



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Tratamento dos dados meteorológicos para um sistema de alerta da ferrugem do cafeeiro¹



Josimar Jardim de Campos²; Carlos Alberto Alves Meira³;

¹Trabalho realizado com o apoio de CAPES/EMBRAPA

² Grad. Estatística, Mestrado em Engenharia Agrícola, Embrapa Agropecuária Informática, Campinas – SP,

Fone: (19) 98152-6776, josimar.campos@colaborador.embrapa.br

³ Dr. Eng. Agrícola, Pesquisador, Embrapa Informática Agropecuária, Campinas - SP, carlos.meira@embrapa.br

RESUMO: O presente trabalho aborda técnicas de tratamento de dados meteorológicos que servem como base para o SAFCAFE, Sistema de Alerta da Ferrugem do Cafeeiro. Causada por *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. a ferrugem ocorre em plantações em todo mundo. No Brasil, em condições climáticas favoráveis a ferrugem pode comprometer em média 35%, podendo atingir mais de 50% da produção. Fatores meteorológicos têm forte influência sobre a infecção, evolução e a disseminação da ferrugem. As condições favoráveis à infecção são temperatura (entre 20 e 25 °C), molhamento foliar (Umidade relativa $\geq 90\%$), carga alta da lavoura e alta densidade foliar. O SAFCAFE se baseia em dados meteorológicos e em técnicas de mineração de dados para determinar a taxa de progresso da ferrugem, emitindo alertas quando há o aumento da taxa de incidência de ferrugem, auxiliando os técnicos da fundação PROCAFÉ na formulação dos boletins de aviso e recomendações aos cafeicultores. Os dados são provenientes de estações meteorológicas automáticas, fornecidas pela PROCAFÉ, localizadas em fazendas experimentais nos municípios de Carmo de Minas, Boa Esperança e Varginha, no estado de Minas Gerais. Como se tratam de dados reais estes podem apresentar falhas, ruídos e valores que fogem aos padrões nos registros. O tratamento dos dados baseou-se em três classes de testes de consistência (teste de amplitude, por passos e consistência interna), comparação dos registros das estações do INMET e PROCAFÉ localizadas na mesma fazenda experimental (em Varginha) e na correção de deslocamentos horários identificados nos registros da estação da PROCAFÉ. A identificação dos registros errôneos nos testes, a comparação das estações e a correção dos deslocamentos horários contribuem para o aumento da qualidade dos dados que alimentam o SAFCAFE.

PALAVRAS-CHAVE: *Hemileia vastatrix*, análise de consistência, qualidade

Treatment of meteorological data for a coffee rust warning system

ABSTRACT: This paper discusses meteorological data treatment techniques that serve as the basis for a coffee rust warning system called SAFCAFE. Caused by *Hemileia vastatrix* Berk. et Br., coffee rust occurs in plantations worldwide. In Brazil where climatic conditions are favorable for rust, it can compromise 35% of the production on average, sometimes surpassing 50%. Meteorological factors have a strong influence on the infection, evolution and spread of rust. Favorable conditions to infection include temperature (between 20 and 25 °C), leaf wetness (relative humidity $\geq 90\%$), high fruit load and high crop leaf density of the crop. The SAFCAFE system is based on meteorological data and data mining techniques to determine the disease progress rate. It alerts the increasing of the infection rate of coffee rust to assist PROCAFÉ technicians in formulating the warning bulletins and recommendations to farmers. The data comes from automatic weather stations, provided by PROCAFÉ foundation, located in experimental farms in Carmo de Minas, Boa Esperança and Varginha, cities in Minas Gerais state. By the fact of being real data, sometimes they contain failures, noises and values that are beyond the standard records. The data treatment was based on three classes of consistency tests (range test, step test and internal consistency test), by comparing the records between INMET and PROCAFÉ stations located in the same experimental farm in Varginha and the correction of time shifts identified in the records of the PROCAFÉ station. The identification of erroneous records by the tests, the comparison



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



of the stations and the correction of times time shift have contributed to improving the quality of data for the SAFCAFE.

