



## VARIAÇÃO TEMPORAL DAS CONCENTRAÇÕES DE MP<sub>10</sub> E MP<sub>2,5</sub> DURANTE OS ANOS DE 2008 E 2009 EM CUIABÁ-MT, BRASIL.

RODRIGO MARQUES<sup>1</sup>

**Resumo:** Em Cuiabá, as concentrações de MP<sub>10</sub> medidas entre 2008 e 2009 variaram entre 11 e 188,6  $\mu\text{g m}^{-3}$ , sendo que na fração de MP<sub>2,5</sub> variou entre 2,8 e 77,6  $\mu\text{g m}^{-3}$ , e na fração de MP<sub>2,5-10</sub> variou entre 6,2 e 149,8  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Apenas 52% das amostras de MP<sub>10</sub> apresentaram concentrações de até 50  $\mu\text{g m}^{-3}$  e cerca de 29% das amostras medidas para MP<sub>2,5</sub> apresentaram concentrações de até 10  $\mu\text{g m}^{-3}$  diários (recomendado pelo GQA estabelecido pela OMS). Também se verificou que as amostras medidas na estação seca, em geral apresentaram o dobro das concentrações medidas durante a estação chuvosa, o que indica a contribuição das queimadas na área estudada.

**Palavras-chaves:** MP10, MP2,5, qualidade do ar

**Abstract:** PM<sub>10</sub> concentrations measured in Cuiabá City during 2008 and 2009 varied between 11 to 188,6  $\mu\text{g m}^{-3}$ , being 2,8 to 77,6  $\mu\text{g m}^{-3}$  for PM<sub>2,5</sub> and 6,2 to 149,8  $\mu\text{g m}^{-3}$  for PM<sub>2,5-10</sub>. Only 52% of PM<sub>10</sub> samples had concentrations until 50  $\mu\text{g m}^{-3}$  and 29% of PM<sub>2,5</sub> samples had daily concentrations to 10  $\mu\text{g m}^{-3}$  (AQG recommended by WHO). Were verified that samples measured during dry season had double concentration that measured during wet season, what can be biomass burning contribution.

**Key-words:** MP10, PM2,5, air quality

### 1 – Introdução

Os aerossóis são minúsculas partículas líquidas ou sólidas dispersas na atmosfera que apresentam insignificante velocidade terminal de queda, e cujos tamanhos variam de 0,001 a 100  $\mu\text{m}$ . Suas partículas podem ter origem natural ou antropogênica quando emitidas diretamente da fonte (aerossóis primários), mas também podem ser formadas na atmosfera (aerossóis secundários) através dos processos de conversão gás-partícula (Seinfeld e Pandis 2006; Wallace e Hobbs, 2006).

Dentre a faixa de tamanho que compreende os aerossóis, tem crescido o interesse nos estudos sobre o efeito que o material particulado inalável (MP<sub>10</sub>) existente na atmosfera pode causar a saúde humana. Compreende-se por material particulado inalável partículas com tamanho inferior a 10  $\mu\text{m}$  que ficam suspensas na atmosfera, sendo subdivididas em partículas finas – MP<sub>2,5</sub> (com tamanho de até 2,5  $\mu\text{m}$ ) e grossas – MP<sub>2,5-10</sub> (entre 2,5 até 10  $\mu\text{m}$ ), cuja composição dependerá das fontes emissoras. Sua emissão pode ser de origem antropogênica (queimadas, queima de combustíveis fósseis e atividades industriais, por

<sup>1</sup> Professor Adjunto do Departamento de Geografia na Universidade Federal de Mato Grosso.  
E-mail de contato: rodgmarques@gmail.com.



exemplo), e pode provocar vários prejuízos à saúde como problemas respiratórios, baixa defesa imunológica, problemas cardíacos, renais, neurológicos além de poder provocar alterações nos cromossomos (Wei e Meng, 2006).

A Tabela 01 compara os padrões de qualidade para  $MP_{2,5}$  e  $MP_{10}$  adotados pelo Brasil através da resolução CONAMA 03/1990 e os recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos da América (EPA).

