

# ESTIMATIVA DO CONSUMO RELATIVO DE ÁGUA PARA A CULTURA DO FEIJÃO EM ANOS DE LA NIÑA NO TRIÂNGULO MINEIRO

E.C., OLIVEIRA<sup>1</sup>, L.O., NEVES<sup>2</sup>, M.A.V., SILVA<sup>3</sup>

**RESUMO:** Estimou-se o consumo relativo de água (ET<sub>r</sub>/ET<sub>c</sub>) durante fenômenos La Niña na fenologia e épocas de semeadura de cultivares de ciclo médio do feijoeiro, no Triângulo Mineiro, MG. Foi realizado balanço hídrico sequencial para determinação do risco climático de cada fase fenológica, de acordo com os valores do Índice de Necessidade de Água (ISNA), para solos com capacidade de retenção de água igual a 30 mm, 50 mm e 70 mm. Capinópolis e Patos de Minas foram os municípios mais atingindo, sendo os estádios fenológicos de estabelecimento e maturação da cultura os mais prejudicados. Os resultados mostram que, em anos de La Niña, ocorrem condições hídricas limitantes para a cultura do feijão nas localidades avaliadas neste trabalho. **PALAVRAS-CHAVE:** La Niña, consumo relativo de água, feijão.

## ESTIMATIVE OF RELATIVE WATER CONSUMPTION OF CROP BEAN IN YEARS LA NIÑA IN THE TRIÂNGULO MINEIRO

**ABSTRACT:** The objective of this work was to estimate the relative water consumption (ET<sub>r</sub>/ET<sub>c</sub>), during Phenomenon's La Niña at the phenology and sowing dates for bean crop of mean cycle, Triangulo Mineiro, MG. Crop sequential water balance was carried out for determination of the climatic risk of each phase growing, in according with the values of the Crop Water Requirement Index (CWRI), for soil water holding capacities: 30 mm, 50 mm and 70 mm. Capinópolis and Patos de Minas were the locations more influenced, during the initial and final crop growing stages. The result showed that in the most during the event occurs limiting water conditions for bean in the climatic areas evaluated in this work. **KEY WORDS:** La Niña, relative water consumption, bean.

## INTRODUÇÃO

O sucesso da produção agrícola de feijão de sequeiro é altamente dependente das características do regime pluviométrico. A estação chuvosa na região Sudeste do Brasil, onde se localiza o Estado de Minas Gerais, inicia-se geralmente em outubro e termina em março, quando ocorrem mais de 80% do total anual de chuvas (ALVES et al., 2002). No entanto, o grande problema está na distribuição irregular das chuvas, onde se observa, freqüentemente, períodos de estiagens durante a estação chuvosa, denominados popularmente de veranicos. Estas ocorrências representam um dos principais fatores na queda de produtividade do feijão, principalmente quando as disponibilidades de água no solo são insuficientes para atender a demanda evaporativa dos campos cultivados (OLADIPO, 1985).

---

<sup>1</sup>Pós-Graduando em Meteorologia agrícola, Universidade Federal de Viçosa, DEA, Campus Universitário, Viçosa, MG, CP 36570-000. Telef. (31) 3899-1901, e-mail: echoliveira@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Doutorando em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, DEA, Campus Universitário, Viçosa, MG.

<sup>3</sup>Prof. UNEB, Doutorando em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, DEA, Campus Universitário, Viçosa, MG.

É bastante conhecido que os fenômenos El Niño e La Niña alteram o padrão de circulação atmosférica induzindo variações nas chuvas em diversas regiões. MINUZZI et al (2004) mostraram que o fenômeno La Niña ocasiona chuvas abaixo da média em grande parte de Minas Gerais, e que as estiagens ao norte e nordeste do Estado estão correlacionadas aos períodos superiores a 15 dias de duração, enquanto no sul-sudoeste, os veranicos estão com duração de 3 a 6 dias.

A quantidade de água consumida pela planta em condições naturais de disponibilidade hídrica (evapotranspiração real - ETr) relacionada ao consumo de água sem restrição hídrica no solo (evapotranspiração máxima da cultura - ETc), fornece o consumo relativo de água, representado pelo índice ETr/ETc, ou seja, indica a quantidade de água que a planta consome, em relação à quantidade máxima de água que a planta consumiria, na ausência de restrição hídrica. É um índice, também denominado índice de satisfação das necessidades de água (ISNA), de grande utilidade em estudos agrometeorológicos, sendo utilizado mais recentemente em trabalhos de zoneamento agroclimático, para a definição de áreas de menor risco à produção de grãos.

