

## **TROCAS GASOSAS DE CH<sub>4</sub> E N<sub>2</sub>O ENTRE SOLO E ATMOSFERA EM DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA NOS MUNICÍPIOS DE BELTERRA E SANTARÉM, PARÁ**

**FABIANE CAMPOS DOS SANTOS<sup>1\*</sup>, RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA JUNIOR<sup>2</sup>  
DARLISSON BENTES DOS SANTOS<sup>3</sup>, DANIEL ROCHA DE OLIVEIRA<sup>4</sup>, GILBSON SANTOS SOARES<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Msc. Recursos Naturais da Amazônia, UFOPA, Santarém-PA, agronomia.stm@ulbra.br;

<sup>2</sup>Dr. em Geologia e Geoquímica, EMBRAPA, Santarém-PA, raimundo.oliveira-junior@embrapa.br;

<sup>3</sup>Msc. em Energia na Agricultura, Prof. Agronomia, CEULS, Santarém-PA, engenheirodb@hotmai.com;

<sup>4</sup>Msc. em Clínica e Reprodução Animal, Prof. CEULS/ULBRA, Santarém-PA; handvet@yahoo.com.br;

<sup>5</sup>Msc. em Ciências Biológicas, Prof. CEULS/ULBRA, Santarém-PA, gilbsons@yahoo.com.br.

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017  
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

**RESUMO:** A mudança de uso e manejo do solo vem ocorrendo de forma dinâmica e com elevada intensidade, sobretudo na região Amazônica. Este trabalho objetivou quantificar as trocas gasosas de metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) entre solo e atmosfera em diferentes tipos de cobertura, e examinar as variáveis ambientais reguladoras das trocas gasosas nas áreas amostradas. Essas medidas foram realizadas através de câmaras instaladas no campo, e posteriormente analisadas por cromatografia gasosa. Não houve diferença significativa no fluxo de CH<sub>4</sub> mediante os efeitos da mudança no uso da terra em campos agrícolas de soja (0,23 ± 0,08 mg-C/m<sup>2</sup>/h), pastagens (0,31 ± 0,18 mg-C/m<sup>2</sup>/h) e capoeira (0,42 ± 0,17 mg-C/m<sup>2</sup>/h) no entorno da BR-163 e PA-370. Houve diferença estatística entre o fluxo de N<sub>2</sub>O relacionado ao tipo de cobertura do solo, onde o a capoeira (19,57 ± 0,76 mg-N/m<sup>2</sup>/h) foi menor que o da pastagem (36,81 ± 1,84 mg-N/m<sup>2</sup>/h) e agricultura (40,08 ± 1,30 mg-N/m<sup>2</sup>/h). Ocorreu diferença entre os fluxos de CH<sub>4</sub> encontrados na soja em sistema de plantio direto (0,29 ± 0,11 mg-C/m<sup>2</sup>/h) em relação ao sistema convencional (0,11 ± 0,07 mg-C/m<sup>2</sup>/h); também encontrou-se diferença no fluxo de N<sub>2</sub>O do plantio direto (40,7 ± 10,7 mg-N/m<sup>2</sup>/h) que foi maior que o convencional (38,8 ± 10,7 mg-N/m<sup>2</sup>/h). Frente às mudanças no uso da terra, é necessário intervir visando reduzir as emissões desses gases ou aumentar seus sumidouros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geotecnologias, capacidade de uso dos solos, restrição de uso do solo, aptidão pedológica.

### **GAS EXCHANGES OF CH<sub>4</sub> AND N<sub>2</sub>O BETWEEN SOIL AND ATMOSPHERE IN DIFERENT TYPES OF COVERAGE IN THE MUNICIPALITIES OF BELTERRA AND SANTARÉM, PARÁ**

