

UM ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDADE AO FENÔMENO DA SECA PARA O SEMIÁRIDO NORDESTINO

JOSEMIR A. NEVES⁽¹⁾, SÍLVIO DE B. MELO⁽²⁾, EVERARDO V. S. B. SAMPAIO⁽³⁾

⁽¹⁾ Matemático, Pesquisador III, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN, Parnamirim – RN, Fone: (0 xx 84) 32325858 - ramal 216, josemiremparn@rn.gov.br

⁽²⁾ Bacharel em Ciências da Computação, Prof. Adjunto, Centro de Informático, UFPE, Recife – PE.

⁽³⁾ Eng. Agrônomo, Prof. Titular, Depto. de Energia Nuclear, UFPE, Recife – PE.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES.

Resumo - Esse trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um Índice de Susceptibilidade ao Fenômeno da Seca (ISFS) para o semiárido nordestino, que considera além da climatologia, aspectos da natureza física e uso dos solos, econômicos, sociais e os riscos de perda da safra agrícola e de falta de água para consumo humano e animal. O índice foi elaborado seguindo metodologia proposta pelo JRC/OECD, utilizando técnicas de preenchimento de dados com falhas e winsorização e foi testado e validado com os dados reais dos municípios do Rio Grande do Norte. Os resultados apresentados demonstram a viabilidade e importância da utilização de índices de seca como ferramentas de auxílio à tomada de decisão dos gestores públicos a fim de que as ações mitigadoras em períodos de secas alcancem a população atingida.

PALAVRAS-CHAVES: indicadores compostos, preenchimento múltiplo de dados com falhas, winsorização.

AN INDEX OF SUSCEPTIBILITY TO DROUGHT FOR THE SEMIARID NORTHEAST

Abstracts - This paper proposes an Index of Susceptibility to Drought (ISD) for the semiarid Northeast, which considers the not only climatic data, but also soil, economic and social aspects, plus risks of harvest loss and shortage of human and animal drinking water. The ISD was constructed following the method proposed by JRC/OECD, using techniques for multiple imputation and data winsorization and was tested and validated with real data from all Rio Grande do Norte municipalities. These results demonstrate the feasibility and importance of using drought indices as tools that aid decisions of public managers, guiding actions to effectively reach the affected population.

KEY-WORDS: composite indicators, multiple imputation, winsorization.

1. Introdução

A seca é o principal fenômeno climático que atinge o semiárido nordestino de forma recorrente, com repercussões negativas extremas de déficit hídrico e dimensão de catástrofe sócio-econômico-cultural-ambiental. Nesse contexto os índices de seca apresentam-se como ferramentas de auxílio à tomada de decisão dos gestores públicos e à aplicação correta e otimizada dos recursos, possibilitando o direcionamento das ações a fim de que efetivamente alcancem a população atingida.

Geralmente, os índices de seca utilizados no semiárido nordestino consideram aspectos apenas de natureza meteorológica e/ou hidrológica. Uma das poucas exceções é o Índice Funceme de Severidade à Seca (IFS), criado pela Fundação Cearense de Meteorologia, em 2000, mas que não chegou a ser implementado, devido a dificuldades na operação e obtenção dos dados e o Índice Municipal de Alerta (IMA), institucionalizado pelo Governo do Estado do Ceará com o intuito de atender as populações de áreas afetadas pelas constantes estiagens e secas na região (ENSSLIN et al., 2000; FUNCEME, 2000; SILVA, FORTE, 2002; IPECE, 2006).

Dentro desse escopo o objetivo desse trabalho foi construir um Índice de Susceptibilidade ao Fenômeno da Seca para todo o semiárido nordestino, intitulado ISFS, que considera além da climatologia, aspectos da natureza física dos solos, econômicos, sociais e os riscos de perda da safra agrícola e de falta de água para consumo humano e animal. O ISFS foi elaborado seguindo metodologia proposta pelo JRC/OECD, utilizando técnicas estatísticas de preenchimento de dados com falhas e winsorização, e foi desenvolvido um aplicativo computacional na linguagem C Sharp para a sua operacionalização. O ISFS foi testado e validado com os dados reais dos municípios do Rio Grande do Norte e foi realizada uma análise de sensibilidade utilizando simulação de Monte Carlo, cujos resultados validaram as classificações dos municípios obtidos nos testes com dados reais e a consistência dos pesos adotados na sua composição.

