

Dinâmica temporal do efluxo de CO₂ em fragmento de cerrado Mato-Grossense

As emissões de gases que geram o aquecimento na atmosfera, são causados por atividades antrópicas e ciclos naturais, despertando o interesse do monitoramento de suas emissões, principalmente o gás carbônico, que nos últimos anos teve sua concentração aumentada, gerando preocupação no ambiente científico. Neste contexto o presente estudo objetivou avaliar a dinâmica temporal do efluxo de CO₂, uma das parcelas do balanço de carbono, para um fragmento de cerrado urbano, na cidade de Cuiabá/MT, analisando quais variáveis influenciaram em sua variação, como características microclimáticas e da quantificação da serrapilheira produzida. Foram monitorados 5 pontos aleatórios no parque, e o estudo foi realizado no período de agosto de 2015 a julho de 2016. A média anual de emissão de CO₂ no solo 1,75 μmolm⁻²s⁻¹ e acumulado anual foi de 25,44 μmolm⁻²s⁻¹. Foram encontradas diferenças estatísticas entre as médias mensais, demonstrando sazonalidade, porém para os mesmos horários de meses diferentes, não houve diferença estatística. As correlações indicam que a presença de água no ambiente foi determinante para controlar as emissões de CO₂. Houve um acúmulo de 0,6837 kg/m² de serrapilheira para o período analisado. O trabalho também mostrou que a média de efluxo de CO₂ para este fragmento é menor que o de outros biomas mato-grossenses, Pantanal e floresta de transição Cerrado/Amazônia.

Palavras-chave: Respiração do Solo; Serrapilheira; Dióxido de Carbono; Precipitação.

Temporal dynamic of CO₂ efflux in a savanna fragment in Mato Grosso

The emissions of gases that generate heat in the atmosphere are caused by anthropic activities and natural cycles, generating the interest of monitoring their emissions, especially carbon dioxide, which in recent years has increased its concentration, generating concern in the scientific environment. In this context, the present study aimed to evaluate the temporal dynamics of CO₂ efflux, one of the carbon balance plots, for a fragment of urban savanna, in the Cuiabá City, Brazil, analyzing which variables influenced its variation, such as microclimatic characteristics and quantification of litter produced. Five random points were monitored in the park, and the study was carried out from August 2015 to July 2016. The annual average CO₂ emission in the soil 1.75 μmolm⁻²s⁻¹ and accumulated annual was 25.44 μmolm⁻²s⁻¹. Statistical differences were found between the monthly averages, showing seasonality, but for the same times of different months, there was no statistical difference. Correlations indicate that the presence of water in the environment was determinant to control CO₂ emissions. There was an accumulation of 0.6837 kg/m² of litter for the analyzed period. The work also showed that the average CO₂ efflux for this fragment is lower than that of other biomes in Mato Grosso, Pantanal and transition forest Cerrado/Amazon.


Keywords: Soil Respiration; Litter; Carbon Dioxide; Precipitation.


Topic: **Química Agrícola e Ambiental**


Received: **14/12/2017**


Approved: **25/01/2018**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


Susana Pacheco Pereira 
Universidade de Cuiabá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6563212513746900>
<http://orcid.org/0000-0003-2384-1593>
susana.pacheco@gmail.com


Jonathan Willian Zangeski Novais 
Universidade de Cuiabá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5665663207008673>
<http://orcid.org/0000-0002-6598-3138>
jonathan.novais@kroton.com.br

Oswaldo Borges Pinto Júnior 
Universidade de Cuiabá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9205049622103900>
<http://orcid.org/0000-0003-2653-5460>
osvaldo.borges@kroton.com.br

Carlo Ralph De Musis 
Universidade de Cuiabá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2229878954372934>
<http://orcid.org/0000-0001-6047-1304>
carlo.demusis@gmail.com

Levi Pires de Andrade 
Instituto Federal de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4835803128739663>
<http://orcid.org/0000-0003-2331-3467>
levi.pires@hotmail.com

Thiago D'Orazio Joaquim 
Universidade de Cuiabá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1130857797804291>
<http://orcid.org/0000-0002-7609-140X>
thiago_dorazio@hotmail.com

Maria Aparecida Pereira Pierangeli 
Universidade do Estado de Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/4330841132184376>
<http://orcid.org/0000-0001-6453-080X>
mapp@unemat.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2018.002.0004

Referencing this:

PEREIRA, S. P.; NOVAIS, J. W. Z.; PINTO JÚNIOR, O. B.; MUSIS, C. R.; ANDRADE, L. P.; JOAQUIM, T. D.; PIERANGELI, M. A. P. Dinâmica temporal do efluxo de CO₂ em fragmento de cerrado Mato-Grossense. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.9, n.2, p.31-40, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.002.0004>

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas, aquecimento global e poluição da atmosfera suscitam discussões sobre a responsabilização antrópica em relação as modificações nas condições ambientais naturais. Para muitos o abjeto pelas alterações na temperatura, são as ações humanas, e já para outros, acredita-se que as alterações no clima são devido aos ciclos naturais. Nas primícias destas discussões, um dos gases apontados como precursor destas alterações climáticas, sendo apontado com uma interligação ao aquecimento global, já que faz parte do efeito estufa, é o dióxido de carbono (CO₂). Sopesando o aumento da emissão deste gás à atmosfera após o processo de industrialização. Mas, não é somente processos industriais e queima de combustíveis fósseis que emitem o CO₂, existe na natureza ciclos biogeoquímicos que produzem este gás.

