



Emissão de óxido nitroso do solo afetada pela agregação e umidade em sistemas de manejo

Anaí Sangiovo Ottonelli⁽¹⁾; Cimélio Bayer⁽²⁾; Murilo Veloso⁽¹⁾; Luana Bottezini⁽¹⁾; Fabio Farias Amorim⁽¹⁾; Fernanda Timm⁽³⁾

⁽¹⁾ Aluno de pós-graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS; anaiottonelli.agro@gmail.com; murilo.veloso@ufrgs.br; lu.bott@hotmail.com; fabiofariasamorim@gmail.com; fernanda_timm@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Professor Adjunto do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS; cimelio.bayer@ufrgs.br. ⁽³⁾ Aluno de graduação do curso de Agronomia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS.

RESUMO: Os solos podem ser uma fonte ou dreno para os gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera em função da gestão do uso da terra, o que precisa ser entendido corretamente para a elaboração de estratégias de gestão para mitigar a mudança climática. Supõe-se que a distribuição agregada tamanho sob diferentes práticas de gestão de uso da terra nestas agregados podem influenciar GEE, N₂O as emissões provenientes do solo. Este trabalho foi realizado a partir de um experimento de longa duração com o objetivo de avaliar o efeito da umidade e da distribuição do tamanho de agregados na emissão de óxido nitroso sob distintos sistemas de cultura e de preparo de solo. Foram avaliados dois métodos de preparo, preparo convencional (PC) e plantio direto (PD), e dois de culturas, aveia/milho (A/M) e aveia+ervilhaca/milho+caupi (AV/MC). AS amostras foram incubadas a 25 ° C ajustadas em 40% e 70% de umidade e os macroagregados grandes (>2mm), macroagregados pequenos (2<x<0,25 mm) e microagregados (<0,25 mm) estáveis em água e o fluxo de N₂O foi medido periodicamente. Observou-se que as emissões foram maiores nos macroagregados grandes do que nas outras frações. A emissão foi influenciada pela umidade sendo que foi maior as emissões de N₂O na umidade de 70% em comparação a de 40%. Concluiu-se que o tipo de preparo e de cobertura podem ser estratégias para a diminuição da emissão de óxido nitroso dos solos agrícolas.

Termos de indexação: proteção física, plantio direto, rotação de culturas.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera tem aumentado de forma constante por causa de atividades antrópicas (Smith et al., 2001), sendo que o setor da economia que mais contribui é a agricultura. A mitigação das emissões de GEE provenientes da agricultura para servir como um dissipador para os GEE atmosféricas devido os solos poderem ser

tanto fonte como dreno dos GEE na atmosfera em função do manejo adotado (Oeste e Post, 2002). Entre os GEE, o N₂O merece destaque devido o elevado poder de aquecimento global, que é 298 vezes maior que o CO₂ (IPCC, 2007). No Brasil, estima-se que 94% do N₂O liberado tem origem na agricultura (CERRI & CERRI, 2007).

Em sistemas conservacionistas de manejo como o PD associado a sucessão de culturas com alto aporte de resíduos vegetais, representa uma excelente estratégia para o sequestro de C no solo, que pode mitigar a contribuição da agricultura para as emissões de GEE (Bayer, 2000). Cultivos conservacionistas, como o plantio direto (PD), têm a capacidade de sequestrar C e N no solo (Denef et al, 2004; Lal e Kimble, 1997), por aumentar a agregação do solo diminuindo. Por outro lado, preparo convencional, além de aumentar a aeração do solo, rompe agregados do solo, diminuindo a estabilidade dos agregados.

A emissão de gases de efeito estufa a partir de solo depende de interações complexas entre parâmetros climáticos, físicas, químicas e propriedades biológicas do solo e da associação dependente escala entre as propriedades do solo (Onema et al., 2001) e do uso e manejo do solo. As propriedades do solo que influenciam as emissões incluem textura, estrutura, teor de umidade, temperatura, pH, distribuição de tamanho de poro, entre outros (Jarecki e Lal, 2006, Lee et al., 2006, Mer e Roger, 2001, Ussiri e Lal, 2009). Segundo Mangalassery et al. (2013) a agregação do solo e por desenvolvimento característica pode ter um impacto direto sobre a emissão.