2. Material e Métodos

A construção do ISFS se deu a partir do IFS (ENSSLIN et al., 2000; FUNCEME, 2000; SILVA, FORTE, 2002), tomando como base metodológica os procedimentos para construção de indicadores compostos propostos pelo JRC/OECD (NARDO et al., 2009.) e levando-se em consideração principalmente as variáveis disponíveis e/ou alternativas que representassem uma melhoria qualitativa em relação aos parâmetros originalmente utilizado no IFS e a disponibilidade da informação (NEVES, 2010).

Para a sua validação foram utilizados dados de precipitação pluviométrica do banco de dados da SUDENE/DNOCS/DNAEE/EMPARN, do período de 1954 a 2006, em todos os anos testados; dados sobre áreas de lavouras permanentes, temporárias e em descanso, pastagens naturais e plantadas do Censo Agropecuário do IBGE (2006); dados populacionais do Censo do IBGE (2000); PIB rural e total dos municípios do RN - IBGE; dados das receitas municipais da Secretaria do Tesouro Nacional - Ministério da Fazenda; dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – Ministério das Cidades; e, informações da aptidão agrícola dos municípios do RN - MA/DNPEA/SUDENE/DRM – (1973).

Por fim os resultados foram aferidos em função de uma análise de sensibilidade utilizando simulação de Monte Carlo, com o objetivo principal de avaliar o intervalo de confiança do modelo desenvolvido, a dominância estocástica da classificação dos municípios e a consistência dos pesos utilizados na construção do índice. Foram feitos dois tipos de simulação, sendo em cada uma destas geradas 5000 simulações no software R, a partir do gerador de números pseudoaleatórios uniformes *Mersenne-Twister*, com período de $2^{19937}-1$.

3. Resultados e Discussão

O IFSF foi construído com sete sub-indicadores (Figura 1). Os dois primeiros, PV11 e PV12 representam as características físicas dos municípios, dadas pela aptidão agrícola dos solos,

uso da terra e pela condição climatológica representada pela média pluviométrica histórica municipal. Os sub-indicadores que constituem os aspectos socioeconômicos, PV131, PV132 e PV133, representam as características da base rural, em função da proporção da população rural do município em relação à sua população total; da participação das atividades agropecuárias na economia desses municípios; e das condições de atenuação dos efeitos das secas por conta das receitas correntes per capita municipais. Os dois últimos sub-indicadores, PV21 e PV22, constituem o quadro de riscos associados às perdas das safras agrícolas, em função da distribuição de chuvas e o risco de falta de água, tanto para o consumo humano quanto para o animal.