Na dinâmica de um ambiente natural, existe uma diversidade de características físicas, químicas e biológicas a serem compreendidas. Dentre desses predicados, o solo contribui como a base de sustentação em um ambiente terrestre. Então o fluxo da respiração do solo, ou efluxo do solo, pode ser um auxílio na compreensão da dinâmica do ambiente. Ao respirar, o solo emite à atmosfera quantidade de CO₂, isto se dá dentro de um ciclo natural de desenvolvimento do ambiente, envolvendo a oxidação da matéria orgânica, respiração de raízes e organismos do solo.

O estoque de carbono orgânico no solo é evidenciado pelo influxo de carbono, ou adição de carbono fotossintetizado e pelo efluxo, que é perda de carbono orgânico devido a oxidação de CO₂, ocasionado pelos microrganismos heterotróficos (COSTA et al., 2006). Então, o fluxo de CO₂, a respiração do solo que produz a liberação de dióxido de carbono para a atmosfera, é um fluxo de gás físico para fora do solo (MOREIRA et al., 2006). Ainda para estes autores, as perdas e ganhas de CO₂, estão relacionados ao processo de oxirredução e a partir desse processo, pode se regular o dreno (sequestro) e fonte (emissão) do fluxo de carbono entre solo, planta e atmosfera.

Na interação com o solo, outros elementos se tornam importantes, como a sazonalidade e bioma. Assim como, o que compreende a camada mais superficial do solo, responsável por diversas dinâmicas do ecossistema, a serrapilheira produz e controla diretamente a quantidade de nutrientes que retorna ao solo, logo está relacionada a atividade de decomposição provocada pelos microrganismos presentes no solo (SCORIZA et al., 2012).

O processo da serrapilheira começa quando a planta, utiliza o estômato para capturar o CO₂ na atmosfera e realizar o processo de fotossíntese. Tendo luz solar, água e o dióxido de carbono as plantas catalisam essa junção e formam o carboidrato (ALMEIDA, 2005). Os fluxos naturais e as condições climáticas, vão influenciar na quantidade de material orgânico disponível, sendo maior em regiões quentes e úmidas (SCHUMACHER, 1992).

Desta forma, desperta-se o interesse em conhecer a dinâmica de fluxos de CO₂ naturais para os diferentes biomas brasileiros. Mato Grosso possui 3 dos biomas brasileiros, floresta de transição Cerrado/Amazônia, Pantanal e Cerrado, que foi o objeto deste estudo. O Cerrado, também chamado de savana neotropical, tem um clima sazonal com período de seca e um longo período de alta precipitação,

porém a evaporação é maior durante a seca, podendo provocar um estresse hídrico nas plantas que possuem raízes com pouca profundidade (CURADO et al., 2014). Relacionando ainda ao Cerrado, as variações temporais na troca de vapor de água, entre terra e a atmosfera, são evidenciadas em ambientes sazonais, sendo a variação da precipitação e temperatura, poderá afetar diretamente a interação entre o meio e a atmosfera (RODRIGUES et al, 2016). Assim o objetivo desta pesquisa foi avaliar a dinâmica temporal do efluxo de CO₂ para um fragmento de cerrado urbano, analisando quais variáveis influenciaram em sua variação.

MATERIAL E MÉTODOS

O fragmento de Cerrado está localizado na capital do estado de Mato Grosso, cidade de Cuiabá, em área urbana, entre as coordenadas geográficas 15°34'44''S e 56°05'016''W, com 77,16 hectares de área, Figura 1. Barros (2009), afirma que a variação de altitude está entre 164 e 195 m e que a grande diversidade florística se divide em três estratos: a mata ciliar que margeia os córregos, o cerradão afastado do curso d'água e nas regiões mais elevadas o cerrado stricto sensu.

