

# VARIABILIDADE CLIMÁTICA E A PRODUTIVIDADE DO MILHO NO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA (BAHIA-BRASIL)

Temática: As questões ambientais, mudanças climáticas e gestão de riscos

Aline Franco Diniz<sup>1</sup>  
Emerson Galvani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Geografia Física da Universidade de São Paulo. E-mail de contato: alinefrancodiniz@usp.br

<sup>2</sup>Orientador/Professor Doutor do Programa da Pós-Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo. E-mail de contato: egalvani@usp.br

## RESUMO

O elemento climático, precipitação pluviométrica, apresenta grande variabilidade espacial no Nordeste brasileiro, uma vez que, a ausência ou frequência das chuvas são responsáveis pelo desempenho da agricultura de sequeiros. Com isso, destaca-se o papel do clima como condicionante do processo produtivo, nos quais se procura desvendar as condições climáticas na tentativa de entender sua dinâmica, e com o interesse de aperfeiçoar as possibilidades de cultivo nos mais variados espaços. Com este trabalho objetivou-se estudar a relação entre a variabilidade das chuvas no município de Feira de Santana, no período de 1990 a 2010, e seus reflexos na produtividade do milho. A relevância deste trabalho está na importância dos estudos agroclimatológicos, a partir da contribuição dos estudos realizados no campo da climatologia agrícola, sob o prisma da climatologia geográfica. Os conceitos norteadores para o desenvolvimento desta pesquisa são variabilidade pluviométrica e produtividade agrícola. Os estudos foram realizados a partir dos dados de precipitação pluviométrica disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) e os dados de produtividade agrícola do milho disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para a mesma série temporal. Foi possível perceber a relação dos desvios de chuvas com a produtividade do milho, ficando bastante claro que os desvios negativos de chuvas foram coincidentes com os desvios negativos de produtividade em em quatro anos: 1998, 2004, 2007 e 2009.

Palavras-chave: precipitação pluviométrica; milho; produtividade; agricultura de sequeiros.

## 1- Introdução

O conhecimento sobre distribuição e volume das precipitações pluviais é fundamental para o planejamento das atividades agrícolas, como definição dos períodos mais apropriadas para semeadura, tratos culturais e manejo de sistemas de irrigação visando evitar o estresse hídrico nas plantas (Klar et al., 2006). Costa et al. (2008) observaram que a cultura do milho é afetada de diferentes formas, pela deficiência hídrica, com alterações no crescimento das plantas e expansão da área foliar durante os estádios vegetativos e da produção de matéria seca da parte aérea, quando ocorreu disponibilidade hídrica insuficiente nos estádios reprodutivos do ciclo da cultura. Nas diferentes regiões a disponibilidade hídrica é um dos principais fatores considerados na definição dos períodos preferenciais de cultivo para obtenção das melhores produtividades.

O desenvolvimento adequado das culturas agrícolas é dependente dos fatores referentes à dinâmica do sistema solo-planta-atmosfera, como disponibilidade de água no solo, evapotranspiração e aproveitamento da água pelas plantas. Castellví et al. (2004) descrevem que a deficiência hídrica do solo é condicionada pela relação entre a precipitação e a evapotranspiração e por sua capacidade de água disponível, que é variável entre diferentes locais podendo ser

modificada pelo manejo adotado. Contudo, supõe-se que o comportamento da disponibilidade de água às plantas apresente semelhança com a distribuição dos totais de precipitação.

A grande variabilidade climática, tanto sazonal como interanual, no Nordeste do Brasil (NEB), acarreta irregularidade na distribuição espaço-temporal da precipitação, e afeta profundamente as condições socioeconômicas locais; assim sendo, o conhecimento atual sobre os episódios de El Niño/Oscilação do Sul (ENOS), permite que se elaborem previsões sobre as precipitações no NEB, contribuindo de forma efetiva para o planejamento socioeconômico da região. Por este motivo, vários modelos de previsão climática para o Nordeste, já operacionais, vêm sendo utilizados por diversos organismos regionais, nacionais e internacionais, por meio dos quais é possível elaborar prognósticos sobre a qualidade da estação chuvosa, com antecedência de até seis meses para casos extremos de pluviosidade (Moura et al., 2000).

