

Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos



Capítulo 1

Pedro Carlos Gama da Silva
Magna Soelma B. de Moura
Lúcia Helena Piedade Kiill
Luiza Teixeira de Lima Brito
Lúcio Alberto Pereira
Iêdo Bezerra Sá
Rebert Coelho Correia
Antônio Heriberto de C. Teixeira
Tony Jarbas Ferreira Cunha
Clóvis Guimarães Filho

Introdução

A região semiárida do Nordeste brasileiro compreende uma área de 982.563,3 km² e comporta 1.133 municípios com, aproximadamente, 22 milhões de habitantes, segundo as estimativas de população do IBGE para 2007, distribuídos conforme apresentado na Tabela 1 e ilustrado na Figura 1.

Tabela 1. Área, população e número de municípios das unidades da federação do Semiárido brasileiro em 2007.

Unidade da Federação	Municípios no SAB		Área no SAB			População no SAB (2007) ⁽¹⁾	
	Nº	%	(km ²)	% SAB	% do SAB na UF	Habitantes	% SAB
PI	127	11,2	150.454,30	15,3	59,9	1.026.537	4,7
CE	150	13,2	126.514,90	12,9	86,8	4.552.398	20,7
RN	147	13,0	49.589,90	5,0	93,4	1.696.915	7,7
PB	170	15,0	48.785,30	5,0	86,6	2.044.185	9,3
PE	122	10,8	86.710,40	8,8	88,0	3.468.107	15,7
AL	38	3,4	12.686,90	1,3	45,6	878.723	4,0
SE	29	2,6	11.175,60	1,1	50,9	421.945	1,9
BA	265	23,4	393.056,10	40,0	69,7	6.729.102	30,5
MG	85	7,5	103.590,00	10,5	17,7	1.222.153	5,5
SAB	1.133	100,0	982.563,40	100,0		22.040.065	100,0

Fontes: Brasil (2005a); ⁽¹⁾IBGE (2007).

A Região Nordeste do Brasil, com 1,56 milhão de km² (18,2% do território nacional), comporta a maior parte do Semiárido brasileiro, que se localiza na porção central dessa região, abrangendo os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte do norte do Estado de Minas Gerais (Região Sudeste). Com uma precipitação anual máxima de 800 mm, insolação média de 2.800 h.ano⁻¹, temperaturas médias anuais de 23 °C a 27 °C, evaporação média de 2.000 mm.ano⁻¹ e umidade relativa do ar média em torno de 50%, o Semiárido brasileiro, caracteristicamente, apresenta forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações em um curto período, em média, de três a quatro meses, apresentando volumes de água insuficientes em seus mananciais para atendimento das necessidades da população.



Figura 1. Mapa da nova delimitação do Semiárido brasileiro.

Fonte: Brasil (2005a).

Com relação aos aspectos demográficos, em 2007, a população nordestina representava 28,0% do contingente populacional do país, com uma população de 51.507.545 habitantes (IBGE, 2007). Quando se considera o período de 2000 a 2007, constata-se que essa população manteve-se praticamente estável, tendo em vista que, em 2000, o Nordeste brasileiro contava com 28,1% da população brasileira.

A porção semiárida brasileira, no ano 2000, segundo o IBGE, registrava 20.877.925 habitantes, representando 43,7% do total da população da região Nordeste. Em 2007, o contingente populacional aumentou para 22.040.065 habitantes, mas a participação do Semiárido reduziu-se para 42,8% da população nordestina. Como pode ser observado na Tabela 2, o ritmo de crescimento da população no Semiárido (5,57%) foi inferior ao do Nordeste (7,89%) e ao do Brasil (8,3%).

Tabela 2. População residente - Brasil, Nordeste, Semiárido (1996 e 2007).

População residente	2000	2007 ⁽¹⁾	Variação (%)
Brasil	169.799.170	183.888.841	8,30
Nordeste	47.741.711	51.507.545	7,89
Semiárido	20.877.925	22.040.065	5,57

Fonte: IBGE (2000); ⁽¹⁾IBGE (2007).