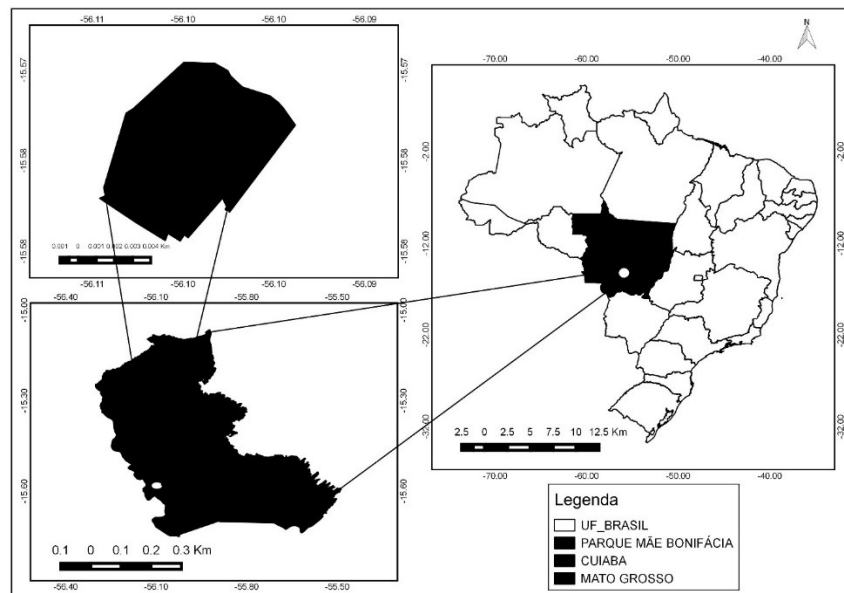


Figura 1: Mapa de localização do fragmento de Cerrado na cidade de Cuiabá/MT.

De acordo com Andrade et al. (2016), o parque Mãe Bonifácia é um fragmento remanescente de cerrado em sua forma natural, que não sofreu ações antrópicas relevantes que possam ter alterado suas características biofísicas. As espécies vegetativas mais abundantes no parque são *Curatella americana*, *Albizia niopoides*, *Anadenanthera colubrina*, *Samanea Tubulosa*, *Stryphnodendron barbatimão*, *Inga Vera* and *Bowdichia virgilioides*.

A sazonalidade da região de Cerrado usando a classificação de Köppen o clima Aw (clima tropical), consideram duas estações, sendo o inverno seco, verão chuvoso e com as temperaturas mais elevados no período chuvoso, com médias de temperatura entre 28 e 32°C (ALVARES et al., 2013). Ao classificarem a região em dois períodos distintos, Chiaranda et al. (2012), distinguiram o período chuvoso sendo de outubro a abril e período seco de maio a setembro.

Foram selecionados 5 pontos amostrais para a coleta do efluxo de CO₂, no solo. Formando um polígono definido entre o ponto 1 e ponto 2 (distância 10,97m), ponto 2 e ponto 3 (distância 15,30m), ponto 3 e ponto 4 (distância 8,60m), ponto 3 e ponto 4 (distância 6,60m) e finalizando o polígono, do ponto 5 ao ponto 1 (distância 7,53m). O ponto mais próximo da trilha de asfalto era o ponto 2 e o mais distante era o ponto 3.

As coletas foram feitas mensalmente, de agosto de 2015 a julho de 2016, medindo uma vez a cada hora, das 08 às 16 horas, totalizando 9 medições no dia. Concomitantemente as medições de efluxo de CO₂ do solo, foram feitas medidas de temperatura do ar, umidade relativa do ar e ponto de orvalho utilizando uma estação microclimática portátil, o Kestrel 4500 Pocket Weather Tracker. As medidas de efluxo de CO₂ do solo foram realizadas utilizando um analisador de gás por infravermelho portátil (EGM-4, PP Systems, U.K.) conectado a uma câmara de fluxo de CO₂ do solo (SRC-1, PP Systems, U.K.).

O EGM-4, por ser um analisador de gás infravermelho não disperso, é caracterizado por um recurso que permite adaptação às mudanças e condições ambientais. Tendo estabilidade ao transmitir dados de CO₂. O recurso de análise de gás de infravermelho, permite determinar as concentrações de CO₂ em ppm, pois os gases de moléculas diatômicas (como o CO₂), absorvem fótons na faixa de infravermelhos. Colocada uma câmara fechada de volume conhecido (1170cm³) sobre uma área do solo de 78 cm² e medindo a razão de aumento da concentração de CO₂ dentro desta câmara, quantificará o fluxo de CO₂ do solo de acordo com a equação 1:

$$R_s = \frac{dC}{dT} \cdot \frac{V}{A} \quad \text{Equação (1)}$$

Em que, R_s é a razão de fluxo de CO₂ do solo (fluxo de CO₂/ unidade de área/unidade de tempo), dT é o tempo decorrido de medida, dC é a diferença de concentração de CO₂ no tempo decorrido, V é volume total do sistema (cm³), A é a área do solo exposto à medida (cm²). A unidade da medida do fluxo de CO₂ é gCO₂m⁻²h⁻¹ e para ser transformado em μmolm⁻²s⁻¹ utilizou o fator de conversão 6,312. Sendo μmol unidade mais utilizada para medidas de fluxo de CO₂ (PINTO JUNIOR et al., 2009). O emprego mais comum de detectores de infravermelho é para quantificação do fluxo de CO₂, utilizando o princípio de quantificação de detectores de infravermelho, é baseado na capacidade que o gás CO₂ possui de absorver a radiação eletromagnética na faixa de infravermelho (COSTA et al., 2006).

