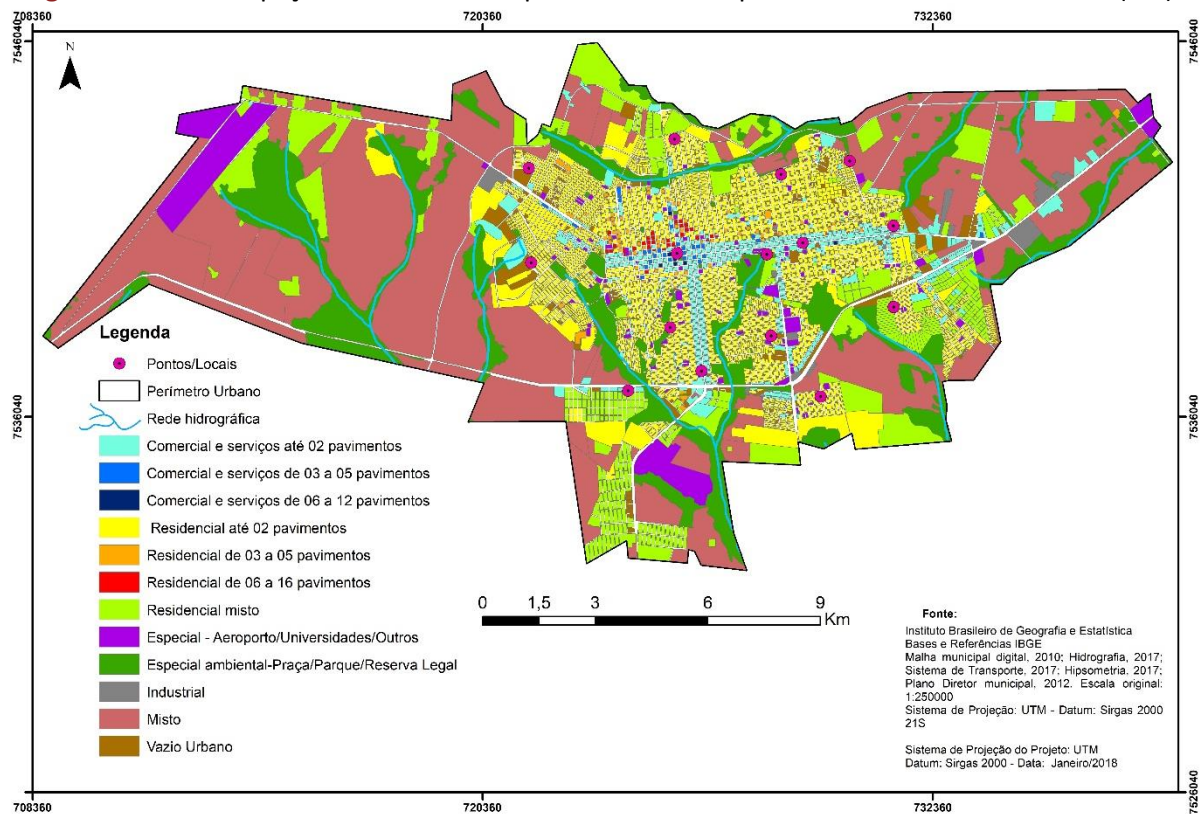
Inferência com o objetivo de priorizar na análise as isolinhas advindas, essencialmente, dos valores registrados nos pontos fixos de coleta – minimizando as generalizações causadas pela interpolação. Concomitante os valores reais de cada ponto encontrados foram apresentados, isto é, a concentração de MPTS de 10 dias; os mesmos foram ordenados e classificados, e esse processo proporcionou a geração das sínteses de concentração de MPTS no inverno e na primavera de 2017.

Para determinar o tipo de material presente no coletor utilizou-se a técnica de espectroscopia de infravermelho, da qual possibilitou compreender de forma qualitativa os picos de absorção dos tipos de materiais, sejam orgânicos e/ou inorgânicos presentes nos filtros de papel das amostragens do MPTS (SANTOS, 2020). Nessa técnica, a eficácia está no entendimento de que todos os compostos com ligações covalentes, sejam eles orgânicos ou inorgânicos, possuem a capacidade de absorção da frequência de radiação eletromagnética na região do infravermelho do espectro eletromagnético, e, dessa forma, na região do espectro infravermelho a transição de energia é do tipo vibracional, ou seja, quando as moléculas absorvem radiação no infravermelho, são excitadas para atingir um estado maior de energia (PAIVA et al., 2015).