Diante dessas considerações o objetivo deste trabalho foi estimar o consumo relativo de água para a cultura do feijão em diferentes fases fenológicas e datas de plantio, em anos de fenômeno La Niña, no Triângulo Mineiro, MG, visando fornecer informações úteis a agricultura e o desenvolvimento de modelos agroclimáticos confiáveis, que dependem diretamente do conhecimento de forçantes climáticos e de seus efeitos nas variáveis meteorológicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados meteorológicos de três estações meteorológicas pertencentes ao 5º Distrito de Meteorologia, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizadas no Triângulo Mineiro, MG, em áreas cultiváveis de feijão (IBGE, 2006), apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Informações referentes às localidades em Minas Gerais, código de identificação, coordenadas geográficas e altitude das estações meteorológicas do INMET utilizadas no estudo.

| Código | Município      | Latitude | Longitude | Altitude |
|--------|----------------|----------|-----------|----------|
| 83561  | Capinópolis    | -47.70°  | -19.2°    | 1030 m   |
| 83531  | Patos de Minas | - 46.43° | -18.52°   | 940 m    |
| 83577  | Uberaba        | -19.44°  | -47.57°   | 737 m    |

A análise da influência de La Niña na fenologia do feijoeiro, foi realizada para as datas de semeadura de 1º de outubro e 1º de novembro, e considerando a duração de 90 dias para

cultivares de ciclo médio. Os estádios fenológicos e respectivas durações para os cultivares foram os seguintes:

1<sup>o</sup>) estabelecimento (10 dias), 2<sup>o</sup>) vegetativo (30 dias), 3<sup>o</sup>) floração/enchimento de grãos (35 dias), e 4<sup>o</sup>) maturação (15 dias).

O Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) nas diferentes estádios fenológicos da cultura do feijoeiro foi obtido pela Equação 1.

$$ISNA = ETr / ETc \quad (Eq.1)$$

onde, ETr é a evapotranspiração real (mm), calculada mediante balanço hídrico sequencial a partir de 10 dias antes do plantio e, ETc é a evapotranspiração máxima da cultura (ETc) estimada a partir da relação:

$$ETc = Kc \cdot ETo \quad (Eq.2)$$

onde, ETo é a evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith (Padrão FAO-1998), e o Kc é o coeficiente de cultura, cujos os valores encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores dos coeficientes de cultura (Kc) para cada estágio fenológico do feijoeiro

| Cultura | Kc por fase fenológica |                |                |                |
|---------|------------------------|----------------|----------------|----------------|
|         | 1 <sup>o</sup>         | 2 <sup>o</sup> | 3 <sup>o</sup> | 4 <sup>o</sup> |
| Feijão  | 0.4 - 0.5              | 0.6 - 0.8      | 1.0 - 1.2      | 0.7 - 0.8      |

Para cada data de semeadura, utilizaram-se três valores de capacidade de água disponível no solo (CAD), cujos valores encontram-se na Tabela 3 (SILVA e ASSAD, 2001).

Tabela 3 – Capacidade de água disponível no solo (mm) em função do tipo de solo

| Tipo de solo |  | Características do solo | CAD (mm) |
|--------------|--|-------------------------|----------|
| 1            | Textura arenosa, baixa capacidade de armazenamento de água |                         | 30       |
| 2            | Textura média  |                         | 50       |
| 3            | Textura argilosa, alta capacidade de armazenamento de água |                         | 70       |

Para a classificação do risco climático para o feijoeiro, adotou-se os critérios utilizados por MALUF et al. (2001) para o índice de satisfação das necessidades de água:  $ETr/ETc > 0.60$  – favorável ao cultivo, com pequeno risco climático;  $0.60 > ETr/ETc > 0.50$  - intermediária, com médio risco climático;  $ETr/ETc < 0.50$  - desfavorável, com alto risco climático.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam as estimativas do consumo relativo de água para cada estágio fenológico da cultura do feijoeiro, bem como, os valores médios e o desvio padrão de cada estágio da cultura, para solos com CAD igual a 30 mm (Tabela 4a e 4b), 50 mm (Tabela