A temperatura do solo foi feita com termômetro de mercúrio inserido durante cada coleta de efluxo.

Para a umidade do solo, foram feitas coletas mensais de solo, sendo pesado e colocado a 100°C em estufa, por 24h para secagem da umidade. Depois desse período, o solo era pesado novamente. Tendo os valores de solo seco e solo úmido, o teor de água no solo foi obtida conforme Equação 2.

$$\text{Umidade do solo} = \frac{(\text{solo úmido} - \text{sol seco})}{\text{solo seco}} \quad \text{Equação (2)}$$

Para obtenção de dados de serrapilheira produzida, um mês antes do início da primeira coleta, foi fixado na parte central da área de estudo um coletor que foi utilizado para armazenar durante um mês a produção de serrapilheira. Este coletor foi feito de vergalhão de aço com área de 1m² por 1,20m de altura,

sendo 20cm fixado no solo. Este coletor foi revestido com uma tela de 70% de sombreamento, com uma distância que evita o contato da tela com o solo.

Mensalmente foi retirado a serrapilheira produzida e armazenada para posterior secagem em estufa. O material ao ser retirado do solo foi colocado em saco de papel kraft (com gramatura de 100g/m²) e identificado. A duração da secagem em estufa de circulação foi de 72h. Após secagem, foi pesada em uma balança semi-analítica (SCORIZA, 2012). Para análise estatística, após os testes de normalidade e homocedasticidade, optou-se pela utilização da correlação de Spearman para averiguar possíveis correlações entre as variáveis (STEVESON, 2001). Fez-se também uma análise de variância (ANOVA) para averiguar semelhanças entre o efluxo horário e diário.

RESULTADOS

Variáveis microclimáticas

Marcada pelo período de verão chuvoso (outubro a março) e inverno seco (abril a setembro), a sazonalidade da região, foi observada conforme Figura 2. Os resultados obtidos com a precipitação acumulada total foi de 1066,5mm. No período seco, a precipitação mensal acumulada foi de 33,7 mm e a média no período chuvoso foi 147,54 mm de chuva. Não houve registro de precipitação nos meses em agosto/2015 e julho/2016 e o mês com maior volume de chuva foi janeiro/2016 com 256,8 mm. As médias diárias de UR (umidade relativa do ar) foram menores nos meses de agosto/2015 (36,9%) e setembro/2015 (24,6%). A UR foi maior nos meses de dezembro/2015 (83,5%), janeiro/2016 (79,1%), fevereiro (87,8%), março/2016 (79,1%) e junho (81,4%). A UR do ar esteve mais baixa nos meses com maior temperatura, e o aumento da UR do ar representou temperaturas menores.

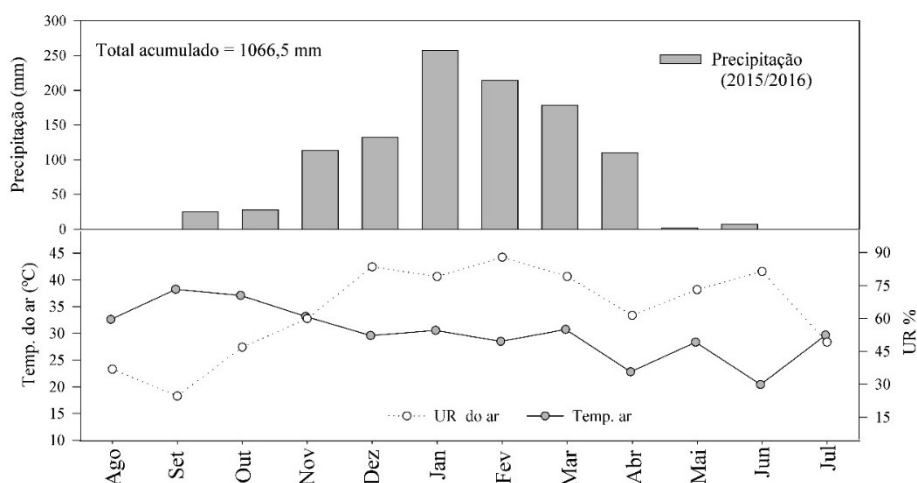


Figura 2: Média da Precipitação (mm), Temperatura do ar (°C) e Umidade Relativa do ar (%), referente a agosto/15 a julho/16, fragmento de Cerrado em Cuiabá/MT.

Com relação a temperatura do ar, as médias foram maiores nos meses de agosto/2015(32,3°C), setembro/2015 (38,2°C), outubro/2016 (37°C), novembro/2016 (33,1°C). Sendo meses relacionados no período seco, apresentou-se menores temperaturas em abril/2016 (22,7°C) e junho/2016 (20,4°C). A

variação média da temperatura do solo entre os períodos seco e chuvoso foi de 1,63 °C. No período seco a média de temperatura foi menor (24,13 °C) do que a média de temperatura no período chuvoso (25,76 °C).

