



Artigo Original

Gases de efeito estufa sob fitofisionomias do Cerrado no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba – PNNRP

Tancio Gutier Ailan Costa¹, Bruna de Freitas Iwata², Juliana Vogado Coelho³, Cristian Epifânio de Toledo⁴, Gleide Ellen dos Santos Clementino⁵, Nayara Caroline Moreira Leopoldo⁵

¹Universidade Federal do Ceará. Mestrado em Ciência do Solo. Campus Pici. Fortaleza-CE (CEP 60455-900). E-mail: gutierailan@gmail.com.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Teresina Central. Praça da Liberdade, 1597. Centro. Teresina-PI, Brasil (CEP 64000-040).

³Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Rua dos Funcionários, 1540. Curitiba-PR, Brasil (CEP 80035-050).

⁴Universidade Estadual de Goiás, Campus Palmeira de Goiás. Departamento de Agronomia. Rua S-7, S/N, Bairro Sul, Palmeiras de Goiás – GO, Brasil.

⁵Instituto Federal do Piauí. Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental. Campus Corrente. Rua Projetada Trinta e Seis, 380. Nova Corrente. Corrente-PI, Brasil (CEP 64980-000).

INFO ARTICLE

Histórico do artigo

Recebido: 25 de julho de 2018

Aceito: 04 de outubro de 2018

Palavras-chaves:

Efeito estufa

Dióxido de carbono

Extratos vegetais

RESUMO

As alterações climáticas têm colocado em evidência o papel dos ecossistemas terrestres em relação à mitigação das emissões e aumento dos níveis dos gases de efeito estufa lançados na atmosfera. Assim, o presente estudo teve por objetivo quantificar a taxa de emissão de CO₂, CH₄ e N₂O do solo em diferentes fitofisionomias do bioma Cerrado presentes no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba – PNNRP. Para esta avaliação foram delimitadas duas parcelas de 100 x 100 m equivalentes a um hectare sob duas fitofisionomias do Cerrado (*Sensu Stricto* e Cerradão), as quais foram subdivididas em cinco subparcela equivalente a 20 x 100 m. As medições foram realizadas por meio do Monitor Multigases – MX6 iBrid™ e seus dados trabalhadas por espacialização do comportamento dos gases para cada fitofisionomia e determinação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). A distribuição dos gases emitidos no Parque, apresentaram correlação direta com a disposição dos estratos vegetais das parcelas estudadas. Em relação à taxa de emissão dos gases de efeito estufa, verificou-se uma maior emissão de N₂O do solo para atmosfera, seguida por emissões de CO₂ e CH₄ respectivamente. Tanto a emissão de CO₂ quanto N₂O se mostraram significativas em termos de fitofisionomias, sendo a fitofisionomia de predominância emissão destes gases o Cerrado *Sensu Stricto*. Enquanto as emissões de metano foram superiores na área sob estrato de Cerradão. Neste contexto, o PNNRP apresentou emissões significativas quanto aos gases de efeito estufa, embora seja decorrente de relações naturais existentes entre o sistema solo-planta-atmosfera em suas fitofisionomias.

1. Introdução

As mudanças climáticas globais passaram a representar uma ameaça urgente e potencialmente irreversível para as sociedades humanas e para o planeta terra (IPCC, 2014a). Assim teve-se despertado o interesse da comunidade científica para elaboração de estratégias e pesquisas que busquem diminuir e mitigar as emissões dos gases de efeito estufa - GEEs para atmosfera (Fialho, 2016). Grande parte destas pesquisas são realizadas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) que em seu último relatório de avaliação das emissões dos GEEs afirmou que a influência humana sobre o sistema climático é

clara e as recentes emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEE) são as mais altas da história (IPCC, 2014b).

O aumento das emissões de CO₂, CH₄ e N₂O ao longo dos anos, é a principal causa dessas mudanças climáticas, e está relacionada, sobretudo, com as conversões dos ecossistemas nativos em agroecossistemas, apresentando significativas contribuições de emissões frente as mudanças no uso da terra e conversão de ecossistemas naturais (IPCC, 2007). Em 2004, o setor de “uso da terra, mudança do uso da terra e florestas” respondia por 76,4% das emissões nacionais de CO₂, já em 2010 houve um decréscimo e o setor representava 27,5% das emissões totais (MCTI, 2017). Porém apesar desta redução em relação a períodos anteriores de

avaliação, o setor ainda está entre um dos que mais contribuem para as emissões de GEE no Brasil (Bergamaschine, 2017).

Conforme MMA (2017) o decréscimo nas emissões se deu em grande parte pela queda das ações de desmatamento na região amazônica, que entre 2004 e 2015 foi reduzido em cerca de 70%. Com isso um grande destaque foi dado a redução do desmatamento da região amazônica, como forma de minimizar as emissões dos GEE, estando o Cerrado fora desse plano de ação. Nesse viés, Grace et al. (2006), apontam que embora as savanas tropicais como os Cerrados, contribuam com cerca de 15% de todo o carbono fixado pela vegetação mundial, sua contribuição no ciclo global de carbono tem sido negligenciada por ações e estratégias que priorizam os estoques de carbono dos sistemas florestais.