Padrão	Concentração ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	
	$MP_{2,5}$	$MP_{10}$
OMS - 24 hs	25	50
OMS – anual	10	20
CONAMA – 24 hs	-	150 <sup>(1)</sup>
CONAMA – anual	-	50

Tabela 01 - Padrões diários e anuais de  $MP_{2,5}$  e  $MP_{10}$  adotados pelo Brasil (CONAMA), pela Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos (EPA) e os recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) <sup>(1)</sup> – Não pode ser excedido mais que uma vez ao ano.

Para a quantidade de material particulado inalável o CONAMA estabeleceu valores que indicam a situação da qualidade do ar em função da quantidade de particulado na atmosfera. O padrão internacional dos parâmetros que avaliam a qualidade do ar, no que se refere à quantidade que material particulado atmosférico é seguido por diversos órgãos ambientais no Brasil, destacando-se o trabalho realizado pela CETESB (2010). A Resolução do CONAMA n° 03 de 28/06/90 estabelece as concentrações máximas ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) de  $MP_{10}$  em 24 horas para que ocorram avisos à população, sendo: 250 para atenção, 420 para alerta e 500 para emergência.

Considerando os impactos que o material particulado inalável pode causar a saúde, este trabalho vem discutir a variação temporal das concentrações de  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$  considerando os padrões nacionais de qualidade do ar existentes para este poluente, bem como o recomendado pela OMS.



## 2 – Discussão

### 2.1 – Área de Estudo

O processo de expansão urbana resultou na conurbação de Cuiabá (Figura 01) com a cidade vizinha de Várzea Grande, que conta atualmente com uma população estimada em torno de 850 mil habitantes (IBGE, 2010), porém em 2000 sua população era de 698.644 habitantes. Em 2006 contava com uma frota veicular com aproximadamente 216 mil veículos automotores. Também há um grande número de focos de queimadas urbanas, principalmente durante a seca, o que pode aumentar a concentração de gases e material sólido suspenso no ar, e conseqüentemente afetar a saúde de sua população.

Apresentou uma variação populacional de 20% entre 1991 e 2000 e uma taxa de crescimento de 2,04% ao ano, mas entre 1960 e 1991 sofreu uma variação populacional de 596%, passando de 50.860 para 402.813 habitantes. Entretanto a rápida expansão urbana trouxe conseqüências negativas para a cidade, como as ocupações irregulares, expondo a população (sobretudo a mais pobre) a viver em áreas insalubres, sem assistência de serviços públicos como saneamento e saúde. Quanto ao setor industrial, Cuiabá apresenta seu forte na construção civil, na transformação de minerais, na produção de produtos alimentares. Embora apresente indústrias ligadas à metalurgia, química e refino de petróleo (SEPLAN, 2010), estas são na sua maioria de pequeno porte, não caracterizando Cuiabá como um grande polo industrial, com grandes emissões de poluentes atmosféricos de origem industrial

