

## Variabilidade espacial da emissão de N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub> no domínio das árvores em plantios florestais <sup>(1)</sup>.

**Josiléia Acordi Zanatta** <sup>(2)</sup>; **Murilo Veloso Gomes** <sup>(3)</sup>; **Rosana Higa** <sup>(2)</sup>; **Najla C.C. El Ghoz** <sup>(4)</sup>; **Cimélio Bayer** <sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos de Embrapa (01.11.01.001.07.04) e CNPq (280046-2011-4).

<sup>(2)</sup> Pesquisador Embrapa Florestas; Colombo, PR; josileia.zanatta@embrapa.br; rosana.higa@embrapa.br; <sup>(3)</sup> Estudante Mestrado em Ciência do Solo; Universidade Federal do Paraná; <sup>(4)</sup> Bolsista PIBIC Embrapa-CNPq, estudante de Engenharia Florestal, UFPR; <sup>(5)</sup> Professor Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### RESUMO:

Variações espaciais nos dados de emissão de GEE podem estar relacionadas ao posicionamento da câmara de coleta em relação a árvores. O estudo foi desenvolvido em três áreas de *Pinus taeda*, sendo um povoamento de 14 anos (Pinus 1), um povoamento de 7 anos (Pinus 2) e um povoamento de 07 anos após desbaste (Pinus 2D). Seis câmaras foram distribuídas em formato triangular na área de domínio da árvore, nas quais se avaliou a emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O. De cada câmara foram coletadas amostras de ar que foram analisadas quanto a concentração de GEE por cromatografia gasosa no Laboratório da Universidade da UFRGS. Os resultados foram avaliados na média diária das áreas de cultivo. A emissão média de N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub> foi 14 µg N m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> no Pinus 2, superando os 4,49 µg N.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> de média do Pinus 1 e 2D. Estabelecendo os intervalos de confiança (95%) em relação a média todas as posições integram o conjunto da média. As emissões obtidas nas posições preestabelecidas apresentaram padrão de emissão independente em relação a distância da árvore e a variabilidade espacial.

**Termos de indexação:** gases de efeito estufa, aquecimento global, pinus.

### INTRODUÇÃO

A emissão/absorção de gases de efeito estufa pelo solo é função das propriedades do solo, que refletem efeitos de manejo e condições meteorológicas. Em plantios florestais, o componente árvore também pode oferecer um efeito variável nas taxas de emissão da área em função da maior atividade biológica, adição de resíduos, respiração e exsudação radicular.

A variabilidade espacial dos parâmetros de solo, bem como daqueles diretamente definidos pela presença das árvores podem definir padrões de emissão diferenciados no domínio das árvores. Neste caso, estudos antecedendo o monitoramento de emissões temporais deveriam estabelecer em que posição relativa à árvore deveriam ser

realizadas coletas para que estas refletissem o ambiente adequadamente.

Este estudo objetivou avaliar a variabilidade espacial da emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O na área de domínio das árvores em plantios florestais de pinus estabelecendo o posicionamento de câmaras estáticas de coleta, em relação ao fuste das árvores, que melhor represente a emissão média da área.

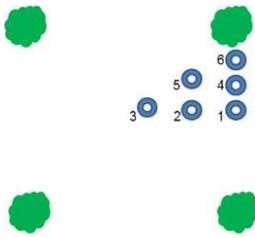
### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em cultivo exclusivo de *Pinus taeda*, no município de Rio Negrinho – SC. A altitude média do local é 860 m, clima Subtropical úmido mesotérmico (Cfb), com verões frescos; geadas severas e demasiadamente frequentes. A temperatura média anual é de 17°C. O solo do local avaliado é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico, variando de típico a saprolítico, de textura média (320 g kg<sup>-1</sup> de argila, 250 g kg<sup>-1</sup> de silte e 430 g kg<sup>-1</sup> de areia) na camada de 0-20 cm.

### Tratamentos e amostragens

As avaliações foram desenvolvidas em duas áreas comerciais de *P. taeda*, sendo uma implantada em 1997 (14 anos – Pinus 1) e outra em 2003 (7 anos – Pinus 2). Parte do povoamento de 7 anos foi submetido ao desbaste sistemático (3x1) e aleatório três meses antes das avaliações deste estudo (Pinus 2D).

Para a avaliação de emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O utilizou-se o método da câmara estática (Parkin et al., 2003). Seis bases foram previamente instaladas na área de domínio das árvores, distribuídas em formato triangular, conforme **figura 1**. O esquema da **figura 1** foi repetido em quatro árvores, de padrão de desenvolvimento semelhante entre si, para cada tratamento.