Efluxo de CO₂ e serrapilheira

A média anual de emissão de CO₂ no solo 1,75 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ e acumulado anual foi de 25,44 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Figura 3). No período chuvoso a média mensal de efluxo de CO₂ foi maior em 0,68 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ do que no período seco. A média do efluxo CO₂ no solo para o período seco e chuvoso foi de 1,67 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ e 2,44 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente. O mês com maior efluxo de CO₂ foi março/2016 com média diária de 4,18 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$, e o menor registro foi no mês de outubro/2015 com 1,29 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$.

A umidade do solo acompanhou o padrão de precipitação para a região (Figura 3). Nos meses chuvosos, dezembro/2015(15,94%), janeiro/2015 (11,86%), fevereiro/2016 (15,59%), março/2016(17,59%), a umidade no solo foi maior do que no período seco, setembro/2015 (5,74%), outubro/2015 (5,74%), maio/2016 (10,02%), junho/2016 (6,69%) e julho/2016 (4,99%). Já a temperatura do solo manteve-se praticamente constante durante o ano, uma vez que o solo não era exposto diretamente a radiação solar.

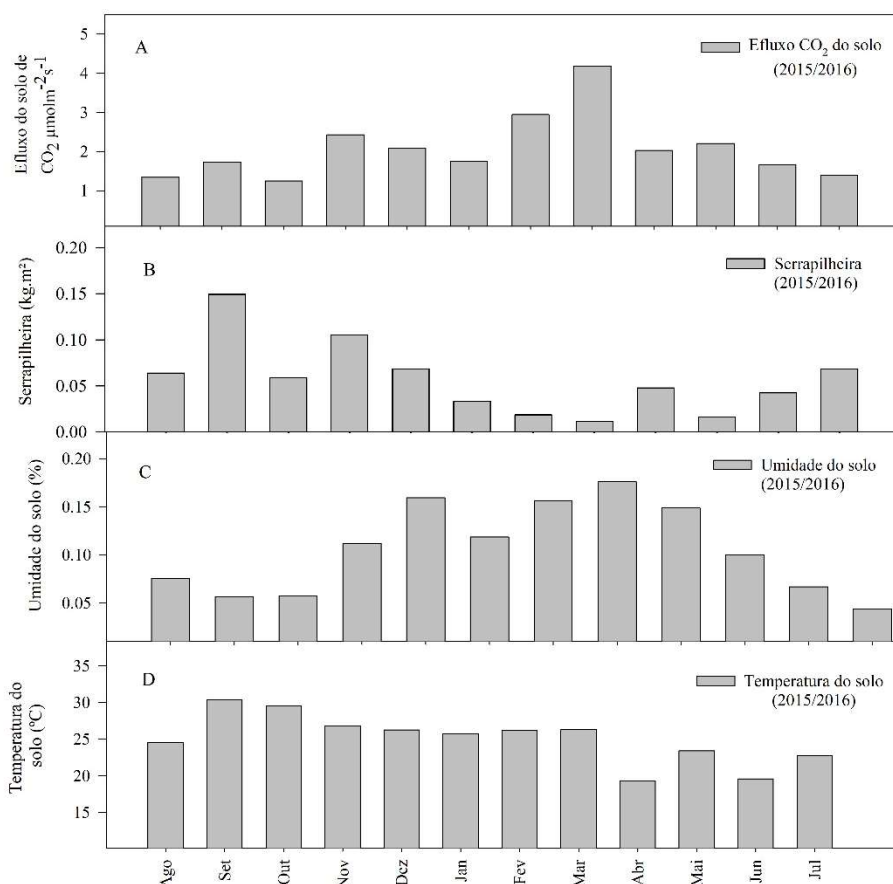


Figura 3: A- Efluxo de CO₂ ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$), B- serrapilheira produzida (kg/m^2), C - umidade do solo (%) e D - temperatura do solo ($^{\circ}\text{C}$), correspondendo de 2015-2016, no fragmento do Cerrado, na cidade de Cuiabá.

O mês de setembro/15 ocorreu a maior quantidade de serrapilheira com aproximadamente 0,15 kg/m^2 e março/16 foi o mês com a menor quantidade de serrapilheira com 0,0115 kg/m^2 . No primeiro mês de coleta, agosto/2015, não teve registro de chuva, a serrapilheira foi de 0,064 kg/m^2 e no mês seguinte setembro/15, quando houve registro de precipitação, ocorreu o maior valor do período analisado, conforme figura 3.

O acumulado anual foi de 0,6837 kg/m² de serrapilheira. No período chuvoso ocorreu a maior produção de serrapilheira, com acumulado de 0,445 kg/m², já no período seco 0,239 kg/m², diferença de 0,206 kg/m².

Observa-se na figura 4 as médias horárias mensais para o efluxo de CO₂.

