

MAPEAMENTO AUTOMÁTICO DO ÍNDICE DA PRECIPITAÇÃO NORMALIZADA (SPI) NO AGRITEMPO

Giampaolo Queiroz Pellegrino¹, Adriano Franzoni Otavian², Sílvio Roberto M. Evangelista³, Eduardo Delgado Assad⁴ e Hilton Silveira Pinto⁵.

¹ Eng. Florestal, Pesquisador, Embrapa Informática Agropecuária, Campus Unicamp, Campinas-SP. Fone 19 3789-5805. giam@cnptia.embrapa.br; ² Eng. Computação, Analista, Embrapa Informática Agropecuária; ³ Estatístico, Pesquisador, Embrapa Informática Agropecuária; ⁴ Eng. Agrícola, Pesquisador, Embrapa Informática Agropecuária; ⁵ Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Cepagri/Unicamp.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia
02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju - SE

RESUMO: Neste trabalho discutem-se as estratégias e premissas adotadas para o mapeamento do Índice da Precipitação Normalizada (SPI) utilizando-se dois conjuntos de dados de precipitação: os das estações em operação no Agritempo e os das estações da rede da ANA. A combinação desses dois conjuntos permitiu a criação de séries temporais de “estações híbridas”, ou seja, foi possível associar o histórico de pelo menos uma estação da ANA para a maioria das estações atualmente operacionais no Agritempo e que possuíam histórico menor que 15 anos. Para isso foi desenvolvido um Índice de Proximidade (P) que permitiu automatizar o processo de associação e geração dos mapas do índice de seca SPI para a maioria dos estados brasileiros. O resultado dessa automação apresenta a agilidade e a qualidade desejada e pode ser consultado em <http://www.agritempo.gov.br>, selecionando-se o estado desejado e “Mapas de Índice de Seca” na coluna da esquerda.

PALAVRAS-CHAVE: índices de seca, mapeamento digital, análise espacial

TITLE: AUTOMATIC MAPPING FOR THE STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI) ON AGRITEMPO

ABSTRACT: This article discusses adopted strategies and premises for mapping the Standardized Precipitation Index (SPI) by means of two data sets: one from Agritempo's operational weather stations and another from ANA's (Water National Agency) pluviometric network. The combination of both data sets permitted the generation of “hybrid station” time series, i.e., it was possible to associate the historical data from at least one ANA station for most Agritempo's operational stations whose historical series was less than 15 years old. A Proximity Index (P) was developed and allowed to automatize the station association process and the SPI map generation for most of Brazilian States. The result of such automation present the desired agility and quality and can be consulted at <http://www.agritempo.gov.br>, selecting the desired State and the item “Mapas de Índice de Seca” at the left column.

KEYWORDS: drought index, digital mapping, spacial analysis

INTRODUÇÃO: O conceito de seca não se restringe à falta d'água constante, ou a regiões semi-áridas ou em processo de desertificação. Falta de água com diferentes durações, frequências e intensidades podem ser classificadas como secas, independentemente da classificação climática da

região. No Brasil, a região do semi-árido nordestino é a mais atingida pela falta d'água, totalizando 895.254,40 km² de áreas com até 800mm anuais de precipitação (BRASIL, 2005), sendo essa a maior dificuldade para o desenvolvimento regional. Outras regiões do país, mesmo com índices pluviométricos bem maiores, também sofrem com a escassez temporária de água, levando a perdas estaduais na produção agrícola da ordem de algumas centenas de milhões de reais (IEA, 2000 e 2005) ou a problemas ecológicos e sociais, como os observados na seca ocorrida na Amazônia em 2005. São eventos extremos, para os quais o quarto relatório do IPCC, recém-lançado em fevereiro de 2007, mantém as projeções de aumento da frequência e intensidade, inclusive para as inundações e secas. Diante desse cenário, a exemplo do “Drought Monitor” (SVOBODA et al., 2002), a composição de um sistema de monitoramento e previsão de condições incomuns, ou extremas, no que se refere a excessos ou faltas de água é uma importante ferramenta para reduzir a vulnerabilidade da população e dos sistemas produtivos a seus impactos.

Assim, visando contribuir nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi a estimativa e o mapeamento automático do SPI em âmbito nacional com base em dados meteorológicos do portal Agritempo (www.agritempo.gov.br) e o desenvolvimento de interface gráfica para consulta pública e utilização em processos decisórios relativos ao tema.

