

Neuro-estimador do ciclo diurno de CO₂

Fabiana F. Paes, Haroldo F. Campos Velho

*Instituto Nacional de Pesquisas (LAC/INPE) São José dos Campos, SP – Brazil
e-mail: fabiana.paes@lac.inpe.br*

Resumo

A taxa de emissão dos gases minoritários da atmosfera é estimada por uma nova abordagem baseada na rede neural artificial (RNA) multilayer perceptron (MLP). Dados sintéticos são usados para treinar a rede. A solução inversa é obtida com aplicação da RNA para identificar a taxa do ciclo diurno do dióxido de carbono em uma área com cobertura vegetal variável: pastagem e floresta tropical.

Summary

The emission rate of minority atmospheric gases is inferred by a new approach based on artificial neural network (ANN) multilayer perceptron (MLP). Synthetic data are used for training the ANN. The inverse solution is obtained by applying the ANN to identify the diurnal cycle for the rate of carbon dioxide on an area with different vegetation covering: pasture and rainforest.

1. Introdução

O estudo dos termos de fontes e dos sumidouros dos gases do efeito estufa é importante para entender suas dinâmicas no sistema superfície-atmosfera e desenvolvimento de novas políticas de redução da emissão destes gases no futuro. Este tema é relevante não apenas para os países desenvolvidos, mas também para o Brasil, que possui um parque industrial razoável e a maior área de floresta tropical do planeta [1]. O aumento do desmatamento da floresta Amazônica e da área de pastagens agrícolas faz do Brasil um dos países com contribuição significativa na emissão de CO₂ e CH₄ na atmosfera [2]. Neste contexto, é necessário estimar a taxa de emissão destes gases. Técnicas de problema inverso (PI) [3] são empregadas para estimar taxas de emissão/absorção de gases minoritários, que só recentemente foram desenvolvidas para estimar o ciclo biogeoquímico [4].

2. Problema inverso: redes neurais

Segundo Roberti [5], o modelo fonte-receptor é uma alternativa de reduzir o custo computacional no cálculo da concentração, pois substitui a integração espacial e temporal de equações diferenciais, por um produto matriz-vetor. Para N_f fontes que emitem um contaminante, que não sofre reações químicas no processo de transporte atmosférico, uma relação linear entre as N_f fontes e a concentração do contaminante medido em N_s sensores, pode ser escrita da seguinte forma:

$$C_j = \sum_{i=1}^{N_f} M_{ij} S_i \quad (1)$$

em que S_i ($gm^{-3}s^{-1}$) é a intensidade da i -ésima fonte, C_j é a concentração do j -ésimo sensor, M_{ij} é uma matriz de transição de estados conhecida cujos os elementos são calculados pelo emprego de um modelo de dispersão atmosférico, aqui o modelo lagrangiano LAMBDA [6].

O objetivo aqui é estimar a taxa de emissão e absorção de gases do efeito estufa, em particular o CO_2 . Diferentemente de métodos de solução inversa por regularização, o uso de redes neurais não requer a solução recursiva de um modelo direto. Aqui o modelo direto é usado somente para se obter dados sintéticos da concentração de CO_2 da atmosfera. O uso das técnicas de redes neurais supervisionadas na solução de PI necessita de um conjunto de dados para treinamento [7].

3. Resultados

Neste trabalho estima-se o fluxo superficial dos gases minoritários do efeito estufa, por exemplo o CO_2 com taxas de emissão/absorção descritas por Marengo e Horta [8] para floresta Jaru e a fazenda Nossa Senhora (NS), desmatada em 1977 (ambos localizados em Ji-Paraná-RO). As áreas descritas apresentam duas coberturas vegetais distintas e assim a taxa de CO_2 é diferente. Realizamos um experimento considerando estas taxas, cujo volume contém 25 subáreas, que podem apresentar diferentes taxas de emissão de poluentes.

A Figura 1 representa as distribuições de taxas de emissões (fontes) (Fig. 1a) e absorções (sumidouro) (Fig. 1b), para floresta Jaru e fazenda NS. Cada domínio contém sub-regiões (retângulos menores). A cor negra representa ausência de emissão para Fig. 1a; e a cor branca significa absorção nula (Fig. 1b). A floresta é representada por um padrão de cinza claro na Fig. 1a e por um cinza escuro da Fig. 1b. A pastagem é descrita por um padrão de cinza escuro na Fig. 1a e por um cinza claro na Fig. 1b.