KEY WORDS: *Hemileia vastatrix*, consistency analysis, quality

INTRODUÇÃO

A ferrugem é a principal doença do cafeeiro. No Brasil, os prejuízos na produção de café podem atingir cerca de 35%, em média, podendo chegar a mais de 50%, nas regiões onde as condições climáticas são favoráveis à doença (ZAMBOLIM et al., 2005). O Sistema de Alerta de Ferrugem do Cafeeiro – SAFCAFE se baseia em dados meteorológicos e em técnicas de mineração de dados para determinar a taxa de progresso da ferrugem, emitindo alertas quando há o aumento da taxa de incidência de ferrugem, auxiliando os técnicos da fundação PROCAFÉ na formulação dos boletins de aviso e recomendações aos cafeicultores. Com base nos boletins e recomendações os cafeicultores podem decidir quando aplicar os defensivos contra a ferrugem de maneira mais eficiente, aplicando somente quando houver o alerta para aumento de ferrugem. Este regime de aplicações baseado no alerta do SAFCAFE pode levar a um número menor de aplicações que os métodos tradicionais baseados em um número de aplicações fixas e em datas preestabelecidas. O desempenho do SAFCAFE é dependente da qualidade dos dados meteorológicos, portanto, o tratamento adequado destes levam a maior robustez e confiança nos alertas emitidos pelo sistema. O presente estudo objetiva avaliar a qualidade dos dados que servem de entrada para o sistema de alerta da ferrugem, com base na análise de consistência. Além da análise de consistência tem-se o interesse na comparação entre duas estações meteorológicas, INMET e PROCAFÉ. Os registros meteorológicos das estações por se tratarem de medições reais geralmente apresentam falhas – por algum motivo não se tem os dados de algum período. As estações utilizadas na comparação estão localizadas em Varginha-MG, uma da Fundação PROCAFÉ e outra do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situadas em uma mesma área da Fazenda Experimental de Varginha (THAMADA et al., 2013).

MATERIAL E MÉTODOS

Os testes utilizados foram: teste de intervalos, consiste em verificar se cada variável encontra-se entre seus limites possíveis ou aceitáveis; teste por passos, é um procedimento baseado na diferença entre as medições sucessivas de uma variável; e teste de consistência interna, baseado na verificação de cada parâmetro observado (máximo, mínimo, média) ou sobre a relação entre diferentes variáveis (ESTÉVEZ et al., 2011). A Tabela 1 descreve detalhadamente os testes implementados.

Tabela 1. Testes de análise da consistência dos dados meteorológicos (adaptado de ESTÉVEZ et al., 2011).

	Umidade Relativa (%)	Temperatura do ar (°C)	Precipitação (mm)
Teste de Amplitude	$0,8 < URh < 103$	$-30 < Th < 50$	$0 \leq Ph \leq 120$ $0 \leq Pd \leq 508$
Teste por Passos	$ URh - URh-1 < 45$	$ Th - Th-2 < 4$ $ Th - Th-4 < 7$ $ Th - Th-6 < 9$ $ Th - Th-12 < 15$ $ Th - Th-24 < 25$	-
Teste de Consistência Interna	-	$T_{\max} > T_{\text{média}} > T_{\min}$ $T_{\max}(d) > T_{\min}(d-1)$ $T_{\min}(d) \leq T_{\max}(d-1)$	Quando houve chuva: KT < 0,5 e URh > 80%

A comparação dos dados coletados pelas duas estações compreende o período entre dezembro de 2006 e agosto de 2014, em que avaliou-se o grau de associação entre as variáveis. Tendo um alto grau de associação, pode-se cruzar os registros para preenchimento de lacunas de ambas as estações. A associação entre as variáveis foi avaliada pelo coeficiente de correlação de Pearson (BUSSAB et al., 2001). Durante o processo de comparação, correções de deslocamentos de horários entre as estações foram necessárias, como horários de verão e outros intervalos detectados. A correção dos intervalos teve uma abordagem gráfica, sobrepondo as séries de dados das duas estações e observando onde havia deslocamentos entre as curvas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de consistência identificou os períodos em que houve falha nos registros das estações e, segundo os testes aplicados, os registros considerados inconsistentes. As informações obtidas da análise de consistência com os resultados da comparação das estações compõem um relatório da qualidade dos registros das estações meteorológicas.