O El Niño/Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de interação oceano-atmosfera, associado às alterações dos padrões normais da TSM (temperatura da superfície do mar) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, entre a Costa Peruana e a Austrália. Além da temperatura do mar, o fenômeno ENOS pode ser medido pelo Índice de Oscilação Sul (IOS), que é a diferença média da pressão a nível do mar entre os setores do centro-leste (Taiti/Oceania) e oeste (Darwin/Austrália) do Pacífico Tropical. Este índice está relacionado ao aquecimento/resfriamento das águas na região (CLIMERH, 2014).

Segundo Moraes Neto et al. (2007) as correlações positivas no Atlântico Sul significam que valores de TSM mais quentes aumentariam a evaporação elevando a convergência do fluxo de umidade, diminuindo a estabilidade estática da atmosfera em baixos níveis favorecendo o aumento da precipitação no Nordeste. Entre as consequências do ENOS podem ser destacados: o aumento das precipitações no sul da América do Sul, atingindo proporções catastróficas e a seca nas regiões Norte e Nordeste do Brasil para o mesmo período. O objetivo desta pesquisa é estudar a relação entre a variabilidade das chuvas no município de Feira de Santana, no período de 1994 a 2010, e seus reflexos na produtividade do milho.

## 1.1 - Caracterização da área de estudo

A área de estudo desta pesquisa é o município de Feira de Santana, que está localizado no estado da Bahia, distante a 109 km de Salvador. Possui uma área geográfica de 1.362,88 km<sup>2</sup> e altitude média em torno de 234 m (SEI, 2010). O município citado está localizado entre os paralelos de 12°00'00" e 12°20'00"S e entre os meridianos 38°40'00" e 39°20'00"W (Figura 01).

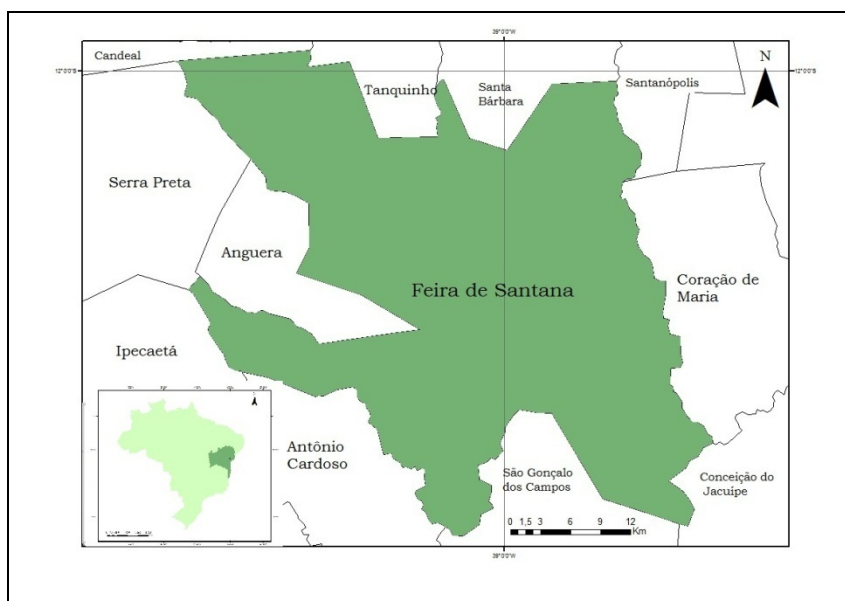


Figura 01 - Localização da área de estudo (Município de Feira de Santana – Bahia - Brasil).

Fonte dos dados: SEI, 2010.

Organização: DINIZ (2010).

