

## Capítulo 3

# Clima

---

Magna Soelma Beserra de Moura  
Francislene Angelotti

## Histórico das secas

O conhecimento do comportamento dos parâmetros meteorológicos que constituem o clima de uma região é de grande relevância para a pesquisa e demais setores vinculados à agropecuária.

Historicamente, o Semi-Árido nordestino sempre foi afetado por grandes secas ou grandes cheias (MARENGO, 2006). Ao estudar a evolução das informações climatológicas disponíveis no Nordeste, verifica-se que são de caráter descritivo, sem sistematização, ou seja, uma climatologia analítica. Dessa forma, relatos de secas podem ser encontrados desde o século 16, quando os portugueses chegaram a essa região. Na Tabela 1 encontram-se dados sobre as crises de secas ocorridas no Nordeste, ao longo dos últimos cinco séculos. Percebe-se que a ocorrência de secas na região tem sido cada vez mais freqüente ao longo do tempo, porém, não se sabe ao certo se as secas foram intensificadas ou se realmente ocorreram em menor quantidade nos séculos 16 e 17.

O fenômeno das secas, provocado pela irregularidade das chuvas no Semi-Árido nordestino, foi assumido pelo Governo Imperial após a grande seca de 1877. Naquela época, o Imperador Pedro II enviou uma comissão de engenheiros ao Ceará para estudar o problema das secas e apresentar ações a serem implementadas. Posteriormente, por meio do Decreto nº 7.619, de 21 de outubro de 1909, foi criada a Inspetoria de Obras Contra as Secas (Iocs), que recebeu o nome de Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (Ifocs) em 1919, antes de ser denominado Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs) em 1945.

De acordo com Marengo (2006), estatisticamente, acontecem de 18 a 20 anos de seca a cada 100 anos. Como pode ser verificado na Tabela 1, esse fenômeno ocorreu com bastante freqüência no século 20, o que torna a atividade agropecuária vulnerável, com conseqüências na economia da região. A literatura disponível aborda informações sobre as secas, suas causas, danos e ações de “combate” e convivência.

As chuvas e as secas que ocorrem no Semi-Árido brasileiro são muito estudadas. Do ponto de vista meteorológico, uma condição de seca, definida por Magalhães e Glantz (1992), é caracterizada por acentuada redução dos totais pluviométricos anuais, enquanto que uma “grande seca” ocorre quando os totais anuais de chuvas não atingem 50 % das normais climatológicas para uma fração significativa, em torno da metade da área semi-árida do Nordeste.

**Tabela 1.** Quadro cronológico das secas no Nordeste do Brasil.

Décadas	Séculos					
	16	17	18	19	20	21
00		1603	1707	1804	1900	2001
		1608		1808/1809	1903	2003
10		1614	1710/1711	1814	1915	
					1919	
20			1721/1722			
			1723/1724	1824/1825		
			1725/1726	1829		
			1727			
30			1730	1830		
			1736/1737	1833	1932	
40		1645	1744/1745	1844/1845	1942	
			1746/1747			
50			1751		1951/1952	
		1652	1754		1953	
					1958	
60			1760		1962	
			1766		1966	
70				1870	1970	
			1771/1772	1877/1878	1976	
			1777/1778	1879	1979	
80	1583		1783/1784	1888/1889	1980/1981	
	1587				1982/1983	
90			1791/1792	1898	1990/1991	
		1692	1793		1992/1993	
					1998/1999	

No entanto, mesmo em anos nos quais os totais pluviométricos são próximos da média histórica, a distribuição temporal das chuvas durante a estação chuvosa pode afetar substancialmente os recursos hídricos, a agricultura e a pecuária. Por exemplo, quando a pluviometria diária é bem distribuída temporalmente resulta em pouco escoamento superficial e, conseqüentemente, a quantidade de água precipitada não permite o enchimento dos reservatórios. No que se refere à agricultura e à pecuária, mesmo em anos em que o total de chuva é próximo da média, podem ocorrer períodos prolongados de estiagem que se intercalam com episódios de chuvas mais intensas, ocasionando a “seca verde”. Assim, para caracterizar a qualidade da estação chuvosa, de forma a contemplar maior diversidade de condições hidrometeorológicas, há que se considerar não somente os totais de chuvas sazonais, mas também a sua variabilidade temporal em escala intra-sazonal (NOBRE; MELO, 2004).

## Observações meteorológicas

O conhecimento das quantidades de chuvas ocorridas no espaço e no tempo é de grande importância para caracterizar o regime pluviométrico no Semi-Árido. Os estudos iniciais realizados pelo Dnocs foram voltados para a caracterização dos recursos naturais do Semi-Árido e a construção de açudes de pequeno, médio e grande portes. Nesse sentido, as informações climáticas, especialmente de chuva e evaporação, são essenciais para a escolha do local e o dimensionamento das obras. Dessa forma, foi implantada a primeira rede hidrométrica básica do País no Polígono das Secas (DNOCS, 1983) e tiveram início os estudos sistematizados das condições meteorológicas das regiões suscetíveis às secas, com a instalação de observatórios meteorológicos e estações pluviométricas (GONDIM, 1984).

O monitoramento de dados hidrométricos no Semi-Árido foi realizado pelo Dnocs entre 1912 e 1960 e, posteriormente, continuado pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene). Até 1958, foram instalados no Nordeste 1.225 pluviômetros, dos quais 62,4 % eram operados pelo Dnocs e alguns desses funcionam há mais de 90 anos. Esses dados continuam sendo muito úteis para o dimensionamento de obras hidráulicas e para estudos sobre previsão das secas (DNOCS, 1983).

Com essas informações, o Dnocs realizou um importante trabalho de monitoramento climático e organização dos dados de chuva, publicando as Cartas Pluviométricas do Nordeste, referentes ao período de 1912 a 1958. Também foi realizado pelo Dnocs, por volta de 1960, o balanço hídrico das

bacias hidrográficas localizadas no Semi-Árido, de forma sistemática e contínua.