#### **4. RESULTADOS: A PAISAGEM URBANA DE DOURADOS (MS)**

A respeito da qualidade ambiental, ao se analisar uma paisagem urbana, é indispensável considerar o contexto social, econômico, ambiental e cultural do local. A partir disso é possível compreender suas relações e interações que influenciam diretamente positiva e/ou negativa na qualidade do ambiente. A paisagem urbana de Dourados (MS) pode ser compreendida a partir da análise das figuras 3 e 6, essas retratam a espacialização das classes obtidas para o uso e ocupação do solo urbano.

**Figura 6 -** Uso e ocupação do solo urbano predominante no perímetro urbano de Dourados (MS).



**Fonte:** Santos (2020, p. 157)

Neste íterim a pesquisa se detém na análise das características do uso e ocupação do solo, e não na percepção da qualidade ambiental. Pois o uso e ocupação do solo tem influências diretas e/ou indiretas nos resultados obtidos, no que tange à poluição atmosférica e sua relação com a paisagem urbana.

É possível observar que grande parte do perímetro urbano ainda é composto por vazios urbanos, áreas mistas e verdes (especial ambiental – praça/parque/reserva legal). Salienta-se que essa última não tem muito em virtude da extensão e densidade da área urbanizada, sendo esta também composta por infraestrutura residencial comercial e mista. Há de se lembrar que a vegetação, com a variável cobertura vegetal, e seu indicador de densidade de vegetação, configura-se em um excelente parâmetro positivo de qualidade ambiental.

Ao mesmo tempo é factível apontar que as áreas verdes de reserva legal são em sua maior parte aquilo que circundam os córregos no interior do perímetro, não havendo de fato uma densidade de vegetação arbórea, condição que acarreta problemas socioambientais - Campos (2018).

A importância das áreas verdes (especial ambiental – praça/parque/reserva legal) é evidente, paisagens urbanas com ausência de vegetação resultam em problemas de ordem da degradação do ambiente, desequilíbrio do volume das águas pluviais, interferindo diretamente no microclima, conforto térmico e na dispersão de partículas suspensas no ar.

A paisagem urbana de Dourados tem um padrão construtivo em que a área central tem uma via transversal ao centro (Rua Hayel Bon Faker), da qual há predominância de estabelecimentos comerciais, que forma um gradiente do centro (comércio) e ao redor à periferia compostas de casas residências o que predomina um espaço horizontal. É possível perceber também vários “vazios urbanos” nos interstícios, o que dá origem as áreas mistas, essas justamente destinadas a especulação imobiliária.

É imprescindível o registro do padrão do uso do solo urbano no entorno da malha urbana central (figura 6), nele predominam características essencialmente rurais, utilizado para o plantio de soja, milho e cana-de-açúcar. Quando do vazio sanitário, período que coincide com o inverno, é comum a ocorrência de poeirões, os quais contribuem e influenciam diretamente na qualidade do ar.

Então o clima da cidade de Dourados é resultante da construção de sua paisagem urbana, a qual não privilegia a qualidade ambiental. Talvez inconscientemente, de forma sensorial, os cidadãos observam somente os impactos negativos, quando ocorrem eventos pluviométricos extremos, do registro temperaturas elevadas e/ou da poluição do ar em alguns períodos do ano.

Neste andaime a produção da paisagem urbana de Dourados (MS) está em contradição à literatura, da qual tem proposta qualidade ambiental. Em decorrência desse fato o clima urbano tem como resultado uma poluição do ar com grande potencial negativo à sociedade douradense.

### **3.1. Concentrações de MPTS: episódios de inverno e primavera de 2017**

A despeito dos MPTS os resultados alcançados nas medições das estações de inverno e primavera de 2017 permitem concluir que há correlações diretas com a paisagem urbana identificada – figura 6. As concentrações ocorrem de forma espacial e temporal, ou seja, há

agentes que decorrem da paisagem urbana e outros derivados das condições atmosféricas habituais presentes no inverno e na primavera.

Ressalta-se que as concentrações de MPTS são compostas por cinco episódios cada estação, das quais estão explicitadas nas tabelas 1 e 2 e nas figuras 7 e 8. As classificações de concentração de poluentes utilizadas na pesquisa têm como base as normativas da Cetesb (2011), e na legislação do Conama (2012).