O tipo climático do município de Feira de Santana em função da sua posição geográfica é o clima tropical subúmido alternando para o seco, segundo a classificação proposta por Thornthwaite e Mather (1955). Neste município, as condições climáticas são regidas por diferentes sistemas de circulação atmosférica ao longo do ano (de natureza oceânica e continental), registrando-se precipitação pluviométrica média de 848 mm anuais e temperatura média anual de 24° C, podendo, no verão, atingir temperatura absoluta de 27°C e no inverno temperatura absoluta de 22°C (ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA, 2012).

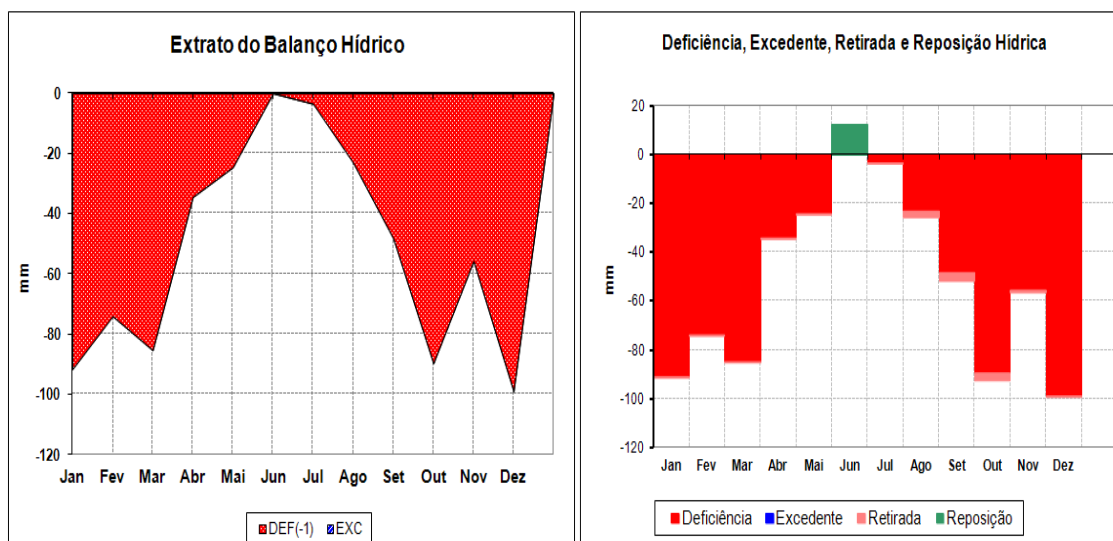
De acordo com a Tabela 01 e Figuras 02 e 03 que são referentes ao balanço hídrico do município em estudo no período de 1994 a 2010 foi possível observar que não houve nenhuma situação de excedente hídrico nos anos citados. Além disso, apresentou deficiência hídrica em quase todos os meses do ano com exceção do mês de junho. Por conseguinte, o referido mês tem uma característica peculiar, apresentou armazenamento de água no solo, se caracterizando no ótimo agrícola, situação ideal para manter o desenvolvimento da agricultura.

Tabela 01 - Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite e Mather, 1955) no município de Feira de Santana (Bahia) de 1994 a 2010.

Meses	T	P	ETP	P-ETP	NEG ACUM	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Janeiro	27,10	63,40	155,20	-91,80	-632,00	0,20	-0,30	63,70	91,50	0,00
Fevereiro	27,10	68,80	142,80	-74,00	-706,00	0,10	-0,10	68,90	74,00	0,00
Março	26,80	63,80	149,10	-85,30	-791,30	0,00	0,00	63,80	85,20	0,00
Abril	25,60	86,10	120,50	-34,40	-825,70	0,00	0,00	86,10	34,40	0,00
Mai	24,30	77,60	102,10	-24,50	-850,30	0,00	0,00	77,60	24,50	0,00
Junho	22,90	92,00	79,70	12,30	-209,50	12,30	12,30	79,70	0,00	0,00
Julho	22,70	75,80	79,70	-3,90	-213,50	11,80	-0,50	76,30	3,50	0,00
Agosto	22,20	49,50	75,20	-25,70	-239,20	9,10	-2,70	52,20	23,00	0,00
Setembro	23,60	39,50	91,30	-51,80	-291,00	5,40	-3,70	43,20	48,10	0,00
Outubro	25,10	26,00	118,90	-92,90	-383,90	2,20	-3,30	29,30	89,60	0,00
Novembro	26,20	79,50	136,10	-56,60	-440,50	1,20	-0,90	80,40	55,70	0,00
Dezembro	26,80	54,50	154,20	-99,70	-540,20	0,50	-0,80	55,30	98,90	0,00
Totais	-	776,50	1404,90	628,40	-	-	0,00	776,50	628,40	0,00
Médias	25,00		-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte dos dados: Estação Climatológica/UEFS (2012).