O bioma Cerrado apresenta-se como uma das fronteiras agrícolas mais promissoras do mundo, porém a conversão de áreas naturais em sistemas produtivos tem causado intenso questionamento quanto às mudanças na dinâmica desse ecossistema. A degradação do bioma pela conversão de áreas nativas com o corte e queima de vegetação seguida do cultivo do solo resultam em mudanças na dinâmica da matéria orgânica do solo, com alterações nas emissões dos gases causadores de efeito estufa da biosfera para a atmosfera, que causam a elevação da temperatura média e, consequentemente, as mudanças climáticas globais (Neto et al., 2011).

Esse processo de degradação do Cerrado tem feito com que o bioma atue como emissor de GEE, gerando impactos negativos no balanço nacional de emissões antrópicas de GEE, ainda que o conhecimento científico demonstre que o bioma possui significativo potencial de estocar carbono, podendo funcionar como dreno de CO₂ quando sob baixas taxas de conversão da vegetação nativa (Miranda, et al., 1997). Além disso, as várias fitofisionomias do bioma compõem importantes reservatórios de carbono que têm o potencial de caracterizar o bioma como um sumidouro de GEE, a depender de variáveis que aumentam as emissões, como o desmatamento e as queimadas (Bergamaschine, 2017).

Esse variado mosaico de vegetação do bioma é importante nos estoques de carbono, compondo os reservatórios de biomassa acima e abaixo do solo e servindo de fonte de carbono para os demais compartimentos. No entanto, as formações vegetais, possuem diferentes características quanto à densidade de carbono e à distribuição de sua biomassa nos compartimentos aéreos ou subterrâneos. Além de estar relacionada às características dos solos e a sazonalidade do clima, cujas mudanças no regime de precipitações podem alterar significativamente o ciclo do carbono e a acumulação de biomassa nesse ecossistema (Miranda, et al., 2014).

Neste contexto, destaca-se a importância da dinâmica do C no Cerrado, principalmente quanto aos processos envolvidos no sistema de interação solo-atmosfera, sob áreas nativas cobertas por diferentes formações vegetais. Deste modo, o presente estudo teve por objetivo quantificar a taxa de emissão de CO₂, CH₄ e N₂O nas diferentes fitofisionomias do bioma Cerrado presentes no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba -PNNRP.

2. Material e métodos

Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba - PNNRP, Unidade de Conservação de Proteção Integral criada por Decreto Federal em 2002, abrangendo uma área de 729.813 ha e parte do topo das Chapadas das Mangabeiras e suas encostas. O PNNRP está localizado no divisor das bacias hidrográficas dos rios São Francisco, Tocantins e Parnaíba e compreende os domínios do

bioma Cerrado entre a região Sul do Piauí e Maranhão, norte do Tocantins e noroeste da Bahia (Lima, 2009). Com sua expressiva extensão territorial, a maior parte de sua área está localizado no Estado do Piauí cobrindo os municípios de Gilbués, São Gonçalo do Gurguéia, Barreiras do Piauí e Corrente, além dos municípios de Formosa do Rio Preto na Bahia, Mateiro, São Félix e Lizarda no Tocantins e Alto do Parnaíba no Maranhão (Figura 1). Dada sua localização na porção centro-ocidental do Nordeste brasileiro, o estudo foi realizado na porção piauiense do PNNRP, especificamente em área correspondente ao município de Barreiras do Piauí.

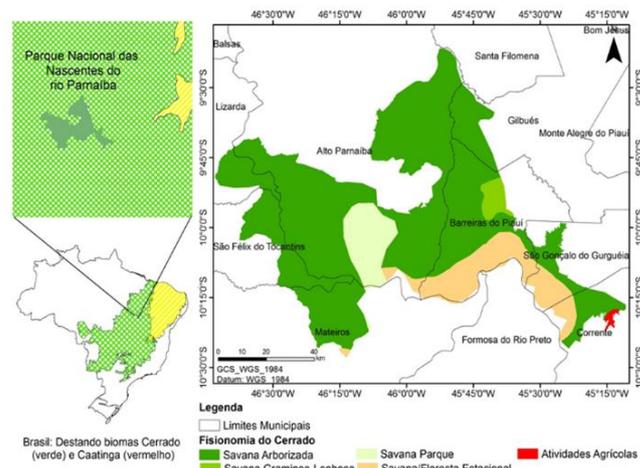


Figura 1. Localização geográfica do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba. Elaborado por Cristian Epifânio Toledo, 2017.

