

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“O Solo e a Produção de Bioenergia: Perspectivas e Desafios”

EMISSÃO DE CO₂, N₂O E CH₄ DE UM LATOSSOLO MANEJADO SOB INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA E PLANTIO DIRETO

JONATAS THIAGO PIVA⁽¹⁾, JEFERSON DIECKOW⁽²⁾, CIMÉLIO BAYER⁽³⁾, VOLNEI PAULETTI⁽²⁾, JOSILÉIA ACORDI ZANATTA⁽⁴⁾ & ANIBAL DE MORAES⁽⁵⁾

RESUMO - As mudanças ocorridas no clima global, nas últimas décadas, são decorrentes principalmente da emissão de gases do efeito estufa (GEE). O objetivo deste trabalho foi avaliar a emissão de gases de efeito estufa (CO₂, N₂O e CH₄) a partir do solo em sistemas de uso no inverno (azevém para cobertura ou para pastagem em integração lavoura-pecuária) em plantio direto. O trabalho foi conduzido num experimento de campo de longa duração situado na Fundação ABC (Castro-PR). O delineamento foi blocos ao acaso. As amostras de ar foram coletadas com sistemas de câmaras estáticas fechadas e seringas e aconteceram no período da primavera de 2008. As seringas contendo as amostras de ar foram analisadas por cromatografia gasosa para a determinação da concentração de CO₂, CH₄ e N₂O. A emissão dos gases do efeito estufa CH₄ e N₂O a partir do solo é maior no sistema de ILP em relação ao sistema baseado no uso do azevém como planta de cobertura no inverno. O sistema de ILP também apresentou um fluxo maior para atmosfera em C-CO₂ equivalente de N₂O em relação ao sistema COB. Isso não significa que a ILP possui maior potencial de aquecimento global, pois não se avaliou nesse estudo a variação do estoque de C no solo, que geralmente é positivo na ILP, contrabalançando os efeitos da maior emissão.

Palavras-Chave: Potencial de aquecimento global; pastejo; adubação nitrogenada.

Introdução

O aumento na concentração de gases de efeito estufa (GEE) (CO₂, CH₄ e N₂O) na atmosfera, principalmente após a Revolução Industrial, causa o aquecimento global e as mudanças climáticas, obrigando a sociedade a adotar políticas globais no sentido de mitigação e adaptação. Esse aumento na concentração de GEE decorre de ações antrópicas, seja de forma direta, como pelo aumento do uso de

combustíveis fósseis, aumento da poluição industrial, aumento das queimadas, ou indireta, como pelo uso irracional dos recursos naturais, especialmente o solo.

Entre os GEE, o CO₂ possui um potencial de aquecimento global igual a 1, o CH₄ de 23 e o N₂O de 296, em função das características moleculares e do tempo de permanência na atmosfera [1]. O CO₂ contribui com cerca de 50% do efeito estufa, enquanto o CH₄ e N₂O contribuem com 19 e 5 %, respectivamente, e os 26 % restantes são devidos a outros gases [2].

As principais fontes emissoras de CO₂ são a queima de combustíveis fósseis e mudanças no uso da terra. As emissões de N₂O são oriundas principalmente das atividades agrícolas e estima-se que 70 % das emissões por essa prática sejam pela queimada de biomassa ou pelas adubações nitrogenadas [1]. As emissões de CH₄ são provenientes do uso de combustíveis fósseis, do tratamento de lixo e, principalmente, das atividades agropecuárias, com destaque para a fermentação entérica de bovinos e para o cultivo do arroz irrigado [1].

A agricultura é um dos setores que mais contribui em termos de emissão de GEE no Brasil, devido, entre outros fatores, à mineralização da matéria orgânica do solo decorrente de preparos convencionais e sistemas de culturas de baixo aporte de fitomassa, e à abertura de novas áreas baseada em queimadas e também preparo convencional do solo.

Sistemas de produção agrícola, entre eles a integração lavoura-pecuária (ILP), podem atuar como sumidouros ou fontes de GEE, dependendo do manejo animal, da pastagem, das culturas agrícolas e do solo. A ILP possibilita maior sequestro de C-CO₂ no solo em relação ao sistema agrícola isolado, devido ao maior aporte de biomassa decorrente da maior produtividade primária líquida induzida pelos ciclos de pastejo-rebrota [3]. Por outro lado, a ILP possui emissões associadas à formação de CH₄ no processo entérico digestivo e de N₂O a partir de fezes e urina. O CH₄ de fermentação entérica contribui com cerca de 22 % da emissão total global gerada por fontes antrópicas, enquanto a contribuição por parte dos dejetos

⁽¹⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo (Bolsista CNPq), Universidade Federal do Paraná. Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba, PR, CEP 80035-050, Email: jonatastpiva@yahoo.com.br

⁽²⁾ Professor Doutor, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná. Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba, PR, CEP 80035-050.

