

AVALIAÇÃO DE MÉTRICAS RESUMO NA ESTIMAÇÃO DA EMERGÊNCIA DE TALHÕES DE SOJA

ROBERTO MATTES HORN¹; FRANCISCO MAZZAROLO SEGER²; GEAN NASCIMENTO ROCHA³; RODRIGO YOITI TISUKAHARA⁴; ROGÉRIO COSTA CAMPOS⁵

¹Universidade Federal de Pelotas – robertomhorn@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – franciscoseger@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – gean.r91@gmail.com

⁴Fundação ABC – rodrigo@fundacaoabc.org

⁵Universidade Federal de Pelotas – rogerio.c.campos@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

No monitoramento de culturas, o estágio fenológico emergência é uma variável chave que pode ser estimada por meio de séries temporais de índice de vegetação (IV). Se o monitoramento da fenologia realizado a partir de séries diárias de imagens de sensoriamento remoto é dirigido a talhões alvo, uma amostragem esquemática deve ser realizada sobre uma estrutura pixel-talhão. Em todos os pontos da série temporal, essa amostragem esquemática dos pixels é espacialmente determinada pela intersecção espacial entre o talhão da cultura e o grid da imagem. O talhão, portanto é esquematicamente representado pelos pixels que se ajustam a alguma regra de delimitação espacial. Séries temporais de IV talhão-específicas são construídas sob algum processo que considera a escolha da métrica estatística para resumir os dados em todos os tempos. Assim surge o problema de entender a sensibilidade da métrica em relação à variabilidade espacial do talhão e a regra de delimitação espacial. O objetivo deste trabalho foi avaliar melhor métrica resumo para a estimação do evento fenológico emergência em talhões de soja.

2. METODOLOGIA

Séries temporais diárias de NDVI com 250m de resolução espacial foram derivadas dos produtos MOD09GQ e MOD09GA do sensor MODIS a bordo do satélite Terra. As séries compreendem o período de 01/09/2013 até 30/04/2014. Vinte talhões de soja localizados próximos a fronteira entre os estados de Paraná e São Paulo foram selecionados para o estudo. Os dados fenológicos de campo foram coletados pela Fundação ABC (Castro/PR) no escopo de um programa interno de monitoramento de safras. Os talhões do estudo foram delimitados com auxílio de composições do Landsat e imagens do Google Earth. Os dados do sensor foram tratados com critérios de reflectância máxima da banda azul e máximo do ângulo zenital de visada (Sakamoto et al. 2005 ; Zhao et al. 2009). Os dados foram filtrados pelo método de Savitzky-Golay calibrado para remoção dos ruídos (Chen et al. 2004).

Para cada talhão existe um número N de pixels contidos ou semicontidos no polígono que limita o talhão, então, em um determinado dia há N medidas de NDVI para um talhão qualquer. As métricas resumo foram aplicadas nas séries temporais do talhão nos N pixels dia-a-dia. As métricas foram: Média aritmética, média ponderada pela pureza do pixel, mediana, média entre o 10º e 90º percentis, média entre 60º e 90º percentis e média entre o 50º e 80º percentis. A

média ponderada pela pureza consiste em atribuir pesos aos pixels relativos à proporção da área do talhão que está dentro do pixel.

As séries temporais filtradas resumidas foram utilizadas para o ajuste de uma função logística do IV em função do tempo. A função logística foi ajustada para o primeiro intervalo da série temporal em que sua derivada é positiva, o que representa o período de crescimento vegetativo e início do reprodutivo da cultura.

$$y(t) = \frac{c}{1+e^{a+bt}} + d \quad (01)$$

Em que t é o tempo, a e b são parâmetros ajustados por mínimos quadrados, $c + d$ é o valor máximo da série temporal e d é valor inicial. O evento fenológico emergência é atribuído à série no tempo em que a terceira derivada da função logística chega ao primeiro valor máximo local (Zhang et al. 2003).

Para a comparação entre as diferentes métricas-resumo foram utilizados o RMSE, MAE e média do erro de estimação.