**Figura 1.** Esquema ilustrativo da distribuição das câmaras na área de domínio da árvore.

Amostras de ar para análise da emissão de  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  do solo foram obtidas em dois turnos (manhã e tarde). A emissão média diária foi obtida pela média aritmética entre os valores obtidos pela manhã e a tarde. Após o fechamento da câmara, amostras de ar foram coletadas aos 0, 15, 30 e 45 minutos, com seringas de polipropileno de 20 mL equipadas com válvulas três vias. Essas amostras foram acondicionadas em frascos sob vácuo e enviadas ao Laboratório de Biogeoquímica Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (Porto Alegre, RS), onde foram analisadas por cromatografia gasosa.

Os fluxos de  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$  do solo foram calculados pela mudança na quantidade do gás dentro da câmara no intervalo de tempo. A variação da concentração do gás no tempo foi obtida pelo coeficiente angular da equação da reta ajustada para os tempos de coleta.

Os resultados foram submetidos a análise descritiva (média e desvio padrão da média). O posicionamento das câmaras foi testado pelo estabelecimento de intervalos de confiança ao redor da média pelo teste t a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emissão média de  $\text{N}_2\text{O}$  e de  $\text{CH}_4$  variou com os tratamentos (**Tabela 1**). No solo no tratamento Pinus 2 foi medido  $14 \mu\text{g N m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$  de emissão diária, enquanto no tratamento Pinus 1 e Pinus 2D, o valor foi relativamente inferior, ficando na média dos tratamentos em  $4,49 \mu\text{g N m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ . Para  $\text{CH}_4$ , todos os tratamentos apresentaram valores de absorção líquida de  $\text{CH}_4$ , porém em magnitudes diferenciadas. O tratamento Pinus 2D apresentou a maior absorção ( $-42,12 \mu\text{g N m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ) seguido pelo Pinus 2 ( $-28,24 \mu\text{g N m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e Pinus 1 ( $-10,09 \mu\text{g N m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ). Comparativamente, os valores de fluxo de  $\text{N}_2\text{O}$  e de  $\text{CH}_4$  medidos neste estudo são reduzidos em relação a solos agrícolas (Zanatta et al., 2010), mas de mesma magnitude em relação a solos sob florestas naturais (Hustch, 2001; Jantália et al., 2008). Segundo Tang et al. (2006), os baixos fluxos de  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$  em florestas de pinus pode estar relacionado a restrições na disponibilidade de N e a umidade do solo.

O intervalo de confiança estabelecido ao redor da média dos tratamentos não excluiu nenhuma das posições testadas como representante da média, sendo que os intervalos foram bastante amplos em decorrências dos elevados valores de desvio padrão observados (**Tabela 1**). Possivelmente, a emissão de gases de efeito estufa apresenta esta elevada variabilidade espacial devido a gama de fatores e variáveis inter-relacionados que definem a magnitude dos fluxos. Contudo, os reduzidos fluxos verificados nos solos florestais ressaltam a variabilidade.

Com relação ao posicionamento das câmaras na área de domínio das árvores não houve um padrão de emissão, mas assumiu-se que variações menores que 15% seriam desejáveis evitando subestimativas. No tratamento Pinus 1, as câmaras das posições 2 e 5 tenderam a superestimar (+150%) e subestimar (-125%) as emissões (**Tabela 2**), enquanto a posição 4 obteve a emissão mais próxima da média para  $\text{N}_2\text{O}$  (+0,5%) e para  $\text{CH}_4$  (-4,0%). Por outro lado, nos tratamentos Pinus 2 e Pinus 2D a posição 6 e 2, respectivamente, apresentaram as menores variações para  $\text{N}_2\text{O}$ . Para  $\text{CH}_4$ , as menores variações em relação a média foram observadas nas posições 6 no Pinus 2 (+15,1%) e 1 a 4 no Pinus 2D. A ausência de padrões de emissão em relação as posições monitoradas provavelmente decorrem de variações nos parâmetros de solo, os quais controlam os processos de produção e emissão de  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$ , independente da posição que estão em relação ao fuste da árvore. Infelizmente, esta avaliação não foi acompanhada com a análise de variáveis de solo para que possa ser confirmada esta hipótese. Konda et al. (2008) acrescentam que possivelmente em florestas há uma preponderância do efeito de parâmetros físicos do solo relacionados a liberação do gás a atmosfera, mais do que a efeitos de parâmetros químicos, que por sua vez são mais proximamente afetados pela presença das árvores. Jungkunst et al. (2012) avaliando 15 posições em florestas naturais na Alemanha também verificaram elevada variabilidade e baixa representatividade espacial das câmaras, o que os autores atribuíram a variações na razão C:N, aporte de N e disponibilidade hídrica. Em face das variações observadas sugere-se que as câmaras devem ser aleatoriamente distribuídas na área, pois as medidas são independentes da distância e da posição em relação às árvores.