5a e 5b) e 70 mm (Tabela 6a e 6b), em duas datas de semeadura, para as localidades avaliadas no estudo. Capinópolis e Patos de Minas foram os municípios mais atingindo, sendo os estádios fenológicos de estabelecimento e maturação da cultura os mais prejudicados. Portanto, são considerados os estádios mais propícios aos efeitos do La Niña, acarretando em situações de alto risco climático à produção de feijão, que podem ser explicados por períodos de forte estiagem nos eventos em análise. Como exemplo mais notável, em Patos de Minas, para solos com CAD igual a 30 mm e 50 mm e semeaduras realizadas no início de outubro e de novembro, os estádios fenológicos inicial e final, tiveram ISNAs abaixo de 0,60 em quase todos os eventos La Niña em análise. Enquanto que, para Uberaba, observam-se situações desfavoráveis na fase de estabelecimento da cultura, com ISNAs inferiores a 0.60, para solos com CAD igual a 30 mm, na semeadura em 1º de outubro. Para a semeadura realizada em 1º de novembro de 1975, o ISNA médio foi de 0.57, para o CAD de 30 mm, no estágio de inicial da cultura.

Tabela 4 – Consumo relativo de água médio para os estádios fenológicos do feijoeiro, em anos de La Niña, de forte intensidade, para solos com CAD igual a 30 mm e duas datas de plantio, em 1 de outubro (4a) e em 1 de novembro (4b).

| 4a ISNA em diferentes estádios do feijoeiro - Semeadura em 1 de outubro - CAD = 30 mm |             |      |             |             |                |      |      |      |             |      |      |      |
|---|-------------|------|-------------|-------------|----------------|------|------|------|-------------|------|------|------|
| Municípios  | Capinópolis |      |             |             | Patos de Minas |      |      |      | Uberaba     |      |      |      |
| La Niñas  | 1           | 2    | 3           | 4           | 1              | 2    | 3    | 4    | 1           | 2    | 3    | 4    |
| 1970/71   | 0.94        | 0.71 | <b>0.36</b> | <b>0.50</b> | <b>0.47</b>    | 0.81 | 0.77 | 0.79 | -           | -    | -    | -    |
| 1973/74   | -           | -    | -           | -           | 0.65           | 0.78 | 0.85 | 0.91 | <b>0.57</b> | 0.81 | 0.76 | 0.92 |
| 1975/76   | 0.66        | 0.79 | 0.79        | 0.68        | <b>0.45</b>    | 0.82 | 0.72 | 0.97 | <b>0.52</b> | 0.66 | 0.77 | 0.62 |
| 1998/99   | 0.84        | 0.89 | 0.68        | 0.90        | <b>0.51</b>    | 0.88 | 0.81 | 0.86 | 0.72        | 0.83 | 0.64 | 0.86 |
| Média   | 0.82        | 0.80 | 0.61        | 0.69        | <b>0.52</b>    | 0.82 | 0.79 | 0.88 | 0.61        | 0.77 | 0.72 | 0.80 |
| $\sigma$  | 0.14        | 0.09 | 0.22        | 0.20        | 0.09           | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.11        | 0.09 | 0.07 | 0.16 |

  

| 4b ISNA em diferentes estádios do feijoeiro - Semeadura em 1 de novembro - CAD = 30 mm |             |             |             |      |                |      |             |             |             |      |      |      |
|--|-------------|-------------|-------------|------|----------------|------|-------------|-------------|-------------|------|------|------|
| Municípios   | Capinópolis |             |             |      | Patos de Minas |      |             |             | Uberaba     |      |      |      |
| La Niñas   | 1           | 2           | 3           | 4    | 1              | 2    | 3           | 4           | 1           | 2    | 3    | 4    |
| 1970/71  | <b>0.55</b> | <b>0.53</b> | <b>0.46</b> | 0.68 | 0.92           | 0.87 | <b>0.45</b> | 0.75        | -           | -    | -    | -    |
| 1973/74  | -           | -           | -           | -    | 0.85           | 0.92 | 0.87        | 0.63        | 0.84        | 0.87 | 0.89 | 0.76 |
| 1975/76  | 0.90        | 0.90        | 0.68        | 0.63 | 0.80           | 0.80 | 0.80        | <b>0.33</b> | <b>0.57</b> | 0.91 | 0.70 | 0.68 |
| 1998/99  | 0.97        | 0.77        | 0.92        | 0.68 | 0.95           | 0.92 | 0.75        | <b>0.57</b> | 0.85        | 0.71 | 0.90 | 0.61 |
| Média  | 0.81        | 0.74        | 0.69        | 0.66 | 0.88           | 0.87 | 0.72        | <b>0.57</b> | 0.75        | 0.83 | 0.83 | 0.68 |
| $\sigma$   | 0.22        | 0.19        | 0.23        | 0.03 | 0.07           | 0.06 | 0.19        | 0.18        | 0.16        | 0.10 | 0.11 | 0.07 |