⁽³⁾ Professor Doutor, Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

⁽⁴⁾ Pesquisador Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

⁽⁵⁾ Professor Doutor, Departamento de Fitotecnia e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná. Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba, PR, CEP 80035-050.

dos animais é de 7 % da emissão total [4]. Uma contribuição importante na emissão de N_2O da ILP é a deposição de urina pelos animais, as quais aumentam as emissões significativamente. [5]. A produção de N_2O é proveniente principalmente da nitrificação e desnitrificação do nitrogênio pelas bactérias no solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a emissão de gases de efeito estufa (CO_2 , N_2O e CH_4) a partir do solo em sistemas de uso no inverno (azevém para cobertura ou para pastagem em integração lavoura-pecuária) em plantio direto.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido num experimento de campo de longa duração (6 anos), situado em área experimental da Fundação ABC, no município de Castro PR. O clima segundo Köppen é Cfb e o solo é classificado como Latossolo Bruno.

O experimento possui delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. O sistema de culturas é constituído da sucessão azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) – milho (*Zea mays* L.). O azevém é cultivado para o propósito de cobertura do solo ou para pastagem ao gado leiteiro. O milho é cultivado para a produção de silagem. Entre os vários tratamentos do experimento, foram selecionados os seguintes sistemas de uso do solo no inverno, em plantio direto:

(i) azevém mantido somente para cobertura do solo (COB);

(ii) azevém pastejado, caracterizando, portanto, um sistema de integração lavoura-pecuária (ILP). Os pastejos, em número de três a quatro durante o ciclo do azevém, são feitos por novilhas de 12 a 18 meses de idade, das raças Holandesa e Jersey. A entrada dos animais ocorre quando o azevém possui 20 cm de altura; a saída ocorre quando essa altura for rebaixada para 10 cm, seguindo os princípios do manejo adequado de pastagens em ILP.

As avaliações de emissão de GEE foram feitas em microparcelas de $2,4 \times 2,4$ m, demarcadas junto à uma das bordas da parcela experimental de 10×10 m. Em função dos custos elevados de transporte e análise das amostras, o trabalho foi conduzido somente em uma repetição do experimento, porém dentro de cada microparcela as avaliações foram feitas em triplicata.

O procedimento de coleta de amostras de ar foi de acordo com a metodologia descrita por Gomes [6], sendo utilizado um conjunto de três câmaras estáticas por microparcela. Cada câmara foi constituída de um tubo de PVC (20 cm de altura x 25 cm de diâmetro), fechado na parte superior e assentado, somente durante as coletas, sobre uma base de metal previamente introduzida no solo a 5 cm de profundidade. No interior da câmara estava acoplado um ventilador, acionado por uma bateria, para homogeneizar o ar no momento da coleta da amostra.

Cada sessão de coleta teve início às 9:00 h, quando se assentava a câmara sobre a base de metal, cuja calha continha água para proporcionar vedação.

Nesse momento, também se coletava a primeira amostra de ar de uma série de quatro, sendo efetuadas as coletas a cada 15 minutos com o auxílio de uma seringa de polipropileno de 20 mL equipada com uma válvula de fechamento no orifício de saída.

As seringas contendo as amostras de ar foram acondicionadas em recipiente de isopor contendo uma “bolsa gel” congelada a fim de manter a temperatura interna abaixo de 5 °C durante o transporte até o Laboratório de Biogeoquímica do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre-RS), onde foram analisadas por cromatografia gasosa, num equipamento CG - Shimadzu 14-A.

Os intervalos de avaliação foram variáveis entre diários, semanais e quinzenais, dependendo da proximidade com momentos de operações que foram consideradas críticas para a emissão de GEE, como preparo do solo e aplicação de fertilizante nitrogenado. As coletas ($n=15$) foram iniciadas em 23/09/2008, no final do ciclo de pastejo do azevém, e conduzidas até o dia 13/11/2008, por ocasião do desenvolvimento da cultura do milho. O milho foi semeado no dia 02/10/2008 e a aplicação de 125 kg de N ha^{-1} (fórmula 25-00-25) foi realizada no dia 23/10/2008. Também foi determinada a temperatura e a umidade do solo em cada data de coleta.

