

# VALIDAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO PARA A SOJA EM DOIS SISTEMAS DE PLANTIO NO MODELO Agro-IBIS

Geovane Webler<sup>1</sup>; Virnei Moreira<sup>2</sup>; Santiago Vianna Cuadra<sup>3</sup>; Débora Regina Roberti<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Msc em Meteorologia, Laboratório de Micrometeorologia, UFSM, Santa Maria-RS.  
E-mail: gwebler83@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Doturando em Física, UFSM. E-mail: virneimoreira@gmail.com

<sup>3</sup> Dr. em Meteorologia. Professor CEFET/RJ. E-mail: santiagosub@gmail.com

<sup>4</sup> Professora Adjunta, Departamento de Física, UFSM. E-mail: debora@ufsm.br

## Abstract

This work presents the results of the validation of soil moisture for the Agro-IBIS model for the soybean crop grown in two soil management systems: (i) The no-tillage (NT) and (ii) the system conventional tillage (SC). The results of the SC are best simulated by Agro-IBIS. This is expected because there crop residues are not represented in the model.

## 1. Introdução

Com o aumento mundial da demanda por produtos agrícolas para a produção de alimentos e bioenergia é necessário um constante crescimento da produção, que reflete não somente na expansão da área cultivada, mas também na adoção de técnicas de cultivo que aumentem a produção e minimizem os custos. Esta combinação acaba gerando impactos ambientais que precisam ser conhecidos para que possam ser de alguma forma minimizados ou, de preferência, evitados.

Mudanças nas práticas agrícolas estão sendo consideradas como possíveis formas de intervir nas mudanças climáticas, aumentando o armazenamento de carbono no solo em áreas agrícolas (Vleeshouwers e Verhagen, 2002; Freibauer et al, 2004;. Smith, 2004, Aubinet, 2009). O carbono orgânico dos ecossistemas agrícolas depende do uso da terra, cultivares produzidos, aplicação de fertilizantes, gestão de resíduos culturais, microclima e manejo do solo (IPCC, 1997).

Nos últimos anos foram desenvolvidos diversos trabalhos no sentido de adaptar modelos que descrevem a interação biosfera-atmosfera para simular diferentes ecossistemas agrícolas. O modelo IBIS (Integrated Biosphere Simulator, Foley et al., 1996; Kucharik et al., 2000) foi adaptado e utilizado em diversos trabalhos, para a simulação da cultura do milho (Kucharik e Brye, 2003) e (Kucharik, 2003), rotação soja-milho sob diversos sistemas de manejo (Kucharik e Twine, 2007). Nesses modelos foram acrescentadas parametrizações específicas para simular os processos fenológicos e fisiológicos das cultivares agrícolas, assim o modelo passou a ser chamado AGRO-IBIS. Neste relatório serão apresentados resultados referentes a estimativas da umidade do solo através do modelo AGRO-IBIS para dois sistemas de plantio de soja.

## 2. Material e Métodos

### Modelo Agro-Ibis

A versão 2 do IBIS (Integrated Biosphere Simulator) forneceu a estrutura para o desenvolvimento do modelo para culturas agrícolas, o Agro-IBIS. O modelo IBIS inclui, em

uma única estrutura para modelagem de ecossistemas naturais, as representações da superfície terrestre, processos relacionados a energia, água, solo e atmosfera. Além disso a fisiologia do dossel (fotossíntese e condutância estomática), fenologia, dinâmica da vegetação (alocação de carbono, competição entre plantas), e balanço de carbono terrestre (produção primária líquida, alocação de carbono nas plantas, carbono no solo e decomposição da matéria orgânica) (Foley et al., 1996; Kucharik et al., 2000; Kucharik e Brye, 2003).

Atualmente estão implementadas as culturas de soja, milho, trigo e cana de açúcar. Para cada uma dessas culturas o Agro-IBIS resolve um conjunto de equações para representar os processos físicos e biofísicos a fim de simular o balanço de energia, água e massa dos ecossistemas naturais e agrícolas.