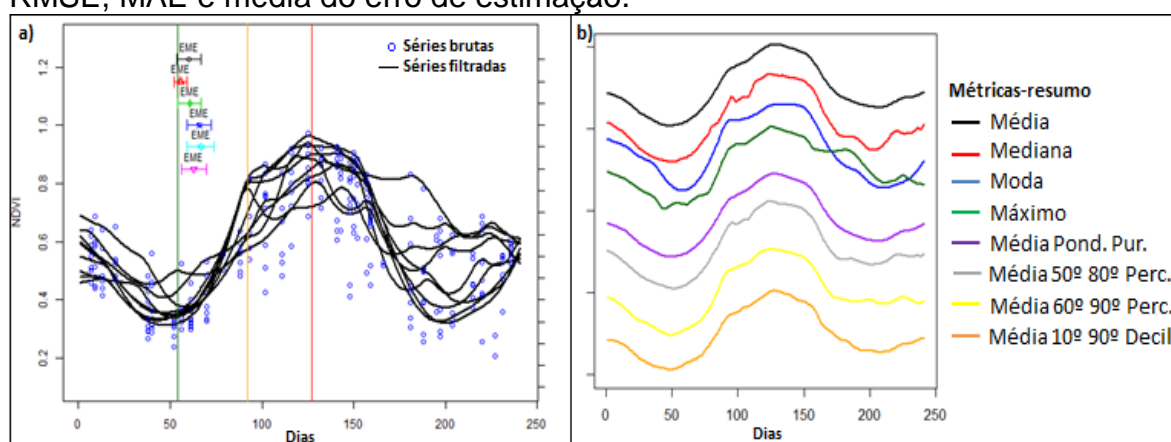


Figura 1 – Resultados da filtragem e perfis derivados para diferentes métricas. **a.** dados antes e depois da filtragem para um dos talhões utilizados e resultados da estimação. A linha vertical verde é o estágio fenológico emergência medido a campo. Os intervalos de confiança representam as estimações da emergência com base em diferentes métricas. De cima para baixo: métrica média, mediana, média ponderada pela pureza, média entre 50º e 80º percentis, média entre 60º e 90º percentis e média entre 10º e 90º percentis. **b.** comparação entre as séries resultantes das diferentes métricas resumo utilizadas no mesmo talhão apresentado em **a.**

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 – Resultados obtidos para as diferentes métricas resumo

	Métrica resumo					
	Média	Mediana	MP*	PER1**	PER2***	PER3****
Erro médio (bias)	-6.10	-1.55	-5.50	-8.85	-9.60	-8.80
RMSE	13.41	7.66	13.47	13.91	15.16	14.48
MAE	9.14	5.91	9.30	11.11	11.82	10.54

*Média Ponderada pela pureza do pixel

**Média entre 50º e 80º percentis

***Média entre 60º e 90º percentis

****Média entre 10º e 90º percentis

A métrica que obteve os melhores resultados foi a mediana com um bias de -1.55, RMSE de 7.66 e MAE de 5.91 dias. A mediana foi a métrica robusta com melhor desempenho na estimação da emergência do talhão, provavelmente porque sofreu menos influência de outliers que outras métricas testadas.

Um possível efeito de contaminação dos pixels pode ser identificado ao comparar-se as métricas média e média ponderada pela pureza. O bias foi reduzido em 9,8% ao se atribuir peso aos pixels enquanto que o RMSE aumentou em 0,4% e MAE em 1,7%.

A média entre os percentis 50º e 80º foi a melhor entre as que utilizaram os percentis, reforçando o princípio da melhoria da estimação ao prevenir a utilização de dados não representativos.

4. CONCLUSÕES

Foi possível demonstrar que a métrica resumo mediana foi a mais adequada para a estimação da emergência dos talhões de soja. Mais estudos devem ser dirigidos a investigar essa evidência em outros cenários de forma e localização de talhões.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHEN, J.; JÖNSSON, P.; TAMURA, M.; GU, Z.; MATSUSHITA, B.; EKLUNDH, L. A simple method for reconstructing a high-quality NDVI time-series data set based on the Savitzky–Golay filter. **Remote Sensing of Environment**, v. 91, p. 332-334, 2004.

SAKAMOTO, T.; YOKOZAWA, M.; TORITANI, H.; SHIBAYAMA, M.; ISHITSUKA, N.; OHNO, H. A crop phenology detection method using time-series MODIS data. **Remote Sensing of Environment**, v. 96, p.366-374, 2005.

ZHAO, H.; YANG, Z.; DI, L.; LI, L.; ZHU, H. Crop phenology date estimation based on NDVI derived from the reconstructed MODIS daily surface reflectance data. **17th International Conference on Geoinformatics**, p. 1-6, 2009

ZHANG, X.; FRIEDL, M. A.; SCHAAF, C. B.; STRAHLER, A. H.; HODGES, J. C. F.; GAO F.; REED, B. C.; HUERTE, A. Monitoring vegetation phenology using MODIS. **Remote Sensing of Environment**, v. 84, p. 471-475, 2003

WARDLOW, B. D.; KASTENS, J. H.; EGBERT, S. L. Using USDA Crop Progress Data for the Evaluation of Greenup Onset Date Calculated from MODIS 250-Meter Data. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 72, p. 1225-1234, 2006.

BACHOO, A.; ARCHIBALD, S. Influence of using date-specific values when extracting phenological metrics from 8-day composite NDVI data. **International Workshop on the Analysis of Multi-temporal Remote Sensing Images**. IEEE, p. 1-4 ,2007.

HIRD, J. N.; MCDERMID, G. J. Noise reduction of NDVI time series: An empirical comparison of selected techniques. **Remote Sensing of Environment**, v. 113, n. 1, p. 248-258, 2009.



SAKAMOTO, T., WARDLOW, B. D., GITELSON, A. A., VERMA, S. B., SUYKER, A. E., & ARKEBAUER, T. J. A two-step filtering approach for detecting maize and soybean phenology with time-series MODIS data. **Remote Sensing of Environment**, v. 114, n. 10, p. 2146-2159, 2010.

HAYN, J. B.; PRICE, K. P. Julian dates and introduced temporal error in remote sensing vegetation phenology studies. **International Journal of Remote Sensing**, v. 29, n. 20, p. 6045-6049, 2008.