No estudo foram amostradas duas importantes fitofisionomias do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba e do referido bioma: a fitofisionomia de Cerrado *Sensu Stricto* e de Cerradão. A caracterização das fitofisionomias está descrita abaixo, segundo dados de Oliveira (2004):

Cerrado *Sensu Stricto*: para esse tipo fisionômico a vegetação é caracterizada pela presença de dois estratos, sendo um herbáceo-subarbustivo com predominância de gramíneas e outro arbustivo-arbóreo com cobertura arbórea de 10 a 60%. O estrato arbustivo-arbóreo caracteriza-se pela presença de plantas com aproximadamente 5 m apresentando tortuosidade dos ramos, ramificação irregular, ritidoma esfoliado corticoso rígido e casca suberosa macia. **Cerradão:** Semelhante ao cerrado típico, sua fisionomia tem dois estratos, sendo o herbáceo-subarbustivo bastante escasso. Nessa fitofisionomia predominam árvores altas e retas com altura alturas de até 7m e troncos de casca fina, lisa ou às vezes rugosa, com presença de lenticelas, ou ainda esfoliastes.

Delineamento amostral e medição dos gases de efeito estufa

O processo de medição dos gases de efeito estufa ocorreu em área composta por dois tratamentos referentes as fitofisionomias do bioma Cerrado, sendo um tratamento correspondente a fitofisionomia de Cerradão (CE) e outro de Cerrado *Sensu Stricto* (SS). Cada tratamento compõe-se por uma parcela dimensionada em 100 x 100 m, área equivalente a um hectare, sendo estas, subdivididas em 5 (cinco) subparcelas de dimensões equivalentes a 20 x 100 m.

Em cada subparcela delimitada conforme cada tratamento, foi realizada medições do dióxido de carbono - CO₂, metano - CH₄ e óxido nitroso - N₂O, referente ao período de janeiro de 2017. Para cada subparcela foram selecionados dez pontos amostrais de forma aleatória distantes dez metros entre eles, com amostragem dos gases na camada superficial do solo em profundidade de 0 a 10 cm. As emissões dos gases foram registradas utilizando-se o analisador portátil de gases Monitor Multigases - MX6 iBrid™ da companhia Industrial

Scientific Corporation com sede na Pensilvânia, EUA, por meio do método de aspiração por bomba. O analisador possui leituras das concentrações de CH₄, CO₂, O₂, H₂S, N₂O, CO e outros. Porém, nesse estudo foram considerados apenas o CO₂ (faixa de medição de 0 a 5% vol), o CH₄ (faixa de medição de 0 a 100% vol) e N₂O (faixa de medição de 0 a 1.000 ppm), posteriormente tratados em espacialização de gases. A medição dos gases ocorreu em torno de 3 minutos e 30 s para cada ponto, sendo a concentração de CO₂, CH₄ e N₂O dentro do analisador portátil fornecida após 1 min em cada ponto.

Espacialização dos gases e Índice Vegetal por Diferença Normalizada (NDVI)

Os totais de emissões dos gases de efeito estufa das fitofisionomias amostradas foram especializados e trabalhados por meio de análise multivariada, utilizando o método da krigagem. Para a análise geoespacial utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica - SIG, ArcGIS 10.2, desenvolvido pelo Environmental Systems Research Institute - ESRI, como ferramenta de modelagem geoestatística e de representação geoespacial dos dados, utilizando-se o interpolador geoestatístico Kriging Ordinário. A aplicação do método da krigagem baseou-se no objetivo de observar comportamento dos gases em relação as estratigrafias dos componentes florestais naturais de cada fisionomia vegetal, assim como a verificação das diferenças estruturais de cada fisionomia em relação a área.

O estudo contou ainda com a determinação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) sob as duas fitofisionomias do PNNRP, de modo a verificar a existência de correlação entre a disposição natural dos componentes florestais e o comportamento/taxa de emissão dos gases estudados. Os procedimentos foram realizados por meio do SIG, utilizando o software ArcGIS 10.2. Para geração do NDVI foi utilizado imagem de satélite LANDSAT 8 sensor TM, datada de 26 de janeiro de 2012, com resolução espacial 10 metros. Na etapa de geoprocessamento dos dados foram utilizadas as bandas espectrais 3 e 5 onde apresenta, respectivamente, valores de refletância nos comprimentos de onda do vermelho e infravermelho próximo e favorecem a visualização de diferenças entre respostas espectrais para a vegetação. Foram utilizadas apenas imagens LANDSAT, para garantir maior distinção entre as fitofisionomias e menor interferência da sazonalidade. Além de manter as características da imagem (resolução espacial, espectral e radiométrica). Assim, a partir da aplicação do NDVI é possível determinar a densidade de fitomassa foliar fotossinteticamente ativa por unidade de área (quanto maior este índice de vegetação, mais densa é a fitomassa verde) (Melo, 2011).