**ABSTRACT:** The change of use and soil management is occurring in a dynamic and intensive, especially in the Amazon region, This study aimed to quantify gas exchange of methane (CH<sub>4</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) from soil and atmosphere in different types of coverage, and examine environmental variables regulating gas exchange in the areas sampled. These measurements were made using cameras installed in the field, and then the samples analyzed by gas chromatography. There was no significant difference in the flow of CH<sub>4</sub> by the effects of changing land use in agricultural fields of soybeans (0,23 ± 0,08 mg-C.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>), pasture (0,31 ± 0,18 mg-C.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>) and poultry (0,42 ± 0,17 mg-C.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>) surrounding the BR-163 and PA-370. Statistical difference was found between the flow of N<sub>2</sub>O related to the type of ground cover, where the flow of poultry (19,57 ± 0,76 mg-C.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>) was lower than the pasture (36,81 ± mg-C.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup> ± 1,84) and agriculture (40,08 ± 1,30 mg-C.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>). Difference between CH<sub>4</sub> fluxes found in soybeans in no-tillage (0,29 ± 0,11 mg-C.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>) compared to conventional tillage (0,11 ± 0,07 mg-C.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>) also found differences in N<sub>2</sub>O flux of tillage (40,7 ± 10,7 mg-C.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>) that was higher than the conventional tillage (38,8 ± 10,7 mg-C.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>). Faced with changes in land use increasingly common, there is a need to intervene to reduce greenhouse gas emissions or enhance their sinks.

**KEYWORDS:** Geotechnology, land use capacity, land use restrictions, pedological aptitud.

## INTRODUÇÃO

O desmatamento nos trópicos tem atingido taxas de até 2% da área, anualmente (MEYERS, 1991). Essas áreas desmatadas são convertidas principalmente em plantações e pastagens, ocorrendo principalmente nos trópicos (HECHT, 1992). As mudanças no uso da terra provocam um aumento das concentrações de gases radiativamente ativos na troposfera (HOUGHTON, 1991). Atividades antropogênicas representam 64 e 24% das emissões globais anuais de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, respectivamente (DUXBURY, 1993). A agricultura e abertura de áreas agrícolas contam por 65 e 90% do total de emissões antropogênicas de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, respectivamente. Solos de florestas tropicais são sumidouros de CH<sub>4</sub>, contudo, quando transformados em campos agrícolas, capoeiras ou pastagem, a compactação resultante de manejo inadequado o torna uma fonte devido à redução de taxas de difusão, que favorece condições de anaerobiose, produzindo CH<sub>4</sub> (KELLER, 1990).

Na Amazônia, a abertura de novas áreas agrícolas e a utilização de fertilizantes nitrogenados, associadas à prática de manejo pouco sustentáveis das áreas trabalhadas são responsáveis pela grande emissão de gases traço associados ao aquecimento global. Estima-se que as áreas submetidas ao desmatamento e a prática de queima de biomassa esteja em torno de 250.000 km<sup>2</sup> (LAURANCE et al., 2004). Juntamente com o distúrbio causado pela abertura dessas áreas, modificando os processos biogeoquímicos e alterando a função ecológica desempenhada pelo ecossistema na sua forma natural, acrescenta-se ao problema a introdução de espécies agrícolas, entre elas a soja, que naturalmente fixam nitrogênio (N) no solo. Em termos globais esse processo contribui com 65% da fixação anual de N (CARDOSO, 2001).