Com a ocorrência da seca de 1959, o governo federal criou a Sudene com a finalidade de estudar e propor diretrizes para o desenvolvimento da região e supervisionar as ações dos demais órgãos federais. A Sudene impulsionou os estudos climatológicos de campo e promoveu a divulgação dos registros climáticos do Nordeste. No início da década de 1980, foi elaborado o Plano Integrado de Recursos Hídricos do Nordeste (Plirhine), que constituiu o primeiro diagnóstico abrangente da situação dos recursos hídricos da região. Nesse estudo, foi realizada uma caracterização detalhada do clima no Semi-Árido (SUDENE, 1980), tendo a Sudene instalado uma série de estações climatológicas e de postos pluviométricos no Nordeste. Para a divulgação das condições climáticas observadas, em 1970 foram publicadas, pela Sudene, as Normas Climatológicas referentes ao período de 1930 a 1960. Posteriormente, foram disponibilizados resultados de estudos climatológicos para cada estado da Região Nordeste, compilando uma série de informações úteis a diversos setores da sociedade, pesquisa, governo e produtores.

Os estudos climatológicos tornaram-se mais sistemáticos e ganharam maior importância depois que se interligaram com os Institutos de Meteorologia e de Pesquisa Agropecuária, que assumiram a responsabilidade de coleta de dados da maioria das estações instaladas pela Sudene.

A continuidade dos estudos climáticos é essencial para o bom aproveitamento dos recursos renováveis, parametrização do clima futuro e melhor entendimento da dinâmica climática regional, principalmente no Semi-Árido, onde as precipitações ocorrem com muita variabilidade no espaço e no tempo.

## Caracterização climática do Semi-Árido brasileiro

A Região Nordeste, com 1,56 milhão de quilômetros quadrados (18,2 % do território nacional), contém a maior parte do Semi-Árido brasileiro, o qual é formado por um conjunto de espaços que se caracterizam pelo balanço hídrico negativo, resultante das precipitações médias anuais inferiores a 800 mm, insolação média de 2,8 mil horas por ano, temperaturas médias anuais de 23 °C a 27 °C, evaporação de 2 mil milímetros por ano e umidade relativa do ar média em torno de 50 % (MOURA et al., 2007). Caracteristicamente, o Semi-Árido apresenta forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das

precipitações num curto período, em média, de três meses, apresentando volumes de água insuficientes em seus mananciais para atendimento das necessidades das comunidades.

O clima é uma das características mais importantes do Semi-Árido, principalmente por causa da ocorrência das secas estacionais e periódicas (MENDES, 1997), que determinam o (in)sucesso das atividades agrícolas e pecuárias e, conseqüentemente, a sobrevivência das famílias. O regime pluviométrico delimita duas estações bem definidas: a estação de chuvas, com duração de três a cinco meses, e a estação de seca, que dura de sete a nove meses.

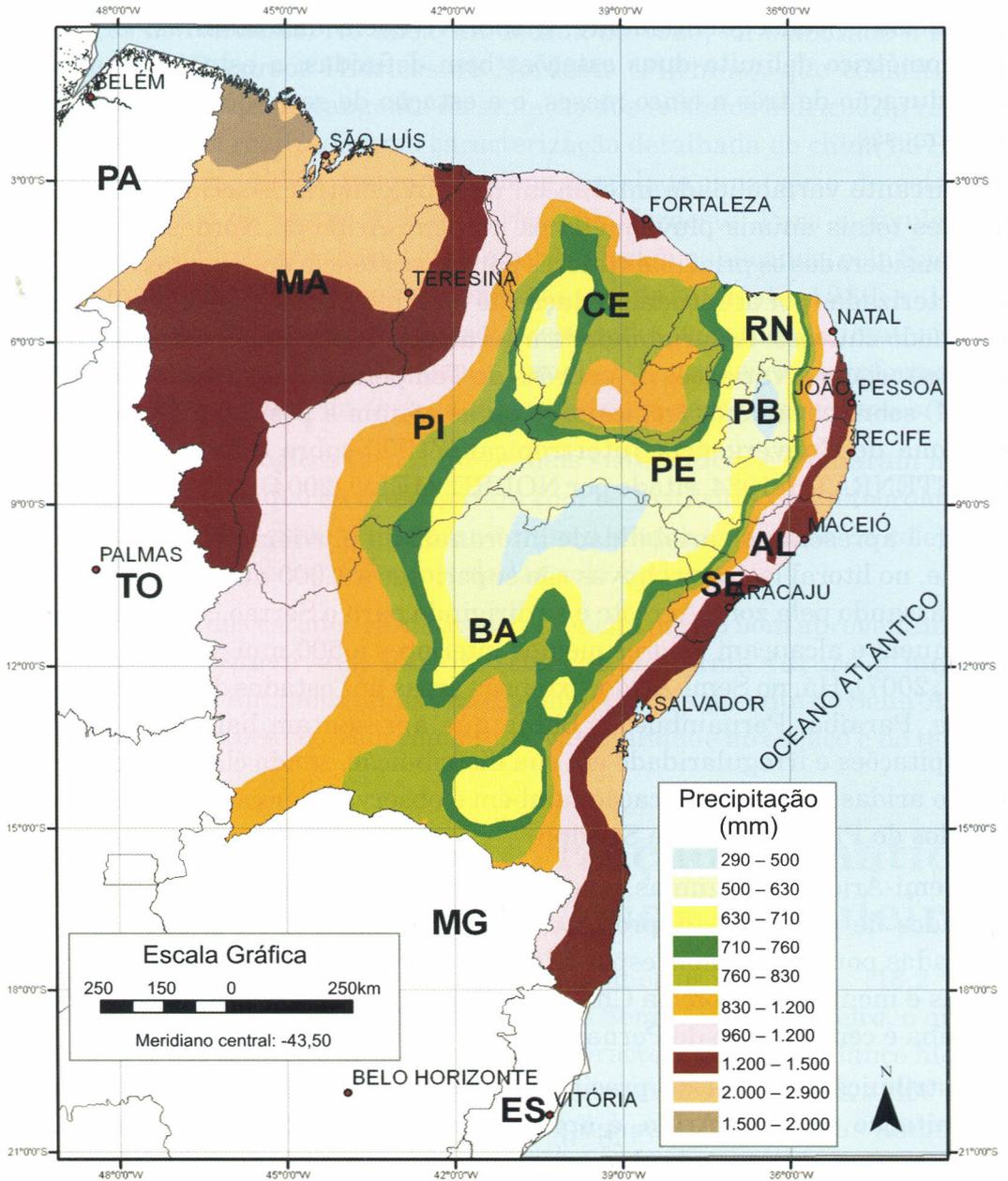
A marcante variabilidade interanual da pluviometria associada aos baixos valores totais anuais pluviométricos no Semi-Árido do Nordeste brasileiro são considerados os principais fatores para a ocorrência dos eventos de “secas”, caracterizadas por acentuada redução do total pluviométrico sazonal durante o período chuvoso. A variabilidade interanual da pluviometria nessa região está associada a variações de padrões de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre os oceanos tropicais, os quais afetam a posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico (HASTENRATH, 1984, citado por NOBRE; MELO, 2004).