Tabela 5 – Consumo relativo de água médio para os estádios fenológicos do feijoeiro, em anos de La Niña, de forte intensidade, para solos com CAD igual a 50 mm e duas datas de plantio, em 1 de outubro (5a) e em 1 de novembro (5b).

| 5a ISNA em diferentes estádios do feijoeiro - Semeadura em 1 de outubro - CAD = 50 mm |             |      |             |      |                |      |      |      |         |      |      |      |
|---|-------------|------|-------------|------|----------------|------|------|------|---------|------|------|------|
| Municípios  | Capinópolis |      |             |      | Patos de Minas |      |      |      | Uberaba |      |      |      |
| La Niñas  | 1           | 2    | 3           | 4    | 1              | 2    | 3    | 4    | 1       | 2    | 3    | 4    |
| 1970/71   | 0.96        | 0.80 | <b>0.46</b> | 0.61 | <b>0.58</b>    | 0.84 | 0.84 | 0.80 | -       | -    | -    | -    |
| 1973/74   | -           | -    | -           | -    | 0.71           | 0.85 | 0.90 | 0.94 | 0.67    | 0.87 | 0.83 | 0.94 |

|          |      |      |      |      |             |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1975/76  | 0.70 | 0.84 | 0.84 | 0.68 | <b>0.56</b> | 0.88 | 0.78 | 0.98 | 0.61 | 0.75 | 0.83 | 0.67 |
| 1998/99  | 0.86 | 0.93 | 0.73 | 0.92 | <b>0.58</b> | 0.92 | 0.87 | 0.91 | 0.77 | 0.89 | 0.71 | 0.91 |
| Média    | 0.84 | 0.85 | 0.68 | 0.73 | 0.61        | 0.87 | 0.85 | 0.91 | 0.68 | 0.84 | 0.79 | 0.84 |
| $\sigma$ | 0.13 | 0.07 | 0.20 | 0.16 | 0.07        | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.15 |

| 5b         | ISNA em diferentes estádios do feijoeiro - Semeadura em 1 de novembro - CAD = 50 mm |      |             |      |                |      |             |             |         |      |      |      |
|------------|---|------|-------------|------|----------------|------|-------------|-------------|---------|------|------|------|
| Municípios | Capinópolis   |      |             |      | Patos de Minas |      |             |             | Uberaba |      |      |      |
| La Niñas   | 1   | 2    | 3           | 4    | 1              | 2    | 3           | 4           | 1       | 2    | 3    | 4    |
| 1970/71    | 0.69  | 0.63 | <b>0.56</b> | 0.78 | 0.93           | 0.91 | <b>0.55</b> | 0.83        | -       | -    | -    | -    |
| 1973/74    | -   | -    | -           | -    | 0.89           | 0.95 | 0.91        | 0.74        | 0.90    | 0.91 | 0.93 | 0.84 |
| 1975/76    | 0.88  | 0.94 | 0.75        | 0.68 | 0.86           | 0.86 | 0.86        | <b>0.45</b> | 0.61    | 0.94 | 0.77 | 0.77 |
| 1998/99    | 0.98  | 0.84 | 0.95        | 0.78 | 0.97           | 0.95 | 0.82        | 0.64        | 0.91    | 0.78 | 0.94 | 0.71 |
| Média      | 0.85  | 0.80 | 0.75        | 0.74 | 0.91           | 0.92 | 0.79        | 0.67        | 0.81    | 0.88 | 0.88 | 0.77 |
| $\sigma$   | 0.15  | 0.16 | 0.19        | 0.06 | 0.05           | 0.04 | 0.16        | 0.16        | 0.17    | 0.09 | 0.09 | 0.06 |

Tabela 6 – Consumo relativo de água médio para os estádios fenológicos do feijoeiro, em anos de La Niña, de forte intensidade, para solos com CAD igual a 30 mm e duas datas de plantio, em 1 de outubro (6a) e em 1 de novembro (6b).