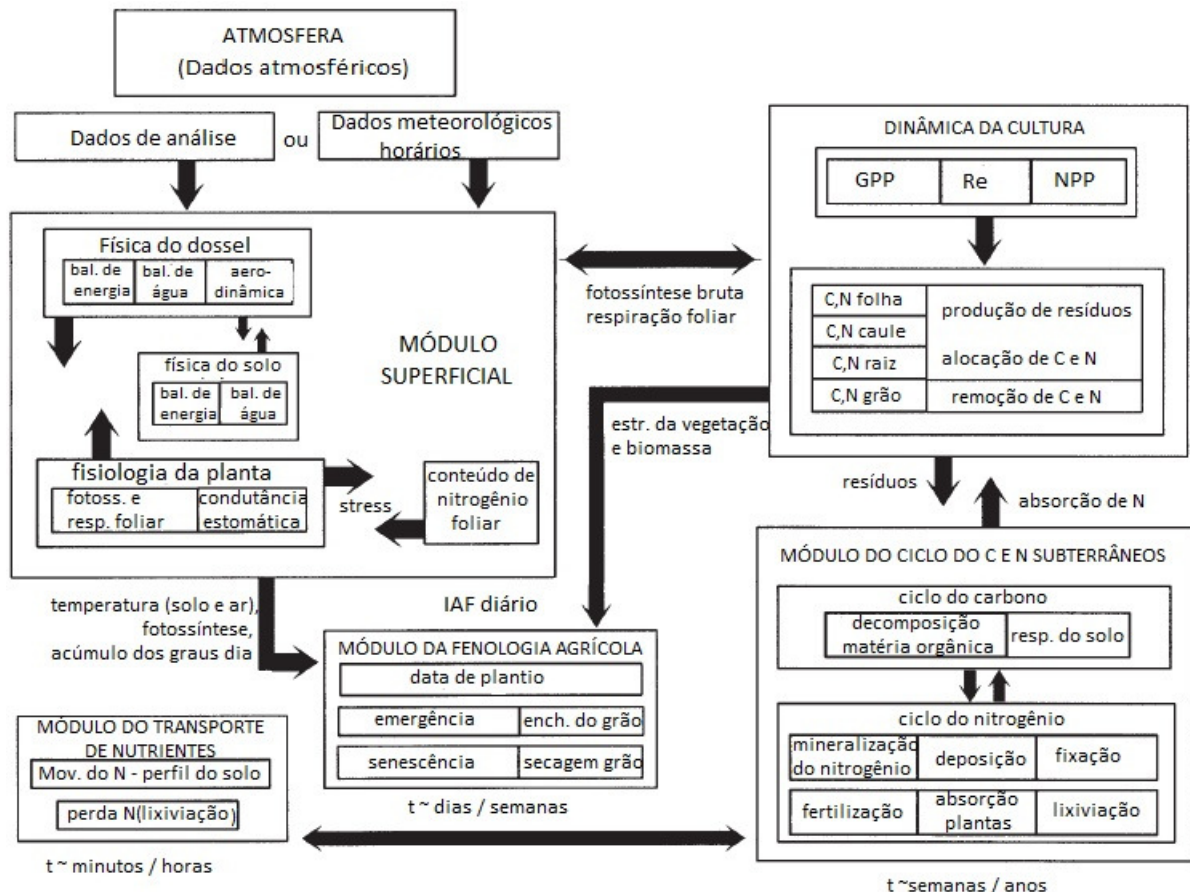


Figura 1 – Esquema do modelo dinâmico de agroecossistemas Agro-IBIS. Adaptado de Kucharik e Brye (2003).

### Sítio Experimental de Cruz Alta – RS

O experimento usado para este trabalho foi realizado em uma área experimental agrícola localizada na Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa Fecotrigo (FUNDACEP), em Cruz Alta - RS (28°36'S, 53°40'O). O clima da região é do tipo Cfa (Köppen), subtropical úmido, com precipitação média anual de 1.755 mm e chuvas distribuídas uniformemente durante o ano. A temperatura anual média é de 18,7°C, com temperaturas médias mínimas de 8,6°C no mês de julho e médias máximas de 30,0°C no mês de janeiro. A vegetação original da região do sítio experimental era composta por floresta aberta de araucária e pastagens naturais formadas por gramíneas, com predomínio de *Paspalum notatum* Fluegge. A partir da década de 50 a região foi desmatada e convertida em lavouras comerciais, onde a sucessão trigo / soja foi cultivada em plantio convencional. O

experimento foi instalado em 1985, com o objetivo de comparar sistemas de plantio direto e convencional.

Dois tratamentos foram instalados considerando parcelas com dimensões de 40x60 m, cultivadas no sistema de plantio direto (SD) e convencional (SC), ambas com a seguinte rotação de 3 anos: ervilhaca (*Vicia sativa* L.) rotação aveia preta no inverno e milho (*Zea mays* L.) no verão (Ano 1); trigo no inverno e soja no verão (Ano 2); aveia preta no inverno e soja no verão (Ano 3). Este último período é avaliado neste trabalho para os dois sistemas de plantio: SC e SD

O ciclo da soja no sítio experimental de Cruz Alta avaliada neste trabalho iniciou no dia 14 de Dezembro de 2009 com a semeadura. No dia 13 de Abril ocorreu à maturação fisiológica, e a colheita foi realizada no dia 28 de Abril de 2010.