A Fig. 1 apresenta a variabilidade interanual da pluviometria, observando-se que, no litoral leste, as chuvas são superiores a 1.000 mm e, à medida que vai passando pela zona Agreste e se dirigindo para o Sertão, as precipitações diminuem e alcançam valores médios inferiores a 500 mm anuais (MOURA et al., 2007). Há, no Semi-Árido, extensas áreas nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia que apresentam baixos valores nas precipitações e irregularidade em sua distribuição, sendo classificadas como muito áridas. Essa classificação também é observada em áreas menores nos estados do Piauí, Alagoas e Sergipe.

No Semi-Árido, há algumas regiões centrais que apresentam valores mais elevados de precipitação, próximos a 1,5 mil milímetros. Essas áreas são formadas por microclimas específicos que ocorrem em razão da presença de serras e montanhas, como a Chapada Diamantina, na Bahia, parte oeste da Paraíba e centro-norte de Pernambuco.

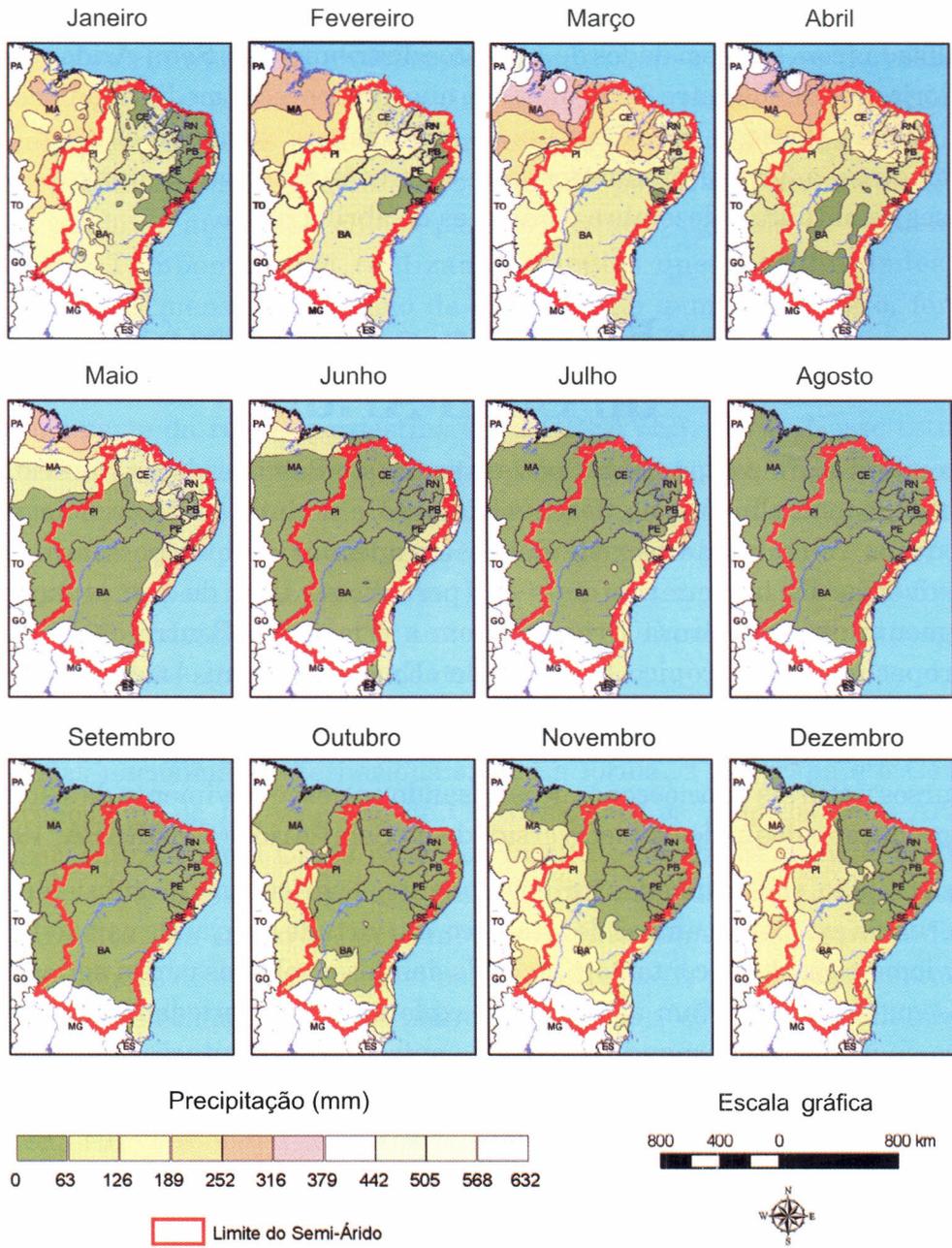
A distribuição mensal da precipitação para o Nordeste do Brasil, com a delimitação do Semi-Árido, é apresentada na Fig. 2. Observa-se que há predominância do período chuvoso no verão, entre os meses de dezembro e abril, em quase toda a área semi-árida. Nas regiões que compreendem o sul do Piauí e o extremo-oeste de Pernambuco, a estação chuvosa tem início nos meses de novembro e dezembro.

No contexto da evaporação, é importante conhecer o percentual de perdas que ocorrem para determinar o volume potencial de água disponível, cuja informação é fundamental no planejamento das atividades agropecuárias e das políticas de manejo dos recursos hídricos da região.



**Fig. 1.** Climatologia da precipitação anual da Região Nordeste do Brasil.

Mapa: Ivan Ighour da Silva Sá – Bolsista CNPq/Embrapa Semi-Árido.



**Fig. 2.** Climatologia da precipitação mensal da Região Nordeste do Brasil.  
 Mapa: Ivan Ighour da Silva Sá – Bolsista CNPq/Embrapa Semi-Árido.