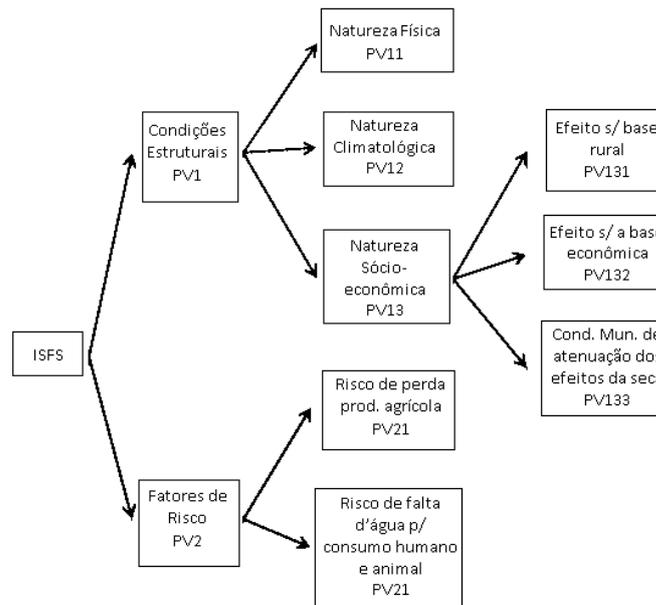
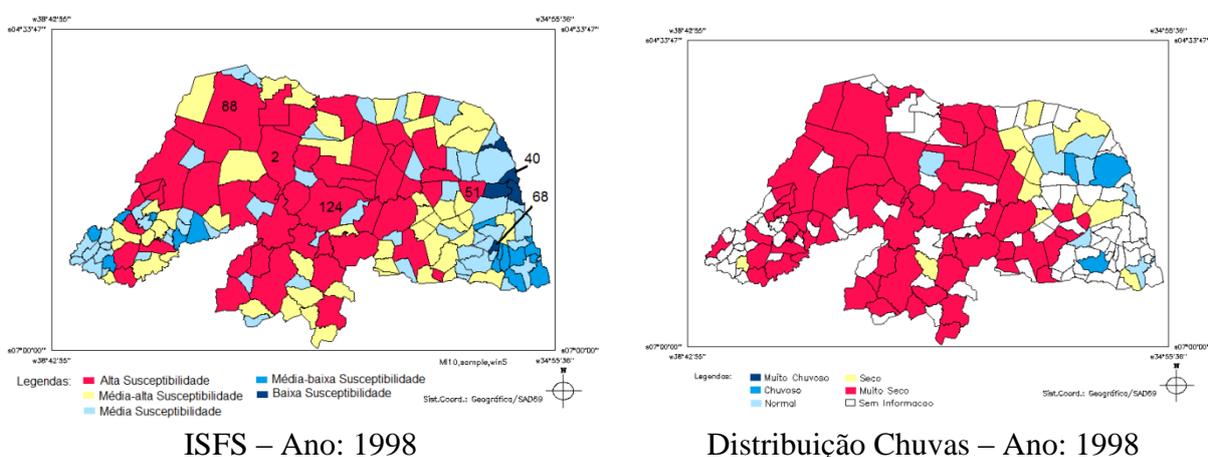


Figura 1 - Arquitetura do ISFS. Fonte: Neves, 2010.

A sua validação se deu inicialmente com dados reais do Rio Grande do Norte para anos representando cenários secos, normais e chuvosos. Na Figura 2 é apresentada a condição do ISFS para dois desses anos testados e o mapa da distribuição espacial das chuvas em função de classes de quantis de classificação dos referidos anos. Nota-se que o ISFS segue a tendência pluviométrica do ano, apresentando uma quantidade maior de municípios em situação mais crítica para os anos onde a precipitação foi deficiente.



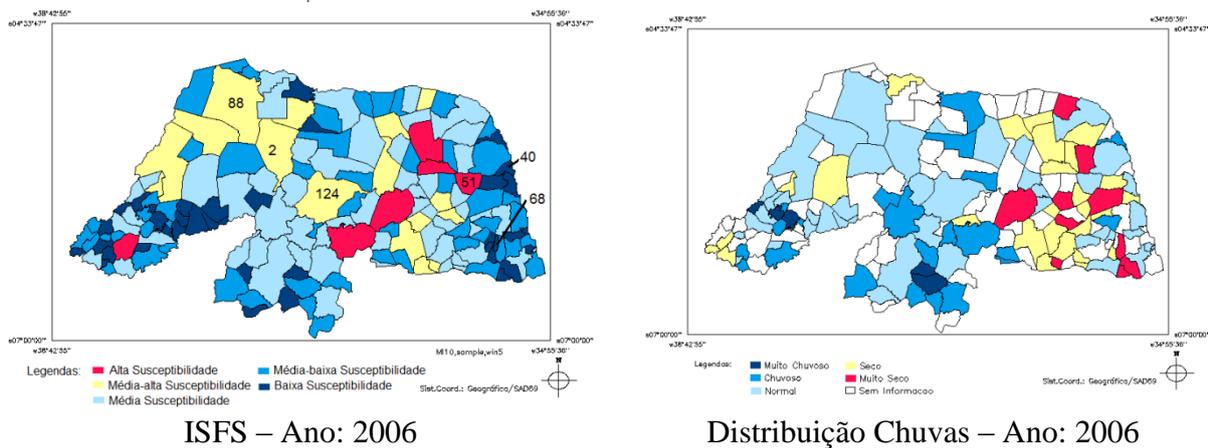


Figura 2 – Mapas do ISFS e a distribuição espacial das chuvas. Fonte: Neves, 2010.