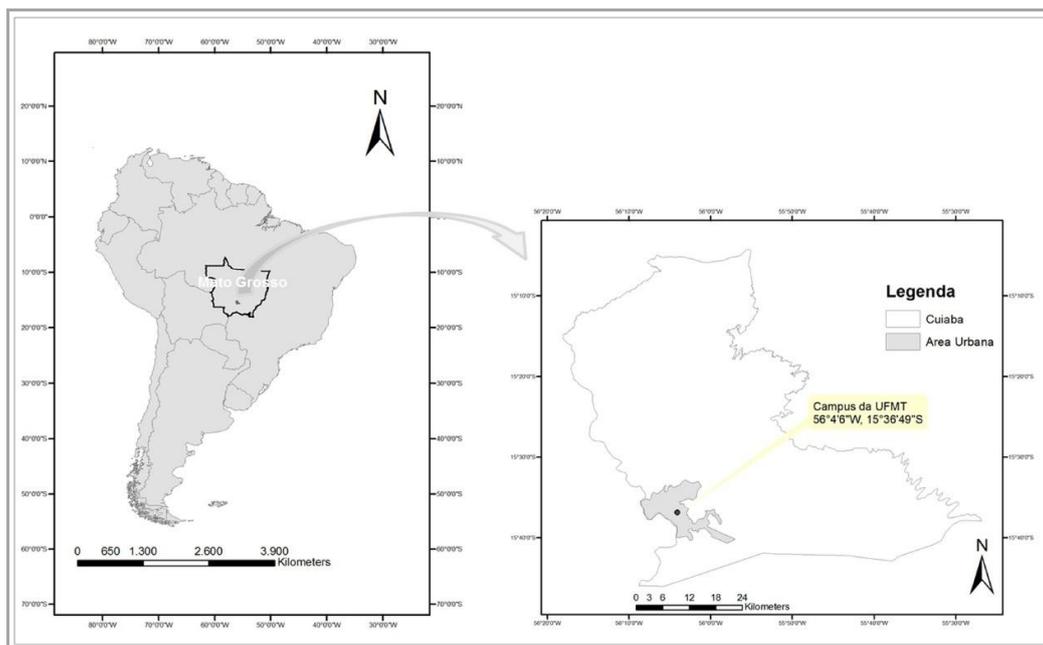


Figura 01 - Localização da Área de Estudo. Fonte: Rodrigo Marques, 2011.



Ao se analisar a evolução da frota veicular em Cuiabá, se verifica que entre 1994 e 2009, sua frota veicular passou de cerca de 70 mil veículos para mais de 250 mil veículos (Detran-MT, 2010), ou seja, mais que triplicou seu número neste período. Entre 2007 e 2009 houve um aumento de cerca de 50 mil veículos, o que significa que em três anos houve um acréscimo próximo a toda frota que circulava na cidade em 1994. Claro que quando comparada com a frota de cidades brasileiras como São Paulo ou Rio de Janeiro o número é baixo, mas proporcionalmente o número em Cuiabá é elevado, sendo inferior a 3 habitantes por veículo.

Cuiabá apresenta um clima tropical semi-úmido, sendo a principal característica apresentar duas estações bem definidas e alternadas, sendo uma estação quente e seca (maio a setembro) e outra quente e úmida (outubro a abril). O volume médio de precipitação (1961-1990) é de 1360 mm anuais. Na estação chuvosa predominam a atuação das linhas de instabilidade de N e NW, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a Alta da Bolívia, sendo que na estação seca predomina a ação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), mas também pode ocorrer o fenômeno de friagem causado pela passagem de frentes frias.

Quanto ao relevo, Cuiabá está localizada na depressão Cuiabana (média de 160 metros acima do nível do mar), sendo esta depressão circundada pela Província Serrana das Serras residuais do Alto Paraguai (até 700 metros), pelo Planalto e Chapada dos Guimarães (até 800 metros) e Planalto dos Alcantilados (até 600 metros), o que contribui para uma fraca ventilação na cidade.

## 2.1 – Parte Experimental

Foi instalado um coletor de material particulado do tipo amostrador dicotômico (Andersen Graseby, modelo 241) no campus da Universidade Federal de Mato Grosso, com a finalidade de se realizar medições diárias do material particulado fino (até 2,5  $\mu\text{m}$ ) e grosso (>2,5 até 10  $\mu\text{m}$ ).

O amostrador dicotômico é constituído por uma área de entrada (cabeça do amostrador), por onde entra o fluxo de ar; a parte denominada de corpo que consiste em um tripé que sustenta uma haste onde se situam o impactador virtual que promove a separação das partículas finas ( $\text{MP}_{2,5}$ ) das grossas ( $\text{MP}_{2,5-10}$ ). Por fim, no módulo de controle se situam os rotâmetros controladores de fluxo, o horímetro (que registra o tempo amostrado) e o compressor que garante a entrada do fluxo no amostrador. A troca dos filtros de particulado fino e grosso foi realizada entre janeiro/2008 a novembro/2009, sempre às 08:00 da manhã,



com uma amostragem de 24 horas e intervalo de 48 horas entra cada coleta. Houveram amostragens ininterruptas entre 20/01 a 02/02/2008, 10 a 23/07/2008, 16 a 29/09/2008, 13 a 26/01/2009, 29/06 a 12/07/2009 e 13 a 18/09/2009 (este último mais curto em função da antecipação da estação chuvosa em 2009). Para este trabalho foram utilizados 232 dias amostrados entre os anos de 2008 e 2009.