3. Resultados e discussão

O estudo verificou quanto ao comportamento da distribuição dos GEE emitidos no PNNRP que os mesmos apresentaram correlação direta com a disposição dos estratos vegetativos florestais nas duas parcelas estudadas (Figura 2). Os processos diferenciados de formação e transformação dos materiais biológicos das florestas corroboram com as diferentes rotas e níveis de emissões de gases, variando de acordo com a fitofisionomia (MCIT, 2010).

A distribuição espacial dos vegetais entre fitofisionomias pode exercer grande influência na emissão de gases intensificadores do efeito estufa, principalmente quanto a exposição do solo a incidência solar, afetando a temperatura do solo e processos metabólicos promovidos pela microbiota do solo. Neste caso, a disposição dos indivíduos vegetais da fitofisionomia de cerradão tende a apresentar uma maior proteção do solo a variações térmicas do solo e ainda proporcionar uma maior retenção de umidade do solo, condição diferente em áreas de Cerrado Sensu Stricto. Por

apresentar uma distribuição, mas espaçada entre indivíduos vegetais e uma maior porção de vegetais de médio porte não formando dossel contínuo os solos do Cerrado Sensu Stricto tendem a ser mais aquecidos com uma maior influência da temperatura nos fluxos de gases do solo para atmosfera.

Conforme Coelho (2005) o regime térmico de um solo é determinado pelo aquecimento de sua superfície pela radiação solar e transporte de calor sensível ao seu interior, pelo processo de condução. Durante o dia, o aquecimento da superfície origina um fluxo que transporta calor da superfície para o interior do solo, aumentando o armazenamento de energia e consequentemente elevando sua temperatura, reduzindo assim a quantidade de matéria orgânica dos solos. Assim, Cerri et al. (2008) afirmam que com a elevação da temperatura do solo, há o aumento das atividades microbiológicas, aumento da evapotranspiração, diminuição e consequentemente atuando como uma fonte de GEE para a atmosfera.

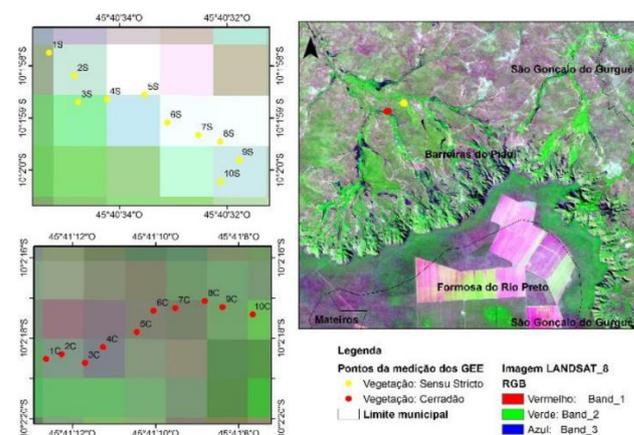


Figura 2. Espacialização dos pontos de coleta de emissão dos gases de efeito estufa no PNNRP.

No que diz respeito às emissões do gás carbônico (CO₂) observou-se que as concentrações do gás diferiram significativamente nas duas fitofisionomias, sendo que na fitofisionomia do Cerrado Sensu Stricto ocorreram valores praticamente duplicados em determinados pontos de mensuração em comparação às áreas de Cerradão (Figura 3). Assim, verifica-se que as diferentes estratificações da vegetação do Cerrado podem influenciar demasiadamente os processos de deposição de materiais e de decomposição, em função da taxa de deposição e qualidade dos resíduos orgânicos sobre o solo e das condições ambientes do solo quanto a condição de umidade do mesmo e temperatura. Com isso, a ciclagem dos conteúdos orgânicos nesses ambientes, apesar de semelhantes, tornam-se singulares para cada comportamento fitofisionômico com influência direta no dreno e emissão de C para atmosfera. Quanto a isso Raich (1985) afirma que a liberação de CO₂ do solo para atmosfera dependerá da decomposição da matéria orgânica, que é influenciada por características da vegetação e do clima, pelos gradientes de temperatura, concentração de dióxido de carbono no sistema solo-atmosfera, pelas propriedades físicas do solo e pelas flutuações de pressão do ambiente.

Além disso, a produção de CO₂ dentro do solo é basicamente um processo bioquímico e responde fortemente às variações de temperatura do solo, sendo que isto pode mudar com a idade de matéria orgânica do solo e também com disponibilidade de água para as reações bioquímicas relevantes (Bekku et al. 2003).

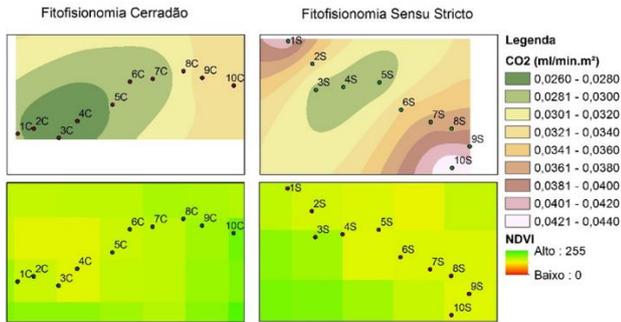


Figura 3. Espacialização da emissão de CO₂ no PNNRP sob fitofisionomias de Cerradão e Cerrado Sensu Stricto. Elaborado por: Cristian Epifânio Toledo, 2017.