É importante ressaltar que os resultados obtidos a partir da metodologia utilizada na determinação da poluição do ar, tendo como base o MPTS, conforme sua concentração, é diferente daqueles mensurados por meio de equipamentos eletrônicos de material particulado inalável. Aqui registra-se o acúmulo do MPTS presente na atmosfera ao longo de um tempo, essencialmente material orgânico e inorgânico que estão presentes na atmosfera, como por exemplo, poeira, fuligem, pólenes, microrganismos, insetos etc.

A concentração de MPTS na estação de inverno se comporta de forma heterogênea nos 15 pontos/locais pesquisados (figura 8), evidenciando o papel da paisagem urbana. As classificações da qualidade do ar nos episódios (EP) de inverno, tendo como base os números totais e anuais foram:

**Tabela 1** – Concentração de MPTS por classe, valores totais e percentuais (Inverno de 2017)

Classes	EP01		EP02		EP03		EP04		EP05	
	NºTotal	%	NºTotal	%	NºTotal	%	NºTotal	%	NºTotal	%
Boa	5	33,3	3	20	5	33	9	60	8	53
Moderada	8	53,3	8	53	6	40	5	33	6	40
Ruim	2	13,3	---	---	1	7	---	---	---	---
Muito ruim	---	---	---	---	1	7	---	---	---	---
Péssima	---	---	4	27	2	13	1	7	1	7

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

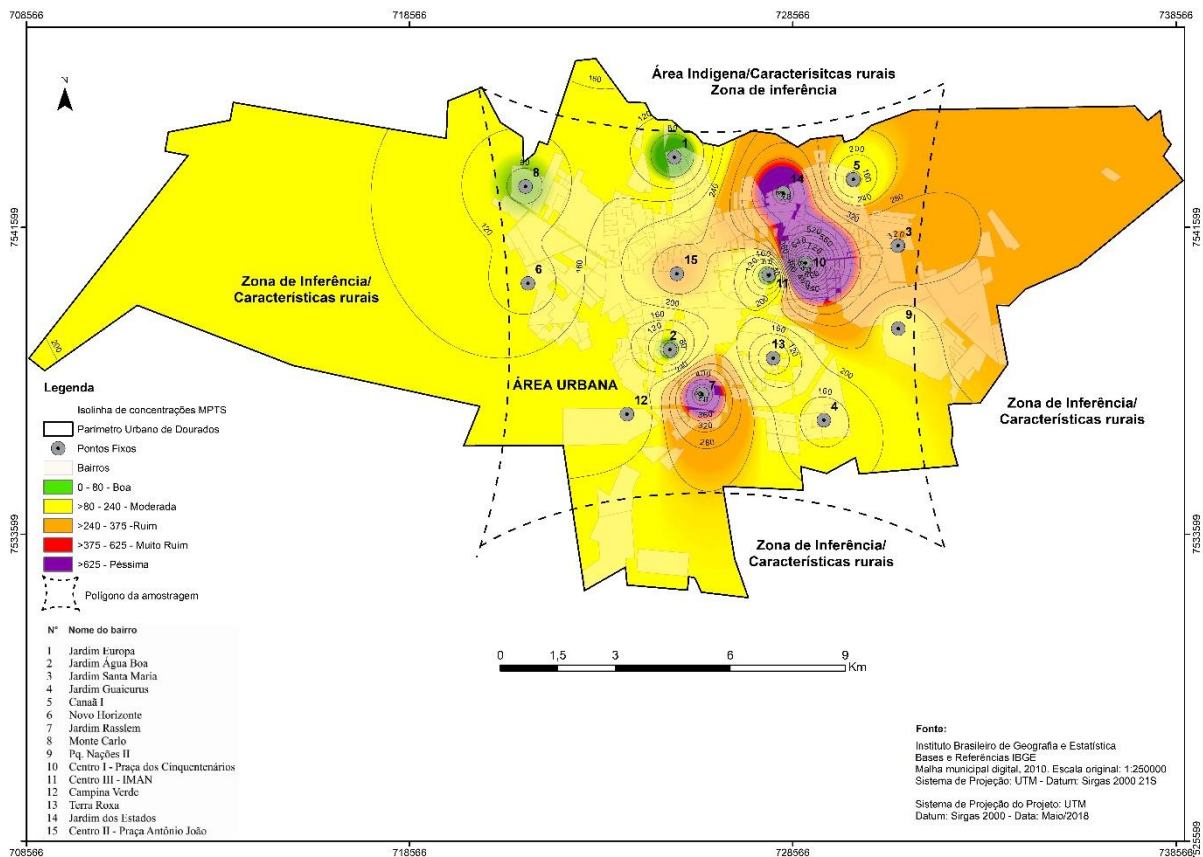
De acordo com as médias das concentrações dos cinco episódios de MPTS na estação de inverno, tabela 1 e figura 7, é possível perceber que a qualidade do ar “boa” se estabelece em quatro locais: ponto 01 (Jardim Europa); 02 (Jardim Água Boa); 08 (Monte Carlo), e, ponto 11 (Centro III-IMAN). Quanto à qualidade do ar “moderada”, estabeleceu-se nos pontos 04 (Jardim Guaicurus); 05 (Canaã I); 06 (Novo Horizonte); 09 (Parque das Nações II); 12 (Campina Verde); e ponto 13 (Terra Roxa). Já a qualidade do ar “ruim” ocorreu nos pontos 03 (Jardim