## 2.2 – Estudos de $MP_{10}$ e $MP_{2,5}$ no Brasil

Miranda et al. (2010) e Andrade et al. (2010) avaliaram a concentração do particulado fino em seis capitais brasileiras, sendo São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Curitiba, Recife e Porto Alegre, constatando que o enxofre oriundo da queima de combustível fóssil e os elementos do solo são os principais contribuintes para a massa deste particulado.

Torres e Martins (2005) constataram que os veículos automotores são os grandes responsáveis pelas altas quantidades de  $MP_{10}$  encontrado em Juiz de Fora – Minas Gerais, pois os picos de concentração foram encontrados justamente nos horários onde há maior circulação de automóveis, sobretudo por volta das 18:00 horas. Os resultados mostram médias diárias que variaram entre 15 e 130  $\mu\text{g m}^{-3}$ , sendo que mais da metade dos 89 dias amostrados apresentaram médias superiores a 50  $\mu\text{g m}^{-3}$ . A velocidade do vento também colabora para aumentar a concentração de maneira inversa, ou seja, quanto menor a velocidade, maior a concentração. Isto também se explica por se tratar de uma área localizada em fundo de vale, o que pode também dificultar a dispersão. Como Juiz de Fora recebe também um pesado fluxo de caminhões (que utilizam óleo diesel como combustível), a Via São Pedro teria a função de tirar do centro da cidade os veículos oriundos da MG-353 e em direção à BR-040, o que poderia reduzir a poluição atmosférica local.

Artaxo et al. (2005) verificou as concentrações de  $PM_{10}$  em Alta Floresta entre 1992 e 2002, sendo que entre 1993 e 2000 se verificaram valores que ultrapassaram 300  $\mu\text{g m}^{-3}$ , atingindo 600  $\mu\text{g m}^{-3}$  em 1995, sendo importante ressaltar que em 2001 as concentrações não atingiram 50  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Entretanto a concentração em áreas amazônicas são marcadas pela sazonalidade, sendo que neste estudo que também abrangeu o estado de Rondônia (Reserva Ecológica do Rio Jaru), enquanto que na estação chuvosa a concentração era em torno de 10 a 15  $\mu\text{g m}^{-3}$ , na estação seca este valor supera facilmente 100  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Maenhaut et al. (1999) avaliou dados entre julho/1992 e dezembro/1995 tendo encontrado a contribuição de 55% de produtos oriundos de queima na fração fina do material particulado, enquanto que as emissões do solo responderam por 75% da fração grossa. Artaxo et al.



(1993) comparou medições realizadas entre a Serra do Navio (AP) e Cuiabá entre julho/1990 e abril/1992, sendo encontrado nesta última cidade concentrações superiores a  $150 \mu\text{g m}^{-3}$  durante o período de queima de biomassa, sendo que os principais contribuintes para a composição do  $\text{MP}_{2,5}$ .

Maenhaut *et al.* (2002) realizou medições contínuas entre agosto/1996 e setembro/1998 na cidade de Alta Floresta no norte de Mato Grosso (área coberta originalmente por Floresta Amazônica), tendo encontrado concentrações de  $\text{MP}_{10}$  de  $350 \mu\text{g m}^{-3}$  e  $\text{MP}_{2,5}$  de  $300 \mu\text{g m}^{-3}$  durante o período de queimada em 1998, sendo que neste ano foram desmatados mais de  $5.000 \text{ Km}^2$  em Mato Grosso (Prodes – INPE, 2010). Neste trabalho o solo, a queima de biomassa e as emissões biogênicas também foram os principais contribuintes para a composição final do  $\text{MP}_{10}$ .

Andreae *et al.* (2002) realizou um monitoramento contínuo na cidade de Alta Floresta entre 1992 e 2000, encontrando concentrações de  $\text{PM}_{10}$  que atingiram  $600 \mu\text{g m}^{-3}$  no ano de 1995, e dias com concentrações superiores a  $500 \mu\text{g m}^{-3}$  nos anos de 1994 e 1993, estes resultados seriam suficientes para a emissão de avisos de emergência conforme a resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90. Entre os anos de 1996 e 2000 se registraram concentrações acima de 200 e  $300 \mu\text{g m}^{-3}$  onde deveriam ser emitidos avisos de atenção a população. Nestes casos a queima de biomassa foi a principal responsável pelo aumento das concentrações de  $\text{PM}_{10}$ .