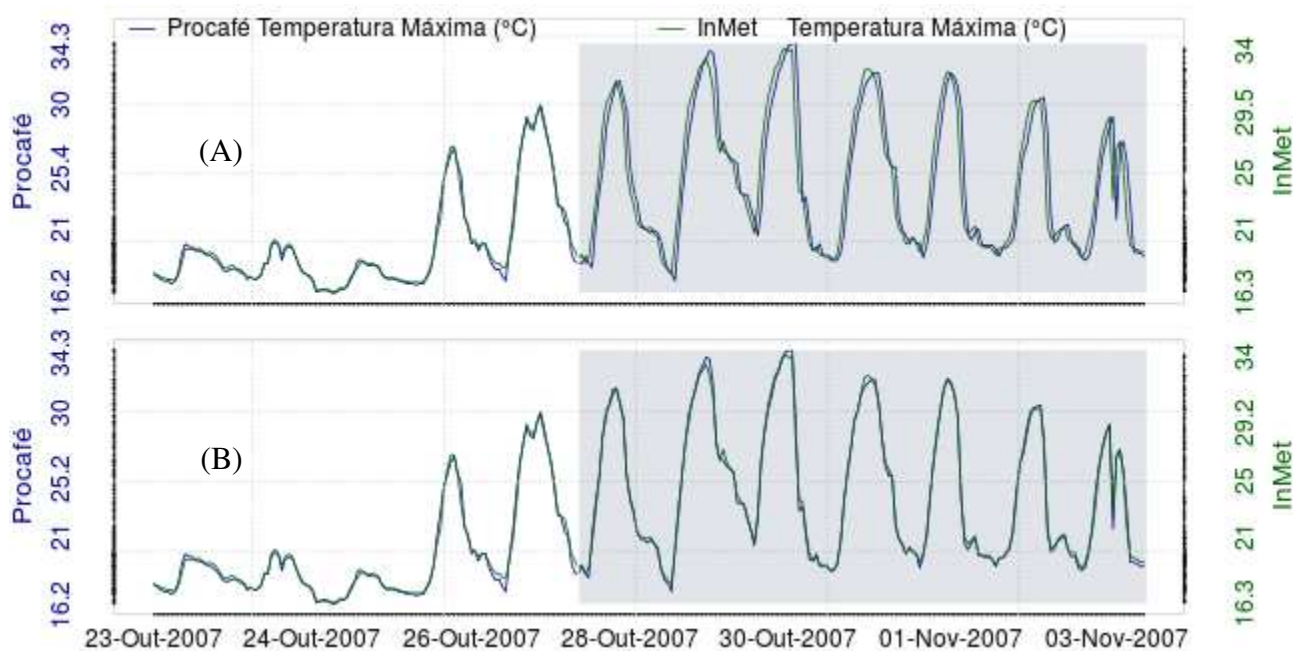


Figura 1. Comparativo antes (A) e depois (B) da correção do horário de verão no período de 28/10/2007 até 06/04/2008.

A Figura 1 exemplifica como foi realizada a análise gráfica dos deslocamentos. A parte sombreada destaca o atraso de uma hora da estação da Fundação PROCAFÉ em relação à estação do INMET (Figura 1-A). A abordagem gráfica mostrou-se eficiente para a correção dos deslocamentos encontrados (ver figura 1-B). Após a correção, as correlações entre as variáveis das estações do INMET e da Fundação PROCAFÉ ficaram acima de 90% (Tabela 2), mostrando alta associação entre seus registros. Portanto, as variáveis registradas de ambas as estações passaram a se equivaler, ou seja, ambos os registros contêm a mesma informação.

Tabela 2: Coeficientes de correlação antes e depois da correção dos deslocamentos horários.

	Temperatura Média	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Umidade Relativa	Precipitação
Antes da Correção	0.9655	0.9748	0.9748	0.9571	0.4706
Corrigido	0.9871	0.9965	0.9965	0.9820	0.9400

CONCLUSÕES

As informações das falhas nos registros identificados pela análise de consistência mostram como está a qualidade dos dados de entrada do sistema de alerta e são de grande importância caso haja o interesse da imputação destes dados. A análise gráfica foi satisfatória em relação à identificação e correção dos deslocamentos da série de dados da PROCAFÉ. Após as correções dos deslocamentos de horários (p. ex. Figura 1-B), chegou-se a um alto grau de associação entre as variáveis, mostrando que os dados se equivalem e podem ser utilizados para preencher as falhas de ambas as estações.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUSSAB W. O.; MORETTIN P. A.; **Estatística Básica**. 4. ed. São Paulo, SP: Atual, 2001. 321p. (Métodos quantitativos).

THAMADA, T. T. ; GIROLAMO NETO, C.D. ; MEIRA, C. A. A.. Sistema de alerta da ferrugem do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. **Pesquisa cafeeira: sustentabilidade e inclusão social**: anais. Brasília, DF: Embrapa Café, 2013.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, E. M. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.) **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 4 ed. volume 2. São Paulo: Agronômica Ceres. 2005. 663 p.

ESTÉVEZ, J., GAVILÁN, P., GIRÁLDEZ, J., Guidelines on validation procedures for meteorological data from automatic weather stations, **Journal of Hydrology**., vol. 402, 2011, pp. 144–154