A evaporação varia de mil milímetros por ano, no litoral da Bahia e de Pernambuco, atingindo 2 mil milímetros por ano no interior do Semi-Árido, e na área do chamado “Cotovelo do São Francisco”, próximo a Petrolina (Pernambuco) – Juazeiro (Bahia), pode chegar a 3 mil milímetros por ano

(IICA, 2002). Esses dados estão confirmados por Molle (1989) em pesquisas realizadas com base em dados de 11 postos distribuídos no Semi-Árido e séries históricas variando entre 8 e 25 anos, em que a evaporação média anual medida em tanque classe A aproximou-se de três metros, variando entre 2,7 mil milímetros a 3,3 mil milímetros, com valores mais elevados ocorrendo nos meses de outubro a dezembro e mínimos de abril a junho.

## Estudos agroclimáticos do Semi-Árido

É crescente a importância das pesquisas para o Semi-Árido do Nordeste do Brasil, principalmente no desenvolvimento e adaptação de tecnologias e produtos relacionados a atividades agropecuárias que possibilitam a convivência do homem com as secas periódicas, além de sua atuação no segmento da agricultura irrigada. Com a criação do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (Embrapa Semi-Árido), Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em 1975, foram intensificadas as atividades orientadas para o estudo dos recursos naturais e socioeconômicos, visando ao desenvolvimento de sistemas de produção adequados à biodiversidade do Semi-Árido (EMBRAPA, 1993).

Nessa região, são praticadas, principalmente, a agricultura de subsistência e a pecuária extensiva, ambas de alto risco, em virtude da grande variabilidade pluviométrica. Nesse contexto, as tecnologias desenvolvidas para a agricultura de sequeiro possibilitam ao produtor explorar sua propriedade com menor risco de insucesso, tornando-a capaz de enfrentar as limitações que o Semi-Árido oferece (EMBRAPA, 1993). De forma conjunta, a Embrapa e as empresas estaduais de pesquisa do Nordeste têm concentrado esforços visando desenvolver e/ou adaptar tecnologias que possam ser incorporadas aos sistemas de cultivo, a fim de melhorar a qualidade e a produtividade das culturas, sejam dependentes de chuvas ou irrigadas.

## Classificação e risco climático do Semi-Árido

Na década de 1970, o uso de informações climáticas como fator de produção agrícola no Semi-Árido era muito limitado. As pesquisas iniciais foram orientadas a fim de buscar soluções para os problemas que limitavam o

desenvolvimento agropecuário, de maneira que foi criado um programa de trabalho estruturado em projetos de pesquisa com o objetivo de realizar inventários dos recursos naturais (solo, água, clima e vegetação) e socioeconômicos. Esses estudos permitiram a continuidade das pesquisas sobre o zoneamento agroclimático iniciado por Hargreaves em 1974, delimitando as áreas específicas para a produção agrícola de sequeiro e irrigada. Também foram realizados cálculos das probabilidades de precipitações mensais por meio da distribuição gama. Para isso, foram utilizados os dados de precipitação apresentados pela Sudene, compreendendo registros de longos períodos (entre 50 e 100 anos), para 723 locais, abrangendo a maior parte da região nordestina (HARGREAVES, 1974). Nesse estudo, também foi estabelecida uma classificação climática para o Nordeste, com base no Índice de Umidade Disponível (IUD), que é a relação entre a precipitação provável (no nível de 75 % de probabilidade) e a evapotranspiração potencial estimada. Por meio dessa classificação, foram estabelecidos critérios referentes aos meses com IUD e o tipo de clima propício para a produção agrícola dependente de chuva.

Os trabalhos iniciais de climatologia foram realizados a partir de importantes parcerias nacionais e internacionais. Dessa forma, a Embrapa e o Centro Internacional de Investigação de Culturas para os Trópicos Semi-Áridos (Icrisat, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) conduziram estudos de simulação para quantificar a umidade necessária ao crescimento das culturas, pelo método técnico-analítico, estimando as probabilidades de água disponível para as culturas. A partir desses estudos, foram estabelecidas épocas de plantio adequadas, com a possibilidade de melhor aproveitamento do período chuvoso. Ao mesmo tempo, a partir da determinação de elevados riscos de perda da safra em agricultura de sequeiro no Semi-Árido, concluiu-se que as atividades agrícolas deveriam concentrar-se na pecuária, uma vez que a produção vegetal oferecia poucas possibilidades de sucesso (EMBRAPA, 1978).

Em 1981, adotando a seleção e a aplicação de critérios climatológicos, como precipitação e evapotranspiração, foram diagnosticadas áreas mais úmidas e mais secas no Estado da Paraíba (VAREJÃO-SILVA; CEBALLOS, 1981). Utilizando os mesmos critérios, entretanto, com pequenas adaptações, Lima (1982) definiu três tipos climáticos como: semi-árido, transição semi-árida e transição subúmida para o Estado do Piauí. Reddy e Amorim Neto (1984) iniciaram estudos com uma série de dados anuais de precipitação para conhecer a variação climática desse parâmetro nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí.

Dando continuidade às pesquisas, estudou-se a viabilidade de estimar as precipitações anuais de determinado ponto do Semi-Árido, utilizando somente os parâmetros de localização geográfica (latitude, longitude e altitude). Os modelos matemáticos empregados permitiram estimativas das chuvas anuais com menos de 20 % de desvio em relação aos dados observados (EMBRAPA, 1993).

Além da precipitação, o conhecimento do comportamento da evapotranspiração é essencial para estudos relacionados ao Semi-Árido. Assim, a estimativa de evapotranspiração potencial realizada por Amorim Neto (1989) auxiliou diversos trabalhos de dimensionamento e operação de sistemas de irrigação, climatologia, hidrologia, recursos hídricos e balanço hídrico.

O Zoneamento Agroecológico do Nordeste foi constituído, basicamente, de uma análise e integração das informações científicas já existentes e outras recém-levantadas de forma conjunta pela Embrapa e o Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos, com destaque para os dados de solos, vegetação, clima e recursos hídricos (SILVA et al., 1993).