Os seguintes sensores, (com a altura e modelo) estão instalados no sítio experimental realizando as seguintes medidas (altura do sensor na torre, fabricante, modelo) na frequência de 10Hz: pressão\* (2,5 m; LiCor - LI7500); Temperatura do ar\* (2,5 m; Campbell Scientific - CSAT 3); Componentes do vento\* (2,5m; Campbell Scientific - CSAT 3); Radiação de onda curta incidente (5 m; Kipp & Zonen - CMB6); Saldo de radiação (5 m; Kipp & Zonen - NR LITE); Radiação fotossinteticamente ativa (PAR) (1 m; Kipp & Zonen - PAR LITE); H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub> (2,5 m; LiCor- LI7500); Fluxo de calor no solo (-2 cm; Hukseflux - HFP01SC-L) ; Temperatura do solo (-2 cm; Campbell Scientific - Termopar Tipo E – TCAV-L) ; Umidade do solo\* (-0,20 m e -0,50cm); Campbell Scientific - CS616-L Water Content Reflectometer) e precipitação (1,5 m; Texas Instruments, INC). A torre micrometeorológica instalada no sistema de plantio convencional é composta dos sensores identificados com o símbolo ‘\*’ na descrição acima.

### 3. Resultados e Discussão

A figura 2(a) apresenta as médias diárias simuladas e experimentais do conteúdo de água no solo para o ciclo 2009-2010 da soja para os dois sistemas de cultivo. As medidas de umidade foram realizadas em duas camadas: 0-20 cm e 20-50 cm de profundidade. A partir dessas medidas foi feita a média ponderada dos valores experimentais a fim de obter o valor da umidade do solo para a camada de 0-50 cm.

No período em que houve disponibilidade hídrica suficiente, o modelo teve boa performance nos dois sistemas de plantio. A magnitude dos erros aumenta a partir do 90<sup>o</sup> DAP, porque nesse período houve déficit hídrico provocado por uma pequena estiagem. Nesse período, comparando os dois sistemas de plantio, nota-se que os valores de umidade do solo simulados estão mais próximos dos observados no sistema de SC. Como era de se esperar, pela ausência da parametrização dos resíduos culturais no Agro-IBIS, os valores da umidade observados no sistema de SD são mais elevados se comparados com os simulados, o que é motivado pela presença da palha sobre o solo.