Marques *et al.* (2008) realizaram medições durante o final da estação seca e início da estação chuvosa em Cuiabá no ano de 2006, entre setembro e outubro, sendo 60 dias de amostragem com 24 horas de duração, totalizando 60 amostras de fração fina ( $\text{MP}_{2,5}$ ) e 60 na fração grossa ( $\text{MP}_{2,5-10}$ ). Entretanto os resultados encontrados indicaram haver uma diferença estatística significativa entre os dados de setembro e outubro, uma vez que em setembro as concentrações chegaram a  $161 \mu\text{g m}^{-3}$ . Também verificou a média para cada dia da semana, evidenciando o efeito dos finais de semana, onde as concentrações eram mais baixas em função provavelmente da não ressuspensão de poeira do solo provocada pelo atrito dos veículos.

Cavicchioli *et al.* (2010) realizou medições no ano de 2009 nas cidades Rondonópolis, Sorriso, Feliz Natal, Sinop, Juara, Guarantã do Norte e Cuiabá (eixo de influência da BR-163), e, embora tenha sido uma amostragem de curta duração e sem encontrar valores acima do recomendado pela legislação brasileira, constatou-se que cidades como Feliz Natal e Juara (características rurais, e com cerca de 11 mil e 33 mil



habitantes respectivamente) apresentaram concentrações superiores a de Rondonópolis (terceira maior cidade do estado em população, com cerca de 181 mil habitantes), reforçando a importância da contribuição da queima de biomassa na composição do material particulado inalável, uma vez que nas cidades embora a queima de combustível fóssil nos motores emita este poluente, como a queima é mais eficiente, sua emissão se torna em menor quantidade do que a oriunda de queima de vegetação.

### 3 – Resultados

Ao analisar os resultados, se verificou que as concentrações de  $MP_{10}$  variaram entre 11 e  $188,6 \mu\text{g m}^{-3}$ , sendo que na fração de  $MP_{2,5}$  variou entre 2,8 e  $77,6 \mu\text{g m}^{-3}$ , e na fração de  $MP_{2,5-10}$  variou entre 6,2 e  $149,8 \mu\text{g m}^{-3}$ . Considerando a sazonalidade do regime de precipitação, se verificou que durante a estação seca (maio a setembro), a concentração média do particulado foi cerca de o dobro da medida na estação chuvosa (conforme Tabela 2). Os valores máximos medidos durante a estação chuvosa ocorreram no início na mesma, em um período que podemos chamar de transição entre as mesmas.

Particulado	Período Todo					
	N	Média	$\pm$ DP	Mediana	Min	Máx
		Concentração ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )				
<b>MP<sub>10</sub></b>	232	59	36,1	46,6	11	188,6
<b>MP<sub>2,5</sub></b>	232	18,2	11,3	15,2	2,8	77,6
<b>MP<sub>2,5-10</sub></b>	232	40,8	26,7	31,6	6,2	149,8
	<b>Estação Chuvosa (outubro a abril)</b>					
		Concentração ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )				
	N	Média	$\pm$ DP	Mediana	Min	Máx
<b>MP<sub>10</sub></b>	112	38,4	21,7	33,0	13,2	178,6
<b>MP<sub>2,5</sub></b>	112	13,0	8,5	11,1	3,9	77,6
<b>MP<sub>2,5-10</sub></b>	112	25,4	14,3	21,9	6,2	101,0
	<b>Estação Seca (maio a setembro)</b>					
		Concentração ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )				
	N	Média	$\pm$ DP	Mediana	Min	Máx
<b>MP<sub>10</sub></b>	110	81,7	35,1	81,6	11,9	188,6
<b>MP<sub>2,5</sub></b>	110	24,2	11,1	22,1	4,9	63,4
<b>MP<sub>2,5-10</sub></b>	110	57,5	26,9	56,5	7,0	149,8