O zoneamento agrícola e a definição da época de plantio para diversas culturas no Semi-Árido continuam sendo objetos de pesquisas realizadas com vários parceiros – Embrapa; Instituto Agrônômico (IAC) em Campinas, São Paulo; Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); Instituto Agrônômico do Paraná (Iapar); Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (Epagri); Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro) do Estado do Rio Grande do Sul; e Instituto Tecnológico de Pernambuco/Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (Itep/Lamepe) – no intuito de identificar as regiões e os períodos propícios ao desenvolvimento do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch.) (AMARAL et al., 2002), da mamona (*Ricinus communis* L.) (AMORIM NETO et al., 2001), do sorgo [*Sorghum bicolor* (L). Moench], do feijão [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] (AMARAL et al., 2005; PORTO et al., 1983), do milho (*Zea mays* L.) (SILVA et al., 2004), do coco (*Cocos nucifera* L.) (SILVA et al., 2000), da manga (*Mangifera indica* L.) (SILVA et al., 2006), da uva (*Vitis vinifera* L.) (TEIXEIRA et al., 2001) e da acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). Além de pesquisas com as principais culturas em estudos recentes realizados pela Embrapa, a Universidade do Estado da Bahia e a Universidade Federal da Paraíba, foram avaliados os fatores climáticos e sua influência na adaptação, no comportamento fisiológico e no desenvolvimento de bovinos da raça Sindi nas condições ambientais do Semi-Árido brasileiro (TURCO et al., 2004).

## Monitoramento climático do Semi-Árido

O monitoramento climático do Semi-Árido teve início com o Dnocs e continuou com a Sudene. No entanto, com a criação da Embrapa Semi-Árido, as estações meteorológicas convencionais instaladas pela Sudene nos projetos de Irrigação de Bebedouro, em Petrolina, no Estado de Pernambuco, e de Mandacaru, em Juazeiro, na Bahia, foram transferidas para a Embrapa. Nessas estações agrometeorológicas, as observações dos elementos climáticos são realizadas diariamente, seguindo os horários padronizados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Essas informações são essenciais ao planejamento não apenas das atividades agropecuárias, mas, também, de outras atividades econômicas (TEIXEIRA, 2001).

Hoje, a rede de estações meteorológicas da Embrapa é composta, também, por sete estações automáticas e equipada com sensores eletrônicos capazes de monitorar a temperatura e a umidade relativa do ar, a temperatura do solo, a velocidade e a direção do vento, a radiação solar, o saldo de radiação e o fluxo de calor no solo, o número de horas de molhamento foliar e a precipitação. A transmissão dos dados é realizada por um sistema de rádio-modem e, dessa forma, diariamente, os dados transmitidos são armazenados em computador, analisados, processados e disponibilizados no portal da Embrapa Semi-Árido ([www.cpatssa.embrapa.br](http://www.cpatssa.embrapa.br)).

As estações agrometeorológicas convencionais, localizadas no pólo Petrolina (Pernambuco) – Juazeiro (Bahia), são compostas pelos seguintes equipamentos: a) abrigo meteorológico convencional para localização de equipamentos meteorológicos; b) psicrômetro, constituído de dois termômetros, um de bulbo seco e outro de bulbo úmido, para a obtenção da temperatura e da umidade relativa do ar; c) termômetros de máxima e mínima, para a obtenção das temperaturas máxima e mínima do ar; d) termohigrógrafo, para o registro de temperatura e umidade relativa do ar; e) bateria de geotermômetros, para a obtenção da temperatura do solo em diferentes profundidades; f) pluviômetro, para a obtenção dos totais de chuva; g) pluviógrafo, para o registro da duração e intensidade de chuva; h) tanque Classe A, para a obtenção da evaporação; i) heliógrafo, para o registro do número de horas de brilho solar (insolação); j) actinógrafo bimetalico, para o registro da radiação solar global incidente na superfície terrestre; e k) anemômetros totalizadores de conchas, para a obtenção da velocidade do vento.

Os dados obtidos nessas estações foram disponibilizados na forma impressa, como Boletins Agrometeorológicos para os anos de 1978 (EMBRAPA, 1980a), 1979 (EMBRAPA, 1980b), 1980 (EMBRAPA, 1984), 1981 (EMBRAPA, 1984), 1982 (EMBRAPA, 1984), 1983 (EMBRAPA, 1985a) e 1984 (EMBRAPA, 1985b).

Posteriormente, Teixeira (2001) organizou a base de dados meteorológicos obtidos no período de 1964 a 1999 para o referido pólo.

O paradigma da agricultura x globalização sugere que o setor agrícola seja cada vez mais competitivo, elevando as produtividades, com melhoria na qualidade dos produtos e redução dos custos de produção. O planejamento operacional, a agilidade na tomada de decisões e a busca constante de novas tecnologias, visando alcançar a melhor relação custo-benefício, tornam-se ferramentas essenciais no gerenciamento da propriedade agrícola.

Os avanços computacionais e eletrônicos ocorridos nas últimas décadas permitiram uma mudança de rumo nas observações climáticas. As estações agrometeorológicas têm por finalidade monitorar as condições meteorológicas que permitem quantificar a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) utilizada no manejo da água de irrigação e no auxílio da tomada de decisão, pelo produtor, de quando aplicar agrotóxicos contra as pragas e doenças das culturas, além de sua importante função no monitoramento do clima no Semi-Árido. Em 2003, foi instalada uma rede de estações meteorológicas automáticas nos municípios de Petrolina, em Pernambuco e Juazeiro, Casa Nova e Curaçá, na Bahia. O monitoramento climático também tem sido realizado em outros estados, como Piauí, Ceará, Sergipe e Paraíba, por meio de estações de parceiros como a Embrapa e/ou o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

No Submédio do São Francisco, a utilização de observações climáticas e meteorológicas por parte dos agricultores é uma realidade, principalmente aqueles com atividades voltadas para a irrigação. Desse modo, esses agricultores incorporaram aos sistemas produtivos avançadas técnicas de manejo cultural, em que as informações meteorológicas são essenciais para a tomada de decisões diárias dentro da propriedade. Além desse público, os dados climáticos são solicitados por importantes centros de pesquisa e universidades do Brasil e do mundo. Dessa forma, a continuidade do monitoramento climático é essencial para estudos atuais e futuros, bem como para análises do clima passado.

A determinação da ET<sub>o</sub> é muito importante para o conhecimento da demanda atmosférica, tanto para a agricultura dependente de chuva como, e especialmente, para a agricultura irrigada. O método-padrão para a estimativa da ET<sub>o</sub> é o modelo de Penman-Monteith parametrizado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Para a determinação da ET<sub>o</sub> por esse método, há a necessidade do conhecimento de vários parâmetros climáticos, obtidos nas estações automáticas implantadas, permitindo a disponibilidade dessa variável para os agricultores do Submédio São Francisco.