No entanto, estudos sobre os efeitos da estrutura do solo, especialmente da distribuição de tamanho de agregado devido ao manejo adotado nas emissões de N₂O ainda é escasso, que são necessários para auxiliar no processo de tomada de decisão e identificação de sistemas de manejo para mitigar as emissões. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da umidade e da distribuição do tamanho de agregados na emissão de óxido nitroso



sob distintos sistemas de cultura e de preparo de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido em experimento de longa duração (30 anos) instalado na Estação Experimental Agronômica (EEA) da Universidade Federal Rio Grande do Sul (UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul, no estado do Rio Grande do Sul (30°06'S, 51°40'W). O clima é subtropical úmido, Cfa segundo classificação de Köppen. O solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico, derivado de granito, com textura franco-argilosa (220 g kg⁻¹ de argila).

Foram avaliados dois sistemas de preparo do solo: preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Sendo que cada sistema de preparo é composto por três sistemas de culturas: aveia (*Avena strigosa*)/milho (*Zea mays*) (A/M), ervilhaca (*Vicia sativa*)/milho (V/M) e aveia + ervilhaca/ milho + caupi (*Vigna unguiculata*) (A+V/M+C). Foram coletadas amostras indeformadas de solo na condição friável da camada de 0-5 cm e posteriormente foram manualmente esboroadas até toda a amostra passar em malha de 9,72 mm.

Para compor a amostra de solo, proporções de agregados maior e menor que 2 mm de cada amostra foram considerados. Segundo Carpenedo & Mielniczuk (1980) foi realizada a análise da estabilidade dos agregados em água. As amostras foram dispostas em conjunto de peneiras de 4,76; 2,00; 0,50; 0,25; 0,053 mm. O material que passou na última peneira foi floculado com Alúmen de potássio 5 g L⁻¹. Os agregados retidos nas peneiras de 4,76 e 2 mm foram juntados, bem como os agregados retidos nas peneiras de 0,5 e 0,250 mm e 0,053 mm e fundo, formando os macroagregados grandes, macroagregados pequenos e microagregados, respectivamente.

Para cada classe de agregado foi realizado o teste de incubação, sendo que parte da amostra foi ajustada a umidade gravimétrica para 40 e 70%. Quatro gramas de amostras foram colocadas em frascos de 23 mL com tampas e, incubados a 25 °C. Neste teste foi considerado quatro sistemas de manejo mais contrastantes, que são PC AM, PC AV/MC, PD AM, e PD A+V/M+C. O delineamento experimental foi delineamento inteiramente causalizado fatorial de 4x3x2 (4 sistemas de manejo, 3 classes de agregados, 2 procedimentos).

A coleta das amostras de ar para análise de emissão de N₂O foi realizada no período de 27 de

janeiro a 13 de abril de 2015. Foram analisadas no laboratório de Biogeoquímica Ambiental da UFRGS por cromatografia gasosa em equipamento Shimadzu GC 2014 modelo "Greenhouse" equipado com detector de ionização de chama. A emissão acumulada de N₂O por peso da classe de agregado avaliada nesse período foi obtida a partir da integração dos resultados de taxa de emissão ao longo do período de avaliação.

Pelo teste de Shapiro-Wilk foi verificada a normalidade dos dados e após estes foram submetidos à análise de variância, e a diferença entre médias avaliada pelo teste Tukey a 5% de significância. As análises foram feitas no programa estatístico SAS 9.4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição dos agregados na camada de 0-5 cm ocorre preferencialmente na classe dos macroagregados pequenos do que em macroagregados grandes e microagregados. O PD aumentou a porcentagem de macroagregados grandes (2,5 vezes) e diminuiu a de macroagregados pequenos (1,2 vezes) e microagregados (1,5 vezes) comparativamente ao PC. Apesar dos sistemas de culturas não influenciarem estatisticamente os agregados, nota-se claramente a tendência do sistema AV/MC sob PD aumentar em 37% a proporção de macroagregados grandes em relação a A/M e V/M.

