

X-031 - INTERFERÊNCIAS DO DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) NA QUALIDADE DO AR E FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR

Shanny dos Santos Mota⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Mestranda em Engenharia de Edificações e Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental (PPGEEA/UFMT).

Valéria Shirley Orth de Jesus⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Mestranda em Engenharia de Edificações e Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental (PPGEEA/UFMT).

Gersina Nobre da Rocha Carmo Junior⁽³⁾

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Cleusa Aparecida Pereira Zamparoni⁽⁴⁾

Geógrafa em Física pela Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Climatologia Geográfica pela Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Climatologia Geográfica pela Universidade de São Paulo (USP).

Endereço⁽¹⁾: Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367, FAET, Bloco A, Sala 33, Campus I, Boa Esperança. CEP 78060-900, Cuiabá-MT, Fone/fax: 65-3615-8916, E-mail: shanny_mota@hotmail.com .

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo principal realizar uma análise da poluição atmosférica ocasionada pela emissão de Dióxido de Carbono (CO₂) e associá-la a possíveis gerações de ilhas de calor na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus Cuiabá. Foram coletados dados de temperatura do ar, umidade relativa, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento, altitude e concentração de CO₂, em duas estações bem marcantes na região: novembro (período seco) e fevereiro (período chuvoso), em dois horários, às 9h e 21h, por meio da técnica de transecto móvel, onde foram selecionados 16 pontos bem representativos de uso e ocupação do solo dentro da área de estudo.

O estudo permitiu verificar que os fatores meteorológicos assim como o planejamento urbano e o fluxo de veículos, devido o excesso de carga térmica, afetam diretamente a qualidade do ar e intensifica a sensação de calor devido o aumento da temperatura do ar local. Onde foi confirmado que a região influenciada pela av. Fernando Corrêa da Costa, de intenso fluxo veicular e consequentemente grande emissões de poluentes, apresentaram as maiores concentrações de CO₂ e também as temperaturas mais elevadas, para as duas estações analisadas. E as regiões onde foram registradas as menores concentrações de CO₂, apresentaram as menores temperaturas, comportamento bem nítido no período de chuva. Confirmando a evidência de que existe uma relação entre os tipos de uso e ocupação do solo, emissões do poluente dióxido de carbono sobre a temperatura do ar.

PALAVRAS-CHAVE: Dispersão de Poluentes, Microclima, Dióxido de Carbono.

INTRODUÇÃO

A diferença do meio ambiente natural para o urbanizado está relacionada diretamente com as ações antrópicas realizados durante a urbanização do meio. Dentre essas ações, verifica-se diversos tipos de obras rodoviárias que afetam o ambiente nos meios socioeconômico, biótico e físico, gerando impactos ambientais que podem ser positivos ou negativos.

Dentre os problemas relacionados pode se destacar as emissões de Dióxido de Carbono (CO₂). Tal elemento está diretamente relacionado com a frota automobilística de um centro urbano o que pode em função de seu aumento causar danos nocivos à saúde, aumentar o efeito estufa e fomentar a criação de ilhas de calor em uma dada região.



De acordo com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2014), o Brasil emitiu um total de 1.203.424 Gg CO₂eq sendo que deste total o setor de energia corresponde a 37%, do percentual, verifica-se que cerca de 96,73% das emissões são de Dióxido de Carbono (CO₂).

Gazoni (2012) menciona que a partir da década de 70, iniciou-se os alertas quanto ao aumento de concentrações de gases na atmosfera sendo utilizado como parâmetro o Dióxido de Carbono (CO₂) para relacionar as mudanças climáticas, principalmente o aumento de temperatura.

O estudo se justifica em função da necessidade de se mensurar a qualidade do ar que afeta a população, além de se verificar sua possível influência em relação a criação de ilhas de calor, sendo desenvolvido no município de Cuiabá-Brasil, que está situado entre as coordenadas geográficas de 15°36'35,06"S e 56°3'59,75"O na região central do Brasil dentro do campus da Universidade Federal de Mato Grosso que se encontra na região centro norte do município. Possui uma área total de 50,16 ha onde 75,99% da área é permeável. A região possui um clima, que acordo com a escala Köppen, é denominado de tropical quente, com estação seca de inverno.