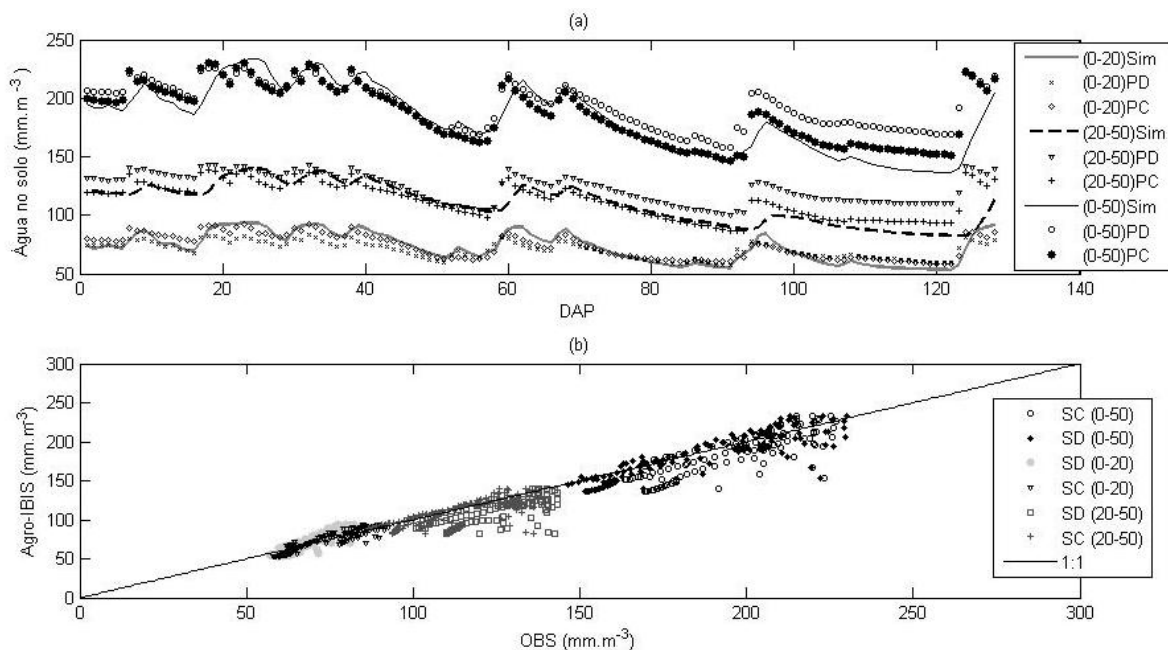


Figura 2 - Valores simulados e observados do conteúdo de água no solo para as camadas 0-20 cm, 20-50 cm e 0-50 cm. (a) Médias diárias para as três camadas. (b) Diagrama de dispersão entre os valores simulados e experimentais.

A figura 2(b) traz os diagramas de dispersão entre os valores simulados e observados da umidade do solo para os dois sistemas de plantio e para cada uma das camadas descritas acima. Na tabela 1, estão os valores dos coeficientes de correlação ( $R$ ) e determinação ( $R^2$ ) para os diferentes sistemas de cultivo e as respectivas camadas de solo.

Comparando os valores de umidade do solo observados nos dois sistemas de plantio com os simulados, e os dados da tabela 1, é possível aferir que o modelo apresenta resultados mais próximos dos observados no sistema de SC em todas as camadas. Apesar de estarem próximos, os coeficientes estatísticos indicam sempre maior semelhança entre os resultados simulados e os observados no SC.

Assim, os comentários acerca da figura 2(a), ficam fortalecidos. Obtêm-se melhores resultados na simulação da umidade do solo quando se compara os valores simulados com os observados no sistema de cultivo de SC. Isso é plenamente justificado pela ausência da representação dos resíduos culturais no Agro-IBIS.

**Tabela 1:** Coeficientes de correlação ( $R$ ) e determinação ( $R^2$ ) para umidade do solo. PD (Sistema de Plantio Direto), PC (Sistema de Plantio Convencional)

	$R(SD)$	$R^2(SD)$	$R(SC)$	$R^2(SC)$
<b>0-20 cm</b>	0,89	0,79	0,92	0,84
<b>20-50 cm</b>	0,73	0,53	0,78	0,60
<b>0-50 cm</b>	0,83	0,68	0,88	0,77

#### 4. Conclusões

Foram efetuadas três análises (camadas de 0-20cm, 20-50cm e 0-50cm) para avaliar o desempenho do modelo em relação à umidade do solo. Em todas elas os resultados do modelo se aproximaram mais dos obtidos na parcela de SC. Os valores experimentais de umidade do solo no SD são levemente maiores que os do SC, o que deve ser resultado da presença da

camada de palha, formada por resíduos culturais, sobre a superfície. Como o modelo não tem a parametrização dos resíduos culturais, ou seja, do SD, esse resultado é esperado.

## **5. Referências Bibliográficas**

Aubinet, M. et al. **Estimates of the annual net carbon and water exchange of forests: the EUROFLUX methodology**, Adv. Ecol. Res. 30, 113–175, 2000.

Foley, J.A. et al. **An integrated biosphere model of land surface processes, terrestrial carbon balance and vegetation dynamics**. Global Biogeochemical Cycles, v.10, p. 603-628, 1996.

Freibauer, A. et al. **Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe**. Geoderma 122, 1–23, 2004.

IPCC (2007). **The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York. Climate Change 2007.

Kucharik, C.J. et al. **Testing the performance of a dynamic global ecosystem model: water balance, carbon balance and vegetation structure**. Global Biogeochemical Cycles, v.14, p. 795-825, 2000.

Kucharik, C.J.; Brye, K.R. **Integrated Biosphere Simulator (IBIS) Yield and Nitrate Loss Predictions for Wisconsin Maize Receiving Varied Amounts of Nitrogen Fertilizer**. Journal of Environmental Quality, v. 32, 247-268, 2003.

Kucharik, C.J. **Evaluation of a Process-Based Agro-Ecosystem Model (Agro IBIS) across the U.S. Corn Belt: Simulations of the Interannual Variability in Maize Yield**. Earth Interactions, v.7, 2003.

Smith, P. **Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context**. Eur. J. Agron. 20, 229–236, 2004.

Vleeshouwers, L.M.; Verhagen, A. **Carbon emission and sequestration by agricultural land use: a model study for Europe**. Global Change Biol. 8, 519–530, 2002.