Análise da radiação fotossinteticamente ativa e do índice de área foliar em relação ao fluxo de CO2 no período anual de uma cultura de arroz irrigado

Alcimoni Nelci Comin[1], Débora Regina Roberti[1], Virnei Silva Moreira[1], Osvaldo Luis Leal de Moraes[1], Andréa Ucker Timm[1], Geovane Webler[1] Lucas Vaz Peres[1]
[1]Universidade federal de Santa Maria
e-mails: alcimoni.comin@gmail.com, d_r_roberti@yahoo.com.br,
virneimoreira@yahoo.com.br moraes@ccne.ufsm.br, annddri@gmail.com,
gwebler83@yahoo.com.br, lucasvazperes@hotmail.com

Abstract

The CO2 fluxes between the surface and atmosphere vary for the different leaf area index (LAI) and seasons and depend mainly on the photosynthetic active radiation (PAR), precipitation, wind and temperature. The surface soil in a rice crop goes through various stages over the years, alternating periods of bare soil and covered. This work is quantified and analyzed the annual variation of CO2 fluxes in relation to LAI and PAR in an irrigated rice in Paraiso do Sul (-29^0 40' 7''S, -53^0 08' 56''O, 108m). The atmospheric data were collected by a micro-meteorological tower of eight meters in height and LAI by MODIS during the period June 26, 2003 to July 27, 2004. The fluxes of CO2 were obtained by the eddy covariance method. The highest average daily flow and the LAI were obtained during the flowering period, averaging -0.269 mgm^{-2}s^{-1} and 4.25 m2m-2 respectively, i.e., CO2 was absorbed by the culture. The average annual absorbed CO2 was -0.0747 mgm^{-2}s^{-1} and LAI 1.34 m^{2}m^{-2} suggesting the site as a sink for atmospheric carbon.
Keywords: Flow CO2, photosynthetic active radiation, leaf area index

Resumo

Os fluxos de CO2 entre a superfície e atmosfera apresentam variações para os diferentes índices de área foliar (IAF) e estações do ano e dependem, principalmente, da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), precipitação, vento e temperatura. A superfície do solo em uma cultura de arroz passa por diferentes fases ao longo do ano, alternados períodos de solo nu e coberto. Neste trabalho é quantificada e analisada a variação anual dos fluxos de CO2 em relação ao IAF e da RFA em uma cultura de arroz irrigado em Paraíso do Sul (-29^0 40' 7''S, -53^0 08' 56''O,108m). Os dados atmosféricos foram coletados por uma torre micro meteorológica de 8 metros de altura e o IAF pelo sensor MODIS, no período de 26 de junho de 2003 à 27 julho de 2004. O cálculo dos fluxos de CO2 se deu pelo método covariância dos vórtices turbulentos. Os maiores valores do fluxo médio diário e do IAF foram obtidos durante o período de florescimento da cultura, com média de -0,269 mgm^{-2}s^{-1} e 4,25 m^{2}m^{-2} respectivamente, ou seja, CO2 foi absorvido pela cultura. O valor médio anual absorvido de CO2 foi de -0,0747 mgm^{-2}s^{-1} e o IAF 1,34 m^{2}m^{-2} sugerindo o sítio como sumidouro de carbono atmosférico.
Palavras chave: Fluxo de CO2, Radiação Fotossinteticamente Ativa, Índice de Área Foliar

Introdução

Nos últimos 200 anos, a concentração de dióxido de carbono na atmosfera aumentou 27%, decorrente da queima de combustíveis fósseis e dos desmatamentos. Como resultado do

aumento da concentração de CO2 atmosférico, a temperatura média do ar do Planeta poderá aumentar neste período devido ao efeito estufa do CO2 atmosférico (IPCC, 1995). Estudos indicam um aumento de 1 a 6°C na temperatura média do ar até o final deste século em vários locais do Planeta (IPCC, 1995; MAHLMAN, 1997; IPCC, 2001), incluindo o Brasil (SIQUEIRA et al., 2000). Este crescente aumento na concentração de CO2 tem deixado os cientistas apreensivos em relação às possíveis conseqüências climáticas podendo prejudicar o equilíbrio estabelecido entre oceanos e biosfera que fazem suas trocas de carbono através da atmosfera. Atualmente, o dióxido de carbono emitido pela atividade humana é da ordem de 8,5 bilhões de toneladas anuais, sendo que apenas metade desse total permanece na atmosfera. A outra metade estima-se que seja incorporada pelo solo, florestas (Vitousek, 1991) e oceanos, cujos mecanismos ainda não são completamente esclarecidos (AIKEN et al., 1991).

Neste trabalho analisaremos se o ciclo anual de uma cultura de arroz age como fonte ou sumidouro de carbono e a relação do fluxo de CO2 com o índice de área foliar e a radiação fotossinteticamente ativa. A produção de arroz no Brasil é originária, principalmente, das lavouras irrigadas do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina que, em conjunto, respondem por quase 60% da produção nacional, sendo que somente o RS contribui com cerca de 50%. Nesse período de estudo a área de plantio no Estado foi de 1.043.623 hectares.