Diante disso o objetivo deste trabalho é realizar uma análise da poluição atmosférica ocasionada pela emissão de Dióxido de Carbono (CO₂) e associa-la a possíveis gerações de ilhas de calor na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus Cuiabá.

MATERIAIS E MÉTODOS

Com o objetivo de avaliar o comportamento da dispersão do poluente - dióxido de carbono, na Universidade Federal de Mato Grosso campus Cuiabá, optou-se por fazer uma comparação entre cenários abordando período de seca e período de chuva, através de uma pesquisa experimental, a fim de analisar a interação da concentração de poluente e a temperatura atmosférica, buscando também identificar a formação de ilhas de calor dentro do campus.

O presente trabalho compreende três etapas, onde na primeira foram coletadas informações em um dia representativo de período de seca, realizado no dia 24 de novembro de 2015 no período matutino e noturno. Posteriormente foram confeccionados mapas a fim de visualizar a concentração do dióxido de carbono e as diferenças de temperaturas dentro do campus, a fim de compreender a dinâmica dessas variáveis dentro da área de estudo e entender a interação entre elas.

A segunda etapa correspondeu ao levantamento de informações em um dia representativo do período de chuva, onde foram coletadas informações correspondentes à concentração do dióxido de carbono e das variáveis climáticas no dia 29 de fevereiro de 2016, nos mesmos horários e pontos de coletas realizados no período de seca. Posteriormente os dados coletados também foram plotados em mapas a fim de compreender a interação entre as variáveis.

Na terceira etapa houve compilação e análise comparativa dos dados, período de seca e chuva, levantadas nas etapas anteriores buscando avaliar as interferências do CO₂ na qualidade do ar e formação de ilhas de calor na UFMT, campus Cuiabá.

A metodologia de coleta dos dados utilizado neste trabalho baseou se na técnica do transecto móvel, de acordo com Lombardi (1985) e Oke (1972), os pontos de coletas devem ser escolhidos de acordo com os diferentes atributos do uso do solo nas áreas de estudos. Assim sendo, a coleta de dado de poluição do ar na UFMT campus Cuiabá foram realizadas em 16 pontos estratégicos e representativos contemplando toda a extensão da área de estudo, conforme demonstrado na Figura 1.



Figura 1- Localização dos pontos de coleta de dados de concentração de CO2 e variáveis climáticas, na UFMT campus Cuiabá.

No Quadro 1 há uma pequena descrição do local onde foram realizadas as coletas no transecto móvel.

Quadro 1: Descrição dos pontos de coleta de dados no transecto móvel.

Ponto	Local	Descrição do local
1	Em frente ao prédio da Geografia	Região bem impermeabilizada, com várias edificações com mais de um pavimento e aglomeradas. Próximo da av. Fernando Corrêa.
2	Bosque ao lado do ICHS	Região bem permeável, com muitas árvores, sem edificações.
3	Centro Cultural (parte interna da ufmt)	Região com edificações de um pavimento e com espaços entre elas. Pátio com pavimentação permeável.
4	Adufmat	Região bem permeável, com muitas árvores e poucas edificações.
5	Área vegetada da Agronomia (próximo às salas de aula)	Região de bosque com grande quantidade de árvores, impermeabilizada com vários bancos e pista de cimento, edificações próximas com mais de um pavimento.
6	Estacionamento da Agronomia (atrás do Teatro da UFMT)	Região impermeável, com edificações bem afastadas e com diferentes nº de pavimentos.
7	Área vegetada próxima à rotatória da FAET	Região bem permeável, com muitas árvores, sem edificações.
8	Estacionamento da Guarita 2 (saída para a Rua 1 – Boa Esperança)	Área impermeável, próximo a avenida do bairro Boa esperança.
9	Proximidade dos transportes da UFMT	Área permeável, poucas edificações e bem afastadas, e próximo a av. Jornalista Arquimedes Pereira Lima (moinho)..