Resultados e Discussão

Os sistemas de uso do solo no inverno COB e ILP não tiveram grande diferença na taxa de emissão de CO_2 (Figura 1) e ambos atuaram como fonte emissora de CO_2 para a atmosfera. Isto se deve ao fato de que os dois sistemas de uso foram conduzidos em PD, sendo que as maiores diferenças nas taxas de emissão de CO_2 são observadas em diferentes sistemas de preparo do solo, onde ocorre uma rápida oxidação e mineralização da MO ocasionada pelo revolvimento do solo.

Ocorreram dois picos na taxa de emissão de CO_2 (Figura 1), sendo que o primeiro pode estar relacionado com a semeadura e emergência do milho e também com a umidade do solo a qual nesse período estava alta proporcionando assim maior respiração na área pelas plantas e com isso maior perturbação física ocasionando maior emissão de CO_2 . Com relação ao segundo pico acredita-se que seja pela dessecação do azevém a qual proporcionou uma decomposição dos resíduos superficiais e também das raízes, dando assim condições aos microrganismos do solo obterem energia para realizar os processos de redução dos compostos no solo e assim aumentarem a sua respiração e conseqüentemente as taxas de emissão de CO_2 .

As taxas de emissão de N_2O tiveram diferenças entre os sistemas de uso do solo no inverno COB e ILP, sendo relacionada esta diferença ao fato de que no tratamento ILP pode ter ocorrido uma crosta causada pelo pisoteio animal na subsuperfície onde pode-se ter criado condições através de micro sítios de redução do N através da desnitrificação, favorecendo a maior emissão do N_2O nesse sistema. Logo após a aplicação do fertilizante nitrogenado

em cobertura as taxas de emissão de N_2O aumentaram consideravelmente, sendo esse aumento maior no sistema ILP. Enquanto a taxa de emissão de N_2O dobrou dois dias após a aplicação de N no sistema COB, a mesma aumentou em cinco vezes no sistema ILP (Figura 2). Esse aumento é ocasionado pela maior disponibilidade de N que é aportada ao solo logo após a adubação sendo assim favorecida a atividade microbiana a fazer os processos de redução e oxidação da MO.

A menor emissão no sistema sem pastejo pode estar relacionada com o conteúdo de N e o processo de mineralização da matéria orgânica que pode ser maior na ILP pela deposição de urina e pelo sistema radicular das pastagens proporcionarem melhores condições para os microrganismos. Thomas [7] encontraram uma emissão de acumulada de N_2O de $1,74 \text{ kg N ha}^{-1}$ em PD 90 dias após a aplicação de urina em pastejo e com umidade na capacidade de campo, mostrando alta relação entre conteúdo de N e umidade na emissão de N_2O .

Perdas médias anuais de $3,2 \text{ kg N ha}^{-1}$ de todo o N aplicado na forma de uréia em pastagens foram observadas nos primeiros dias após a aplicação e aumentando com um evento de chuva [5]. Resultado similar foi observado nesse trabalho, onde a maior emissão foi logo após a aplicação de $125 \text{ kg de N ha}^{-1}$ no milho (Figura 2).

Com relação ao CH_4 , não houve evidencia clara de que os sistemas de uso COB e ILP estariam atuando como fonte para atmosfera (Figura 3). Exceto na ILP onde ocorreu um pico de emissão de CH_4 logo após a aplicação de N. A adubação nitrogenada afeta prontamente a oxidação do CH_4 através da competição do íon NH_4^+ com o CH_4 pela enzima mono-oxygenase, onde o primeiro encontra-se em maior concentração logo após uma adubação e compete atuando como inibidor do CH_4 , a acidez provocada pela adubação a longo prazo também pode afetar o dreno de CH_4 no solo por influenciar o estabelecimento das bactérias promotoras da oxidação [8].

Outro fator que influencia a oxidação do CH_4 é a textura do solo a qual de maneira direta influencia a difusão deste da atmosfera, onde solos mais arenosos têm maior poder de oxidação do que solos argilosos devido a melhores condições de aeração [9].

A ILP tem melhorado as propriedades químicas do solo e incrementado o teor de C, conseqüentemente ocorrendo maior seqüestro de CO_2 , devido ao fato de que as pastagens possuem maior capacidade de acúmulo de carbono em seu sistema radicular [3]. Isso depende em muito do manejo adotado, adubação, carga animal, tipo de pastagens e de solo que são utilizados para que se consiga contrapor as emissões neste sistema.