Tabela 2 - Estatística descritiva (número de amostras, média, desvio padrão - DP, e valores mínimos e máximos) para amostragem de 24 horas de material particulado inalável ( $MP_{10}$ ) nas frações do particulado fino ( $MP_{2,5}$ ) e grosso ( $MP_{2,5-10}$ ) coletadas no Campus da UFMT



Nas Tabelas 03 e 04, verificaram-se como se deram a distribuição das amostras comparado-as com cada faixa de concentração, em referência as recomendações da Resolução CONAMA 03/1990 e os *Guidelines* recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS). O padrão nacional (CONAMA) estabelece para  $MP_{10}$  uma média anual de  $50 \mu\text{g m}^{-3}$ , e uma concentração máxima em 24 horas de  $150 \mu\text{g m}^{-3}$ . É importante ressaltar que não há padrão para o  $MP_{2,5}$  na legislação brasileira. Considerando o estabelecido para  $MP_{10}$  (Tabela 3), se verificou que cerca de 52% das amostras ficaram abaixo de  $50 \mu\text{g m}^{-3}$ . Entretanto considerando a sazonalidade, na estação chuvosa cerca de 84% dos dias amostrados apresentaram uma concentração inferior, enquanto que durante a estação seca apenas 27% dos dias amostrados tinham uma concentração abaixo de  $50 \mu\text{g m}^{-3}$ . Além disto houveram quatro dias que as concentrações ultrapassaram o padrão de  $150 \mu\text{g m}^{-3}$ , sendo que isto deve ocorrer no máximo uma vez ao ano.

Para o  $MP_{2,5}$  (Tabela 04), considerando que não há padrão nacional, se comparou os resultados obtidos com as recomendações da OMS, sendo constatado que durante todo o período, cerca de 29% das amostras atendem o Guia de Qualidade do Ar (GQA), com concentrações de até  $10 \mu\text{g m}^{-3}$ , 62% apresentam concentrações entre 10 e  $35 \mu\text{g m}^{-3}$ , e cerca de 10% dos dias amostrados superam a concentração diária de  $35 \mu\text{g m}^{-3}$ , o que segundo a OMS, que a exposição prolongada a estas concentrações aumentam o risco de mortalidade em 15% quando comparado com o GQA. Caso seja analisada as estações sazonais em separado, 19% dos dias amostrados da estação seca apresentaram concentrações que ultrapassaram  $35 \mu\text{g m}^{-3}$ .

Distribuição das amostras em função da concentração de $MP_{10}$ ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	Período Todo N=232		Estação Seca N=120		Estação Chuvosa N=112	
	N	%	N	%	N	%
até 50	121	52,16	30	26,79	94	83,93
50 a 100	79	34,05	60	53,57	16	14,29
100 a 150	28	12,07	27	24,11	01	0,89
>150	04	1,72	03	2,68	01	0,89

Tabela 03 - Número de amostras de material particulado inalável ( $MP_{10}$ ) em função da concentração ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ), considerando todo o período amostrado, e a distribuição sazonal, por estação seca (maio-setembro) e estação chuvosa (outubro - abril)



Distribuição das amostras em função da concentração de MP <sub>2,5</sub> (µg m <sup>-3</sup> )	Período Todo N=232		Estação Seca N=120		Estação Chuvosa N=112	
	N	%	N	%	N	%
até 10	66	28,45	14	12,50	52	46,43
10 a 35	143	61,64	85	75,89	58	51,79
> 35	23	9,91	21	18,75	2	1,79

Tabela 04 - Número de amostras de material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>) em função da concentração (µg m<sup>-3</sup>), considerando todo o período amostrado, e a distribuição sazonal, por estação seca (maio-setembro) e estação chuvosa (outubro - abril)

Analisando a Figura 02, se verifica como se deu a distribuição do MP<sub>10</sub> ao longo dos anos de 2008 e 2009, nas contribuições do MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>2,5-10</sub>. Fica bem nítido como as concentrações são mais elevadas durante os meses de maio a setembro (estação seca) quando comparadas com as medidas entre outubro a abril (estação chuvosa). Marques (2011) constatou que durante a precipitação da última normal climatológica (1961-1990) para Cuiabá, 90% da precipitação ocorreu durante o que denominamos neste trabalho de estação chuvosa, enquanto que 10% se precipitou durante o que chamamos de estação seca, sendo que o padrão acabou se mantendo para os anos estudados.