Santa Maria) e 15 (Centro II - Praça Antônio João). A classe “muito ruim” foi registrada nos pontos 07 (Jardim Rasslem) e 14 Jardim dos Estados.

Apenas um ponto registrou qualidade “péssima”, no ponto 10 (Centro I - Praça dos Cinquentenários). Este local, onde o equipamento foi instalado, é uma empresa que comercializa mudas de plantas para paisagismo, portanto a quantidade matéria orgânica retida no filtro foi elevada. Sabendo que em todo o período amostrado (60 dias do inverno) registrou-se apenas 64,2 mm acumulados de chuva, conforme dados obtidos na Embrapa-CPAO.

**Figura 7 -** Concentração e distribuição espacial de MPTS na cidade de Dourados (MS) Inverno de 2017.



	Jardim Europa	Jardim Água Boa	Jardim Santa Maria	Jardim Guaicurus	Canaã I	Novo Horizonte	Jardim Rasslem	Monte Carlo	Pq. Nações II	Centro I - Praça dos Cinquentenários	Centro III - IMAN	Campina Verde	Terra Roxa	Jardim dos Estados	Centro II - Praça Antônio João	Legenda: qualidade do ar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	BOA
Episódio 01	55,56	144,84	89,29	230,16	569,44	91,27	35,71	60,52	162,70	588,29	26,79	166,67	134,92	76,39	89,29	MODERADA
Episódio 02	74,40	96,23	1046,63	218,25	91,27	86,31	152,78	123,02	670,63	832,34	27,78	186,51	4,96	1341,27	223,21	RUIM
Episódio 03	3,97	2,98	204,37	87,30	3,97	113,10	1068,45	51,59	99,21	114,09	30,75	285,71	111,11	580,36	838,29	MUITO RUIM
Episódio 04	19,84	11,90	180,56	58,53	59,52	101,19	200,40	54,56	48,61	2537,70	20,83	135,91	36,71	146,83	3,97	PÉSSIMA
Episódio 05	59,52	52,58	83,33	84,33	27,78	97,22	902,78	62,70	77,38	53,57	68,45	29,76	135,91	136,90	160,71	
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>42,66</b>	<b>61,71</b>	<b>320,83</b>	<b>135,71</b>	<b>150,40</b>	<b>97,82</b>	<b>472,02</b>	<b>70,48</b>	<b>211,71</b>	<b>825,20</b>	<b>34,92</b>	<b>160,91</b>	<b>84,72</b>	<b>456,35</b>	<b>263,10</b>	

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Os resultados indicam que a distribuição espacial da concentração de MPTS está associada à paisagem urbana, essencialmente quando os dados são associados às características do solo urbano – figura 6. No local onde as estações de medição foram instaladas, neles predominam características de práticas comerciais diversas e/ou residencial com/sem pavimentação asfáltica, que por sua vez envolvem re/suspensão de partículas sólidas.

Destaque das classes “muito ruim” e “péssima”, são elas: ponto 07 está dentro das conformidades de uma marmoraria; ponto 14 em proximidade de área agrícola; ponto 10 localizado em uma via muito movimentada além de estar ao lado de um depósito de materiais para construção, com carga e descarga frequente de areia e cimento.

Os pontos classificados com qualidade do ar “boa” são os pontos 1, 2, 8 e 11, são locais com pouco adensamento urbano, ótima circulação de ar na dispersão dos MPTS e/ou fluxo de trânsito pequeno com ruas totalmente asfaltadas. Nas áreas identificadas com as classes “moderada” a “muito ruim” evidencia-se dificuldades na circulação do ar devido à grande concentração de imóveis que estão em áreas de plantações, com recorrentes incêndios e solo descoberto no período de vazão sanitário.