O sistema de ILP apresentou um fluxo maior para atmosfera em C- CO_2 equivalente de N_2O em relação ao COB (Figura 4). As emissões acumuladas de C-

CO_2 de CH_4 não tiveram grandes diferenças entre os sistemas tendo em ambos um pequeno acúmulo no solo. As maiores taxas acumuladas em C- CO_2 emitidas foram do CO_2 no sistema de COB, sendo atribuída ao maior acúmulo de fitomassa e com isso maior quantidade de resíduos que sofreram decomposição pelos microrganismos do solo, além da maior respiração das plantas em COB (Figura 4).

Conclusões

A emissão dos gases do efeito estufa CH_4 e N_2O a partir do solo é maior no sistema de ILP em relação ao sistema baseado no uso do azevém como planta de cobertura no inverno. Isso não significa que a ILP possui maior potencial de aquecimento global, pois não se avaliou nesse estudo a variação do estoque de C no solo, que geralmente é positivo na ILP, contrabalançando os efeitos da maior emissão.

Novos estudos devem ser conduzidos no sentido de avaliar o seqüestro de C no solo promovido pelo sistema ILP e assim possibilitar a avaliação do potencial de aquecimento global do sistema.

Agradecimentos

A Fundação ABC pela cessão da área experimental, Fundação Araucária (Paraná) pelo apoio financeiro e CNPq pela bolsa de mestrado do primeiro autor e PQ do segundo e terceiro.

Referências

- [1] HOUGHTON, Y.; DING, D.J.; GRIGGS, M.; NOGUER, P. J.; VAN DER LINDEN, J. T. & D. XIAOSU. (Eds.) 2001. *Climate Change: The Scientific Basis*. United King: IPCC.
- [2] INTERGOVERNAMENTAL PAINEL of CLIMATE CHANGE. IPCC, 2000. Global Perspective. In: WATSON, R.T.; NOBLE, T.R.; BOLIN, B.; RAVINDRANATH, N.H.; VERARDO, D.J. & DOKKEN, D.J. 2000. (Eds.) *Land use, land change and forestry*. Cambridge University, Press.
- [3] LAL, R. 2002. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. *Environmental pollution*, Oxford, 116: 353-362.
- [4] PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. S.; LIMA, M. A.; BERCHIELLI, T. T. & BARBOSA, P. F. 2004. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 39: 277-283.
- [5] WILLIAMS, D. L. L.; INESON, P. & COWARDS, P. A. 1999. Temporal variations in nitrous oxide fluxes from urine-affected grassland. *Soil Biology & Biochemistry*. 31: 779-788.
- [6] GOMES, J. 2006. *Emissão de Gases de Efeito Estufa e Mitigação do Potencial de Aquecimento Global por Sistemas Conservacionistas de Manejo do Solo*, 2006. 129p. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre.
- [7] THOMAS, S. M.; BEARE, M. H.; FRANCIS, G. S.; BARLOW, H. E. & HEDDERLEY, D. I. 2008. Effects of tillage, simulated cattle grazing and soil moisture on N_2O emissions from a winter forage crop. *Plant Soil*, 309: 131-145.
- [8] BOECKX, P.; VAN C. & VILLARALVO, I. 1997. Methane oxidation in soils with different textures and land use. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 49: 91-95.
- [9] SAGGAR, S.; TATE, K. R.; GILTRAP, D. L. & SINGH, J. 2008. Soil-atmosphere exchange of nitrous oxide and methane in New Zealand terrestrial ecosystems and their mitigation options: a review. *Plant Soil*, 309: 25-42.

