



EFEITO DO AUMENTO DA TEMPERATURA NA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DA GLÓRIA, SE

Leide Dayane da Silva Oliveira

Estudante, Ciências Biológicas, UPE. E-mail: leide_dayane2014@hotmail.com

Luciana Sandra Bastos de Souza

Bióloga, Doutoranda em Meteorologia Agrícola, UFV. E-mail: sanddrbastos@yahoo.com.br

Magna Soelma Beserra de Moura

Eng^a Agr., DSc., Pesquisador da Embrapa Semiárido. BR 428, Km 152, CP 23, Zona Rural, Petrolina, PE. E-mail: magna.moura@embrapa.br

Gilson Dennys da Silva Rodrigues

Estudante de Geografia, Universidade de Pernambuco. E-mail: g.dennys@hotmail.com

RESUMO: Estudos do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) tem sugerido um incremento da temperatura do ar, que em regiões Semiáridas pode oscilar entre 2 e 5°C (IPCC, 2007). Estas alterações podem ser grandes o suficiente para promover mudanças na tipologia climática de determinados locais e consequentemente na dinâmica dos ecossistemas predominantes, cuja magnitude dos impactos ainda são desconhecidos. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o impacto do aumento da temperatura na classificação climática do município de Nossa Senhora da Glória – SE. Para tanto, foram utilizados dados das normais climatológicas de temperatura e precipitação referentes ao período de 1950-2003, para o processamento do balanço hídrico climatológico. A classificação climática adotada foi a de Thornthwaite, sendo analisados neste caso três cenários distintos: Cenário C1: cenário atual (1950-2003); Cenário C2: atual + 1,3°C, e Cenário C3: atual + 3°C. Para os três cenários climáticos em estudo, os dados mensais de precipitação pluviométrica não foram alterados em função da grande variabilidade da precipitação, e principalmente devido às grandes incertezas dos modelos climáticos em simular a precipitação. O clima de Nossa Senhora da Glória foi classificado de acordo com o método de Thornthwaite como sub-úmido seco, com pequeno ou nenhum excesso de água durante o ano, megatérmico, com concentração da evapotranspiração potencial nos meses de novembro, dezembro e janeiro; d) para o cenário de aquecimento de 3,0°C sobre a temperatura média mensal, o clima do município poderá se tornar semiárido, podendo necessitar da adoção de medidas de adaptação dos sistemas de produção agropecuários ao clima mais quente e seco.

Palavras-chave: Climatologia, Semiárido, Pecuária leiteira.

INTRODUÇÃO

Na agricultura moderna, os incrementos nos rendimentos e a redução dos custos e dos riscos de insucesso dependem, cada vez mais, do uso criterioso dos recursos financeiros. Neste processo, para obter maior rentabilidade, o agricultor deve tomar decisões de acordo com os fatores de produção disponíveis e a probabilidade de risco que envolvem a sua atividade. Dentre os principais fatores que influenciam a produção agrícola destacam-se as condições climáticas. Diante disso, a caracterização climática da região torna-se uma ferramenta imprescindível na tomada de decisões dentro da propriedade. No que se refere à pecuária, possibilita a alocação das instalações, ajustes referentes ao conforto ambiental, planejamento da produção de forragens, ajustes do período de gestação e

II CONGRESSO INTERNACIONAL DA REALIDADE SEMIÁRIDA

& III SIMPÓSIO ALAGOANO SOBRE ECOSSISTEMAS DO SEMIÁRIDO

Delmiro Gouveia - Campus do Sertão - UFAL
11 a 15 de novembro de 2014

nascimentos, dentre outros aspectos, mais adequados ao período de ocorrência de chuvas e ao regime térmico da região.

Em Sergipe, como nos demais estados nordestinos, as bacias leiteiras estão localizadas no agreste, sertão e semiárido, regiões que têm como característica principal a forte presença da agricultura familiar. A atividade predominante no município de Nossa Senhora da Glória, Estado de Sergipe, é a produção de leite, particularmente, nos pequenos estabelecimentos (SÁ et al, 2004). Dessa forma, o sistema de produção animal deve contemplar os aspectos culturais e a vocação da região, com foco na produção de forragens e no conforto para que os animais possam expressar seu maior potencial produtivo.