Na Figura 3 é apresentado um dos gráficos com o resultado da dominância estocástica da classificação dos municípios obtida na simulação de Monte Carlo na qual foram aleatorizados os sub-indicadores considerados não fixos nos testes com os dados reais. Nota-se que há uma concordância dos municípios dominantes (municípios mais a esquerda e acima) e dos municípios dominados (municípios mais a direita e embaixo) com os municípios nas categorias mais críticas e menos críticas do ISFS nos mapas da Figura 2, respectivamente.

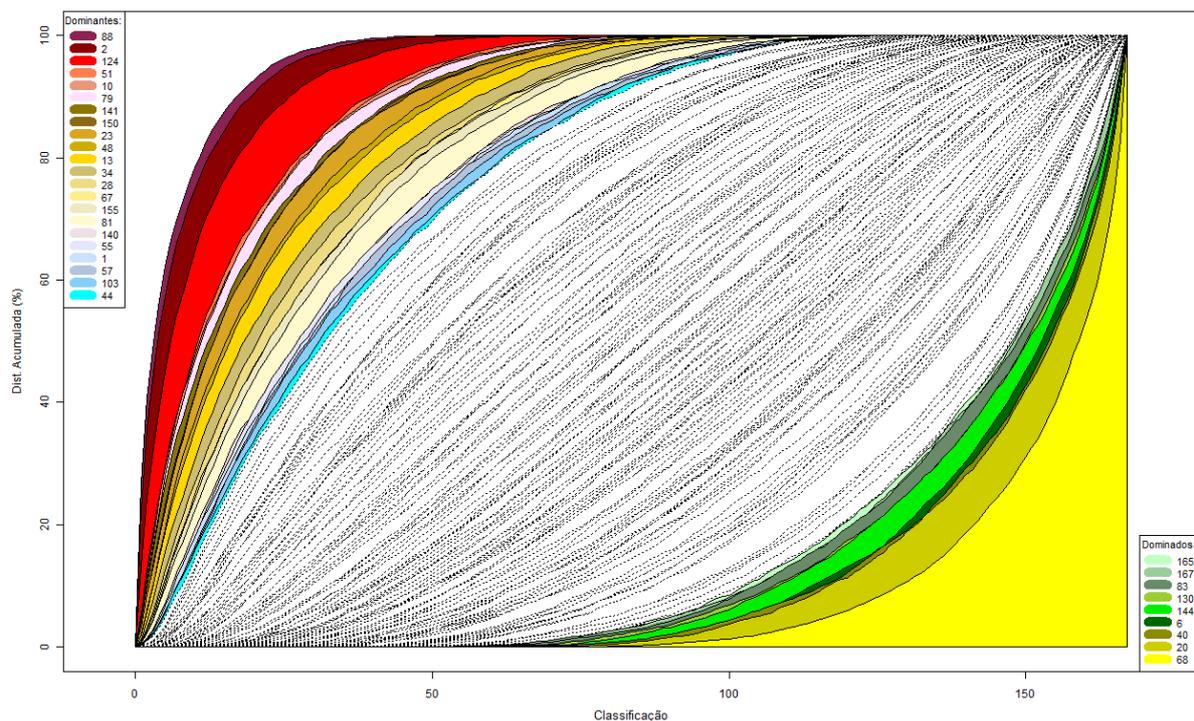


Figura 3 – Dominância estocástica da 1ª simulação. Fonte: Neves, 2010.