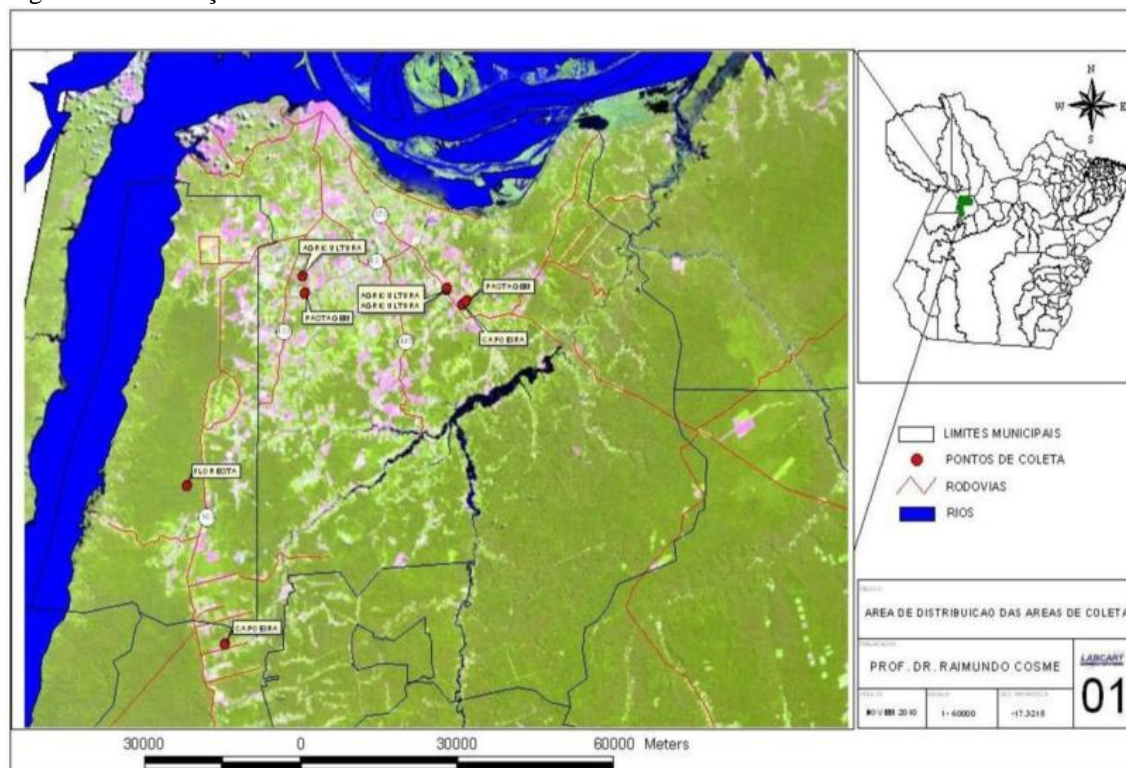
Adições de fertilizantes contendo N na forma de amônia (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ou deposição atmosférica que reduzem o consumo de CH<sub>4</sub>, pode modificar os solos de floresta tropical convertendo sua função de sumidouro para fonte (STEUDLER et al., 1989). Esse processo é importante em florestas tropicais que originalmente funcionam como sumidouros para CH<sub>4</sub>, mas que podem ter sua função alterada devido às mudanças causada pela emissão de compostos nitrogenados de áreas agrícolas em regiões próximas de florestas. Entender como os processos e os controles ambientais variam entre florestas nativas, áreas agrícolas, capoeira e pastagem são cruciais para identificar os fatores que podem contribuir para o desenvolvimento de usos do solo. Este trabalho objetivou quantificar as trocas gasosas de metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) entre solo e atmosfera em diferentes tipos de cobertura, bem como, examinar as variáveis ambientais reguladoras das trocas gasosas nas áreas amostradas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As áreas de estudo estão localizadas no oeste do estado do Pará, nas cidades de Belterra e Santarém. De acordo com o IBAMA (2004), o clima da região é do tipo Ami (classificação de Köppen), onde o solo predominante é o Latossolo, que ocorre em relevo plano a suavemente ondulado e sua textura pode variar de arenosa a muito argilosa [MORAES, 1995]. Em Belterra a temperatura média anual varia de 25 a 28°C, com umidade relativa média do ar anual de 86%. A precipitação total anual é de 1.909 mm, sendo a média mensal no período mais seco de 62.5 mm e 770 mm no período mais chuvoso de fevereiro a junho (INMET, 2011). A temperatura do ar em Santarém apresenta uma pequena variabilidade anual com médias oscilando entre 25.4 e 27.1°C. Os valores de umidade relativa do ar são elevados durante o ano todo, sendo a média de 86,7%. Esta região é caracterizada por dois períodos bem distintos: um chuvoso (dezembro a maio) e outro menos chuvoso (julho a novembro). Os valores médios anuais oscilam em torno de 1.920 mm (INMET, 2011).

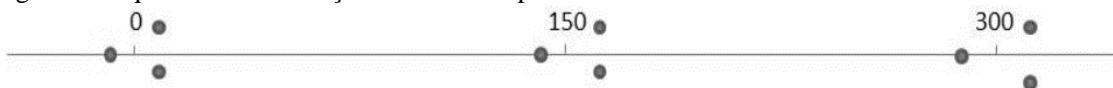
As áreas do entorno de Santarém (microbacias) foram selecionadas em função da facilidade de acesso, da parceria com os produtores locais e da cobertura florestal remanescente. Essas áreas formam um gradiente de intensificação de uso da terra incorporando quatro diferentes usos da terra (floresta, capoeira, área de agricultura e pastagem). O estudo foi conduzido em 3 das microbacias (B112, B129 e B357), selecionando-se áreas de capoeira, pastagem e agricultura localizadas no entorno da Rodovia Federal (BR-163) e uma Estadual (PA-370). Foram amostrados sete transectos (sítios) inseridos nas microbacias, sendo três sob uso agrícola, esta última com cultivo de soja, sendo 2 em plantio convencional (PC) e 1 em plantio direto (PD); dois sob pastagem e; dois sob capoeira (Figura 1).