Uma importante ferramenta para os estudos agroclimáticos é o Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo), desenvolvido pela Embrapa,

que permite aos usuários o acesso, pela internet, às informações meteorológicas e agrometeorológicas de diversos municípios, inclusive do Semi-Árido brasileiro. Além de informar a situação climática atual, o sistema alimenta a Rede Nacional de Agrometeorologia (RNA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) com informações básicas que orientam o zoneamento agrícola brasileiro ([www.agritempo.gov.br](http://www.agritempo.gov.br)).

O Agritempo também permite a atualização do cadastro de estações e dados climáticos diários, elaboração de boletins agrometeorológicos e visualização de mapas, que são gerados dinamicamente na execução dos boletins. Os dados são recebidos de várias instituições, em diferentes formatos, e passam por um processo de migração, incluindo a validação, antes de serem inseridos no banco de dados. O sistema é alimentado com dados de 912 estações agrometeorológicas. Isso foi possível por meio de diversas parcerias, como a Faculdade de Engenharia Agrícola (Feagri), o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas à Agricultura (Cepagri), a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), o Instituto Tecnológico (Simepar) (antiga sigla de Sistema Meteorológico do Paraná) e o Inmet (AGRITEMPO, 2007).

## Estudos micrometeorológicos no Semi-Árido

Estudos micrometeorológicos vêm sendo desenvolvidos por meio da parceria entre diversas universidades localizadas no Semi-Árido brasileiro (a exemplo da Universidade Federal da Paraíba, da Universidade Federal de Campina Grande, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido) e a Embrapa. Essas pesquisas enfocam estudos de balanço de radiação e de energia com o objetivo de conhecer a evapotranspiração e o coeficiente de cultivo das principais espécies irrigadas.

Na década de 1980, os estudos foram realizados nos campos experimentais da Embrapa com a cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] irrigada e originaram duas dissertações de mestrado (COSTA, 1989; LEITÃO, 1989). Nessas pesquisas, foram utilizados sensores eletrônicos capazes de captar as variações de temperatura e de radiação nas áreas cultivadas, no entanto, as medidas eram realizadas por meio de multímetros, de forma manual. Em geral, informações sobre a evapotranspiração das culturas são necessárias para aplicações em perímetros de irrigação e as áreas irrigadas no Semi-Árido nordestino são cultivadas, em sua maioria, com fruteiras.

Para a determinação da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo da mangueira no Submédio São Francisco, foi utilizado o método do balanço de

energia com base na razão de Bowen (LOPES, et al., 2001). A partir desses estudos, a coleta de dados dos sensores eletrônicos passou a ser realizada por meio de sistemas automáticos e do monitoramento microclimático dos pomares feito de forma continuada, durante todo o dia. Com o domínio das metodologias e do uso dos equipamentos, as pesquisas sobre evapotranspiração por meio de métodos micrometeorológicos foram realizadas para outras fruteiras de importância econômica. Nesse sentido, trabalhos foram realizados para as culturas da banana (*Musa* spp.) (TEIXEIRA, 2001; TEIXEIRA et al., 2002), da uva Itália (NETO, et al., 2000; TEIXEIRA et al., 1999), da manga (AZEVEDO et al., 2003; LOPES et al., 2001), da goiaba (*Psidium guajava* L.) (MOURA, 2005), da uva sem sementes em cultivo tradicional (SOARES, 2003) e orgânico (TEIXEIRA et al., 2003b), da uva para a produção de vinhos (TEIXEIRA et al., 2003a) e da uva sob cobertura plástica (MOURA et al., 2006). Além das fruteiras, os métodos micrometeorológicos foram usados, também, para a determinação da evapotranspiração da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) irrigada no Semi-Árido brasileiro (MOURA et al., 2007).

Nas pesquisas micrometeorológicas, a parceria entre o Inpe e a Embrapa proporcionou a realização de importantes estudos com a vegetação nativa do Semi-Árido. Em área de Caatinga preservada foi instalada uma torre micrometeorológica (Fig. 3), na qual são realizadas observações dos componentes do balanço de radiação e de energia, temperatura e umidade relativa do ar, temperatura e umidade no perfil do solo, precipitação, velocidade e direção do vento. Nessa pesquisa também estão sendo realizadas importantes observações sobre o comportamento dos fluxos de vapor d'água e de dióxido de carbono (OLIVEIRA et al., 2006, 2005).

Foto: Magna Soelma Beserra de Moura



**Fig. 3.** Torre micrometeorológica instalada sobre a Caatinga do Semi-Árido brasileiro.

## Visão de futuro

As primeiras projeções de clima futuro no Brasil, usando modelos climáticos regionais, sugerem a possibilidade de eventos climáticos extremos mais freqüentes, já indicados pelos modelos globais. Secas ocasionais (devidas à sazonalidade ou às variações interanuais das chuvas) e secas severas de longos períodos podem ser causadas ou agravadas pela influência humana sobre o meio ambiente (redução da cobertura vegetal; mudança do efeito de albedo, ou seja, a perda da capacidade de a Terra refletir a luz do Sol, causando redução da temperatura; mudanças climáticas locais; aumento dos gases de efeito estufa, ocasionando aumento da temperatura, etc.). Os cenários futuros utilizando modelos climáticos deverão ser direcionados para possíveis estratégias de mitigação e adaptação aos impactos das mudanças climáticas.

De acordo com Marengo (2006), aumento de 3 °C ou mais na temperatura média deixaria ainda mais seco os locais onde hoje há maior déficit hídrico no Semi-Árido, que também se tornaria mais vulnerável às chuvas torrenciais e concentradas em curto espaço de tempo, resultando em enchentes e graves impactos socioambientais. Ainda há possibilidades de que os “veranicos” ocorram com mais freqüência.

A Embrapa propôs, em janeiro de 2007, a criação de uma rede de pesquisas visando analisar, de maneira integrada, os impactos das mudanças climáticas globais na agricultura brasileira, por meio de modelagem matemática e elaboração de propostas de mitigação e adaptação, como ferramenta de suporte à decisão. A essa rede foi dado o nome de Plataforma em Mudanças Climáticas, na qual estão inseridos diversos pesquisadores que atuam no Semi-Árido do Brasil.

Dessa maneira, a pesquisa deverá atuar na análise das tendências climáticas, permitindo melhor compreensão das alterações climáticas que já possam ser detectadas para o Semi-Árido brasileiro. Esses estudos de análises de tendência devem ser realizados para séries de temperatura do ar e precipitação, assim como para informações sobre a ocorrência de eventos extremos. Além dos estudos com as séries de dados existentes, deve-se continuar realizando o monitoramento dos parâmetros climáticos e de sua evolução em anos futuros.