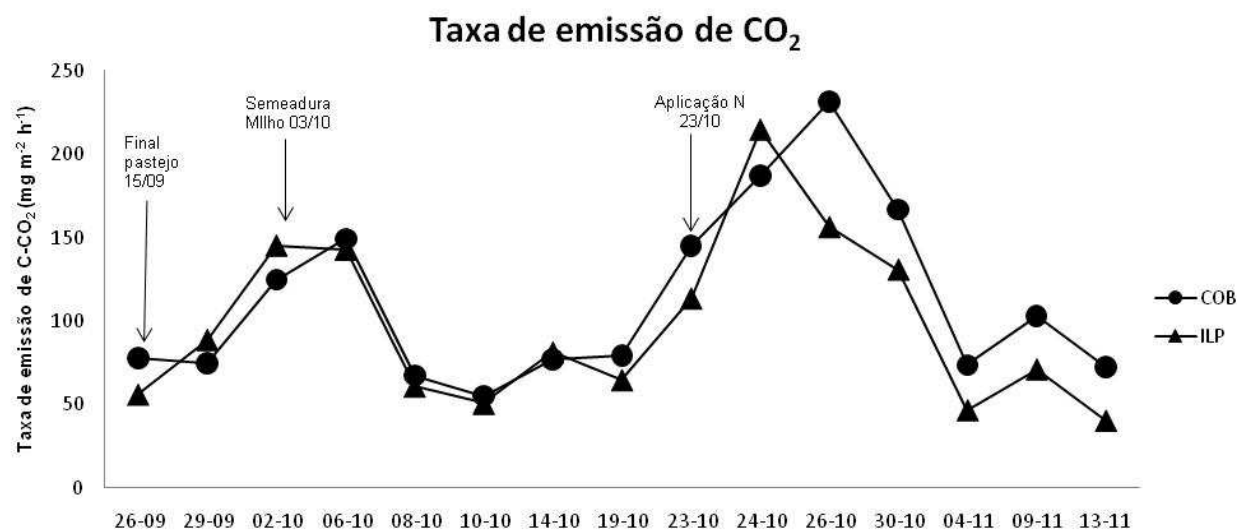


Figura 1: Taxa de emissão de CO₂ em sistemas de uso do solo no inverno: COB-Azevém para cobertura do solo; ILP-Azevém pastejado em integração lavoura-pecuária, Castro-PR.

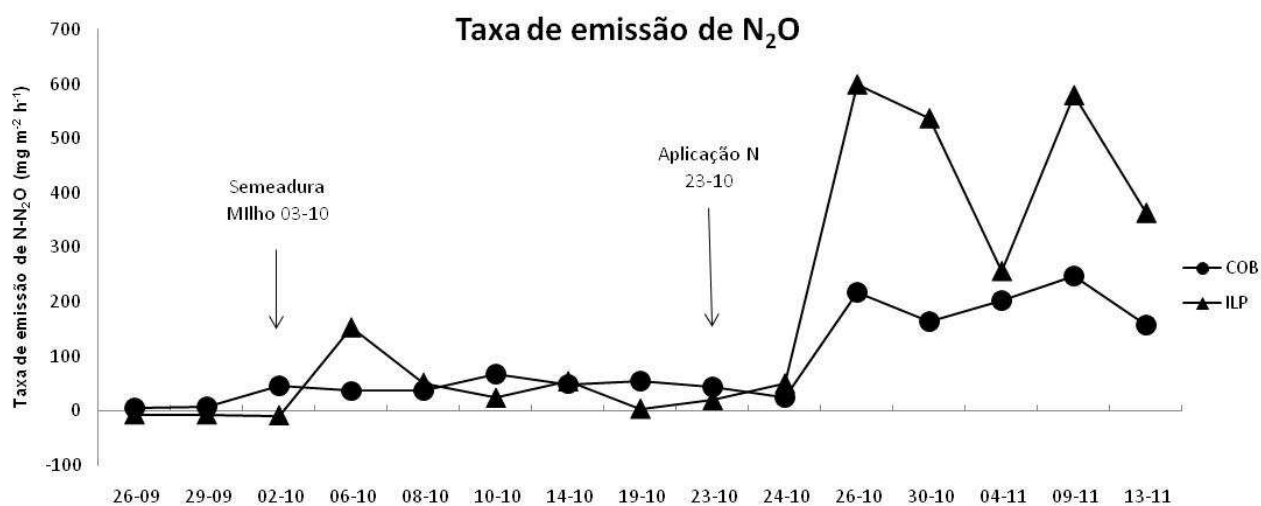


Figura 2: Taxa de emissão de N₂O em sistemas de uso do solo no inverno: COB-Azevém para cobertura do solo; ILP-Azevém pastejado em integração lavoura-pecuária, Castro-PR..