Os resultados demonstram que as fitofisionomias tendem a apresentar variações quanto quantidades de deposição de material orgânico sobre os solos decorrentes de seu tipo de vegetação e fatores ambientais atuantes em suas áreas, o que garantem um comportamento diferenciado quanto a capacidade de decomposição de seus resíduos vegetais, incorporação de carbono no solo, processo fotossintético e utilização do carbono disponível no solo com posterior transformação e consequente emissão em forma de CO₂ para atmosfera. Conforme Silva et al. (2012) o tipo de vegetação e as condições ambientais são fatores determinantes da quantidade e qualidade do material que cai no solo, determinando a heterogeneidade e a taxa de decomposição desse material depositado na superfície do solo.

Os consideráveis valores de emissão de CO₂ na fitofisionomias de Cerrado Sensu Stricto devem estar relacionados com, além da quantidade e qualidade do material orgânico depositado sobre suas áreas, uma maior exposição a agentes e processos edafoclimáticos, visto que espacialmente a sua composição vegetacional é menos adensada e com reduzido agrupamento de espécie. Tais características somadas as condições climáticas atuantes na região podem favorecer ainda mais o processo de produção de material orgânico como a serrapilheira e sua decomposição. Sofrendo influência tanto das elevadas temperaturas quanto de sua maior exposição a radiação solar em períodos de estiagem. Calvi et al. (2009) afirmam que elevadas temperaturas e maior quantidade de insolação constituem os fatores climáticos mais relevantes para a produção da serrapilheira em ambiente natural. O que pode influenciar as emissões de CO₂ para atmosfera, controlados por processo de deterioração da serrapilheira.

Ademais, a emissão de CO₂ na fitofisionomia além de comandada por processos de decomposição, respiração e fotossíntese controlam a dinâmica do C no solo nos diferentes ecossistemas. Para Machado et al. (2012) os microrganismos são responsáveis pela decomposição dos materiais orgânicos, imobilização, mineralização e transformação de compostos, promovendo a liberação de CO₂ para a atmosfera. Logo, os processos que controlam a liberação desse CO₂ do solo para atmosfera são fundamentais na dinâmica desse gás no ambiente. Além disso, as diferenças entre frações lábeis e estáveis da matéria orgânica no solo afetam diretamente a emissão do CO₂ para a atmosfera, visto que controlam a liberação ou aprisionamento desse C no solo.

Em geral, as frações lábeis são mais susceptíveis ao ataque microbiano por ação enzimática, fato destacado pela não proteção e estabilização dessa fração da matéria orgânica do solo, isso torna o C dessa fração mais facilmente perdido para a atmosfera. Contraditoriamente as frações mais estáveis da matéria orgânica do solo tem o papel de garantir as reservas de C no solo, de modo a evitar as perdas por emissão para a atmosfera, e isso sofre variação entre sistema radicular e

foliar. Segundo Rasse et al. (2005), 40% do C do sistema radicular das plantas é estabelecido na MOS, enquanto somente 20% do C da parte aérea é incorporado e estabelecido no solo. A estabilização do C derivado do sistema radicular é favorecida por mecanismos de proteção física (inter e intra agregados), proteção química com compostos químicos recalcitrantes (suberina, lignina) e proteção coloidal – formação de complexo argilo-orgânicos, retardando a decomposição e, consequentemente, preservando o C em frações mais estáveis da MOS.

As fitofisionomias amostradas também apresentaram valores diferenciados para os níveis de emissão de metano (CH₄) sob as duas fitofisionomias (Figura 4). Neste contexto, observou-se pela espacialização dos dados de emissão que ocorreram taxas mais homogêneas nas duas áreas estudadas, principalmente ao que se refere ao Cerrado Sensu Stricto, com níveis variando apenas entre 0,073 a 0,076 ml/min/m². Ressalta-se ainda que ocorreram diferenças significativas entre as duas fitofisionomias quanto as emissões de CH₄, com níveis mais elevados para área de Cerradão em relação ao Cerrado Sensu Stricto.