Continua...

Quadro 2: (Continuidade) Descrição dos pontos de coleta de dados no transecto móvel.

10	Estacionamento da Biologia e Medicina	Área impermeável, com árvores no canteiro e sem edificações próximas.
11	Em frente a Estação Climatológica Mestre Bombled	Área impermeável, estacionamento com árvores no canteiro e no perímetro, próx. a av. Jornalista Arquimedes Pereira Lima (moinho).
12	Bosque do ICET (indo para o Zoológico da UFMT)	Região bem permeável, com muitas árvores, sem edificações.
13	Em frente ao RU	Área impermeabilizada, com edificações afastadas. Próximo ao campo experimental de tratamento de resíduos sólidos e esgoto sanitário.
14	Área da Pista de Caminhada da UFMT	Região bem permeável, com muitas árvores, sem edificações.
15	Proximidades da Guarita 1 – (Fernando Corrêa)	Área impermeável, com árvores no canteiro e edificações afastadas. Próximo da av. Fernando Corrêa.
16	Área da Piscina da UFMT (estacionamento)	Área impermeável, com árvores no canteiro e edificações afastadas. Próximo da av. Fernando Corrêa.

Nestes pontos foram coletadas informações de altitude, temperatura e umidade relativa do ar; direção e velocidade do vento, pressão atmosférica e medição de CO₂, este através de medidor de CO₂ em ppm. As coletas ocorreram no período da manhã, no intervalo das 9h00min as 11h00min, e no período noturno, no intervalo das 21h00min as 23h00min. As coletas de dióxido de carbono foram realizadas através de Medidor de CO₂ Digital portátil com Saída USB ITMCO₂-535, instrumento que também realiza simultaneamente leitura de temperatura e umidade relativa. Conforme Figura 2.



Figura 2: Equipamento de medição de Dióxido de Carbono e variáveis climáticas.

Fonte: INSTRUTEMP, 2007.

RESULTADOS OBTIDOS

Os dados levantados na estação de seca demonstram uma grande variação na concentração de CO₂ dentro da área de estudo, conforme demonstrado na Figura 3 onde os mapas temáticos foram plotados para diferentes faixas de concentração de CO₂ que variaram de 379 ppm á 605 ppm. Pode se ver que durante o período matutino a maior concentração de CO₂ foi medida no ponto 13 apresentando valor de 432 ppm, trata se de uma região bem impermeabilizada, com edificações afastadas, condições propicias para a circulação de vento e consequentemente boa dispersão de poluentes, porém o elevado valor de CO₂ pode estar ligado ao fato deste ponto estar próximo do campo experimental de tratamento de resíduos sólidos e esgoto sanitário, podendo estes processos liberarem gases durante os tratamentos.

No período noturno vários pontos apresentaram valores elevados de CO₂, o ponto 13 continuou apresentando valor elevado de CO₂, confirmando as medições realizadas no período matutino. O ponto 12 também apresentou concentração de CO₂ elevada, trata-se de uma região de bosque com elevada permeabilidade, com árvores de copa alta e sem edificações, a alta concentração de CO₂ pode estar relacionado à proximidade da área com o estacionamento e o zoológico. O fato da copa das árvores serem densas pode propiciar o acúmulo de CO₂ na base do tronco dificultando o deslocamento dos poluentes emitidos pelos veículos. O ponto 1 foi o que apresentou a maior concentração de CO₂, 605 ppm, podendo estar relacionado ao fato do ponto estar

localizado próximo da rotatória da Av. Fernando Corrêa, e a coleta de dados ter sido realizado logo após ao horário de pico. Este ponto é uma região bem impermeabilizada, com edificações altas dos dois lados da rua, o aumento da rugosidade da superfície promove a diminuição do fluxo de vento e menor dispersão dos poluentes devido o efeito protetor das construções ao deslocamento da massa de ar. Outro agravante é o fato de que neste ponto a cota topográfica é uma das mais baixas dentro da área de estudo, favorecendo o acúmulo de poluentes no local.