Organização: DINIZ (2010).



Figuras 02 e 03 - Gráfico do Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite e Mather, 1955) no município de Feira de Santana (Bahia) de 1994 a 2010.  
 Fonte dos dados: Estação Climatológica/UEFS (2012).  
 Organização: DINIZ (2010).

## 2 – Metodologia

O método adotado nesta pesquisa foi o hipotético-dedutivo, que tem como premissa um caso particular e generaliza o produto final para avaliar a hipótese e sugere a possibilidade de desenvolver evidências lógicas capazes de apoiá-la ou refutá-la. A hipótese analisada neste trabalho foi comprovar se a tendência da variabilidade pluviométrica no município de Feira de Santana a partir das análises de 17 anos de estudos, na série temporal compreendida entre 1994 e 2010 trouxeram repercussões na cultura do milho.

Neste trabalho foram utilizados os dados pluviométricos disponibilizados pela Estação Climatológica, pertencente ao IV Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no Campus da Universidade Estadual de Feira de Santana no município de Feira de Santana (Bahia) no período de 1994 a 2010. A referida Estação começou a funcionar apenas em março de 1993, porém, os dados pluviométricos utilizados na pesquisa foram a partir de 1994, pois 1993 foi um ano experimental e de adaptações. Além disso, realizou-se uma comparação com os dados de produtividade agrícola fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE/SIDRA) para o mesmo período.

Para as análises estatísticas, foi utilizado o desvio em relação à média que é a diferença entre cada elemento de um conjunto de valores e a média aritmética, o desvio pode ser calculado pela seguinte equação:

$$d_i = x_i - \bar{x}$$

sendo:

$d_i$  é o desvio em relação à média;

$x_i$  o valor da precipitação pluviométrica;

$\bar{x}$  é a média aritmética.

## 3 – Resultados e Discussão

No município de Feira de Santana os maiores totais de chuvas anuais ocorreram nos anos de 1994 e 1997, com desvios positivos de 261 e 147 mm. Os anos de 1995 e 1998 apresentaram os menores totais pluviométricos anuais com desvios negativos de 182,8 e 184,4 mm, respectivamente. Por outro lado, os anos de 2002 e 2003 apresentaram maiores produtividades do milho, ambos com

desvios positivos de 23 ton/ha. Já os anos de 2004 e 2008 apresentaram as menores produtividades com desvios negativos de 35 e 34 ton/ha (Tabela 02).

A Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (2002) argumentou que “em 2002 choveu até meados de fevereiro o suficiente para o bom desempenho da lavoura do milho”, no referido ano só os meses de janeiro e fevereiro foram responsáveis por 253,8 mm. Isto se justifica pela influência da Corrente Perturbada de Leste que adentra o continente e caminham de leste para oeste e que são atingidos pelos alísios.