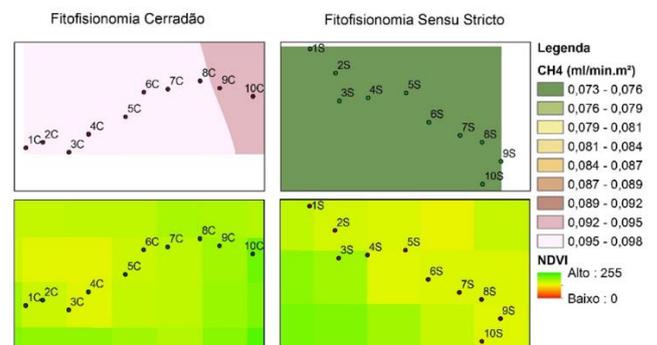


Figura 4. Espacialização da emissão de CH₄ no PNNRP sob fitofisionomias de Cerradão e Cerrado Sensu Stricto. Elaborado por: Cristian Epifânio Toledo, 2017.

As emissões de CH₄ na área de Cerradão pode ser decorrente de uma maior ocorrência de processos microbianos anaeróbicos atuantes na decomposição de material orgânico, uma vez que nesta fitofisionomia pode haver uma maior retenção de água no solo o que juntamente com esse material cria condições favoráveis a realização de atividades de decomposição anaeróbica, tornando possível a emissão de CH₄ nesta área. Além disso, áreas com maior formação florestal tendem a apresentar condições ambientes para atuação de microrganismos anaeróbico.

Marik et al. (2002) relatam que em áreas alagadas ou relativamente úmidas os microrganismos anaeróbicos convertem parcialmente a matéria orgânica em CH₄. Nesse processo a matéria orgânica do solo é degradada por um conjunto de bactérias anaeróbicas que consomem enzimaticamente a celulose e outros compostos orgânicos mais complexos. Os compostos resultantes, como ácidos graxos, são por sua vez degradados por outras bactérias em acetato ou compostos contendo um átomo de carbono, por exemplo, CO₂ ou metanol (CH₃OH). Ao final desse processo, esse conjunto de bactérias reduzem estes compostos a metano e aumentam a sua emissão para atmosfera sob condições naturais principalmente durante períodos de precipitação. Todavia, os solos sob formações florestais são ou podem tornar-se fontes emissoras de CH₄ especificamente durante e estação chuvosa, quando os níveis de umidade do solo atingem patamares que favoreçam o desenvolvimento de bactérias anaeróbicas produzindo CH₄ como subproduto da respiração (Moura, 2010).

Em relação a liberação de óxido nitroso (N₂O) nas fitofisionomias estudadas para atmosfera, o estudo verificou

uma diferença significativa das taxas de emissão no que se refere as emissões de CO₂ e CH₄ nestas áreas. Assim, torna-se evidente que as fitofisionomias estão emitindo maiores concentrações de N₂O para atmosfera do que CO₂ e CH₄. Os valores de emissão registrados nas fitofisionomias são expressivamente superiores aos demais gases, apresentando variação de 13,75 a 15,02 ml/min/m² para a área sob Cerradão e 15,97 a 16,28 ml/min/m² para fitofisionomia de Cerrado Sensu Stricto. Tais resultados ressaltam uma diferença significativa quanto a emissão de N₂O por fitofisionomia, sendo o Cerrado Sensu Stricto o maior emissor desse gás para atmosfera nestas áreas (Figura 5).

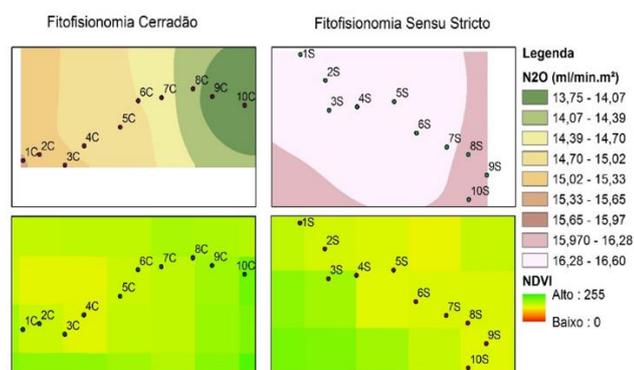


Figura 5. Espacialização da emissão de N₂O no PNNRP sob fitofisionomias de Cerradão e Cerrado Sensu Stricto. Elaborado por: Cristian Epifânio Toledo, 2017.

Conforme espacialização da emissão do N₂O nas referidas fitofisionomias, pode-se perceber uma maior homogeneidade para a área de Cerrado Sensu Stricto, assumindo um comportamento de emissão de 16,28 em quase sua totalidade. As elevadas emissões desse gás no solo estudado pode estar relacionado com um maior processo de desnitrificação de nitrogênio (N) do solo promovendo perdas para atmosfera, visto que além das condições ambientais favoráveis a tais processos a fitofisionomia de Cerrado Sensu Stricto apresenta em sua área maior ocorrência de gramíneas juntamente com sua vegetação arbórea-arbustiva, o que pode estar facilitando a conversão do N total do solo em N₂O ou mesmo NO. As gramíneas apresentam direta relação com a associação simbiótica de microrganismos nos solos, uma vez que estes fixam-se às suas raízes e passam a realizar o processo de mineralização da matéria orgânica transformando o N orgânico em porções minerais, dos quais simultaneamente pode ocorrer a desnitrificação do nitrato ou nitrato para N₂O e a partir daí ocorrer perdas desse gás para a atmosfera (Moreira & Siqueira, 2006).