A pesquisa poderá atuar, também, no monitoramento de mudanças globais e em modelagem matemática dos sistemas produtivos e simulação de cenários. Dessa forma, deve-se realizar uma análise integrada do sistema produtivo para as principais culturas, que permita modelar, simular e antever os possíveis impactos gerados pelas mudanças climáticas, proporcionando informações necessárias para que a região possa adotar estratégias de mitigação ou adaptação.

O fortalecimento das parcerias entre diversas entidades de pesquisa sobre o Semi-Árido é essencial para estudos futuros que possam gerar informações

dos efeitos das mudanças climáticas sobre as principais culturas dessa região. Os estudos climáticos, utilizando temperatura, precipitação, graus/dia ou umidade relativa, na geração de cenários prováveis, servirão para avaliar o impacto das mudanças no desenvolvimento das culturas ou animais, na ocorrência de pragas, doenças, microorganismos do solo etc. Esses estudos poderão propiciar a análise de medidas de mitigação ou adaptação, dando suporte na tomada de decisões.

## Referências

- AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2007. Disponível em: <www.agritempo.gov.br>. Acesso em: 26 out. 2007.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).
- AMARAL, J. A. B.; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. **Zoneamento agrícola do algodão no Nordeste brasileiro**. Safra 2002/2003 - Estado da Bahia. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2002. 9 p. (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 160).
- AMARAL, J. A. B.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, M. T. **Zoneamento agrícola do feijão-caupi no Nordeste brasileiro, Safra 2005/2006**: Estado da Paraíba. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2005. 9 p. (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 253).
- AMORIM NETO, M. da S. **Estimativa da evapotranspiração potencial**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1989. 17 p. (Embrapa-CPATSA. Comunicado Técnico, 31)
- AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E.; BELTRÃO, N. E. de M. Zoneamento agroecológico e época de semeadura para a mamoneira na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, RS. v. 9, n. 3, 2001.
- COSTA, J. de P. R. da. **Comportamento fisiológico e consumo hídrico da cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) irrigada, nas condições semi-áridas do Nordeste brasileiro**. Campina Grande, 1989. 111 f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba.
- DNOCS. **O papel do DNOCS no Semi-Árido nordestino**. Fortaleza, 1983. 87 p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. **A pesquisa do CPATSA nas áreas irrigadas do Trópico Semi-Árido: resultados experimentais dos anos 1976/1977**. Petrolina, PE, 1978. Não paginado.
- EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. **Relatório técnico do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido - CPATSA 1979-1990**. Petrolina, PE, 1993. 175 p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. **Boletim Agrometeorológico**, 1979. Petrolina, PE, 1980b. (Embrapa-CPATSA. Boletim Agrometeorológico, 2). Não paginado.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. **Boletim Agrometeorológico**, 1978. Petrolina, PE, 1980a. 24 p. (Embrapa-CPATSA. Boletim Agrometeorológico, 1).
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. **Boletim Agrometeorológico**, 1980-1981-1982. Petrolina, PE, 1984. 135 p. (Embrapa-CPATSA. Boletim Agrometeorológico, 3).

- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. **Boletim Agrometeorológico**, 1983. Petrolina, PE, 1985a. 57 p. (Embrapa-CPATSA. Boletim Agrometeorológico, 4).
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. **Boletim Agrometeorológico**, 1984. Petrolina, PE, 1985b. 51 p. (Embrapa-CPATSA. Boletim Agrometeorológico, 5).
- GONDIN, J. G. C. **Reflexões sobre as secas**. Recife: Dnocs, 1984. 72 p.
- HARGREAVES, G. H. **Climatic zoning for agricultural production in Northeast Brazil**. Logan: Utah State University, 1974. 6 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura). **Projeto Áridas**. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <<http://www.iica.org.br/2001/projaridas/>>. Acesso em: 10 ago. 2002.
- LEITAO, M. de M. V. B. R. **Balanco de radiação e energia numa cultura de soja irrigada**. Campina Grande, 1989. 110 f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciência e Tecnologia.
- LIMA, M. G. de. **Critérios climatológicos para a delimitação do Semi-Árido no Estado do Piauí**. Teresina: Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, 1982. 22 p.
- LOPES, P. M. O.; SILVA, B. B. da; AZEVEDO, P. V.; SILVA, V. de P. R. da; TEIXEIRA, A. H. de C.; SOARES, J. M.; SOBRINHO, J. E. **Balanco de energia num pomar de mangueiras irrigado**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2001.
- MAGALHÃES, A. R.; GLANTZ, E. M. H. (Ed.). **Socioeconomic impacts of climate variations and policy responses in Brazil**. Brasília, DF: Fundação Grupo Esquel Brasil, 1992. 156 p.
- MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século 21**. Brasília, DF: MMA, 2006. 202 p. (Série Biodiversidade, v. 26).
- MENDES, B. V. **Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do Semi-Árido**. Fortaleza: Semace, 1997. 108 p.
- MOLLE, F. **Perdas por evaporação e infiltração em pequenos açudes**. Recife: Sudene, 1989. 175 p. (Sudene. Hidrologia, 25).
- MOURA, M. S. B. de. **Consumo hídrico, produtividade e qualidade do fruto da goiabeira irrigada na região do Submédio São Francisco**. Campina Grande, 2005. 122 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Campina Grande.
- MOURA, M. S. B.; SOARES, J. M.; GURGEL, M. T.; LEITÃO, M. de M. V. B. R.; OLIVEIRA, G. M. de. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo da videira WM em ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBMET, 2006. 1 CD-ROM.
- MOURA, M. S. B.; SOARES, J. M.; GURGEL, M. T.; SILVA, T. G. F. Balanco de energia na cana-de-açúcar irrigada no Submédio São Francisco. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 27., 2007, Mossoró. **Anais...** Agricultura irrigada no Semi-Árido. Mossoró: ABID: Governo do Estado do Rio Grande do Norte, 2007.
- NOBRE, P.; MELO, A. B. C. Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. **Revista Climanalise**, Cachoeira Paulista, SP, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2004. Disponível em: <[http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista/pdf/artigo\\_variabilidade\\_dez01.pdf](http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista/pdf/artigo_variabilidade_dez01.pdf)>. Acesso em: 20 de jun. 2006.
- NETO, J. A.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B. da; SOARES, J. M.; TEIXEIRA, A. H. de C. Exigências hídricas da videira na região do Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 8, p.1559-1566, ago. 2000.