Tabela 02 - Dados de chuva anual (mm) e produtividade do milho anual (ton/ha) e seus desvios em relação à média ( $d_i$ ) no período de 1994 a 2010 para o município de Feira de Santana (Bahia)

Ano	Chuva (mm)	$d_i$	Produt (ton/ha)	$d_i$
1994	1038	261	72	20
1995	594,2	-182,8	60	8
1996	886,5	109,5	72	20
1997	924	147	72	20
1998	592,6	-184,4	30	-22
1999	884,2	107,2	27	-25
2000	873,6	96,6	60	8
2001	619,6	-157,4	60	8
2002	648	-129	75	23
2003	881,9	104,9	75	23
2004	755,6	-21,4	17	-35
2005	786,5	9,5	65	13
2006	760,1	-16,9	67	15
2007	648,5	-128,5	44	-8
2008	787	10	18	-34
2009	717,9	-59,1	42	-10
2010	812,3	35,3	33	-19
<b>Média</b>	<b>777</b>	<b>-</b>	<b>52</b>	<b>-</b>

Fonte dos dados: Estação Climatológica/UEFS (2012).  
Organização: DINIZ (2014).

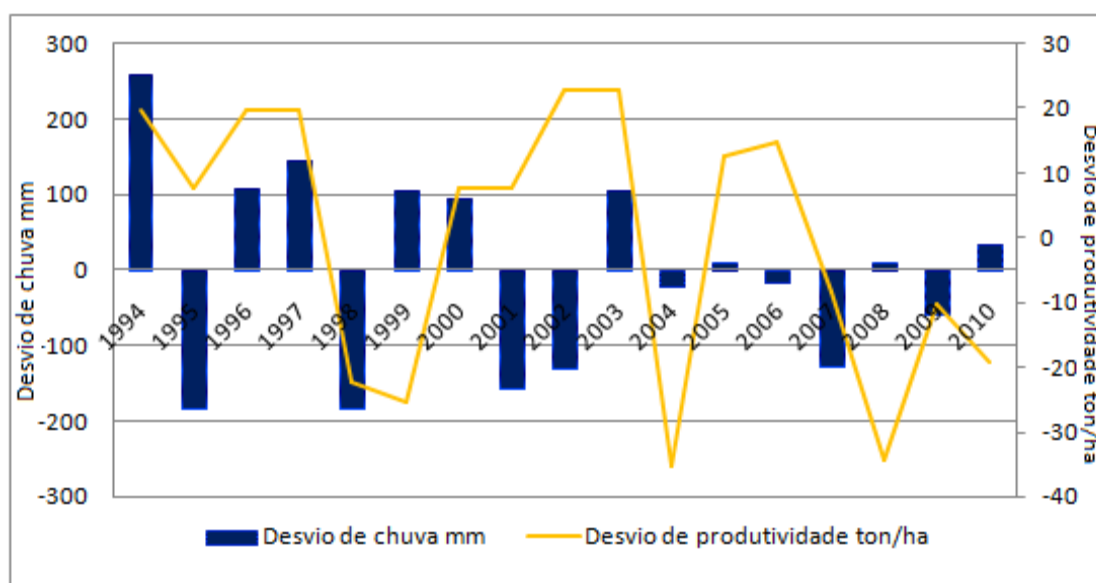


Figura 04- Desvios de chuva e produtividade do milho no município de Feira de Santana (Bahia) no período de 1994 a 2010.

Fonte dos dados: Estação Climatológica/UEFS (2012).  
Organização: DINIZ (2014).

Diante das informações da Figura 04 foi possível perceber a relação dos desvios de chuvas com a produtividade do milho, ficando bastante claro que os desvios negativos de chuvas foram coincidentes com os desvios negativos de produtividade em quatro anos: 1998, 2004, 2007 e 2009. Esses anos coincidem com os anos de ocorrência do ENOS (*El Niño*): 1998 (forte), 2004 (fraco), 2007 (fraco) e 2009 (fraco) como observado na Tabela 03.

Tabela 03 - Intensidade do fenômeno El Niño (ENOS/Oscilação Sul) no período entre 1994 a 2010.

Anos	Intensidade do ENOS
1994	Moderado
1995	Moderado
1996	-
1997	Forte
1998	Forte
1999	-
2000	-
2001	-
2002	Moderado
2003	Moderado
2004	Fraco
2005	Fraco
2006	Fraco
2007	Fraco
2008	-
2009	Fraco
2010	Fraco

Fonte dos dados: Disponível em [http://enos.cptec.inpe.br/tab\\_elnino.shtml](http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml). Acesso em 22 de maio de 2012.  
Organização: DINIZ (2010).