Figura 1. Localização das áreas estudadas. Fonte Autora.



O desenho amostral da pesquisa foi baseado no efeito da cobertura vegetal no fluxo de  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  na interface biosfera-atmosfera. Para as medidas nos sítios de pastagem, capoeira e sob uso agrícola com cultivo de soja, foi estabelecido um transecto em cada área, sendo uma reta de 300 m de comprimento (Figura 2), formada por três pontos (0, 150 e 300), onde em cada ponto foram instaladas três câmaras para a medida de fluxo de gases. Essas câmaras foram instaladas a aproximadamente 5 m de distância do ponto principal, com um total de 9 câmaras por transecto (Figura 2).

Figura 2. Esquema da distribuição das câmaras para medir o fluxo de  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  nos transectos.



Os fluxos ( $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ ) foram coletados por meio de câmaras de concentração utilizadas manualmente. As amostras de gás do solo foram coletadas em intervalos de 1 a 30 minutos em seringas de nylon de 20 mL. A câmara fechada restringia a passagem de ar liberado do solo para a atmosfera, as medidas então evidenciaram as mudanças temporais de concentrações do gás. Para obtenção da umidade gravimétrica do solo (percentual de água no solo), foi dado pela diferença entre o peso úmido (pu) subtraído pelo peso seco (ps), dividido pelo peso seco (ps), multiplicado por 100. Para o ps foi utilizado o método de secagem em estufa a 105 °C (48 horas). Os espaços porosos do solo, preenchidos por água (WFPS, sigla em inglês), foi calculado a partir da densidade global do solo (dg), densidade das partículas (dp) e teor de água no solo (u).

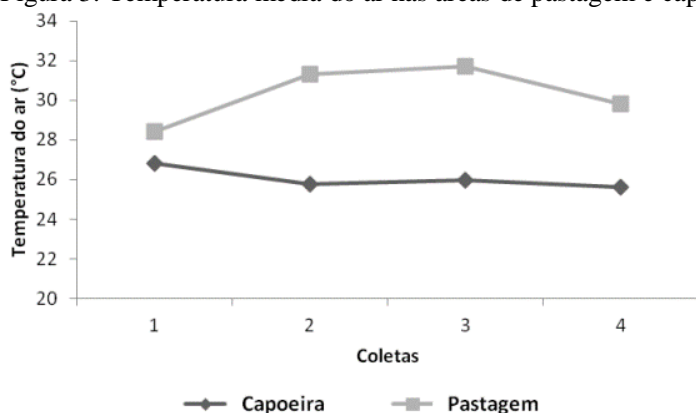
O fluxo ( $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ ) foi calculado pela taxa de mudança de concentração com base na primeira lei de Fick, onde  $F$  é o fluxo de metano emitido na superfície do solo,  $p$  a densidade do ar ajustada a temperatura do ar no momento da amostragem,  $V$  o volume interno da câmara acima da superfície do solo,  $A$ , área superficial do solo encoberta pela câmara, e  $dC/dt$  a inclinação da curva de variação de concentração do gás em função do tempo. A densidade do ar foi calculada, segundo a constante universal ( $c$ ) dos gases ( $0.083 \text{ l.atm.mol}^{-1}.\text{k}^{-1}$ ),  $T$  temperatura do ar em Kelvin,  $P$  a pressão total em atm. Fatores ambientais que regulam as taxas de troca gasosa entre solo e atmosfera foram coletados, medidos e correlacionados com os fluxos obtidos. Entre essas variáveis está a textura do

solo (argiloso ou arenoso), temperatura e a quantidade de água no solo. Para testar a normalidade dos dados de fluxos de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, temperatura, umidade e WFPS, foi utilizado o teste de *Kolmogorov-Smirnoff*. Em seguida foi aplicada a análise de variância (ANOVA) e posteriormente submetidos ao teste de Tukey (5%) para a determinação das diferenças entre as médias dos fluxos. Foi utilizada análise de regressão linear, com significância ao nível de 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