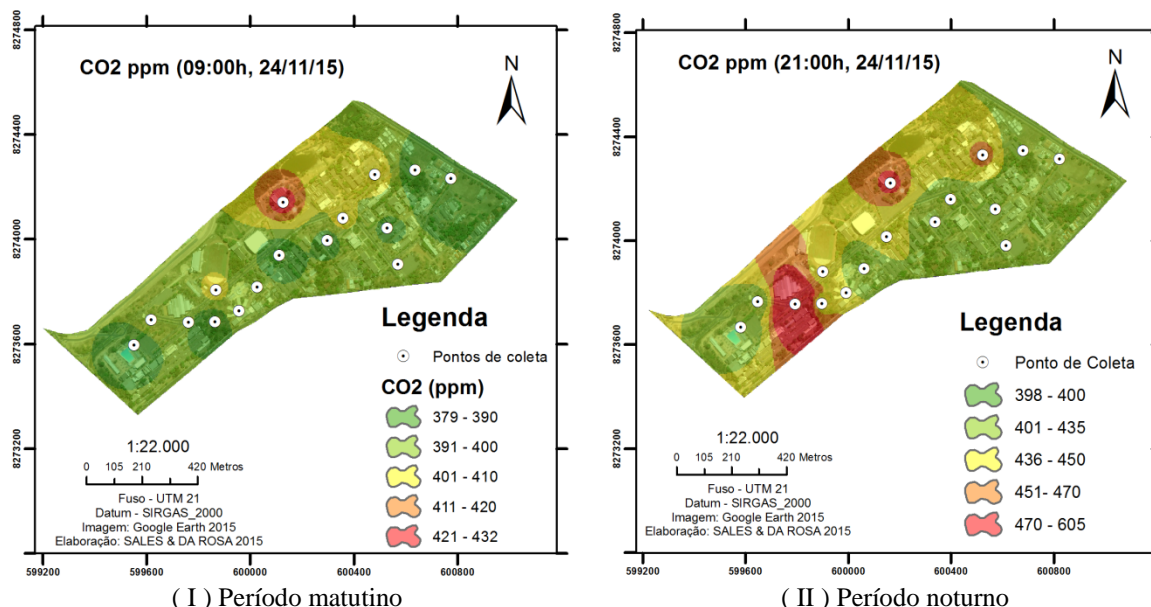


Figura 3: Mapa de concentração de CO₂ na UFMT campus Cuiabá, dados coletados em um dia representativo de período de seca. Fonte: SALES, 2016.

A Figura 4 demonstra a variação de temperatura no período noturno em um dia representativo de período de seca. Verifica-se que o campus de um modo geral apresentou valores altos de temperatura, com pequena variação na amplitude térmica, as temperaturas concentram na faixa de 28,6°C a 30°C, valores muito altos, com apenas 2 pontos com temperaturas inferiores a esta faixa. Em 6 pontos as temperaturas apresentaram valores na faixa mais alta, 30,1°C a 31,5°C. Observa-se que nos pontos 1 e 12 onde apresentaram valores elevados para CO₂ a temperatura também esteve elevada.

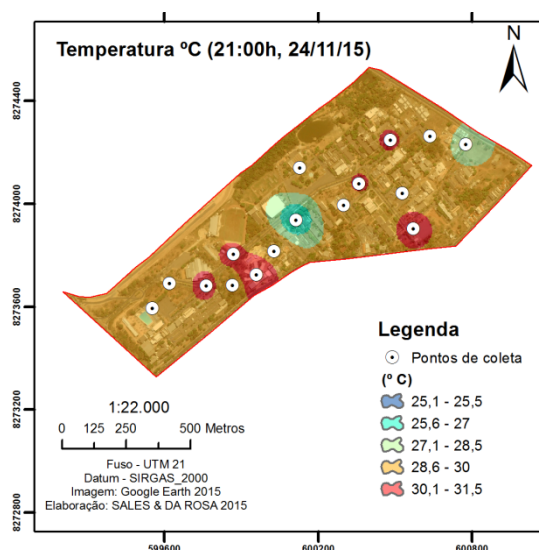


Figura 4: Mapa de temperatura na UFMT campus Cuiabá, período de seca - noturno. Fonte: SALES, 2016.