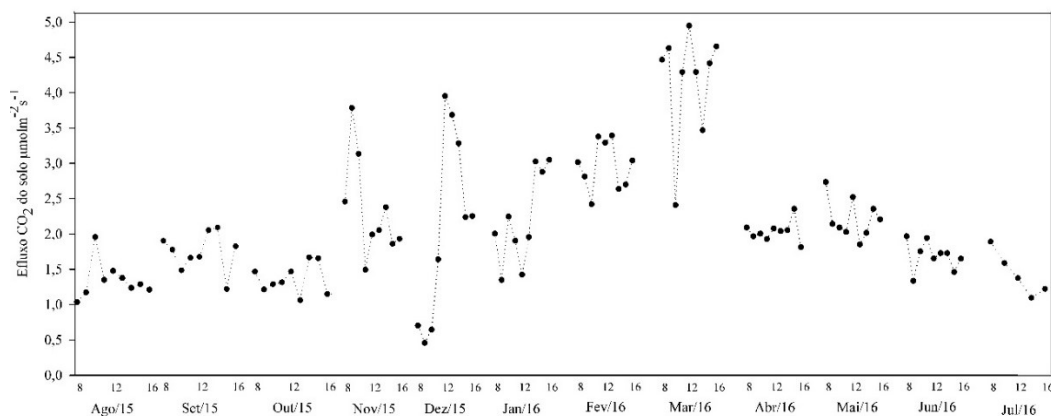


Figura 4: Efluxo de CO₂ (µmol m⁻² s⁻¹), média horária mensal, correspondendo a agosto/15 e julho/16, no fragmento do Cerrado, na cidade de Cuiabá/MT.

Ocorreram nas primeiras horas do dia os menores índices de efluxo do solo, foram todas no mês de dezembro/2015, as 8 horas (0,70 µmol m⁻² s⁻¹), as 9 horas (0,45 µmol m⁻² s⁻¹) e 10 horas (0,64 µmol m⁻² s⁻¹) e sendo em outubro/2015 a menor média mensal. Os maiores valores de efluxo de CO₂ do solo ocorreram nos meses de novembro/2015 (2,43 µmol m⁻² s⁻¹), dezembro/2015 (2,09 µmol m⁻² s⁻¹), janeiro/2016 (2,14 µmol m⁻² s⁻¹), fevereiro/2016 (2,94 µmol m⁻² s⁻¹), março/2016 (4,18 µmol m⁻² s⁻¹).

Com o intuito de avaliar possíveis diferenças de efluxo entre os meses e para um mesmo horário entre os meses, fez-se a análise de variância ANOVA, encontrando diferença estatística ANOVA [F(11,96);0,5% = 1,88] para os doze meses, demonstrando sazonalidade. Nos meses de novembro/2015 a março/2016, a quantidade de efluxo esteve maior do que no restante dos meses, reforçando o que fora observado na análise de variância.

Não houve diferenças estatísticas, (ANOVA F_{(8,99);0,5%} = 2,03) do efluxo de CO₂ do solo quando considerado os mesmos horários em meses diferentes. Os horários com os maiores médias registradas de efluxo de CO₂ foram as 09 horas (4,64 µmol m⁻² s⁻¹), 12 horas (4,96 µmol m⁻² s⁻¹) e 16 horas (4,67 µmol m⁻² s⁻¹), todas no mês de março/2016. Objetivando averiguar as correlações entre as variáveis, fez-se correlação de Spearman, Tabela 1.

Tabela 1: Correlação de Spearman para: efluxo de CO₂, serrapilheira, precipitação, temperatura do solo, umidade do solo, umidade relativa do ar (UR do ar), ponto de orvalho e temperatura do ar, para o período de agosto/15 a julho/16, no fragmento de Cerrado em Cuiabá/MT.

	Serrapilheira	Precipitação	Temperatura do solo	Umidade do solo	UR do ar	Ponto de orvalho	Temperatura do ar
Efluxo	-0,441	0,62	0,133	0,783	0,615	0,545	-0,231 *
	0,143	0,028	0,667	0,001	0,030	0,062	0,456 **

*correlação; ** significância (5%)

As maiores correlações significativas para o efluxo de CO₂ do solo foram com umidade do solo, seguida por precipitação e umidade relativa do ar (Tabela 1), indicando a água como um fator importante no comportamento do efluxo.

DISCUSSÃO

A precipitação acumulada para o período, 1066,5mm, figura 2, foi menor que a encontrada por Chiaranda et al. (2012), que fizeram a caracterização da precipitação na região em 2014. Observa-se que a umidade relativa do ar acompanhou o padrão sazonal da precipitação, e teve comportamento inverso com a temperatura do ar, uma vez que quanto maior a temperatura do ar, maior o ponto de saturação, fazendo a umidade relativa do ar diminuir.

A ausência de precipitações associada às características da vegetação (árvores decíduas) apresenta perda parcial de folhas na estação seca, podendo também explicar a inversão dos padrões da temperatura do ar nessa época do ano (BARROS et al., 2010). Há essa inversão entre ausência de precipitação e perda das folhagens das árvores, tal perda é evidenciado pelo aumento de produção de serrapilheira (Figura 3).