Para a operacionalização e cálculo do ISFS foi desenvolvido um software (*ISFS_Sist*) (Figura 4), composto por 8 módulos que possibilita uma rápida entrada dos dados que alimentam o índice e a geração instantânea dos resultados através de mapas, relatórios e gráficos.

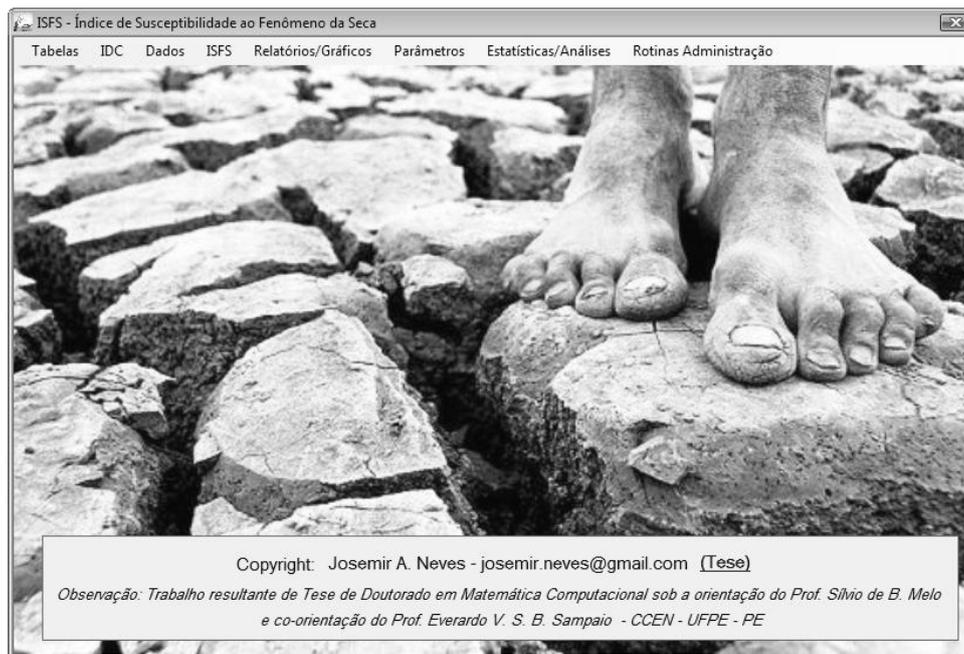


Figura 4 – Tela principal do *ISFS_Sist*. Fonte: Neves, 2010.

4. Conclusões

Os resultados obtidos nas *simulações* realizadas apresentaram concordância com os dados reais testados o que validaram o modelo desenvolvido e a sua aplicação para o semiárido nordestino.

Portanto o ISFS apresenta-se como uma ferramenta de auxílio a tomada de decisão gerencial e poderá fornecer ao poder público subsídios para direcionar os recursos e o atendimento a população atingida pelas secas quando da ocorrência desses eventos na região.

5. Referências

ENSSLIN, L. et al. Elaboração de um índice de severidade de seca para o Ceará utilizando-se uma metodologia de apoio à decisão (MCDA). In: XXXII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 1, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional, 2000. p. 1147-1164.

FUNCEME. Manual do índice FUNCEME de severidade de seca. Fortaleza, 2000. 278 p.

IPECE. Índice Municipal de Alerta (IMA) – 2005. Fortaleza: IPECE, 2006. 98 p.

NARDO, M. et al. **Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide**. OECD Statistics Working Papers, OECD, Statistics Directorate, No 2005/3, 2005. 109p. Desp.em: <<http://econpapers.repec.org/RePEc:oe:stdaaa:2005/3-en>>. Acesso em: 05/06/2009.

NEVES, J. A. **Um índice de susceptibilidade ao fenômeno da seca para o semi-árido nordestino**. 2010. 399 p. Tese (Doutorado em Matemática Computacional) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

SILVA, J. S. V.; FORTE, S. H. A. C. Uma contribuição nas decisões emergenciais da gestão pública em regiões semiáridas. **Revista Econômica do Nordeste**. v.33, n.4, 2002.