Os dados levantados na estação chuvosa apresentaram uma variação na concentração de CO₂ de 384 ppm a 461 ppm, conforme demonstrado na Figura 5. Nota-se que durante o período matutino a maior concentração de CO₂ foi medida no ponto 15 apresentando valor de 432 ppm, trata-se de uma região impermeabilizada apresentando árvores no canteiro central que separa o sentido da via principal dentro do campus, as edificações próximo ao ponto de coleta encontram-se afastadas e está próximo da av. Fernando Corrêa, avenida de intenso fluxo de veículos. Os pontos 1 e 14 também apresentaram elevada concentração de CO₂, 421 e 410 ppm respectivamente, estes encontram-se próximo do ponto 15. No período de seca essa região também apresentou uma alta concentração de CO₂. No período noturno os pontos 2 e 14 apresentaram elevada concentração de CO₂, 461 e 408 respectivamente, região também sob influência da av. Fernando Corrêa da Costa

O ponto 5 também apresentou elevada concentração de CO₂ para o período matutino e noturno, 429 ppm e 403 ppm respectivamente, trata-se de uma região de bosque com árvores de copas baixas e frondosas, por ser uma região com grande aglomeração de pessoas (alunos) e a emissão de CO₂ também estar associada ao metabolismo, isso pode ter propiciado o acúmulo de CO₂ neste local juntamente com o fato dos blocos de salas de aulas estarem próximos, funcionando como uma barreira para o fluxo do ar. No período de seca neste ponto a concentração de CO₂ foi de 380 ppm, esse comportamento pode estar ligado ao fato de que as coletas realizadas na seca terem ocorrido em um período de paralisação das aulas de graduação.

A concentração de CO₂ no ponto 11 também se apresentou alta 410 ppm, por estar próximo da av. Jornalista Arquimedes Pereira Lima, rodovia de intenso fluxo de veículos, e o local de coleta ser estacionamento com árvores no perímetro, o CO₂ pode ter se deslocado da avenida para esta região e as árvores funcionado como uma barreira para a dispersão dos poluentes, além das contribuições de emissões ocorridas no próprio local do estacionamento. No período de estiagem a concentração de CO₂ neste ponto foi inferior ao período chuvoso, esse comportamento pode estar ligado a direção e velocidade do vento ser diferente nestas duas épocas de coletas, visto que a dispersão é influenciada por estas variáveis climáticas, e também pelo fluxo de veículos no estacionamento ter sido maior devido o retorno das aulas da graduação.

A menor concentração de CO₂ registrada foi no ponto 13 para o período matutino e noturno, 385 ppm e 384 ppm respectivamente. Comportamento diferente do período de seca em que neste ponto foi registrado a maior concentração do poluente, 432 ppm. Esse comportamento pode ser atribuído que durante períodos chuvosos a precipitação limpa a atmosfera diminuindo a concentração de agentes poluidores.