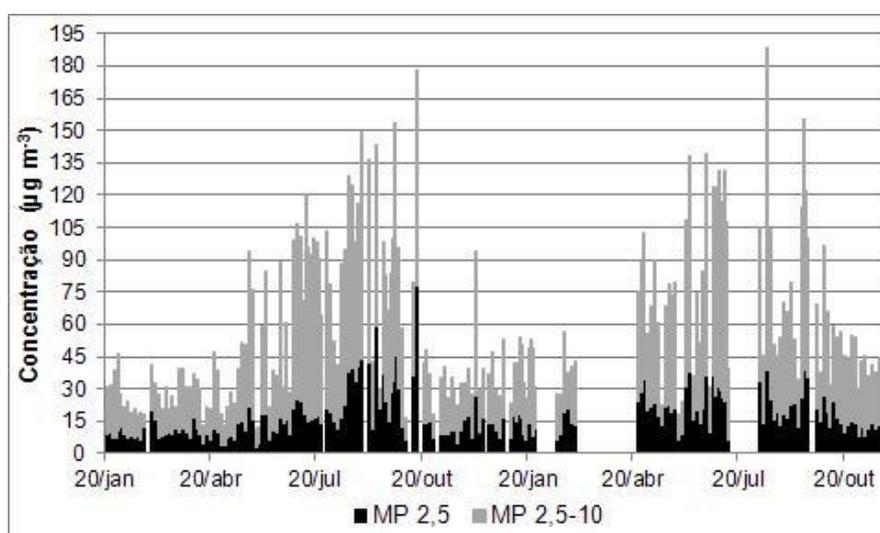


Figura 02 - Variação temporal das concentrações de MP<sub>10</sub>, nas suas frações de MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>2,5-10</sub> durante Janeiro/2008 a Novembro/2009 no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

#### 4 – Conclusões

Embora seja uma cidade com cerca de 600 mil habitantes e com uma frota veicular relativamente pequena quando comparada aos grandes centros urbanos, Cuiabá apresenta



resultados preocupantes em relação as concentrações de MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>. Neste estudo onde foram amostrados cerca de 35% dos dias do ano, se verificou que os resultados não atendem a Resolução CONAMA 03/1990, bem como os *Guidelines* recomendados pela OMS. Uma vez que as concentrações de MP<sub>10</sub> medidas variaram entre 11 e 188,6  $\mu\text{g m}^{-3}$ , sendo que na fração de MP<sub>2,5</sub> variou entre 2,8 e 77,6  $\mu\text{g m}^{-3}$ , e na fração de MP<sub>2,5-10</sub> variou entre 6,2 e 149,8  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Apenas 52% das amostras de MP<sub>10</sub> apresentaram concentrações de até 50  $\mu\text{g m}^{-3}$  e cerca de 29% das amostras medidas apresentaram concentrações de até 10  $\mu\text{g m}^{-3}$  diários (recomendado pelo GQA estabelecido pela OMS). Também se verificou que as amostras medidas na estação seca, em geral apresentaram o dobro das concentrações medidas durante a estação chuvosa. O que indica que as queimadas são fontes importantes na emissão de particulado atmosférico para a cidade de Cuiabá.

## 5 – Referências Bibliográficas

ANDREAE, M. O. et al. "Biogeochemical cycling of carbon, water, energy, trace gases, and aerosols in Amazonia: the LBA-EUSTACH experiments". **Journal of Geophysical Research**, n. D20, p.8066 , 2002.

ANDRADE, M.F.; MIRANDA, R.M.; FORNARO, A.; KERR, A.; OYAMA, B.; ANDRE, P.A.; SALDIVA, P. Vehicle emissions and PM<sub>2.5</sub> mass concentrations in six Brazilian cities. **Air Qual Atmos Health**, special edition, 2010.

ARTAXO, P.; CERAB, F.; RABELLO, M.L.C. Elemental composition of aerosol particles from two atmospheric monitoring stations in the Amazon Basin. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B75**, 277-281, 1993.