Materiais e métodos

Os dados atmosféricos experimentais foram coletados por uma torre micro-meteorológica de 8 metros de altura em Paraíso do Sul (-29^0 40’ 7’’S, -53^0 08’ 56’’O, 108m), região central do RS. A torre está localizada perto do rio Jacuí em uma área de cultivo de arroz considerado um terreno plano e praticamente homogêneo. Na torre foram utilizados sensores de resposta rápida (16Hz) para realizar as medidas turbulentas e sensores de resposta lenta. Os equipamentos usados para correlações turbulentas são um anemômetro sônico 3D (CAMPBELL) e um higrômetro analisador de gás infravermelho (LICOR 3662-OPEN PATH) ambos no topo da torre. O higrômetro é considerado de caminho aberto (0,1s).

Para analisar os dados brutos das series temporais de 16Hz, foi feito um programa em Fortran para calcular os fluxos turbulentos. Para minimizar os efeitos de alinhamento e topografia é feito uma rotação em 3D, para que o vento médio coincida com a componente longitudinal do vento, forçando a componente transversal a zero (KAIMAL E FINNIGAN, 1994; SAKAI, 2000). A partir desse procedimento o programa calcula novamente as grandezas estatísticas. O método de covariância dos vórtices turbulentos foi utilizado para calcular os fluxos de CO2 entre a superfície e a atmosfera. As medidas micrometeorológicas foram realizadas de 26 de junho de 2003 a 27 de julho de 2004. O arroz foi plantado no dia 25 de novembro de 2003, e no dia 27 de dezembro do mesmo ano a área foi inundada com uma lâmina de água de aproximadamente 5 - 7 cm até a colheita. que ocorreu no dia 04 de abril. Quanto ao índice de área foliar (IAF), as medidas foram feitas pelo sensor Modis com médias a cada 8 dias no mesmo período.

Resultados

A Figura 1 apresenta a média mensal do fluxo de CO2, sem correção de Webb, para a cultura do arroz no município de Paraíso do Sul. Os maiores fluxos (em módulo) foram encontrados no mês de fevereiro, com média de -0,269 $mgm^{-2}s^{-1}$ e o menor em outubro -0.015 $mgm^{-2}s^{-1}$. O valor médio de CO2 armazenado durante o ciclo anual foi de -0,0747 $mgm^{-2}s^{-1}$.

Figura 1- Media mensal do fluxo de CO2 numa cultura de arroz irrigado no município de Paraíso do Sul no período de julho de 2003 a junho de 2004.

A Figura 2 mostra o índice de área foliar ao longo do ciclo anual. O IAF é definido pela relação da área total foliar por unidade de área explorada pela cultura, depende da fertilidade do solo, das condições climáticas, do espaçamento e do material genético. A variação temporal da área foliar em geral aumenta até um limite máximo, no qual permanece por algum tempo, decrescendo em seguida, devido à senescência das folhas velhas (PEREIRA & MACHADO, 1987). Na Figura 2 nota-se que ate novembro de 2003 o índice tem um pequeno aumento, de 0.7m2/m2 para 1.3m2/m2, mas em dezembro esse valor diminui novamente para aproximadamente 0.7m2/m2. Isso se deve ao fato de que de normalmente de maio a novembro o solo fica sem uma cultura especifica, ocasionando o nascimento de planta 'invasoras', isso se reflete também no fluxo de CO2, que permanece com a média mensal sempre negativa, ou seja, deve ocorrer mais fotossíntese do que apenas respiração pelos microorganismos do solo. No período de germinação (a partir do final de novembro), até a fase de florescimento (fevereiro), o IAF aumenta chegando a um valor de 4,2 m^2m^{-2}, que inicia a diminuir até um valor de 1,5 m^2m^{-2}, quando ocorre a colheita, início de abril.

Figura 2- Média mensal do índice de área foliar obtidos pelo sensor MODIS, no período 26 de junho de 2003 a 27 de junho de 2004 no município de Paraíso do Sul.

Comparando o IAF (figura 2) com o fluxo mensal de CO2 (figura 1) nota-se que ambos apresentam uma boa correlação. O coeficiente de correlação entre o IAF e o fluxo de CO2 é de -0,933.

A Figura 3 mostra as médias diárias dos fluxos de CO2 e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), isto é, a energia contida na faixa de 400 a 700 nm do espectro de radiação. Essa energia é utilizada pelas plantas na realização dos processos de fotoconversão, fotooxidação e fotossíntese. Os fluxos de CO2 no período apresentaram os maiores valores ao meio dia (hora local) acompanhando aproximadamente as variações da RFA. No período noturno os fluxos são positivos e no diurno são negativos, pois só ocorre apenas respiração. O valor médio anual da RFA foi de 92,17 W/m^2.