## CONCLUSÕES

Os fluxos em florestas de  $\text{N}_2\text{O}$  em plantios de pinus são de magnitude reduzida. Contudo, há elevada variabilidade espacial e baixa representatividade das medidas para áreas relativamente grandes. Deste

modo, sugere-se que as câmaras para monitoramento da emissão de gases de efeito estufa em plantios de pinus sejam aleatoriamente distribuídas na área.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Empresa MOBASA – Modo Battistella S.A., pela cedência da área, a Embrapa (Projeto MP1 – Saltus, 01.11.01.001.00.00) e ao CNPq (Processo 480026-2011-4) pelo apoio financeiro a pesquisa.

### REFERÊNCIAS

HUTSCH, B. W. Methane oxidation in non-flooded soils as affected by crop production -- invited paper. **European Journal of Agronomy**, 14:237-260, 2001.

JANTALIA, C. P.; DOS SANTOS, H. P.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 82: 161-173, 2008.

JUNGKUNST, H.; BARGSTEN, A.; TIMME, M.; GLATZEL, S. Spatial variability of nitrous emissions in an unmanaged old-growth beech forest. **J. Plant Nutrition Soil Science**, 175:739-749, 2012.

KHALIL, K.; MARY, B.; RENAULT, P. Nitrous oxide production by nitrification and denitrification in soil

aggregates as affected by O<sub>2</sub> concentration. **Soil Biology & Biochemistry**, 36:687-699, 2004.

KONDA, R.; OHTA, S.; ISHIZUKA, S.; ARAI, S.; ANSORI, S.; TANAKA, N.; HARDJONO, A. Spatial structures of N(2)O, CO(2), and CH(4) fluxes from Acacia mangium plantation soils during a relatively dry season in Indonesia. **Soil Biology & Biochemistry**, 40:3021-3030, 2008.

PARKIN, T.; MOSIER, A.; SMITH, J. Chamber – based trace gas flux measuring Protocol. USDA/ARS, 2003. Disponível em: <<http://www.gracenet.usda.gov/GRACEnetTraceGasProtocol.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2009.

TANG, X. L.; LIU, S. G.; ZHOU, G. Y.; ZHANG, D. Q.; ZHOU, C. Y. Soil-atmospheric exchange of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O in three subtropical forest ecosystems in southern China. **Global Change Biology**, 12:546-560, 2006.

ZANATTA, J. A.; BAYER, C.; VIEIRA, F. C. B.; GOMES, J.; TOMAZI, M. Fluxos de óxido nitroso e de metano em Gleissolo influenciados pela aplicação de fertilizantes nitrogenados no Sul do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, 34:1653-1665, 2010.

**Tabela 1.** Média, desvio padrão da média e intervalo de confiança para posições de câmaras de monitoramento da emissão de gases de efeito estufa testadas em florestas de pinus em Rio Negrinho

Parâmetros	Pinus 1 <sup>1</sup>	Pinus 2	Pinus 2D
----- N-N <sub>2</sub> O, µg m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> -----			
Média	3,24	14,00	5,75
Desvio Padrão	3,17	4,28	4,87
I.C. (95%)	-1,79 a 8,29	3,43 a 24,69	-3,18 a 12,91
----- C-CH <sub>4</sub> , µg m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> -----			
Média	-10,09	-28,24	-42,12
Desvio Padrão	20,28	21,53	7,76
I.C. (95%)	-42,34 a 22,15	-81,28 a 24,23	-59,36 a -20,83

<sup>1</sup>Pinus 1: 14 anos; Pinus 2: 7 anos e Pinus 2D: 7 anos desbastado.

**Tabela 2.** Diferença relativa da emissão média de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e a emissão individual das câmaras instaladas em diferentes posições de coleta no domínio de árvores em plantios de pinus em Rio Negrinho

Tratamento	Posição	N-N <sub>2</sub> O	C-CH <sub>4</sub>
----- µg m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> -----			
Pinus 1	1	-6,6	21,6
	2	150,9	12,4
	3	-42,5	-53,5
	4	0,5	-4,0
	5	-125,0	12,8
	6	22,7	10,7
Pinus 2	1	15,6	21,4
	2	4,4	-34,6
	3	-40,1	-16,8
	4	72,3	45,1
	5	-52,0	-22,3
	6	7,8	15,1
Pinus 2D	1	-62,2	1,2
	2	9,1	-3,9
	3	-35,5	-5,8
	4	47,3	-15,6
	5	31,7	46,5
	6	9,5	-22,5