A fragmentação de agregados é induzida direta ou indiretamente pelas operações utilizadas em PC. O preparo do solo em PC, utilizando arado e grade, causa o rompimento dos agregados do solo, além de acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica do solo, grande responsável pela agregação do solo. Isto faz com que o "turnover", principalmente de macroagregados em PC seja maior que em PD, onde não há revolvimento do solo, ocorrendo maior acúmulo de matéria orgânica no solo (Six et al., 2000). A conservação dos macroagregados é muito importante para o acúmulo de carbono e a qualidade do solo, visto que além da proteção física dentro destes, os microagregados são formados dentro dos macroagregados (Oades, 1984).

As emissões de N₂O se mostrou diferente de acordo com o tamanho dos agregados (Figura 2). As maiores emissões de N₂O do solo foram verificadas macroagregados grandes, sendo que diferiu estatisticamente o sistema PD A/M que apresentou a maior emissão acumulada. Usando os agregados secos peneirados, Dury et al. (2004)



N₂O a produção aumentou com o aumento do tamanho do agregado. Estes resultados encontrados podem ser associados ao fato de que agregados maiores produzem zonas anaeróbicas interiores favorecendo conseqüentemente o processo de desnitrificação. No entanto, nos outros tratamentos não se pode observar coerência nos valores acumulados obtidos. Diversos trabalhos mostrando relacionamentos inconsistentes entre os tamanhos dos agregados do solo e emissão de N₂O devido ao 1) diferenças na comunidade microbiana do solo, 2) as diferenças de nutrientes conteúdo e 3) métodos de medição (Sey et al., 2008).

Os teor de água de 40% apresentou em todas as classes de agregados menor emissão de N₂O em relação a 70% de umidade do solo, esse fato se deve a menor atividade dos microrganismos. Em estudo realizado por Beuchamp e Seech (1990) peneiramento a seco e peneiramento molhado, observaram que a desnitrificação diminuiu com o aumento do tamanho do agregado quando a técnica foi utilizada peneiramento a seco, e aumentou com o aumento do tamanho do agregado quando os agregados foram separados utilizando a técnica de molhado-peneiração.

CONCLUSÕES

As emissões foram maiores nos macroagregados grandes do que nas outras frações. A emissão foi influenciada pela umidade sendo que foi maior as emissões de N₂O na umidade de 70% em comparação a de 40%. Concluiu-se que o tipo de preparo e de cobertura podem ser estratégias para a diminuição da emissão de óxido nitroso dos solos agrícolas.

REFERÊNCIAS

BALESDENT, J.; CHENU, C. & BALABANE, M. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil Tillage and Research*, 53:215–230, 2000.

BANDYOPADHYAY, K. K. & LAL, R. Effect of land use management on greenhouse gas emissions from water stable aggregates. *Geoderma*, 232–234:363–372, 2014.

BEUCHAMP, E.G., SEECH, A.G., Denitrification with different sizes of aggregates obtained from dry-sieving and from sieving with water. *Biol. Fertil. Soils* 10, 188–193. 1990.

CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 14, 99–105, 1990.

DURY, C.F., YANG, X.M., REYNOLDS, W.D., TAN, C.S., Influence of crop rotation and aggregate size on carbon dioxide production and denitrification. *Soil Tillage Res.* 79, 87–100. 2004.

IPCC. 2007. *Climate Change 2014. Synthesis report*. Disponível em: < http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_SPMcorr2.pdf>. Acesso em: 25/04/15.

LAL, R. & KIMBLE, J. M. Conservation tillage for carbon sequestration. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 49:243–253, 1997.