Além disso, os desvios negativos de chuvas e produtividade também se justificam devido à estreita relação entre a ZCIT, pois esta permanece mais ao norte do equador e, portanto não alcançam o Nordeste, não atingindo o município de Feira de Santana. Segundo Gonçalves (1992) “a ZCIT normalmente não cruza o equador, não atingindo, portanto, o Nordeste. Em anos chuvosos, desloca-se até 5°-6° sul, próximo à costa do Nordeste”.

#### 4 - Considerações Finais

1. No município de Feira de Santana os maiores totais de chuvas anuais ocorreram nos anos de 1994 e 1997, com desvios positivos de 261 e 147 mm. Os anos de 1995 e 1998 apresentaram os menores totais pluviométricos anuais com desvios negativos de 182,8 e 184,4 mm, respectivamente.
2. Os anos de 2002 e 2003 apresentaram maiores produtividades do milho, ambos com desvios positivos de 23 ton/ha. Já os anos de 2004 e 2008 apresentaram as menores produtividades com desvios negativos de 35 e 34 ton/ha.
3. Foi possível perceber a relação dos desvios de chuvas com a produtividade do milho, ficando bastante claro que os desvios negativos de chuvas foram coincidentes com os desvios negativos de produtividade em quatro anos: 1998, 2004, 2007 e 2009. Esses anos coincidem com os anos de ocorrência do ENOS (*El Niño*): 1998 (forte), 2004 (fraco), 2007 (fraco) e 2009 (fraco).
4. Foi possível identificar relações entre variabilidade das chuvas e seus reflexos na produtividade do milho no município em estudo, uma vez que, foi possível perceber a influencia da variabilidade pluviométrica e da atuação de Zona de Convergência Intertropical, Corrente Perturbada de Leste e El Niño/Oscilação Sul (ENOS).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTELLVÍ, F.; MORMENEO, I.; PEREZ, P. J. Generation of daily amounts of precipitation from standard climatic data: A case study for Argentina. **Journal of Hydrology**, v.289, 2004, p.286-302.

CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). **El Niño e La Niña**. Disponível em <http://enos.cptec.inpe.br/>, acesso em 23 de maio de 2012.

CLIMERH. **Anomalias La Niña 2002**. <http://www.climerh.rct-sc.br/nino>, acesso em 25 maio de 2014.

COSTA, J. R. da; PINHO, J. L. N. de; PARRY, M. Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, 2008, p.443-450.

ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA 83221 – INMET/DTEC/UEFS. Feira de Santana (Bahia): Universidade Estadual de Feira de Santana, 2012.

GONÇALVES, N. M. S. **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador – BA**. 1992. 268 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=11&i=P>, acesso em 13 de maio de 2012.

KLAR, A. E.; JADOSKI, S. O.; LIMA, J. P. P. Peroxidase activity as an indicator of water stress in sweet pepper plants. **Revista Irriga**, v.11, 2006, p.441-447.

MORAES NETO, JOÃO M. de; BARBOSA, MARX P. E ARAUJO, ALEXANDRE E. de. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.11, n.1, 2007, p. 61-66.

MOURA, B. A. G.; ARAGÃO, J. O. R.; LACERDA, F. F.; PASSAVANTE, J. Z. O. Relação entre a precipitação no setor leste do Nordeste do Brasil e a temperatura da superfície nos oceanos Atlântico (área do dipolo) e Pacífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, 2000, p.247-251.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. A primeira safra de grãos de 2002 na Bahia. **Bahia Agrícola**. Salvador, SEAGRI, v. 05, n. 01, 2002.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Índice rural territorial. *In*: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Desenvolvimento territorial na Bahia**. Salvador: SEI, 2010.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. New Jersey: Centerton, 1955.