Nas medições de inverno foi possível constatar que as partículas que estavam depositadas nos filtros eram de materiais silicosos advindos do solo, devido a ruptura mecânica do mesmo e ressuspensas pelos distúrbios atmosféricos, pois esta estação foi marcada por vendavais. Soma-se também o fluxo de trânsito do local. Constatou-se ainda a presença de cinzas provenientes das queimas de matéria orgânica, condição que se acentua no inverno.

No que tange a concentração média de MPTS na estação da primavera observou-se um comportamento espacial homogêneo entre os 15 pontos/locais pesquisados. Faz-se a ressalva que houve a necessidade de descartar três amostras do ponto 13, todavia, isso não comprometeu o cômputo total amostrado, nem mesmo a interpolação dos resultados. Frente a isso registrou-se as seguintes classes de qualidade do ar durante os episódios (EP) amostrados na primavera:

**Tabela 2** – Concentração de MPTS por classe, valores totais e percentuais (Primavera de 2017)

Classes	EP01		EP02		EP03*		EP04*		EP05*	
	NºTotal	%	NºTotal	%	NºTotal	%	NºTotal	%	NºTotal	%
Boa	---	---	1	7,1	---	---	---	---	2	14,3
Moderada	---	---	5	35,7	3	21,4	---	---	4	28,6
Ruim	8	57,1	5	35,7	6	42,9	7	50,0	3	21,4
Muito ruim	5	35,7	1	7,1	2	14,3	5	35,7	2	14,3
Péssima	2	14,3	3	21,4	3	21,4	2	14,3	3	21,4

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021).

Na primavera, é importante salientar, que há o aumento de microrganismos, pólen, insetos, entre outros tipos de matéria orgânica, identificados nas análises de laboratório, motivo que se atribui o aumento da concentração de MPTS retidos nos filtros, em comparação com o período de inverno. A ocorrência de chuvas na primavera também contribui para o acúmulo do MPTS, período em que as amostras registradas foram de 340, 7 mm.

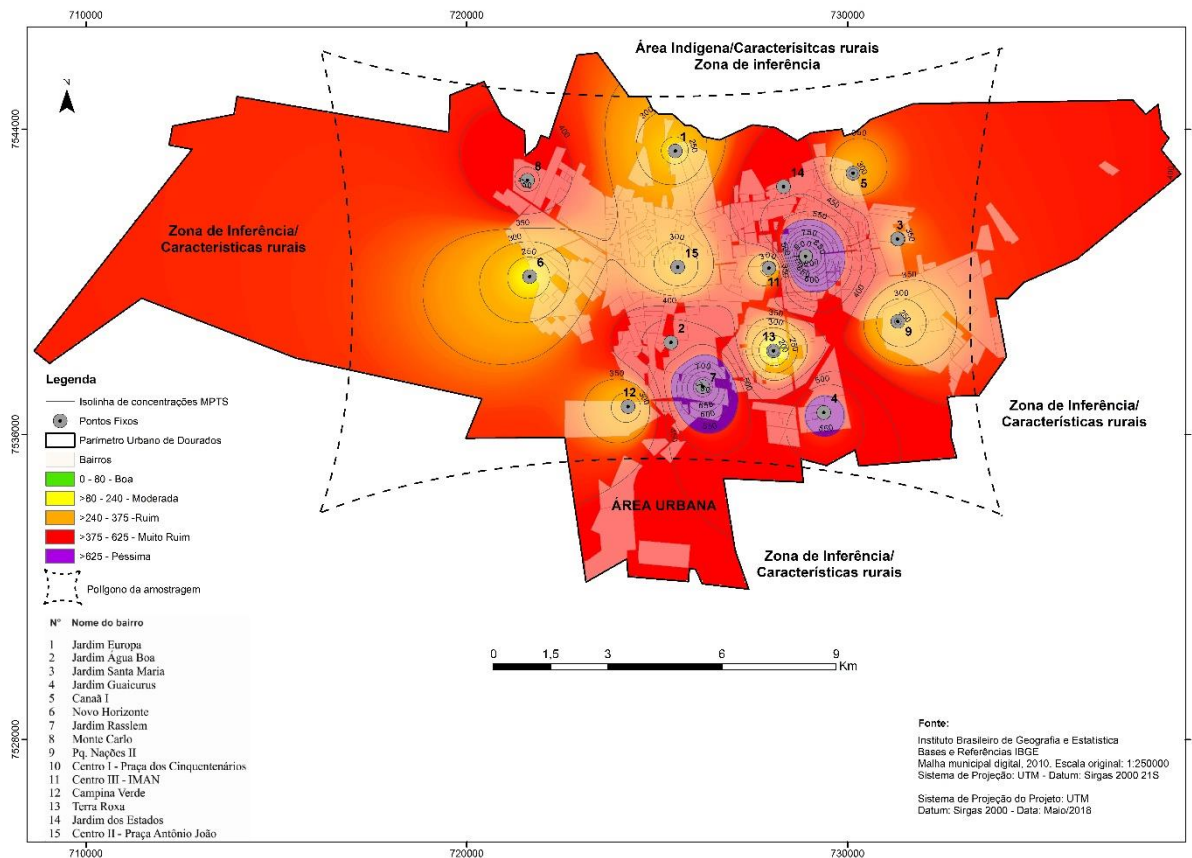
Na figura 8 e tabela 2 observa-se que a condição de qualidade do ar “péssima” se apresentou nos pontos 07 (Jardim Rasslem), o qual está posicionado em frente de um parque municipal com grande quantidade de vegetação, lagoa e nascente de córrego; e no ponto 10 (Centro I - Parque dos Cinquentenários).