Os animais vivem em equilíbrio dinâmico com o meio e a ele reagem de forma individual, sendo que a produção de leite está condicionada às influências do ambiente, que variam ao longo do tempo (BACCARI JÚNIOR, 1998). Altos valores de temperatura do ar, principalmente quando associados à elevada umidade e radiação solar incidente, são os principais elementos climáticos estressores que causam baixo desempenho do gado leiteiro. A intensificação do estresse térmico pode promover reduções no consumo alimentar, na reprodução, na gestação, na lactação e, conseqüentemente, na eficiência produtiva das vacas leiteiras (AVENDAÑO-REYES et al., 2006; GARCÍA-ISPIERTO et al., 2006; HAHN, 1999; WEST et al., 2003).

Os novos modelos de pecuária, que se baseiam nos princípios da sustentabilidade, têm como prioridades o conforto térmico e o bem-estar dos animais (PIRES, 2001). Contudo, nota-se que o produtor ainda fica muito exposto aos problemas consequentes do período de seca, principalmente quando esta é prolongada, que pode resultar em falta de alimento e água para os animais, conduzindo a perdas de produção e, em alguns casos, à redução do rebanho. Assim, além de ser uma informação essencial para a região, a caracterização do clima do município de Nossa Senhora da Glória poderá auxiliar no desenvolvimento de pesquisas e tecnologias apropriadas que possibilitem o desenvolvimento dos agroecossistemas de forma competitiva e sustentável, uma vez que a Embrapa dispõe de um campo experimental de pesquisa nesse município. Associado a tudo isso, estudos do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) têm sugerido um incremento da temperatura do ar, que em regiões semiáridas pode oscilar entre 2 e 5°C (IPCC, 2007). Estas alterações podem ser grandes o suficiente para promover mudanças na tipologia climática de determinados locais e conseqüentemente na dinâmica dos ecossistemas predominantes, cuja magnitude dos impactos ainda são desconhecidos. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o impacto do aumento da temperatura do ar na classificação climática do município de Nossa Senhora da Glória, SE.

MATERIAL E MÉTODOS

- Área de estudo

Este estudo foi realizado para o Município de Nossa Senhora da Glória, localizado na região Nordeste do Brasil, a Oeste do Estado de Sergipe (Figura 1), na micro-região do alto sertão do São Francisco. Sua vegetação predominante é a caatinga e o regime hidrográfico compreende o rio Sergipe e riachos sazonais (Capivara, Monteté e Piabas), na Bacia do Alto Rio São Francisco. O município possui uma área de 756 km² (IBGE, 2009).

- Dados climáticos

Para realização deste trabalho, foram utilizados os dados mensais e anuais de precipitação referentes ao período de 1950 a 1985 (SUDENE, 1990), medidos no Posto Pluviométrico de Nossa Senhora da Glória (Código Nacional: 01037034; latitude: 10°13'S, longitude: 37°25'O e 290 m de altitude). Para obtenção dos dados médios mensais de temperatura do ar do município de Nossa Senhora da Glória, foi utilizado o software Estima-T (CAVALCANTI; SILVA, 1994).

**II CONGRESSO INTERNACIONAL
DA REALIDADE SEMIÁRIDA
&
III SIMPÓSIO ALAGOANO SOBRE
ECOSSISTEMAS DO SEMIÁRIDO**

**Delmiro Gouveia - Campus do Sertão - UFAL
11 a 15 de novembro de 2014**

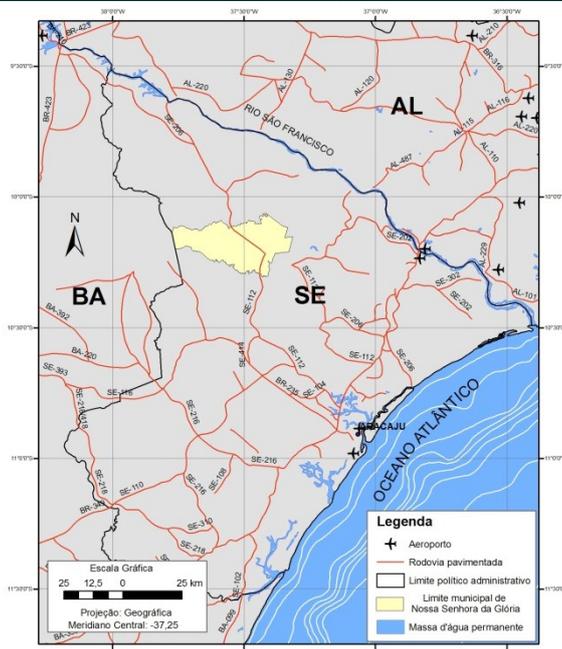


Figura 1. Localização do município de Nossa Senhora da Glória com os limites estaduais e municipais. (Fonte: IBGE, 2009).