As taxas de emissão/absorção obtidas por diferentes RNAs com 5% e 10% de ruído nos dados de concentração medidos por sensores em diversas posições, para duas arquiteturas de rede, cada rede com duas camadas ocultas, também são mostradas na Figura 1.

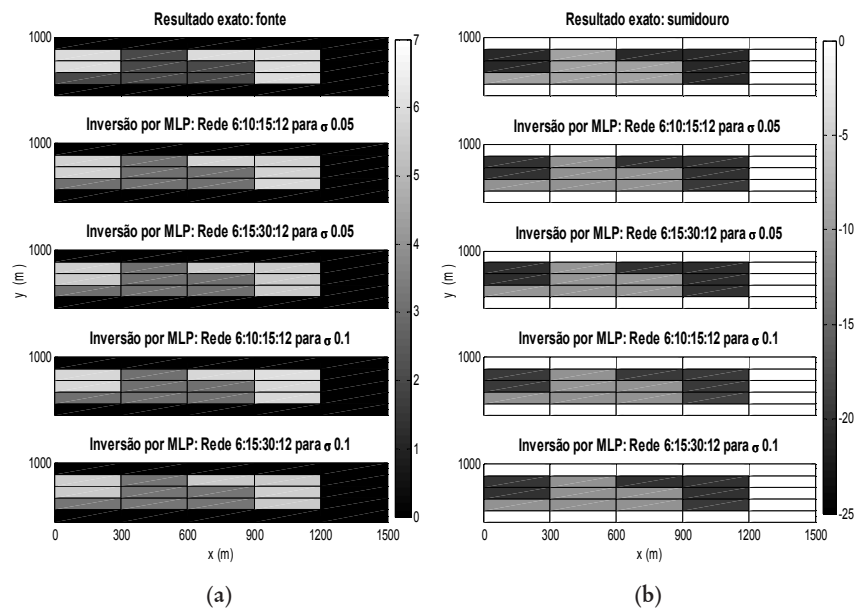


Figura 1. Identificação de taxas por RNA-MLP na floresta Jaru e na fazenda NS: (a) emissão de CO_2 ; (b) absorção de CO_2 .

4. Conclusões

Este trabalho estima fontes e sumidouros do CO_2 em áreas de floresta e de pastagem. O neuro-estimador foi avaliado empregando-se dados de fluxo de CO_2 medidos para diferentes coberturas vegetais nas regiões norte e centro-oeste do Brasil para a estação seca [8]. Os resultados obtidos com a RNA-MLP com duas camadas ocultas foram satisfatórios quando comparados com os dados exatos.

5. Referências

- [1] IPCC, **Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution Of Working Group I To The Third Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change**, (2001). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom And New York, 881p.
- [2] Fisch, G.; Culf, A. D.; Nobre, C. A. (1996) Modelling convective boundary layer growth in Rondonia. **Amazonian Deforestation and Climate**. p. 425-436.
- [3] Silva Neto, A. J. (2005) **Problemas inversos: Aplicações em Engenharia e Medicina**. Quartas Científicas. UERJ.
- [4] Kasibhatla, P; Heimann, M.; Rayner, P; Mahoeald, N.; Prinn, R. G.; Hartley, D. E. (2000) (Ed.). **Inverse Methods in Global Biogeochemical Cycles**. [S.l.]: American Geophysical Union.
- [5] Roberti, D. R.; Anfossi, D; Campos Velho, H. F.; Degrazia, G. (2005a). Estimação da taxa de emissão e localização de fontes. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. Esp, p. 131-134.
- [6] Thomson, D. J. (1987) Criteria for selection of stochastic models of particle trajectories in turbulent flows. **Journal of Fluid Mechanics**, v. 180, p. 529-556.
- [7] Haykin, S. **Neural Networks: A Comprehensive Foundation**. Prentice Hall, 1999
- [8] Marengo J. A. and Horta L. (2004). CEOP reference sites in the LBA Continental Scale Experiment, **CEOP Newsletter**, n. 4, p. 6. Disponível em: <http://www.ceop.net>