Em seu estudo, Pinto Junior et al. (2009), referiram que para evitar a perda de água no período seco, as plantas perdem suas folhas, provocando maior estoque de serrapilheira produzida nos meses com menores índices de precipitação e menor disponibilidade hídrica no solo, permitindo também menor perda de água do solo. Além da influência na umidade do solo, a serrapilheira também tem grande influência no albedo de superfície, uma vez que a coloração das folhas caídas influencia na energia que será absorvida e refletida pela superfície (NOVAIS et al., 2015; NOVAIS et al., 2016).

O período seco totalizou 72,87% e enquanto no período chuvoso 27,13% de toda a produção de serrapilheira. Em todos os meses a produção de folhas foi maior que a de galhos, sementes e flores, isto representa que as plantas liberaram mais folhagens no período seco, pois a disponibilidade de água no solo é menor e este é uma fonte essencial para obtenção de nutrientes para a sobrevivência da planta.

Já para as variações de efluxo de CO₂, todas as maiores emissões ocorreram no período chuvoso. O aumento de umidade no solo e maiores temperaturas, favorecem a atividade microbiana. Estes fatores são importantes para que aconteça o fluxo de CO₂, em decorrência das reações químicas de decomposição da matéria orgânica e do processo de difusão deste gás saindo do solo para atmosfera, tendo também uma grande influência na emissão de outros gases do solo para atmosfera (KANG et al., 2003).

As correlações positivas entre as variáveis relacionadas a água e efluxo de CO₂ estão de acordo com os resultados encontrado por Furtado Neto et al. (2013). Porém não houve correlação significativa com temperatura do solo, uma vez que a temperatura do solo não sofre grandes variações abaixo do dossel, assim as atividades microbianas e microfaunianas não sofrem alterações relevantes. A serrapilheira também não teve correlação com o efluxo de CO₂, indicando que a influência da queda da serrapilheira não influencia simultaneamente os valores de efluxo, sendo necessária uma análise com defasagem, entre efluxo e serrapilheira. Considerando a correlações significativas do efluxo de CO₂, os meses que tiveram maiores resultados do efluxo, apresentaram também o período com maior precipitação.

No bioma Cerrado, quando se mantém as folhagens na superfície e não se remove o solo, há uma contribuição para a redução de emissão de CO₂ para atmosfera, propiciando um estoque de carbono na superfície do solo (CARVALHO, 2013). Quando o solo está parcialmente ou totalmente preenchido por água, a disponibilidade de liberação de gases para microrganismo se decompor é menor (MOREIRA et al., 2006).

Em comparação com trabalhos em biomas do Mato Grosso, a média no fragmento de cerrado para efluxo de CO₂ foi menor, sendo 2,12 μmolm⁻²s⁻¹. Os menores valores podem ser explicados pela composição física do solo, solo com muito cascalho, e também devido à baixa produção de serrapilheira. Valentini et al. (2006) para o ano de 2003 e Pinto Junior et al. (2009) para os anos de 2005/2006, ambos para Floresta de transição Amazônia Cerrado, no município de Sinop/MT, encontraram médias anuais de 7,5 e 5,48-μmolm⁻²s⁻¹ respectivamente. Já para o Bioma Pantanal, Carvalho (2013), para o período de janeiro/2012 a dezembro/2012, encontrou para efluxo de CO₂ do solo 3,40 μmolm⁻²s⁻¹.

Nas pesquisas com efluxo de CO₂ do solo, realizadas na Floresta de Transição Amazônica Cerrado, Valentini et al. (2006) e Pinto Junior et al. (2009), relacionam o período chuvoso ao aumento de efluxo de CO₂. O que pode explicar a maior emissão de CO₂ do solo nos períodos chuvosos, é que com aumento da umidade, intensifica a atividade microbiana e decomposição da serrapilheira e, portanto, há maior emissão de CO₂ do solo (PINTO JUNIOR et al., 2009; VALENTINI et al., 2006).

CONCLUSÕES

Na análise da dinâmica temporal do efluxo de CO₂ em fragmento de cerrado mato-grossense a média anual de emissão de CO₂ no solo 1,75 μmolm⁻²s⁻¹ e acumulado anual foi de 25,44 μmolm⁻²s⁻¹. Foram encontradas diferenças estatísticas entre as médias mensais, demonstrando sazonalidade, porém para os mesmos horários, não houve diferença estatística, demonstrando que mesmo as magnitudes variando, os padrões continuam os mesmos. As correlações indicam que a presença de água no ambiente foi determinante para controlar as emissões de CO₂, não sendo encontradas correlações significativas entre temperatura do solo e serrapilheira com o efluxo de CO₂. Houve um acúmulo de 0,6837 kg/m² de serrapilheira para o período analisado. Observou-se também que o efluxo de CO₂ para este fragmento é menor que o de outros biomas mato-grossenses, como o Pantanal e a Floresta de Transição Amazônia/Cerrado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. O.. Noção de fotossíntese: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciência. **Candombá Revista Virtual**, Salvador, v.1, n.1, p.16–32, 2005.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G.. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Zurich, v.22, n.6, p.711-728, 2013. DOI: <http://10.1127/0941-2948/2013/0507>