- Balanço hídrico e Classificação climática

A classificação climática foi realizada com base no método proposto por Thornthwaite, como descrito por Pereira et al (2002), utilizando os dados médios mensais de temperatura do ar e de totais de precipitação. Para isso, o balanço hídrico climatológico foi processado utilizando-se uma planilha eletrônica em ExcelTM, elaborada por Rolim et. al (1998), considerando o valor de 100 mm para a capacidade de água disponível no solo (CAD, em mm).

Foram analisados três cenários distintos: Cenário C1 – considerado o cenário atual, com dados médios temperatura do ar; Cenário C2 – considerando o cenário atual + 1,3°C no valor da temperatura média mensal, e Cenário C3: sendo o cenário atual + 3°C sobre a temperatura média mensal. Para os três cenários climáticos em estudo, os dados mensais de precipitação pluviométrica não foram alterados em função da grande variabilidade da precipitação, e principalmente devido as grandes incertezas dos modelos climáticos em simular a precipitação.

Os dados de precipitação (P, mm) e da evapotranspiração potencial (ETP, mm) foram utilizados na determinação do excedente hídrico (EXC, mm) e do déficit hídrico (DEF, mm) para cada mês. Com isso foram obtidos os índices necessários para realização da classificação climática, que são: índice aridez (Ia, %), índice hídrico (Ih, %) e índice de umidade (Iu, %), por meio das seguintes equações:

$$I_a = \frac{(100 \times DEF)}{ETP} \quad (1)$$

$$I_u = \frac{(100 \times EXC)}{ETP} \quad (2)$$



$$I_m = I_u - 0,6 \times I_a \quad (3)$$

Assim, de acordo com o índice de umidade (I_m), foi classificado o tipo climático, com base na metodologia apresentada por Ometto (1981). Posteriormente, foram definidos os sub-tipos climáticos em função dos índices hídrico e de aridez. O índice de eficiência térmica foi determinado em função da evapotranspiração potencial, uma vez que esta apresenta relação direta com a temperatura e o comprimento do dia, grandezas que resumem as condições térmicas de um local qualquer do globo. E, finalmente sub-tipos climáticos foram determinados de acordo com a porcentagem de evapotranspiração potencial anual ocorrente no verão (OMETTO, 1981).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Regimes térmico e hídrico

O comportamento mensal da temperatura do ar é apresentado na Figura 2. Observa-se que o município de Nossa Senhora da Glória apresenta um comportamento sazonal bem definido. O ano tem início com temperaturas médias, máximas e mínimas do ar elevadas, da ordem de 25,5 °C, 32,2 °C e 19,9 °C, respectivamente, com tendência a redução até o mês de agosto. Este, por sua vez, apresenta os menores valores de temperatura, com média das mínimas igual a 16,9 °C, e os meses de dezembro e janeiro apresentam os maiores valores da temperatura máxima média (32,1 °C).

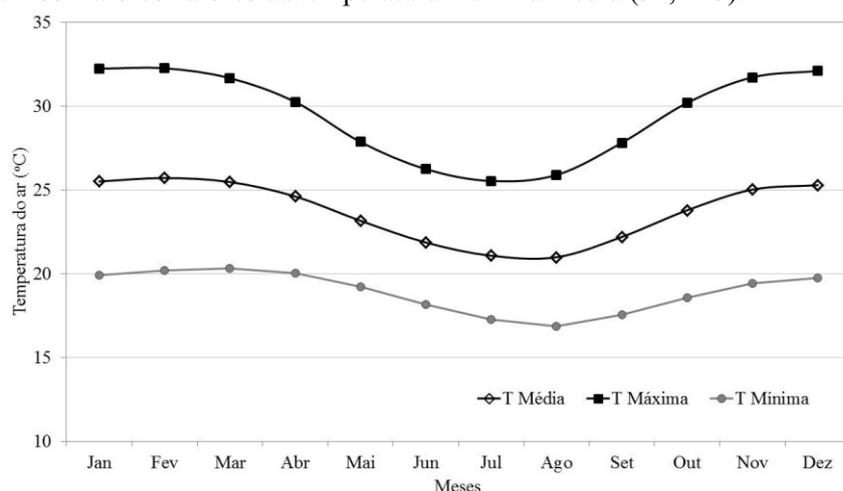


Figura 2. Temperatura do ar média, máxima e mínima mensal para o município de Nossa Senhora da Glória, Sergipe.