| 6a         | ISNA em diferentes estádios do feijoeiro - Semeadura em 1 de outubro - CAD = 70 mm |      |             |      |                |      |      |      |         |      |      |      |
|------------|--|------|-------------|------|----------------|------|------|------|---------|------|------|------|
| Municípios | Capinópolis  |      |             |      | Patos de Minas |      |      |      | Uberaba |      |      |      |
| La Niñas   | 1  | 2    | 3           | 4    | 1              | 2    | 3    | 4    | 1       | 2    | 3    | 4    |
| 1970/71    | 0.97   | 0.85 | <b>0.51</b> | 0.67 | 0.66           | 0.86 | 0.88 | 0.83 | -       | -    | -    | -    |
| 1973/74    | -  | -    | -           | -    | 0.76           | 0.88 | 0.93 | 0.98 | 0.73    | 0.89 | 0.87 | 0.96 |
| 1975/76    | 0.74   | 0.87 | 0.87        | 0.71 | 0.64           | 0.91 | 0.83 | 0.98 | 0.68    | 0.79 | 0.86 | 0.71 |
| 1998/99    | 0.89   | 0.95 | 0.77        | 0.90 | 0.66           | 0.94 | 0.90 | 0.93 | 0.81    | 0.91 | 0.76 | 0.93 |
| Média      | 0.87   | 0.89 | 0.71        | 0.76 | 0.68           | 0.90 | 0.88 | 0.93 | 0.74    | 0.87 | 0.83 | 0.87 |
| $\sigma$   | 0.12   | 0.05 | 0.19        | 0.13 | 0.06           | 0.03 | 0.04 | 0.07 | 0.07    | 0.07 | 0.06 | 0.13 |

| 6b         | ISNA em diferentes estádios do feijoeiro - Semeadura em 1 de novembro - CAD = 70 mm |      |      |      |                |      |      |             |         |      |      |      |
|------------|---|------|------|------|----------------|------|------|-------------|---------|------|------|------|
| Municípios | Capinópolis   |      |      |      | Patos de Minas |      |      |             | Uberaba |      |      |      |
| La Niñas   | 1   | 2    | 3    | 4    | 1              | 2    | 3    | 4           | 1       | 2    | 3    | 4    |
| 1970/71    | 0.76  | 0.69 | 0.63 | 0.83 | 0.88           | 0.94 | 0.61 | 0.87        | -       | -    | -    | -    |
| 1973/74    | -   | -    | -    | -    | 0.92           | 0.96 | 0.93 | 0.80        | 0.93    | 0.94 | 0.94 | 0.87 |
| 1975/76    | 0.87  | 0.95 | 0.78 | 0.72 | 0.90           | 0.89 | 0.89 | <b>0.54</b> | 0.66    | 0.95 | 0.82 | 0.82 |
| 1998/99    | 0.98  | 0.87 | 0.96 | 0.83 | 0.98           | 0.96 | 0.87 | 0.72        | 0.93    | 0.82 | 0.95 | 0.77 |
| Média      | 0.87  | 0.84 | 0.79 | 0.79 | 0.92           | 0.94 | 0.82 | 0.73        | 0.84    | 0.90 | 0.91 | 0.82 |
| $\sigma$   | 0.11  | 0.13 | 0.16 | 0.06 | 0.04           | 0.03 | 0.15 | 0.14        | 0.15    | 0.07 | 0.07 | 0.05 |

## CONCLUSÃO

Os resultados mostram que, durante os eventos La Niña, ocorreram condições hídricas limitantes para o desenvolvimento da cultura do feijão nas localidades avaliadas neste trabalho. As situações de médio e, ou, alto riscos climáticos observados em alguns estádios do feijoeiro para os referidos municípios, em anos de La Niña, podem ser justificadas pelos períodos de estiagens durante a estação chuvosa (veranicos), intercalados por poucos dias chuvosos de pequena quantidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, L. M.; MARENGO, J.A; CASTRO, C.A.C. Início da estação chuvosa na região sudeste do Brasil: análise climatológica. In: Congresso brasileiro de Meteorologia, 12, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...CD-ROM**,2002
- IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Informações institucionais, produtos, notícias, pesquisas, eventos e serviços**. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em 07 de março de 2007.
- MALUF, J.R.T. et al. **Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de feijão no Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.9, n.3, p.1-10, 2001.
- MINUZZI, R.B.; SEDIYAMA, G.C; COSTA, J.M.N.; RIBEIRO, A. **Influência do fenômeno La Niña nos veranicos do Estado de Minas Gerais** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 341-348, 2004.
- OLADIPO, E. O. **A comparative performance analysis of the tree meteorological drought indexes**. Journaul of Climatology, v.5, p.654, 1985.
- SILVA, S.C. da; ASSAD, E.D. **Zoneamento de riscos climáticos para o arroz de sequeiro nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins e Bahia**. Revsita Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, V.9, n.3, p.536-543. 2001.