Nos pontos onde a qualidade do ar é determinada como “péssima”, no caso o 7, se comercializa e fabrica peças de mármore e granito, e por isso, a grande concentração de MPTS. Por sua vez, o ponto 10, é uma área de comércio paisagista com inúmeras plantas e ao lado uma empresa de materiais para construção, com depósitos de areia.

Próximo ao ponto 14 há um terreno vazio com recorrentes incêndios, outro fator é que o bairro é próximo de lavouras de monocultura. Os registros indicam também que os locais inseridos em áreas intensamente urbanizadas, com a circulação de ar comprometida, dificultam a dispersão dos MPTS. Aqui se evidencia a importância da paisagem urbana na determinação da qualidade do ar.

Os resultados permitem concluir que na primavera a maioria dos pontos se classificam entre ruim e péssima pelo fato do aumento de microrganismos na atmosfera e, conseqüentemente, a deposição nos filtros de coleta.

**Figura 8 - Concentração e distribuição espacial de MPTS na cidade de Dourados (MS) Primavera de 2017.**



	Jardim Europa	Jardim Água Boa	Jardim Santa Maria	Jardim Guaicurus	Canaã I	Novo Horizonte	Jardim Rasslem	Monte Carlo	Pq. Nações II	Centro I - Praça dos Cinquentenários	Centro III - IMAN	Campina Verde	Terra Roxa	Jardim dos Estados	Centro II - Praça Antônio João	Legenda: qualidade do ar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Episódio 01	245,04	309,52	408,73	572,42	445,44	343,25	845,24	405,75	284,72	735,12	336,31	338,29	367,06	426,59	277,78	MODERADA
Episódio 02	100,20	562,50	319,44	671,63	244,05	179,56	307,54	308,53	191,47	649,80	221,23	303,57	16,87	817,46	174,60	RUIM
Episódio 03	242,06	568,45	299,60	789,68	235,12	287,70	941,47	222,22	253,97	759,92	427,58	298,61	S/ registro	308,53	237,10	MUITO RUIM
Episódio 04	383,93	431,55	471,23	463,29	243,06	246,03	796,63	285,71	357,14	796,63	347,22	254,96	S/ registro	438,49	257,94	PÉSSIMA
Episódio 05	212,30	554,56	238,10	425,60	320,44	59,52	1039,68	1058,53	154,76	1768,85	29,76	174,60	S/ registro	246,03	309,52	
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>236,71</b>	<b>485,32</b>	<b>347,42</b>	<b>584,52</b>	<b>297,62</b>	<b>223,21</b>	<b>786,11</b>	<b>456,15</b>	<b>248,41</b>	<b>942,06</b>	<b>272,42</b>	<b>274,01</b>	<b>191,96</b>	<b>447,42</b>	<b>251,39</b>	

Fonte: Santos (2020, p. 250).

Em síntese, a comparação entre as figuras 7 (inverno) e 8 (primavera) permite identificar as diferenças têmporo-espacial de concentração dos MPTS na cidade de Dourados, isso proveniente da paisagem urbana e as características atmosféricas que predominam em cada estação. A metodologia utilizada aponta que no inverno a concentração de MPTS é inferior à da primavera, porém, observa-se diferenças qualitativas no material presente na atmosfera. Para além da quantidade de MPTS na atmosfera o tipo de material também é um elemento essencial para determinar a qualidade do ar.