A média anual do total de precipitação da região é de 711,3 mm, sendo que 58% deste total estão concentrados nos meses de abril a julho, quando se verificam totais mensais superiores a 110 mm; e os menores volumes de chuva são registrados no mês de outubro (20,9 mm) (Figura 3).

**II CONGRESSO INTERNACIONAL
DA REALIDADE SEMIÁRIDA
&
III SIMPÓSIO ALAGOANO SOBRE
ECOSSISTEMAS DO SEMIÁRIDO**

**Delmiro Gouveia - Campus do Sertão - UFAL
11 a 15 de novembro de 2014**

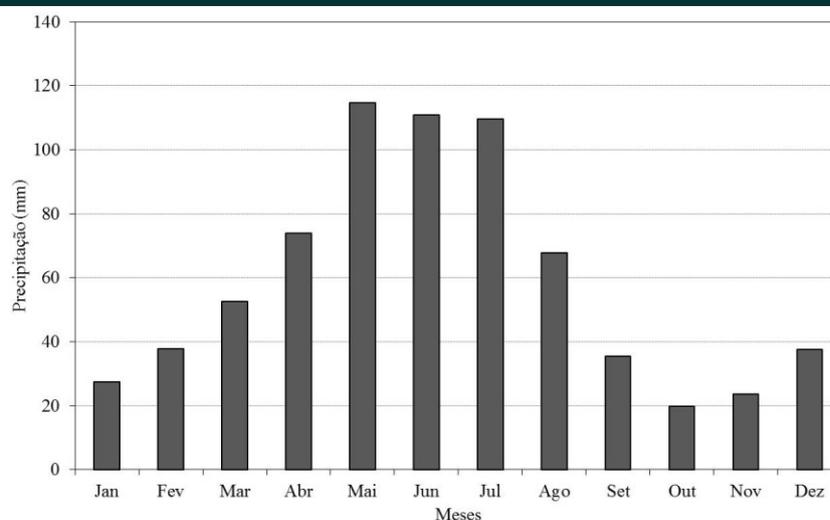


Figura 3. Precipitação média mensal do município de Nossa Senhora da Glória, Sergipe.

- Extrato do Balanço Hídrico Climático

O balanço hídrico climatológico resulta em informações da temperatura média mensal do ar (T_{med} , °C); do total médio mensal de precipitação (P , mm); da evapotranspiração potencial (ETP , mm); da evapotranspiração real (ETR , mm); da deficiência hídrica (DEF , mm) e do excedente hídrico (EXC , mm) (Ometto, 1981). Na Tabela 1 são apresentados os valores da evapotranspiração potencial (ETP) e da deficiência hídrica (DEF) mensal e anual para o município de Nossa Senhora da Glória, SE, considerando os cenários C1, C2 e C3. No cenário atual (C1), a região estudada caracteriza-se por apresentar um período de menor déficit hídrico (DEF) entre os meses de abril e setembro, sendo que de maio a julho o déficit é igual a zero. Entretanto, quando se consideram os cenários estudados, o mês passa a apresentar déficit igual a 20,5 mm no C3. Salienta-se que nesses meses são verificados os maiores valores de precipitação (Figura 3). Com valores bem superiores, o total anual de DEF passa de 495,8mm no cenário atual (C1), para 668,1mm no C2 e alcança 979,5mm no C3 (Tabela 1). Com relação a evapotranspiração potencial (ETP), o mês de dezembro é o que apresenta maiores totais, tanto no cenário atual (117,31mm) quanto nos cenários de aquecimento global C2 (135,4 mm) e C3 (168,5 mm). A ETP anual totaliza 1.207,0 mm no cenário C1, com aumento de 172,3mm e 483,7 mm nos cenários C2 e C3, respectivamente (Tabela 1). Com esses resultados, decisões no gerenciamento da propriedade agrícola precisam considerar maiores deficiências hídricas durante todo ano, o que pode ser agravado se houver redução nos totais de chuva.