- OLIVEIRA, C. M. S.; VIANNA, P. J. R. **Desenvolvimento regional: 50 anos do BNB**. Banco do Nordeste, Fortaleza, 2005. 340 p.
- OLIVEIRA, M. B. L.; SANTOS, A. J. B.; MANZI, A. O.; CORREIA, M. F.; MOURA, M. S. B. Análises das trocas de energia, radiação e de carbono no Semi-Árido nordestino. In: CONGRESSO ARGENTINO DE METEOROLOGIA, 9., 2005, **Annales...** Buenos Aires. Tempo, clima, água y desarrollo sostenible: Buenos Aires: Centro Argentino de Meteorólogos, 2005. 1 CD-ROM.
- OLIVEIRA, M. B. L. de; SANTOS, A. J. B.; MANZI, A. O.; ALVALÁ, R. C. dos S.; CORREIA, M. de F.; MOURA, M. S. B. de. Trocas de energia e fluxo de carbono entre a vegetação de Caatinga e atmosfera no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3b, p. 386-286, 2006.
- PORTO, E. R.; GARAGORRY, F. L.; MOITA, A. W.; SILVA, A. de S. **Risco climático: estimativa de sucesso da agricultura dependente de chuva para diferentes épocas de plantio I: cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 1983. 129 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 23).
- REDDY, S. J.; AMORIM NETO, M. da S. **Análise de séries temporais da precipitação de alguns locais do Nordeste brasileiro, resultados preliminares**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 1984. 6 p. (Embrapa Semi-Árido. Pesquisa em andamento, 29).
- SILVA, F. B. R.; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAUJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido; Recife: Embrapa Solos, Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. v. 2, 387 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 80).
- SILVA, A. A. G. da; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; BARROS, A. H. C.; AMARAL, J. A. B. do; SILVA, M. A. V.; FACCIOLI, G. G.; SILVA, R. R. da; GOMES, N. O. de O.; BATISTA, W. R. M. Zoneamento de risco climático para a cultura da mangueira no Estado do Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBMET, 2006. 1 CD-ROM.
- SILVA, A. A. G. da; BARROS, A. H. C.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de ; BORDINE, J. A.; ASSAD, E. D.; MEDEIROS, F. C.; TANAJURA, R. P. Zoneamento de Risco Climático para o milho no Estado de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13, 2004, Fortaleza. **Anais...** Meteorologia e o desenvolvimento sustentável. Fortaleza: SBMET, 2004. 1 CD-ROM.
- SILVA, A. A. G. da; ASSUNÇÃO, H. F.; OLIVEIRA, L. S. da. Zoneamento edafoclimático para a cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Estado de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** A meteorologia brasileira além do ano 2000. Rio de Janeiro: SBMET, 2000. 1 CD-ROM.
- SOARES, J. M. **Consumo hídrico da videira festival sob intermitência de irrigação no Submédio São Francisco**. Campina Grande, 2003. 309 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia.
- SUDENE. Departamento de Recursos Naturais. **Plano de aproveitamento integrado dos recursos hídricos do Nordeste do Brasil - Fase I: estudos climatológicos: texto**. Recife, 1980. v. 2.
- TEIXEIRA, A. H. de C.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; SOARES, J. M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3. n. 3, p. 413-416, 1999.
- TEIXEIRA, A. H. de C.; SOUZA, R. A. de; RIBEIRO, P. H. B.; REIS, V. C. da S. Zoneamento agroclimático da cultura da videira no Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 1, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá: SBB, 2001. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASSOI, L. H.; COSTA, W. P. L. B. da; SILVA, J. A. M. e; SILVA, E. E. G. da. Consumo hídrico da bananeira no Vale do São Francisco estimado pelo método da razão de Bowen. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 10, n. 1, p. 45-50, 2002.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASSOI, L. H.; SILVA, T. G. F. da. Estimativa da evapotranspiração da videira para vinho utilizando o balanço de energia e a metodologia proposta pela FAO. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., 2003. Juazeiro. **Anais...** O agronegócio da agricultura irrigada com revitalização hídrica: a chave para mais empregos e reversão de ciclos de pobreza em ciclos de prosperidade: Juazeiro, BA: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem: Governo do Estado da Bahia, 2003a. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASSOI, L. H.; SILVA, T. G. F. da. Consumo hídrico em um cultivo orgânico de videira para uva de mesa. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13 2003, Juazeiro. **Anais...** O agronegócio da agricultura irrigada com revitalização hídrica: a chave para mais empregos e reversão de ciclos de pobreza em ciclos de prosperidade: Juazeiro, BA: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem: Governo do Estado da Bahia. 2003b. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, A. H. de C. Avaliação dos componentes do balanço de energia durante o primeiro ano de cultura da banana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 28-32, 2001.

TURCO, S. H. N.; ARAÚJO, G. G. L. de; TEIXEIRA, A. H. C.; GUIMARÃES FILHO, C.; OLIVEIRA, E. M. de; ALENCAR, S. C. de. **Avaliação de alguns fatores do meio que influenciam a adaptação, o comportamento fisiológico e o desempenho de bovinos da raça Sindi, nas condições ambientais do Semi-Árido Brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

VAREJÃO-SILVA, M. A.; CEBALLOS, J. C. **Critérios climatológicos para a delimitação do Semi-Árido no Estado da Paraíba**. Campina Grande: UFPB, Núcleo de Meteorologia Aplicada, 1981. 21 p.

## Literatura recomendada

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Ciência e Tecnologia. Portaria Interministerial nº.1, de 9 de março de 2005. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 11 mar. 2005. Seção 1, p. 41.

FIORAVANTI, C. Um Brasil mais quente. **Revista Fapesp Pesquisa, Ciência e Tecnologia no Brasil**, São Paulo, n. 130, dez. 2006. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/>>. Acesso em: 24 jun. 2007.

SUDENE. **As secas no Nordeste**: uma abordagem histórica de causas e efeitos. Recife, 1981. 81 p.

COELHO FILHO, M. A.; ANGELOCCI, L. R.; CAMPECHE, L. F. S. M.; ROJAS, J. S. D.; FOLEGATTI, M. V. Relações entre transpiração máxima, área foliar e evapotranspiração de referência em pomar jovem de lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tan.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 12, n. 2, 2004.

NORDESTE sertanejo: a região semi-árida mais povoada do mundo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 13, n. 35, p. 60-68, maio/ago. 1999.