## 5. CONSIDERAÇÕES

Os avanços dos estudos de clima urbano têm propiciado com mais ênfase a identificação de que as cidades e o ambiente urbano, são resultados das ações/interferências sociais que ocorre essencialmente no seu interior. Nas cidades, por sua vez, principalmente nos países pobres e/ou em desenvolvimento, são cada vez mais complexas as manifestações de problemas ambientais, uma contradição na prática de sua preservação. Neste cenário, a depender do poder econômico, a saúde e o bem-estar dos indivíduos que nelas vivem muitas vezes são fragilizados.

Os conceitos de paisagem urbana combinam-se às dinâmicas dos elementos naturais, isto é, os físico-químicos, biológicos e antrópicos, numa conjuntura inter-relacionada e interdependente, a qual está em permanente evolução e transformação. Resultando, portanto em dimensões mentais e de percepção cognitiva, transmitidos por informação cultural e expressos na paisagem natural e cultural intimamente interligados, e assim, as paisagens podem ser classificadas como natural, manejada, cultivada, suburbana e urbana.

Em uma análise de paisagem urbana, deve-se considerar o contexto social, econômico, ambiental e cultural, e é fundamentalmente importante compreender as relações e interações presentes no meio urbano. E com isso, a construção da paisagem urbana resulta na re/configuração do clima urbano, este que é percebido nas formas sensoriais e visuais dos observadores, isto é, dos sistemas que o compreendem e que retornam à paisagem, como impactos pluviométricos, de temperaturas e de poluição. A cidade de Dourados dessa forma representa esse contexto, essencialmente no que diz respeito a quantidade de MPTS presente no ar.

A metodologia proposta a fim de determinar a concentração espacial de MPTS demonstrou-se eficiente e acessível. Observou-se que para os estudos do subsistema físico-químico as análises episódicas são as mais interessantes das quais devem ser feitas ponto a ponto em função das características físicas e a distribuição urbana da própria cidade. Disso reside a necessidade e a importância de estabelecer redes de pontos fixos para mensuração e amostragem dos dados.

A espacialização da paisagem urbana permitiu concluir e identificar 12 classes de uso e ocupação do solo urbano (figura 6), havendo predominância de uso residencial e misto, esse



último, resultado da ampliação do perímetro urbano, por meio da alteração do plano diretor da cidade. De fato, grande parte do perímetro urbano do município, o entorno da área urbana, constitui-se como área rural, havendo predominância de monoculturas, alternância de soja, milho e cana-de-açúcar que contribuem significativamente para o aumento da quantidade de materiais particulados na atmosfera.

A identificação e espacialização dos arquipélagos de MPTS (figuras 7 e 8), bem como suas concentrações, em grande parte evidencia as características do perímetro urbano vigente. Observa-se como resultado uma paisagem urbana ímpar, quando comparada com outras cidades com as mesmas dimensões e características.

Considera-se importante ressaltar que pesquisas inerentes à qualidade do ar da cidade de Dourados, em específico da área urbana, devem-se dar prosseguimento e acrescentar a paisagem urbana e os tipos de tempo associados. A hipótese de má qualidade do ar via MPTS necessita estudos ininterruptos, sequenciais, para que no futuro possa se pensar em como atenuar e/ou eliminar os efeitos negativos da poluição no ambiente urbano, via proposição inclusive de leis e de políticas públicas específicas.

## REFERÊNCIAS

- ALDLER, Frederick R.; TANNER, Colby J. **Ecosistemas urbanos: princípios ecológicos para o ambiente construído**. Tradução Maria Beatriz de Medina. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- ASSIS, Wellington Lopes. **Sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva tempo-espacial**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2010.
- BARRET, Kim et al. **Ganong's Review of Medical Physiology**. 23rd edition. McGraw-Hill Medical, USA, 2010.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. 2010. **Relatório de qualidade ambiental do Estado de São Paulo, 2010**. São Paulo: CETESB, 2011.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resoluções do Conama: resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012.
- DIGITAL GLOBE. Satélite QuickBird. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>.
- DOURADOS (Município - MS). Lei Complementar nº 205, de 19 de outubro de 2012. **“Dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo e o Sistema Viário no Município de Dourados e dá outras providências”**. Páginas 01 a 173, 19 de outubro de 2012.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Empresa Agropecuária Oeste - **Embrapa-CPAO**. Disponível em <[https://mob.cpao.embrapa.br/?lc=site/banco-dados/base\\_dados](https://mob.cpao.embrapa.br/?lc=site/banco-dados/base_dados)>.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). *Software ArcGIS Professional GIS for the desktop, version 10.2.2*, 2014.