Tabela 1. Balanço Hídrico Climatológico para o município de Nossa Senhora da Glória, Sergipe, utilizando 100 mm para o valor da capacidade de água disponível no solo (CAD), considerando o cenário atual (C1), cenário com aumento de 1,3°C (C2) e de 3,0°C (C3) na temperatura média mensal.

Meses	C1		C2		C3	
	ETP	DEF	ETP	DEF	ETP	DEF
Janeiro	116,21	86,6	134,3	106,2	167,62	140,2
Fevereiro	112,40	73,8	130,1	92,1	162,77	125,0
Março	123,55	70,6	142,8	90,1	178,09	125,5
Abril	110,87	36,9	127,3	53,4	157,12	83,3
Mai	98,14	0,0	111,4	0,0	135,12	20,5

**II CONGRESSO INTERNACIONAL
DA REALIDADE SEMIÁRIDA
&
III SIMPÓSIO ALAGOANO SOBRE
ECOSSISTEMAS DO SEMIÁRIDO**
Delmiro Gouveia - Campus do Sertão - UFAL
11 a 15 de novembro de 2014

Junho	81,55	0,0	91,7	0,0	109,39	0,0
Julho	75,91	0,0	84,8	0,0	100,22	0,0
Agosto	74,16	1,4	82,8	8,4	97,74	27,1
Setembro	82,78	19,0	93,3	39,9	111,80	71,9
Outubro	102,21	56,2	116,6	82,6	142,50	120,0
Novembro	111,94	76,2	128,9	99,5	159,93	135,4
Dezembro	117,31	75,1	135,4	95,9	168,46	130,7
Total anual	1207,0	495,8	1379,4	668,1	1690,8	979,5
Média Mensal	100,6	41,3	114,9	55,7	140,9	81,6

Onde: ETP = evapotranspiração potencial (mm) e DEF = deficiência (mm).

- Classificação Climática

A classificação climática pelo método de Thornthwaite & Mather (1955) é apresentada na Tabela 2. O tipo climático foi determinado com base no índice de umidade (I_u), sendo caracterizado como sub-úmido seco (C1) nos cenários atual e com aumento de $1,3^\circ\text{C}$ da temperatura média, e como semiárido (D) para o cenário de aumento de $3,0^\circ\text{C}$; já os sub-tipos climáticos resultaram no índice "d", com pequeno ou nenhum excesso de água durante o ano para os três cenários; A', megatérmico, com evapotranspiração potencial média anual igual a 1207,0, 1379,4 e 1690,8 mm nos cenários C1, C2 e C3, respectivamente; e por fim, o sub-tipo a', em torno de 29% da ETP concentrada nos meses de novembro, dezembro e janeiro.

Tabela 2. Classificação climática de Thornthwaite do município de Nossa Senhora da Glória, SE.

Cenários Climáticos	Tipo Climático 1 (I_u)	Subtipo Climático 1 (I_h e I_a)	Tipo Climático 2 (TE)	Subtipo Climático 2 (TE)
C1	C1	d	A'	a'
C2	C1	d	A'	a'
C3	D	d	A'	a'

Onde: I_h = índice hídrico, I_u = índice de umidade, I_a = índice de aridez, TE = índice térmico, Tipo Climático 1 = tipo climático com base no índice de umidade, Subtipo climático 2 = subtipo climático com base no índice de aridez, Tipo Climático 2 = tipo climático com base no índice térmico (TE), Subtipo Climático 2 = subtipo climático com base o índice térmico (TE).

Assim, com os cenários de aquecimento global estudados, verificou-se que a classificação climática do município de Nossa Senhora da Glória, SE, pode ser alterada de um clima sub-úmido seco para semiárido. Ressalta-se que este município localiza-se bem na área de transição entre dois regimes climáticos, e a depender das séries históricas utilizadas, podem ser obtidas outras classificações climáticas, assim como isso pode variar dentro do mesmo município, em função do local de medida da chuva e da temperatura. Ademais, a classificação de Thornthwaite apresenta algumas vantagens em relação à de Köppen, como por exemplo: a incorporação da ETP, a consideração de que a planta é um meio físico pelo qual é possível transportar água do solo para a atmosfera; o que possibilita também o conhecimento das necessidades hídricas e permite um maior detalhamento e número de tipos climáticos, podendo ser considerado mais refinado quando comparado ao de Köppen, e sua utilização deve ser incentivada em mesoescala.