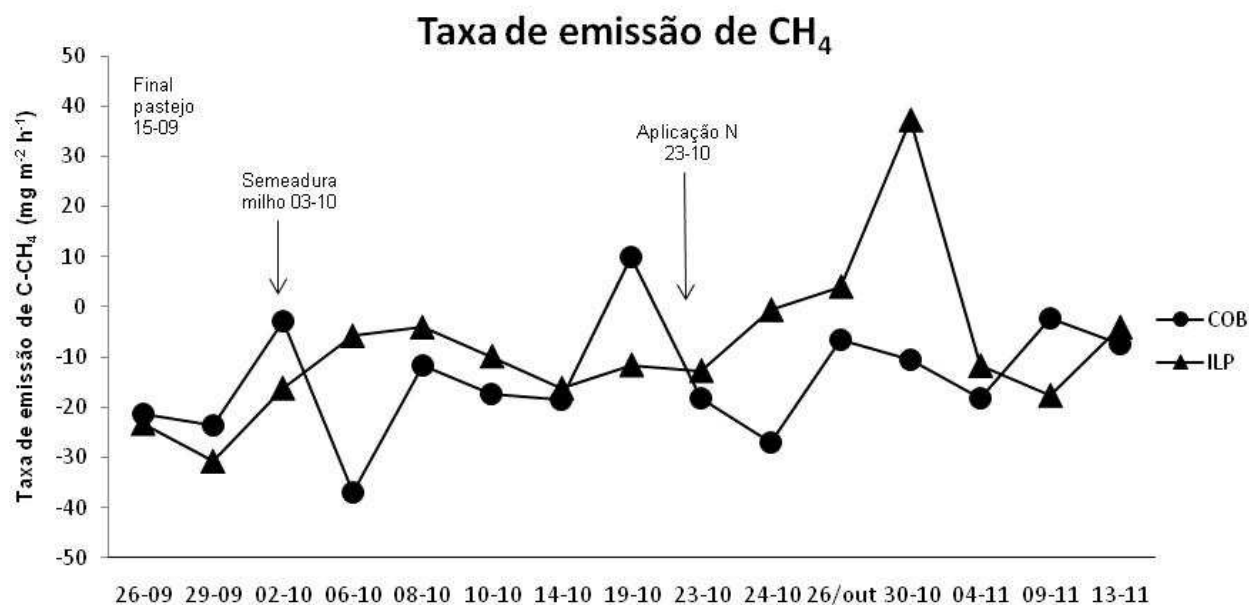


Figura 3: Taxa de emissão de CH₄ em sistemas de uso do solo no inverno: COB-Azevém para cobertura do solo; ILP-Azevém pastejado em integração lavoura-pecuária, Castro-PR.

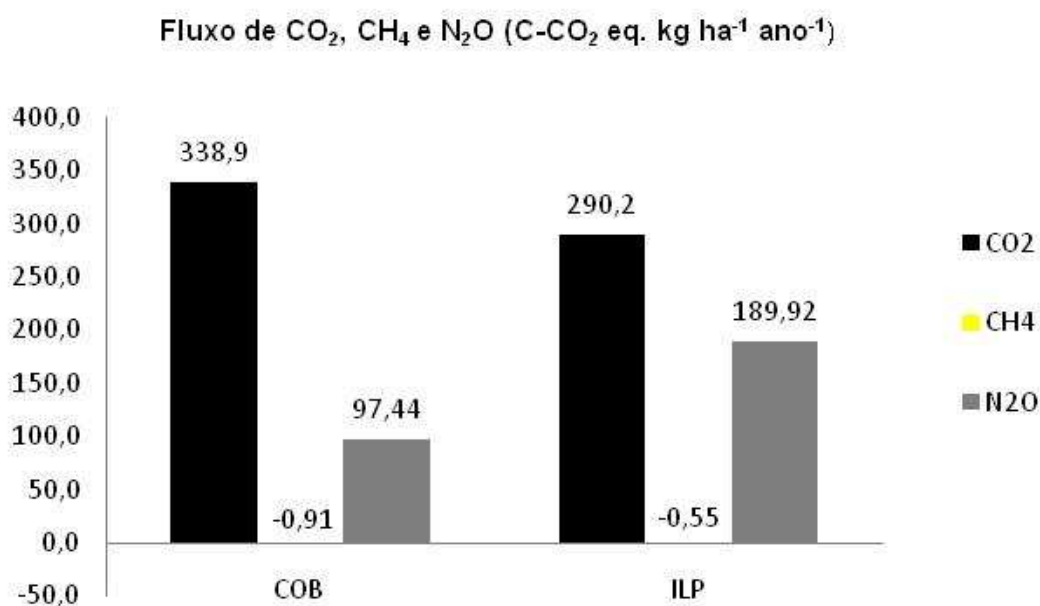


Figura 4: Emissão acumulada de CO₂, N₂O e CH₄ a partir do solo, em C-CO₂ equivalente, em função de sistemas de uso do solo no inverno: COB-Azevém para cobertura do solo; ILP-Azevém pastejado em integração lavoura-pecuária, Castro-PR.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.