FORMAN, Richard T. T.; Godron, Michel. Patches and Structural Components for a Landscape Ecology. **BioScience**, v. 31, n. 10, p. 733-740, nov. 1981.

HARDT, Letícia Peret Antunes. **Subsídios à Gestão da Qualidade da Paisagem Urbana: Aplicação a Curitiba – PR**. 2000. 369 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

LANDSBERG, Helmut Erich. O clima das cidades. **Revista do Departamento de Geografia**, p. 95-111, 2006.

LIMA, Valéria. **A Sociedade e a Natureza na paisagem urbana: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental**. Tese de Doutorado em Geografia. Presidente Prudente, SP: UNESP, 2013.

MENDONÇA, Francisco. S.A.U. O Sistema Socioambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: MENDONÇA, Francisco (Org.) **Impactos Socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, p. 185-208, 2004.

MONTEIRO, Ana. **Clima Urbano do Porto: Contribuição para a definição das estratégias de planejamento e ordenamento do território**. Tese de Doutorado. Universidade do Porto – Portugal, 1993.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. São Paulo, USP/FFLCH, Tese (Livre-Docência), 1976.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano: estratégias na abordagem geográfica. **Geosul**, n. 09, ano V – 1º semestre, p. 61-79, 1990.

NAVEH, Zev. Ecosystem and landscapes – a critical comparative appraisal. **Journal of Landscape Ecology**, v. 3, n. 1, p. 64-81, 2010.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

OKE, Timothy Richard. City size and the urban heat island. **Atmospheric Environment - Pergamon Press**, v. 7, p. 769-779, 1973.

OKE, Timothy Richard. **Boundary layer climates**. London: Methuen & Co., second edition, 1987.

NAÇÕES UNIDAS. **ONU NEWS - Perspectiva Global Reportagens Humanas**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/06/1674651>. Acesso: 12 jul. De 2021.

PAIVA, Donald L; LAMPMAN, Gary M.; KRIZ, George S.; VYVYAN, James R. **Introdução à Espectroscopia**. Tradução: Pedro Barros e Roberto Torrejon. 2a edição – São Paulo: Cengage Learning, 2015.

PÉREZ, Edmundo. Paisaje urbano en nuestras ciudades. Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia. **Revista Bitácora Urbano Territorial**, n. 4, primeiro semestre, p. 33-37, 2000.

SANTOS, Vladimir Aparecido. **Dinâmica Climática e Poluição Atmosférica na cidade de Dourados (MS)**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia. Dourados, MS: UFGD, 2011.

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

SANTOS, Vladimir Aparecido Sorana. **A cidade de Dourados-MS, se há céu claro, calor; vento e céu alaranjado, poeira, poeirão: um estudo de clima urbano**. 2020. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, Dourados-MS, 2020.

SANTOS, Vladimir Aparecido; SILVA, Charlei Aparecido; SCHNEIDER, Heverton. As características do clima de Dourados (MS) e suas conexões com os sistemas atmosféricos regionais. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 9, p. 80- 93, 2011.

SANTOS, Vladimir Aparecido; SILVA, Charlei Aparecido. O clima de Dourados (MS) e a proposição de um roteiro-metodológico simples para entender a poluição atmosférica de áreas urbanas. **Revista GEONORTE**, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 969-982, 2012.

SANTOS, Vladimir Aparecido; SILVA, Charlei Aparecido. Técnica de pesquisa para mensurar a poluição atmosférica por material particulado total em suspensão (MPTS). **Revista Entre-Lugar**. v. 8, p. 142-163, 2017.

SANTOS, Vladimir Aparecido Sorana dos; SILVA, Charlei Aparecido. **Imbricações: Teoria Geral dos Sistemas, Sistema Clima Urbano e Paisagem Urbana**. In: Silva, Charlei Aparecido da Silva [et al.]. Geografia & pesquisas: do pensar e do fazer. Porto Alegre (RS), TotalBooks, 2021.

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

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (U.S.G.S.). Satélite Sentinel-2. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

ZAVATTINI, João Afonso. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudo geográfico com vista à regionalização climática**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.