**II CONGRESSO INTERNACIONAL
DA REALIDADE SEMIÁRIDA
&
III SIMPÓSIO ALAGOANO SOBRE
ECOSSISTEMAS DO SEMIÁRIDO**
Delmiro Gouveia - Campus do Sertão - UFAL
11 a 15 de novembro de 2014

CONCLUSÕES

Constatou-se que: a) A região do município de Nossa Senhora da Glória é caracterizada por apresentar uma baixa disponibilidade hídrica do solo. Assim, tanto o balanço hídrico quanto a classificação climática sugerem que a depender da cultura agrícola a ser implantada é necessário fazer a reposição de água no solo para obtenção de bons níveis de produtividade; b) O conhecimento da classificação climática em nível local permitirá o melhor planejamento de atividades agropecuárias, como implantação de novas cultivares visando a sustentabilidade; c) O clima de Nossa Senhora da Glória foi classificado de acordo com o método de Thornthwaite como sub-úmido seco, com pequeno ou nenhum excesso de água durante o ano, megatérmico, com concentração da evapotranspiração potencial nos meses de novembro, dezembro e janeiro; d) para o cenário de aquecimento de 3,0°C sobre a temperatura média mensal, o clima do município poderá se tornar semiárido, podendo necessitar da adoção de medidas de adaptação dos sistemas de produção agropecuários ao clima mais quente e seco.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVENDAÑO-REYES, L.; ALVAREZ-VALENZUELA, F. D.; CORREA-CALDERÓN, A.; SAUCEDO-QUINTERO, J. S.; ROBINSON, P. H.; FADEL, J. G. Effect of cooling Holstein cows during the dry period on postpartum performance under heat stress conditions. **Livestock Production Science**, v.105, p.198–206, 2006.

BACCARI JÚNIOR, F. Clima: Influência na produção de leite. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, **Anais**, Piracicaba, 1998. p.24-67.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. **Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais**. VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia. Sociedade Brasileira de Meteorologia. Belo Horizonte, outubro de 1994. 154-157. 1994.

GARCÍA-ISPIERTO, I.; LÓPEZ-GATIUS, F.; SANTOLARIA, P.; YANIZ, J. L.; NOGAREDA, C.; LÓPEZ-BÉJAR, M.; DE RENSIS, F. Relationship between heat stress during the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle. **Theriogenology**, v.65, p.799–807, 2006.

HAHN, G. L. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. **Dairy Science**, v.82 (Suppl, 2), p.10-20. 1999.

PEREIRA, A. R., VILLA NOVA. N. A., SEDIYAMA.G. C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PEREIRA, A. P; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas**. Lavras: Agropecuária, 2002. 478p

**II CONGRESSO INTERNACIONAL
DA REALIDADE SEMIÁRIDA
&
III SIMPÓSIO ALAGOANO SOBRE
ECOSSISTEMAS DO SEMIÁRIDO**
Delmiro Gouveia - Campus do Sertão - UFAL
11 a 15 de novembro de 2014

PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; VILELA, D. **Ambiente e Comportamento animal na produção de leite.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n 211, 2001. p.11-21.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente excel para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998

ROLIM, G. de S.; CAMARGO, M. B. P. de; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. de. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de são Paulo. **Bragantia** [online]. 2007, vol.66, n.4, pp. 711-720.

SÁ, J. L. de; SÁ, C. O. de; MOTA, D. M. da; GOMIDE, C. A. de M.; COSTA, C. X.; MELO, P. de O. **Produção animal de base familiar no semi-árido sergipano.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 7., 2007, Fortaleza. Agricultura familiar, políticas públicas e inclusão social: anais. Fortaleza: SBSP, 2007.

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste: Pernambuco.** Recife, 1990. 363 p. (Série Pluviometria, 6).

THORNTHWAITE, C. W; MATHER, R. J. **The water balance.** New Jersey: Laboratory of Climatology, v.8, 1955; 104p.

WEST, J. W.; MULLINIX, B. G.; BERNARD, J. K. Effects of Hot, Humid Weather on Milk Temperature, Dry Matter Intake, and Milk Yield of Lactating Dairy Cows. **Journal Dairy Science**, v.86, p.232–242, 2003.