MATERIAL E MÉTODOS: KEYANTASH & DRACUP (2002) apresentaram uma avaliação de diversos índices de seca baseada em vários critérios, segundo os quais o Índice SPI (*Standardized Precipitation Index* – Índice de Precipitação Normalizada) foi considerado um dos melhores. O SPI foi desenvolvido por MCKEE ET AL. (1993) como uma alternativa ao uso do índice de Palmer para o Colorado, nos Estados Unidos. De maneira geral, a distribuição de probabilidade de dados históricos de precipitação é ajustável a uma função gama que, na geração do índice, tem seus parâmetros calculados para cada período de tempo em questão (quinqüidécimo, semana, mês). De posse deles é calculada a probabilidade cumulativa de determinado evento ocorrer naquele momento e local. Esse valor é transformado na variável normal padrão Z, que tem média igual a 0 e variância igual a 1, que é o próprio SPI.

Uma grande vantagem do SPI é que, devido à sua relativa simplicidade e robustez, ele pode ser calculado para qualquer intervalo de tempo e pode ser aplicado a qualquer local. Seus resultados são intercomparáveis, permitindo um mapeamento com consistência espacial.

Diante dessas características, o SPI foi escolhido para a geração de mapas e tabelas de índices de seca no Agritempo, para todos os Estados que a distribuição e a extensão das séries temporais de dados das estações meteorológicas permitissem.

Um código-fonte aberto (<http://nadss.unl.edu/downloads/>), desenvolvido por Nathan Wells do *National Decision Support System* da Universidade do Nebraska – Lincoln, USA, foi adaptado para a geração do índice de cada período e de cada estação. Como entrada para cálculo do índice, foram utilizados dados de séries históricas de estações meteorológicas de dois bancos de dados: o do Agritempo, com atualmente 1251 estações com dados de precipitação; e o da Agência Nacional de Águas (ANA), com 4026 estações pluviométricas.

É premissa básica que o crivo de consistência aplicado automaticamente sobre os dados entrantes no sistema Agritempo é suficiente para corrigir distorções graves nos dados de origem e que, sobre os dados processados, é possível aplicar o cálculo do índice. Além disso, para que as estações do Agritempo pudessem ser utilizadas para o cálculo do SPI, duas características seriam essenciais: possuir histórico mínimo de 15 anos e produzirem dados atuais de maneira operacional e com frequência média de atualização de cinco dias.

Poucas estações do Agritempo possuem ambas as características. Isto é, todas as estações são

consideradas operacionais, porém por períodos indeterminados ficam inoperantes e desatualizadas, impossibilitando o cálculo do índice. Esse é um problema contornável visto que elas podem ser descartadas temporariamente da interpolação, pois há sobreposição das áreas de cobertura das estações para a maioria dos Estados. Para casos raros em que a sobreposição seja insuficiente, o próprio algoritmo de interpolação limita o raio de cobertura de cada estação, gerando áreas sem valores de índice calculados, ou seja, o mapa final apresenta “lacunas”.

O maior problema, porém, é que poucas estações possuem histórico longo o suficiente para permitir o cálculo do índice, que, como já citado, depende de longa série histórica de dados diários e/ou mensais.

Para contornar esse problema, adotaram-se as seguintes premissas:

- assumindo-se que o método de cálculo do índice não considera a existência de tendência na série de dados, mas apenas a frequência de ocorrência dos valores de precipitação e que esta é aleatória para dados diários ou quinquiduais, não é necessário que os anos de dados presentes nas séries históricas sejam contínuos, podendo haver interrupções na série, desde que o número de anos bons, integrais e com dados diários, seja maior que 15 anos.
- como o índice é baseado em distribuição de frequência, ou probabilidade de ocorrer fenômenos com determinado volume, e não em seus totais ou distribuição temporal precisos, assumiu-se que estações com longas séries de dados de precipitação, localizadas num raio de no máximo 100 km a partir das estações atualmente operacionais no Agritempo, poderiam ser utilizadas para representar o seu histórico.

Com bases nessas premissas, foram utilizadas estações pluviométricas da ANA, que tiveram seus anos de dados classificados como bons de acordo com teste de qualidade descrito por LIMA (2003). A cada estação operacional que não possuía histórico próprio foi associada uma outra estação histórica, criando um arquivo híbrido de dados que satisfizesse às exigências para o cálculo do índice.