ARTAXO, P.; GATTI, L. V.; LEAL, A. M. C.; LONGO, K. M.; FREITAS, S. R.; LARA, L. L.; PAULIQUEVIS, T. M.; PROCÓPIO, A. S.; RIZZO, L. V. Química atmosférica na Amazônia: A floresta e as emissões de queimadas controlando a composição da atmosfera amazônica. **Acta Amazônica**, 35(2): 185 – 196, 2005.

CAVICCHIOLI, A.; MORRONE, E. P.; MARQUES, R.; FORNARO, A. Impactos atmosféricos das transformações territoriais e do crescimento do agronegócio na Amazônia mato-grossense. **Confins** [Online], 10 | 2010, posto online em 18 Novembro 2010. URL : <http://confins.revues.org/6646>

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2010**. Secretaria do Meio Ambiente, Série Relatórios- ISSN 0103-4103, São Paulo, 2011. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em 10/10/2011.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 003, de 28 de junho de 1990**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano>, acesso em: 21 out. 2013.

DETRAN – Departamento Estadual de Transito de Mato Grosso. **Estatística da frota veicular**. Disponível em [www.detransp.mt.gov.br](http://www.detransp.mt.gov.br) , acesso em 20 de maio de 2011.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2010). Disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acesso em 08 de agosto de 2010.

MAENHAUT, W.; FERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, M.-T.; ARTAXO, P. (1999). Long-Term Study of Atmospheric Aerosols in Cuiaba, Brazil: Multielemental composition, sources and source apportionment. **J. Aerosol Sci.** Vol. 30, Suppl. I, pp. S259--S260.

MAENHAUT, W.; FERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, M.-T.; RAJTA, I.; ARTAXO, P. Two-year study of atmospheric aerosols in Alta Floresta, Brazil: Multielemental composition and source apportionment. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B**, 189, 243–248, 2002.

MARQUES, R. *et al.*. “PM<sub>2,5/10</sub> and Black Carbon concentrations during transition period between dry and wet season of 2006 in CuiabáCity”. In: **European Aerosol Conference**, Thessaloniki-Greece, 2008.

MARQUES, R. **Avaliação temporal da composição química das águas de chuva e do material particulado inalável: um estudo aplicado a Cuiabá.** (Tese de Doutorado). São Paulo: IAG, 2011, 131p.

MIRANDA, R.M.; ANDRADE, M.F.; FORNARO, A.; ASTOLFO, R.; ANDRE, P.A.; SALDIVA, P. Urban air pollution: a representative survey of PM<sub>2.5</sub> mass concentrations in six Brazilian cities. **Air Qual Atmos Health**, special edition, 2010.

OMS-World Health Organization. **Air Quality Guidelines: Global updated 2005.** 2006. <http://www.wmo.int/pages/prog/www/DPS/Monitoring-home/mon-index.htm>

SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N.. **Atmospheric Chemistry and Physics: from air pollution to climate change.** John Wiley & Sons, New York, 2006.

SEPLAN – Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Anuário Estatístico de Mato Grosso – 2007. Disponível em [www.seplan.mt.gov.br](http://www.seplan.mt.gov.br)

TORRES, F. T. P; MARTINS, L. A. Fatores que influenciam na concentração do material particulado inalável na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia**, v.4, n.16, p.23 – 39, out. 2005. Disponível em: <http://www.caminhosdegeografia.ig.ufu.br>. Acesso em: 22 mar. 2009.

WALLACE, J.M.; HOBBS, P.V. Atmospheric Science: An Introduction Survey. 2.ed. San Diego-EUA: Academic Press Elsevier, pp.483, 2006.

WEI, A.; MENG, Z. Evaluation of micronucleus induction of sand dust storm fine particles (PM<sub>2.5</sub>) in human blood lymphocytes. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v.22, n.3, p.292–297, nov. 2006.

WHO-Europe. World Health Organization. **Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution.** Copenhagen, Dinamarca. 2006.

WHO-World Health Organization. **Health Aspects of Air Pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide.** Report on a WHO working group: 13-15 January 2003. Bonn, Germany, 2003. [http://www.wmo.int/\\_\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/112199/E79097.pdf](http://www.wmo.int/___data/assets/pdf_file/0005/112199/E79097.pdf)