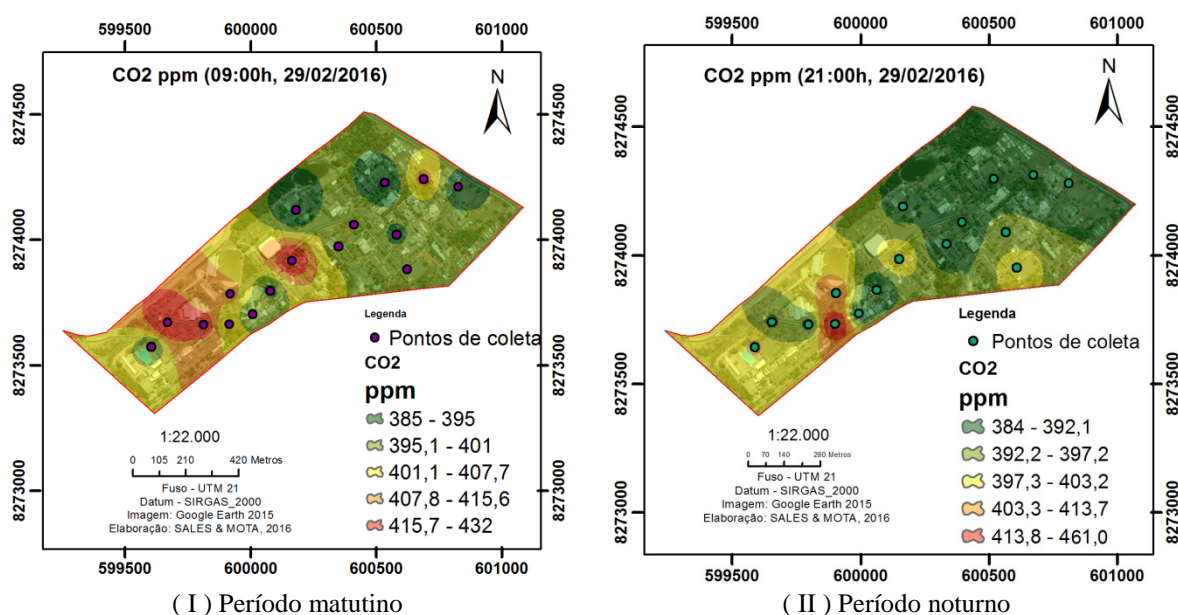


Figura 5: Mapa de concentração de CO₂ na UFMT campus Cuiabá, dados coletados em um dia representativo de período de chuva. Fonte: SALES, 2016.

A Figura 6 demonstra o comportamento das temperaturas no campus no período noturno em um dia representativo de estação chuvosa, percebe-se que as temperaturas se concentraram na faixa de 28,9°C a 29,3°C, com temperatura média de 29,1°C. Verifica-se que houve uma pequena redução nas temperaturas dentro do campus em relação à estação de seca, onde as temperaturas no período de estiagem se concentraram na faixa de 28,6°C a 30°C, com temperatura média de 29,3°C. Outro comportamento térmico observado é que no período chuvoso as temperaturas mais elevadas se concentraram na região que abrange os pontos 1, 2, 3, área que sofre grande influência da av. Fernando Correa da Costa, rodovia de intenso fluxo veicular, esta região também apresentou altas concentrações de CO₂, este comportamento também foi observado no período de seca.

Na estiagem outros pontos distribuídos dentro do campus também apresentaram temperaturas dentro da faixa mais elevada, porém as temperaturas mais altas registradas nesse período foram mais baixas que as registradas no período chuvoso, onde as máximas registradas no período de seca e de chuva foram 30,8°C e 32,8°C respectivamente.

Observa-se que frequentemente nos pontos onde apresentaram valores elevados para CO₂ a temperatura também esteve elevada, visto que o acúmulo de poluentes bloqueia a irradiação de calor da superfície, elevando a temperatura na região, favorecendo a formação de microclimas locais com o desenvolvimento de ilhas de calor.

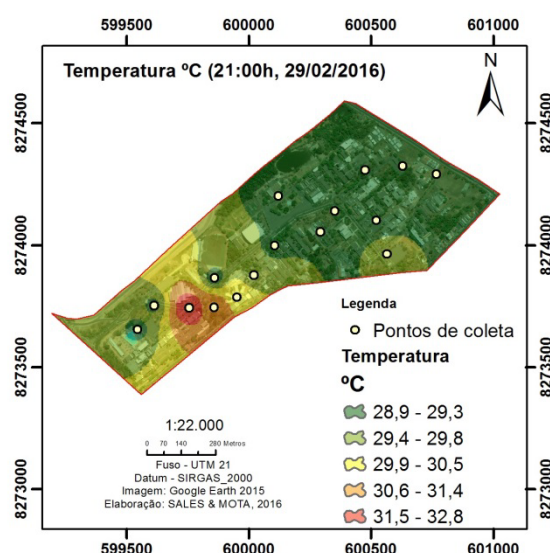


Figura 6: Mapa de temperatura na UFMT campus Cuiabá, período de chuva - noturno.
Fonte: SALES, 2016.