LAL, R., KIMBLE, J.M., FOLLETT, R.F., COLE, C.V. (Eds.), *The Potential for US Cropland to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect*. *Annals of Arboreal Science*, Chesla, MI. Lee, J., Six, J., King, A.P., Kessel, C.V., Rolston, D.E., 2006. Tillage and field scale controls on greenhouse gas emissions. *J. Environ. Qual.* 35, 714–725. 1998.

MANGALASSERY, S., SJÖGERSTEN, S., SPARKES, D.L., STURROCK, C.J., MOONEY, S.J., The effect of soil aggregate size on pore structure and its consequence on emission of greenhouse gases. *Soil Tillage Res.* 132, 39–46. 2013.

OADES, J. M. Soil organic matter and structural stability – mechanisms and implications for management. *Plant and Soil*, 76:319-337, 1984.

ONEMA, O., VELTHOF, G., KUIKMAN, P., Technical and Policy aspects of strategies to decrease greenhouse gas emissions from agriculture. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 60, 301–315. 2001.

SIX, J.; ELLIOTT, E. T. & PAUSTIAN, K. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. *Soil Biology & Biochemistry*, 32:2099-2103, 2000.

SMITH, A., BROWN, K., OGILVIE, S., RUSHTON, K., BATES, J., *WASTE Management Options and Climate Change*. European Commission, DG Environment, AEA echnology, Abingdon. 2001.

TISDALL, J. M. & OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33:141–163, 1982.

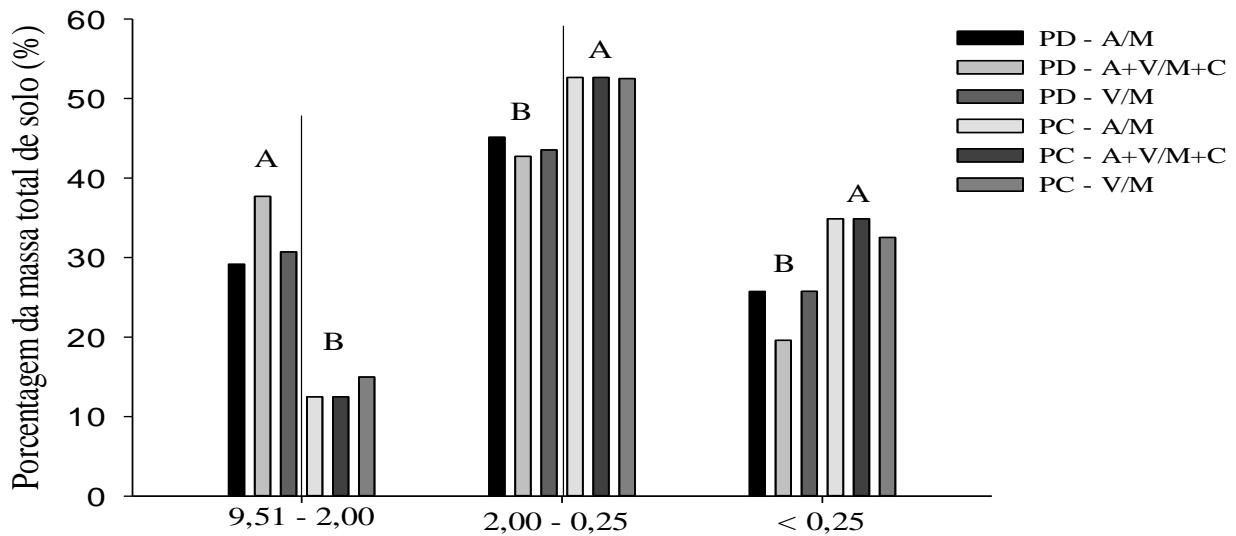


Figura 1 – Porcentagem de agregados estáveis em água de um Argissolo submetido a Plantio Direto (PD) e Preparo Convencional (PC) em combinação com três sistemas de cultivo: aveia/milho (A/M), aveia+ervilhaca/milho+caupi (AV/MC) e ervilhaca/milho (V/M). Letras diferentes indicam diferença pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, entre sistemas de preparo do solo, dentro de classe de agregados.