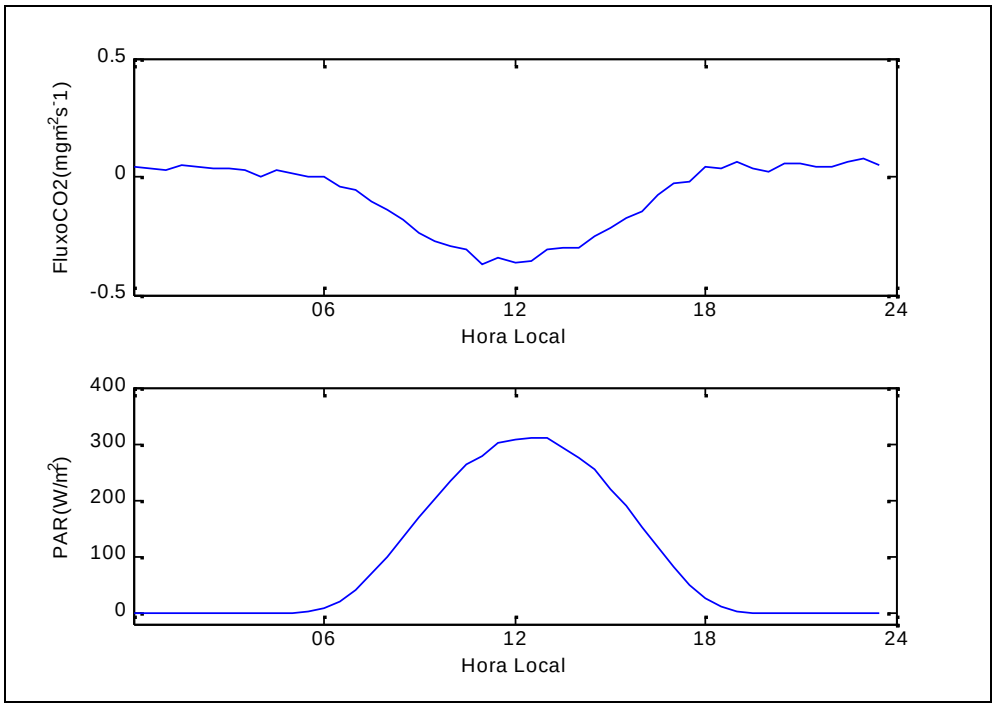

Figura 3- media diária do fluxo de CO2 e da radiação fotossinteticamente ativa no período 26 de junho de 2003 a 27 de junho de 2004 no município de Paraíso do Sul.

Conclusão

Estimativas do fluxo de CO2 numa área de arroz irrigado no sul do Brasil foram utilizadas para quantificar a absorção ou emissão de CO2 nesta cultura. Os valores máximos dos fluxos ocorreram durante a fase de florescimento assim como os de índice de área foliar. Nesse período a planta absorve mais carbono durante o dia e libera menor quantidade à noite. O sitio estudado agiu como sumidouro de carbono durante o período anual com média de -0,0747 mgm^{-2}s^{-1} e IAF médio 1,34 m^{2}m^{-2}. Observou-se que houve uma forte correlação entre o fluxo de CO2, índice de área foliar e a radiação fotossinteticamente ativa.

Referências bibliográficas

AIKEN, R.M., JAWSON, M.D., GRAHAMMER, K., ***et al.*** Positional, spatially correlated and random components of variability in carbon dioxide efflux. **Journal of Environmental Quality**, v.20, n.1, p.301-305, 1991

GISS e reflexos na produção agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, n.2, p.311-314, 2000.

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change]. **Climate change – The IPCC scientific assessment**. Cambridge: Cambridge University, 1995. 288p.

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change]. **Climate change 2001: the scientific bases – The contribution of the working group I of the third assessment report**. Cambridge: Cambridge University, 2001. 944p.

KAIMAL,J.C.; FINNIGAN,J.J**. Atmospheric Boundary Layer Flows**: Their Struture and Measurement. Oxford university press, New York, 289 pp,1994

MAHLMAN, J.D. **Uncertainties in projections of human induced climate warnings**. Science, v.278, n.5342, p.1416-1417, 1997.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. ***Análise quantitativa do crescimento de comunidade vegetal*.** Campinas: Instituto Agronômico, 1987. (Boletim Técnico, 114).

SAKAI, R.K. **Observational Study of Turbulent Exchange Between the Surface and canopy Layer Over Several Florest Types. Departament of Earth and Atmospheric Sciences**, University at Albania, SUNY,182 pp (tese doutorado), 2000

SIQUEIRA, O.J.W. et al. Mudanças climáticas projetadas através dos modelos

UNSWORTH, M.H.; HOGSETT, W.E. Combined effect of changing CO2, temperature, UVB radiation, and O3 on crop growth. In: BAZZAZ, F.; SOMBROEK, W. **Global climate change and agricultural production**. New York: John Wiley & Sons, 1996. p.171.

VITOUSEK, P.M. Can planted forests counteract increasing atmospheric carbon dioxide? **Journal of Environmental Quality**, v.20, n.2, p.348-349, 1991.