Essas estações históricas foram escolhidas de acordo com o índice de Proximidade (P) abaixo:

$$P = 1 - \left(\frac{D/100 + A/200}{2} \right)$$

onde, D é a distância horizontal em km de cada estação à operacional em análise; e

A é a diferença de altitude em m, em valores absolutos, de cada estação em relação à operacional em análise (altitudes obtidas a partir dos Modelos Numéricos do Terreno GTOPO30 em <http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/gtopo30.asp>).

A Figura 1 apresenta o fluxograma para o relacionamento entre estações operacionais e históricas.

RESULTADOS: A estação histórica com valor mais próximo de 1 foi escolhida para representar o histórico da estação operacional em análise. Para aproximadamente 1000 estações do conjunto atual do Agritempo, com (~400 estações) ou sem histórico próprio suficiente (~600 estações), foi possível obter pelo menos uma estação histórica no banco da ANA. A figura 2 mostra sua distribuição espacial. As demais estações operacionais foram descartadas do processo de geração do SPI.

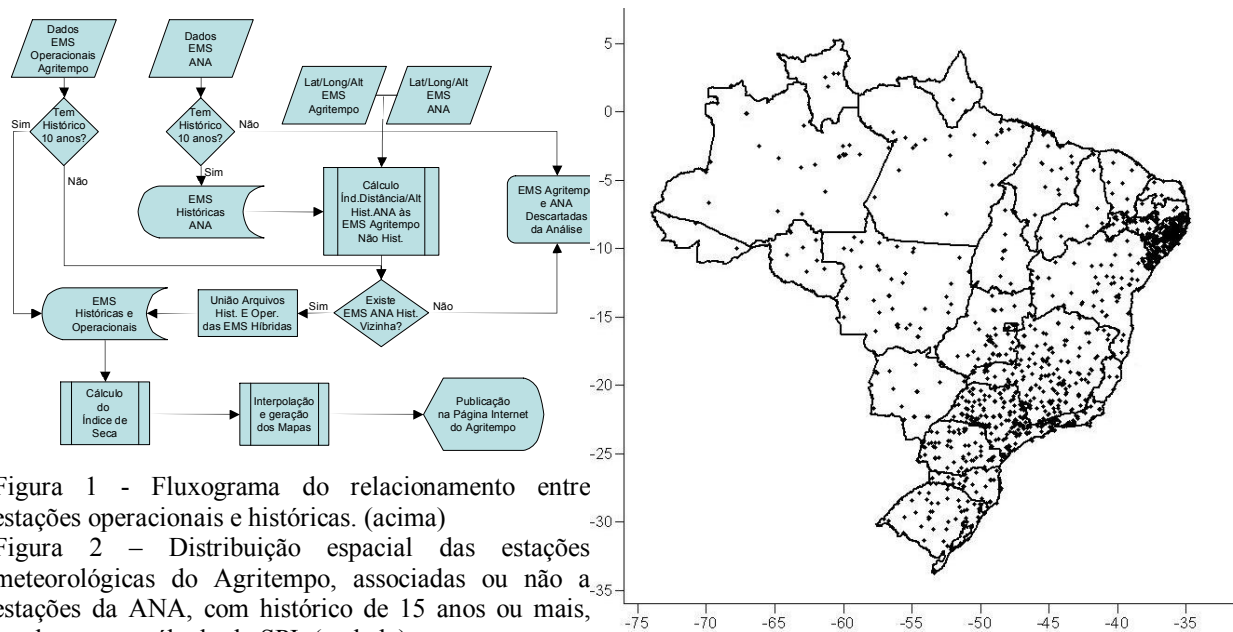


Figura 1 - Fluxograma do relacionamento entre estações operacionais e históricas. (acima)

Figura 2 – Distribuição espacial das estações meteorológicas do Agritempo, associadas ou não a estações da ANA, com histórico de 15 anos ou mais, usadas para o cálculo do SPI. (ao lado)

Gerada a lista de relacionamento entre estações operacionais e históricas, os arquivos, híbridos ou não, foram processados para a geração de valores totalizados e utilizados para a interpolação no programa Surfer 8.0 usando krigagem ordinária para a geração dos mapas da distribuição espacial do SPI de cada período de duração. Os resultados do mapeamento são apresentados na página do Agritempo <http://www.agritempo.gov.br>, selecionando-se o estado desejado e posteriormente “Mapas de Índice de Seca” na coluna da esquerda. São apresentados eventos de diferentes durações. A figura 3 exemplifica os mapas gerados para o SPI.