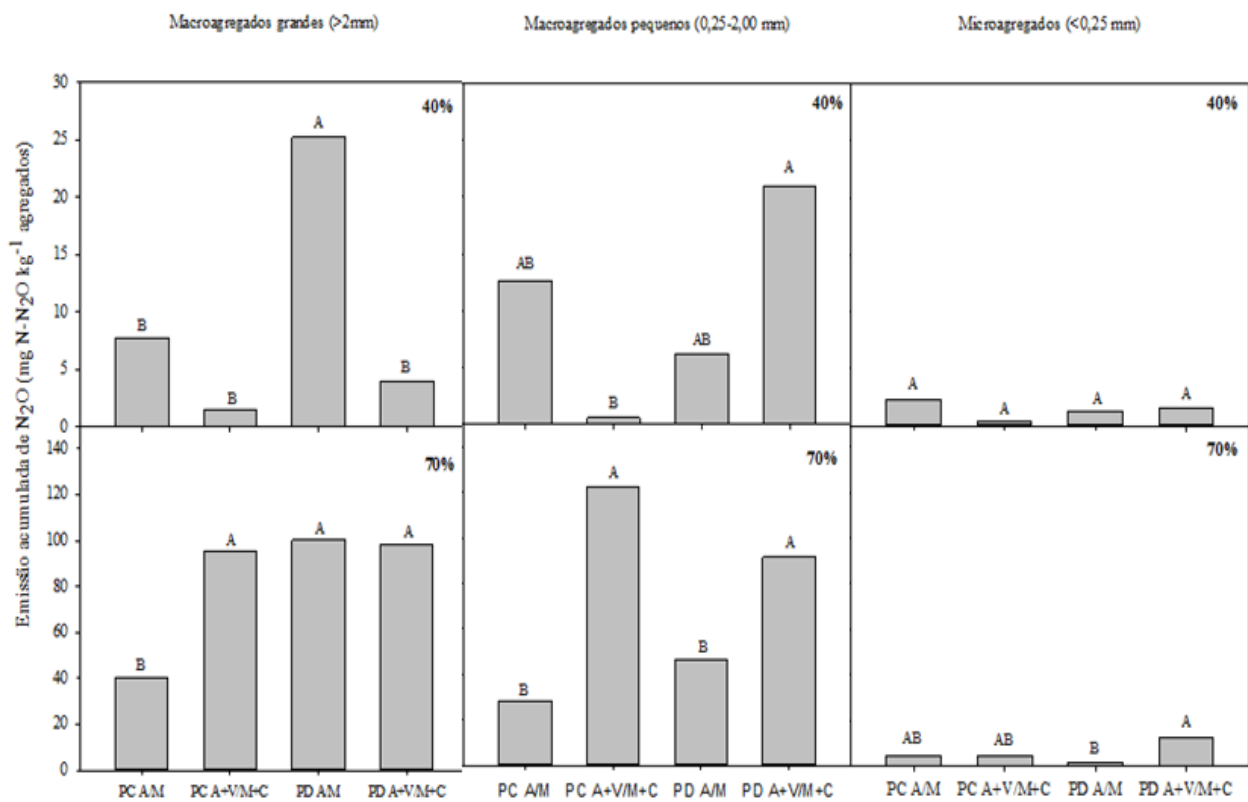


Figura 2 – Emissão acumulada de N₂O, entre os dias 27/01/15 e 13/04/15, a partir de macroagregados grandes, macroagregados pequenos e microagregados de um Argissolo submetido a Plantio Direto (PD) e Preparo Convencional (PC) em combinação com dois sistemas de cultivo: aveia/milho (A/M) e aveia+ervilhaca/milho+caupi (A+V/M+C). Letras diferentes indicam diferença pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, dentro de classe de agregados.