Bouwman (1998) relata que a desnitrificação corresponde ao processo de redução de nitrato ou nitrito por ação da microbiota do solo, em N₂O, ocorrendo conjuntamente ao processo de mineralização do N-orgânico no solo, sendo uma das principais vias de perda de N do solo. O que para a área de Cerrado Sensu Stricto pode ter relação com a deposição de material orgânico sobre o solo e sua intensa utilização pela microbiota. A permanência de materiais orgânicos proveniente dos vegetais em superfície, e baixa movimentação deste no solo favorecem a proteção física da matéria orgânica do solo (MOS) com a formação de agregados que ocasionam o aumento dos estoques de C e N no solo (Sá et al., 2001) e a produção de N₂O no solo relacionado com a sua disponibilidade de N (Weitz et al., 2001). Neste contexto, as emissões de N₂O podem ser consideradas relativamente baixas para esse ecossistema, porém, em termos gerais essa quantidade pode ser elevada se levado em consideração que o potencial de aquecimento global do N₂O é de aproximadamente 300 vezes maior que o CO₂ (IPCC, 2001).

Ao que se refere das relações do comportamento dos gases estudados e a densidade de indivíduos florestais nas duas fitofisionomias do parque, observou-se uma correlação positiva (Figuras 3,4 e 5). A cobertura vegetal exerce influência sobre as diferentes taxas de emissão dos gases a partir das atividades microbiológicas que ocorrem pelos processos de decomposição e mineralização, e fotossíntese. Logo, a utilização da ferramenta do NDVI pode ser bastante eficiente para detectar variações temporais sazonais e interanuais na fenologia de culturas, diferentes períodos de crescimento, pico de cobertura verde, mudanças fisiológicas das folhas e períodos de senescência (Ponzoni, 2007).

Rodrigues et al. (2013) estudando fluxos de gases do efeito estufa em agroecossistemas obteve importantes resultados em se tratando dessa metodologia, visto que o comportamento dos diferentes estágios fenológicos das espécies foi correlacionado com os níveis de emissão desses gases. Contrariamente, Coltri et al (2009) estudando a emissão de gases correlata a biomassa vegetal identificou necessidades de calibração no método, com baixo índice de correlação direta dos dados.

4. Conclusões

As fitofisionomias de Cerrado Sensu Stricto e Cerradão apresentaram emissões significativas de CO₂, CH₄ e N₂O embora seja decorrente de relações naturais existentes entre o sistema solo-planta-atmosfera em suas áreas.

O comportamento espacial dos gases CO₂, CH₄ e N₂O emitidos no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba apresentaram relação direta com a disposição dos estratos vegetais das fitofisionomias, assumindo comportamento diferenciado.

O parque nacional apresenta forte potencial de atuar como sistema de dreno dos gases, em função do seu grau de equilíbrio entre as entradas e transformações do material orgânico disposto sobre os solos e o mosaico de vegetação do bioma Cerrado.

5. Referências

- Bergamaschine, L. C. (2017). *Políticas públicas e as contribuições potenciais do cerrado para o cumprimento das metas brasileiras de redução das emissões de gases do efeito estufa*. (Dissertação de mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília – DF.
- Bekku, Y.; Nakatsubo, T.; Kume, A; Adachi, M.; Koizume, H. (2003). Effect of warming on the temperature dependence of soil respiration rate in arctic, temperate and tropical soils. *Applied soil ecology*, v. 22, p 205-210.
- Bouwman, A. F. (1998). Nitrogen oxide and tropical agriculture. *Nature*, v. 392, p. 866-867.
- Calvi, G. P.; Pereira, M. G.; Júnior, A. E. (2009). Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de floresta atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. *Ciência Florestal*, 19 (2), 131-138.
- Cerri, C.C.; Cerri, C.E.P. (2007). Agricultura e aquecimento global. B. Inf. *Sistema Brasileiro de Classificação do Solo*, 23:40-44.
- Cerri, C. E. et al. (2008). Dinâmica da matéria orgânica do solo na Amazônia. *Revista atual*, v. I, p. 325-358.
- Coelho, M. M. (2005). Estudo da respiração do solo em floresta de transição no Sudoeste da Amazônia. (Dissertação Mestrado) - Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso – Mato Grosso.
- COLTRI, P.P. et al. Utilização de índices de vegetação para estimativas não destrutivas da biomassa, estoque e sequestro de carbono do cafeeiro arábica. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, n. 12, Natal. **Anais...**