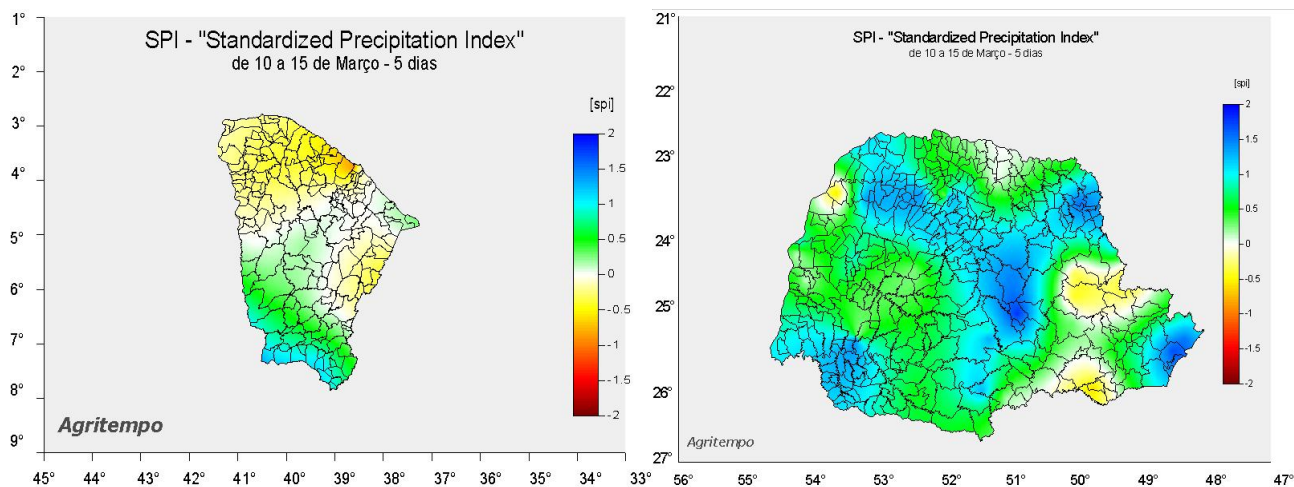


Figura 3 – Exemplos de mapas do SPI gerados para o Ceará e para o Paraná para eventos de duração de 5 dias anteriores a 15 de março.

CONCLUSÕES: As premissas adotadas para a formação de arquivos híbridos entre as estações pluviométricas do Agritempo e da ANA, bem como a definição do índice de Proximidade (P), permitiram que o processo de geração dos mapas do SPI fosse totalmente automatizado,

conferindo a agilidade e a qualidade esperadas para a utilização do produto gerado em processos decisórios e para orientação a agricultores e demais usuários, por meio de boletins analíticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BRASIL – Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAN-Brasil. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasil. 2005.

IEA - Instituto de Estudos Avançados – Mudanças Climáticas: Perdas De R\$ 286 Milhões Em Safras Paulistas (<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=2610>) publicação 28/06/2005.

IEA - Instituto de Estudos Avançados – Seca Frustra Produção De Milho Safrinha No Estado De São Paulo (<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=512>), publicação 01/06/2000.

Keyantash, J. & Dracup, J.A. – The Quantification of Drought: An Evaluation of Drought Indices. *Bulletin of American Meteorological Society*, **83**: 1167-1180. 2002.

Lima, J.G.S. – *Gerenciamento de Dados Climatológicos Heterogêneos para Aplicações em Agricultura*. Instituto de Computação, Unicamp. Dissertação de Mestrado. 2003.

McKee, T.B., Doesken, N.J. e Kleist, J. – The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. Preprints, *Eighth Conf. On Applied Climatology*, Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc., 179-184. 1993

Svoboda, M., LeComte, D., Hayes, M., Heim, R., Gleason, K., Angel, J., Rippey, B., Tinker, R., Palecki, M., Stooksbury, D., Miskus, D. e Stephens, S. – The Drought Monitor. *Bulletin of American Meteorological Society*, **83**: 1181-1190. 2002.