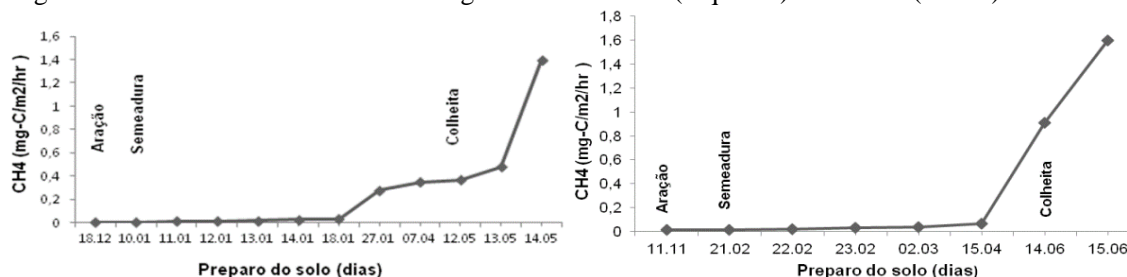
Quando comparou a temperatura do ar da área de capoeira com a de pastagem, encontrou-se diferenças significativas entre si ( $p < 0,05$ ) (Figura 3). Comparando-se a área de agricultura, pastagem e capoeira, as temperaturas do ar na capoeira foram estatisticamente menores ( $p < 0,05$ ) que as demais. Os valores médios encontrados foram de 29,9 °C ( $\pm 0,4$ ) na agricultura, 26,0 °C ( $\pm 0,2$ ) na capoeira e 30,3 °C ( $\pm 0,7$ ) na pastagem. Analisando a temperatura do solo na área de agricultura, pastagem e capoeira, as temperaturas na capoeira foram estatisticamente menores ( $P < 0,05$ ) que as demais. Os valores médios encontrados foram de 24,95°C ( $\pm 0,1$ ) na capoeira, 28,6°C ( $\pm 0,7$ ) na pastagem e 28,8 °C ( $\pm 0,3$ ) na agricultura.

Figura 3. Temperatura média do ar nas áreas de pastagem e capoeira.



Na área de agricultura com a soja em sistema de plantio direto (B112T1) houve diferença significativa para os fluxos de CH<sub>4</sub> no ciclo da cultura de soja, onde os fluxos médios encontrados variaram de  $0,0032 \pm 0,0016$  mg-C.m<sup>2</sup>.hr<sup>-1</sup> até  $1,3962 \pm 0,91$  mg-C.m<sup>2</sup>.hr<sup>-1</sup>. Na área de agricultura com a soja em sistema de plantio direto (B119T9) comparando-se as medidas em diferentes períodos do estágio da cultura constatou-se diferenças significativas (Teste Tukey,  $p < 0,05$ ), ou seja, os fluxos de metano encontrados na colheita foram diferentes dos demais fluxos (Figura 4).

Figura 4. Fluxo de metano nas áreas de agricultura B112T1 (esquerda) e B119T9 (direita).



Nos dois transectos de plantio direto houve um aumento no fluxo de metano próximo da época da colheita e na colheita. Uma possível explicação é que neste período devido ao aumento de material vegetal no solo, a atividade microbiana esteja mais acelerada.

Na área de agricultura com a soja em sistema de plantio direto (B112T1) houve diferença significativa para os fluxos de N<sub>2</sub>O na colheita da cultura, ou seja, o fluxo de N<sub>2</sub>O foi maior na colheita levando-se em consideração todo o ciclo. Na área de agricultura com a soja em sistema de

plântio direto (B129T9) comparando-se as medidas em diferentes períodos do estágio da cultura constatou-se diferenças significativas (Teste Tukey,  $p < 0,05$ ), ou seja, os fluxos de óxido nítrico encontrados na colheita foram diferentes dos demais fluxos. Aonde foi feito o plântio de soja em sistema convencional (B112T1b) encontrou-se diferenças significativas entre o plântio, a segunda semana de plântio e a colheita, o fluxo de  $N_2O$  foi maior na colheita da soja (Tabela 1).