Vários fatores contribuem e interferem na concentração de poluentes na atmosfera. Sabe-se que os fatores meteorológicos assim como o planejamento urbano, os aspectos demográficos e de desenvolvimento econômico afetam diretamente a qualidade do ar. As condições climáticas são muito importantes, visto que os ventos ajudam na dispersão dos poluentes e as chuvas limpam a atmosfera, diminuindo a concentração de poluentes e amenizando a temperatura local, como foi confirmado no trabalho em que a região próxima da av. da Fernando Corrêa da Costa, que abrange os pontos 1, 2, 3, 14 e 15, apresentaram as maiores concentrações de CO₂ e também as temperaturas mais elevadas, para as duas estações analisadas.

Outro fenômeno observado foi que as regiões onde foram registradas as menores concentrações de CO₂ apresentaram as menores temperaturas, comportamento bem nítido no período de chuva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise dos dados levantados, observa-se que a diminuição da velocidade do vento, devido à aglomeração de edificações, o aumento da concentração de dióxido de carbono (CO₂) e balanço de radiação solar (devido aos diferentes tipos de albedos dos materiais) interferem no clima local, com o aumento de temperatura e possível formação de ilhas de calor, na área de estudo. Confirmando a evidência de que existe uma relação entre os tipos de uso e ocupação do solo, emissões do poluente dióxido de carbono sobre a temperatura do ar.

De uma forma geral o concreto, asfalto, vidro e metais tende a absorver e armazenar o dobro de calor do que uma área vegetada. A arquitetura com seus prédios altos e construções com texturas diferentes da superfície vegetal, pode alterar também o regime de ventos dificultando a dispersão de poluente e intensificando a sensação de calor. O excesso de carga térmica e de poluição atmosférica tem impactos sobre o conforto, à saúde e as atividades da população do campus.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GAZZONI, Décio Luiz. Balanço de emissões de dióxido de carbono por biocombustíveis no Brasil: histórico e perspectivas. Londrina: Embrapa Soja, n. 334, 102 p. out. 2012. Disponível em: www.cnpso.embrapa.br/download/Doc_334_OL.pdf. Acessado em 06.01.2016.
2. INSTRUTEMP – Instrumentos de medição. Belenzinho, 2007. Acessado em: <<http://www.medicao.instrutemp.com.br/medidor-co2.php>> Acessado dia:03/04/2016.
3. LOMBARDI, M. A. Ilha de Calor em São Paulo. Editora Contexto, 1985.
4. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, Tecnologia E Inovação. Estimativas Anuais De Emissões De Gases De Efeito Estufa No Brasil. Brasília, 2ª ed.,168 p., 2014. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf. Acessado em 06.01.2016.
5. OKE, T.R.; FUGGLE, R.F. Comparison of urban-rural counter and net radiation at night. *Boundary-Layer Meteorology*, v. 2, p.290-308, 1972.
6. SALES, J. C. Mapa de concentração de CO₂ na UFMT campus Cuiabá, dados coletados em um dia representativo de período de seca. Mestrado em geografia – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2016.
7. _____. Mapa de temperatura na UFMT campus Cuiabá, período de seca - noturno. Mestrado em geografia – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2016.
8. _____. Mapa de concentração de CO₂ na UFMT campus Cuiabá, dados coletados em um dia representativo de período de chuva. Mestrado em geografia – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2016.
9. _____. Mapa de temperatura na UFMT campus Cuiabá, período de chuva - noturno. Mestrado em geografia – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2016.