- Natal, INPE, p. 121-128, 2009. Disponível em: . Acesso em: 02 out. 2018.
- Fialho, R. C. (2016). *Gases de efeito estufa, dinâmica de raízes finas e de carbono em solos de florestas plantadas de eucalipto*. (Tese de doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.
- Grace, J. et al. (2006). Productivity and carbon fluxes of tropical savannas. *Journal of Biogeography*, v. 33, n. 3, p. 160-176.
- IPCC. (2014a). *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC.
- IPCC. (2014b). Summary for Policymakers. In: *Climate Change: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Climatic Change 2007: Synthesis Report*. Cópia não editada.
- Lima, M. G. M. (2009). *Mamíferos de médio e grande porte do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, Brasil*. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém – PA.
- Machado, D. M.; Schossler, T. R.; Zuffo, A. M.; Andrade, F. R DE.; Piauilino, A. C. (2012). Atividades microbianas e as transformações no ciclo dos elementos no solo. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, Goiânia, 8(15) 180.
- Marik, T.; Fischer, H.; Conen, F.; Smith, K. (2002). Seasonal variations in stable carbon and hydrogen isotope ratios in methane from rice fields. *Global Biogeochemical Cycles*, Washington, 16(4), 41-52.
- MCTI. (2017). *Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação*. SIRENE: emissões em dióxido de carbono equivalente por setor. Disponível em: <<http://sirene.mcti.gov.br/emissoes-em-co2-e-por-setor>>. Acesso em: 02 de out. 2018.
- MCTI. (2010). Emissões de CO₂ pelo uso da terra, mudança do uso da terra e floresta. *Relatório de Referência: Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Floresta. Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa*. Brasília – DF.
- Miranda, S.C., et al. (2014). Regional Variations in Biomass Distribution in Brazilian Savanna Woodland. *Biotropica*, 46(2): 125-138.
- Miranda, A.C., et al. (1997). Fluxes of carbon, water and energy over Brazilian cerrado: an analysis using eddy covariance and stable isotopes. *Plant, Cell and Environment*, v. 20, p. 315-328.
- Melo, E. T.; Sales, M. C. L.; Oliveira, J. G. B. (2011). *Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da Microbacia Hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE*. (Dissertação de mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- MMA. (2017). *Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade – EPANB*. Brasília – DF, sem data. Em elaboração. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80049/CDB/EPANB_v.2.4..pdf>. Acesso em 02 de out. de 2018.
- Moreira, F. M. S.; Siqueira, J. O. (2006). *Microbiologia e biotecnologia do solo*. 2. ed. Lavras: Ed. UFLA.
- Moura, J.M. S. (2010). *Fontes de metano em florestas tropicais da Amazônia: Análise da composição isotópica e uso de técnicas indiretas para determinação de balanços gasosos nesses ecossistemas*. (Tese de doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Neto, M. S., Marisa de Cássia Piccolo, M. de C., Ciniro Costa Junior, C. C., Cerri, C. C. & Bernoux, M. (2011). Emissão de gases do efeito estufa em diferentes usos da terra no bioma cerrado. *Revista Brasileira Ciência Solo*, 35:63-76.
- Oliveira, M. E. A. (2004). *Mapeamento, florística e estrutura da transição campo-floresta na vegetação (Cerrado) do Parque Nacional e Sete Cidades, Nordeste do Brasil*. Tese (Tese de doutorado) –UNICAMP, São Paulo –SP.
- Ponzoni, F. J; Shimabukuro, Y. E. (2007). *Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação*. São José dos Campos, SP, Editora Parentese.
- Raich, J.; Ewel, J.; Oliveira, M. (1985). Soil CO₂ efflux in simple and diverse ecosystems on volcanic soil in Costa Rica. *Turrialba*. v.35, n°.1, p.33-42.
- Rasse, D. P.; Rumpel, C.; Dignac, M. F. (2005). Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilisation. *Plant Soil*, v.269, p.341-56.
- Rodrigues, C. P.; Fontana, D. C.; Moraes, O. L. L. de.; Roberti, D. R. (2013). NDVI e fluxo de CO₂ em lavoura de soja no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 28(1), 95 – 104.
- Sá, J.C.M. et al. (2001). Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian oxisol. *Soil Science Society of American Journal*, v.65, 1486-1499.
- Silva, A. D. DA; Junior, R. C. DE O.; Tanabe, C. S.; Martins, I. C. T. (2012). Influência da precipitação e temperatura do ar na produção de liteira na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra – PA. In: Salão de Pesquisa e Iniciação Científica do CEULS/ULBRA e Conexão de saberes pela pesquisa, 12., 2007, Santarém. **Anais ...** Santarém: Centro Universitário Luterano de Santarém, CEULS/ULBRA. 2012. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/56857>. Acesso em: 06 de nov. de 2016.
- Weitza, A.M.; Linderb, E.; Frolking, S.; Crill, P.M.; Keller, M. (2001). N₂O emissions from humid tropical agricultural soils: effects of soil moisture, texture and nitrogen availability. *Soil Biology & Biochemistry*, v.33, 1077-1093.