ANDRADE, L. P.; NOVAIS, J. W. Z.; DE MUSIS, C. R.; SANCHES, L., PEREIRA, S. P.. Efeitos de borda sobre o microclima de um

parque ecológico urbano em Cuiabá-MT. **Revista Estudo e Debate**, Lajeado, v.23, n.2, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v23i2a2016.107>

BARROS, M. P. B.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; MUSIS, C. R.. O projeto de parque urbano e os riscos da exposição ao calor. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.10, n.2, p.147-156, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212010000200010>

BARROS, M. P. B.; DE MUSIS, C. R.; HORNICK, C.. Parque da cidade Mãe Bonifácia, Cuiabá/MT: Topofilia e amenização climática em um fragmento de Cerrado urbano. **Sociedade**

Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v.5, n.2, p.1-18, 2010.

CARVALHO, P. V.. **Estudo do fluxo de CO₂ e do estoque de carbono do solo em área de interflúvio no Pantanal município de Poconé Mato Grosso**. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

CHIARANDA, R.; RIZZI, N. E.; COLPINI, C.; SOARES, T. S.; SILVA; VERSIDES, S. M.. Análise da precipitação e da vazão da bacia do Rio Cuiabá. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n. 1, p.117-122, 2012. DOI: <http://10.5039/agraria.v7i1a986>

COSTA, F. DE S.; GOMES, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J.. Métodos para avaliação das emissões de gases do efeito estufa no sistema solo-atmosfera. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.693-700, 2006.

CURADO, L. F. A.; NOGUEIRA, J. de S.; SANCHES, L.; RODRIGUES, T. R.; LOBO, F. A.; BIUDES, M. S.. Inter Seasonality of the Energy Fluxes in Brazilian Savanna-Mato Grosso-Brazil. **Atmospheric and Climate Sciences**, v.4, n.2, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/acs.2014.42025>

FURTADO NETO, A. T.; JUNIOR M.; TAPAJÓS R.; DILL, T.; VALENTE, F.; COSME, R.; MOURA, J. M. S.; SILVA, H. C. P.; SILVA, R.; KELLER, M.; CRILL, P.. Influência da umidade no efluxo de CO₂ do solo para atmosfera em uma área de floresta primária, Belterra/PA. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, p.34-37, 2013. DOI: <http://10.5902/2179460X11361>

KANG, S. Y.; DOH, S.; LEE, D.; JIN, V. L.; KIMBALL, J. S.. Topographic and climatic controls on soil respiration in six temperate mixed-hardwood forest slopes, Korea. **Global Change Biology**, Oxon, v.9, n.10, p.1427-1437, 2003. DOI: <http://10.1046/j.1365-2486.2003.00668.x>

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2006.

NOVAIS, J. W. Z.; SANCHES, L.; SILVA, L. B.; MACHADO, N. G.; AQUINO, A. M.; RODRIGUES, T. R.. Variação horária e

sazonal da radiação solar incidida e refletida e suas relações com variáveis micrometeorológicas no Pantanal Norte Mato-grossense. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v.38, p.96-108, 2015. DOI: <http://10.5327/Z2176-947820150053>

NOVAIS, J. W. Z.; SANCHES, L.; SILVA, L. B.; MACHADO, N. G.; AQUINO, A. M.; PINTO JUNIOR, O. B.. Albedo do solo abaixo do dossel em área de *Vochysia Divergens* Pohl no norte do Pantanal. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.31, n.2, p.157-166, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631220150001>

PINTO JUNIOR, O. B.; SANCHES, L.; DALMOLIN, A. C.; DE NOGUEIRA, J. S.. Efluxo de CO₂ do solo em floresta de transição Amazônia Cerrado e em área de pastagem. **Acta Amazonia**, Manaus, v.39, n.4, p.813-822, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000400009>

RODRIGUES, T. R.; VOURLITS, G. L.; LOBO, F. DE A.; SANTANNA, F. B.; ARRUDA, P. H. Z.; NOGUEIRA, J. S.. Modeling canopy conductance under contrasting seasonal conditions for a tropical savanna ecosystem of south central Mato Grosso, Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.15, n.2, p.218-229, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.12.060>

SCHUMACHER, M. V.. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

SCORIZA, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L.; DA SILVA, E. M. R.. Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Floresta & Ambiente**, Rio de Janeiro, v.2, n.2, p.1-18, 2012.

VALENTINI, C. M. A.; SANCHES, L.; DE PAULO, S. R.; VOURLITIS, G.; PRIANTE FILHO, N.; NOGUEIRA, J. S.. Efluxo de CO₂ do solo de uma área de floresta de transição no noroeste de Mato Grosso. **Revista Proficiência**, Cuiabá, v.3, n.2, 2006.