Tabela 1. Fluxo médio de Óxido Nítrico ( $mg \cdot C \cdot m^2 \cdot hr^{-1}$ ) para diferentes coletas e ciclos da soja.

Coletas	$N_2O$	Erro padrão	$N_2O$	Erro padrão	$N_2O$	Erro padrão
	B112T1		B129T9		B112T1b	
<b>Antes do plântio</b>	18.94a	3.68	11.28a	3.76	32.45ab	14.25
<b>Plântio</b>	23.45a	5.34	45.24ab	7.03	10.6a	3.11
<b>Semana após plântio</b>	24.65a	9.25	31.36ab	8.80	15.56a	4.16
<b>Intermediário</b>	31.38a	5.70	16.12a	1.91	43.80ab	13.92
<b>Colheita</b>	108.23b	30.92	96.57c	20.55	91.55c	29.29

Médias de fluxo seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Médias de fluxo seguidas por letras diferentes na coluna se diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

Não existe diferença nos fluxos de metano quando se compara as áreas de agricultura, capoeira e pastagem. Para o fluxo de óxido nítrico agricultura e pastagem se comportaram de maneira semelhante, porém diferente dos fluxos de capoeira. Na agricultura com relação ao sistema de cultivo adotado, para os fluxos de metano e óxido nítrico existe diferença significativa entre o plântio direto e o plântio convencional. A temperatura do solo se correlacionou com o fluxo de  $CH_4$  em apenas um dos transectos de agricultura (B112T1) e com a área de pastagem. O mesmo ocorreu para o óxido nítrico. Com relação aos espaços porosos preenchidos por água apenas os transectos de agricultura em sistema de plântio direto se correlacionaram com o fluxo de  $N_2O$ . As fracas correlações nas áreas estudadas entre os fluxos dos gases em questão com as variáveis ambientais sugerem que outros fatores estão participando do controle dos fluxos de  $CH_4$  e  $N_2O$ . Tendo em vista que ainda pouco se conhece sobre os processos de interação de gases na biosfera-atmosfera, e de como as mudanças de uso e cobertura de solo podem alterá-lo faz-se necessário à realização de mais estudos voltados à descrição e entendimento dos processos.

## REFERÊNCIAS

- Cardoso, N. A.; saminez, T. C.; vargas, M. A. Fluxo de gases traço de efeito estufa na interface solo-atmosfera em solos do Cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 23p. 2001.
- Duxbury, J. M., Harper, L. A., Mosier, A. R. Contributions of agroecosystems to global climate change. In: Harper L.A., Mosier A. R., Duxbury J. M. and Rolston D. E. (eds) Agroecosystems Effect on Radiatively Important Trace Gases and Global Climate Change, p 1-18. Special Publication no. 55, American Society of Agronomy. Madison, Wisc, 1993.
- Hecht, S. B. Logics of livestock and deforestation: The case of Amazonia, in Development or Destruction: The conversion of tropical forests in Latin America. Edited by T. Downing et al. p. 7-25, Westview, Boulder, Colo, 1992.
- Houghton, R. A. Tropical deforestation and atmospheric carbon dioxide. *Climate Change* 19:99-118, 1991.
- Ibama- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Floresta Nacional do Tapajós - Plano de Manejo. IBAMA, Belterra, Pará. 373 p., 2004.
- Inmet- Instituto Nacional de Meteorologia. Normas Climatológicas. 2010.
- Keller, M.; mitre, M. E; stallard. Consumption of atmospheric methane in soils of central Panama effects of agricultural development. *Global Biogeochemical Cycles*, v. 4, p. 21-27, 1990.
- Laurance WF et al. Deforestation in Amazonia. *Science*. 304 (5674): 1109-1111, 2004.
- Meyers, N. Tropical forests: Present Status and future outlook. *Climatic Change* 19: 3-32, 1991.
- Moraes, J. L et al. Soil carbon stocks of de Brazilian Amazon basin. *Soil Science Society of America Journal*, Madson, v. 59, n. 1, p. 244-247, 1995.
- Stuedler, et al. Influence of nitrogen fertilization on methane uptake in temperate forest soils. *Nature* 341: 314-315, 1989.