O Semiárido brasileiro é um dos mais povoados do mundo e, em função das adversidades climáticas, associadas aos outros fatores históricos, geográficos e políticos que remontam centenas de anos, abriga a parcela mais pobre da população do país (NORDESTE..., 1999). Grande parte da população que vive nessa área está diretamente vinculada a atividades agropastoris e busca seu sustento sobre a base de recursos naturais existentes em suas propriedades ou no entorno destas. Tais atividades são altamente dependentes da chuva e, em razão das adversidades climáticas, com ciclos de secas acentuados, resultam em forte degradação ambiental.

No período 1996-2006, constatou-se uma redução no número de pessoas ocupadas nas atividades agropecuárias no país, na região Nordeste e no

Semiárido (Tabela 3). Em 2006, o percentual de pessoas ocupadas no setor agropecuário, em relação à população total do País, era de 8,9%, enquanto no Nordeste, essa participação alcançava 14,9% da população regional. Entretanto, vale ressaltar que, em 2006, a Região Nordeste detinha 46,5% das pessoas ocupadas no setor agropecuário do País, a maioria destas (83,0%) localizada na região semiárida.

Tabela 3. Pessoal ocupado em atividades agropecuárias no Brasil, na Região Nordeste e no Semiárido brasileiro (1996 e 2006).

Pessoal ocupado	1996	2006	Variação (%)
Brasil	17.930.890	16.567.544	- 7,60
Nordeste	8.210.809	7.698.631	- 6,24
Semiárido	6.630.180	6.354.934	- 4,15

Fonte: IBGE (2006).

Estudos realizados em ambientes semiáridos demonstram uma estreita ligação da atuação do homem sobre o meio, com processos negativos sobre a flora e a fauna silvestres e, principalmente, sobre os solos, onde os processos erosivos se intensificam e passam a constituir indícios marcantes de desertificação, estando o clima fortemente associado a esse contexto. Os aspectos naturais do Semiárido brasileiro precisam, portanto, ser considerados e melhor compreendidos, para que seja possível melhorar a convivência do homem com esse ambiente.

Neste capítulo faz-se uma caracterização geral dos aspectos naturais e socioeconômicos do Semiárido brasileiro. Com relação aos recursos naturais, ênfase será dada à caracterização do clima e hidrografia, seguida da vegetação e fauna, descritos nessa sequência, considerando que a geologia, relevo e solos, aqui tratados de forma muito sucinta, serão melhor aprofundados no próximo capítulo. Em seguida, serão descritos os aspectos socioeconômicos.

Aspectos naturais

A característica marcante da região semiárida é a ocorrência de uma variedade de paisagens e ambientes. A região semiárida contempla 17 grandes unidades de

paisagens, por sua vez subdivididas em 105 unidades geoambientais, de um total de 172 no Nordeste como um todo (SILVA et al., 1993).

Em relação à geologia, Jacomine (1996) dividiu a região em três áreas conforme a natureza do material originário: áreas do cristalino, áreas do cristalino recobertas por materiais mais ou menos arenosos e áreas sedimentares.

O relevo da região é muito variável, o que contribui para o elevado número de grandes unidades de paisagem mencionado. A altitude média fica entre 400 m e 500 m, mas pode atingir 1.000 m. Ao redor de 37% da área é de encostas com 4% a 12% de inclinação e 20% de encostas têm inclinação maior que 12%, o que determina uma presença marcante de processos erosivos nas áreas antropizadas (SILVA, 2000).

Quatro ordens de solos, de um total de quinze, ocupam 66% da área sob caatinga, espacialmente fractionadas (Latossolos - 19%; Neossolos Litólicos - 19%; Argissolos - 15% e Luvissolos - 13%). Segundo Silva (2000), 82% da região apresentam solos de baixo potencial produtivo, seja por limitações de fertilidade e de profundidade do perfil, seja por limitações de drenagem e de elevados teores de sódio (Na) trocável (CUNHA et al., 2008; SALCEDO; SAMPAIO, 2008).

Clima e hidrografia

O clima é uma das características mais importantes do Semiárido, principalmente devido à ocorrência das secas estacionais e periódicas (MENDES, 1997), determinantes do sucesso (ou não) das atividades agrícolas e pecuárias e, consequentemente, da sobrevivência das famílias, com grande influência sobre os condicionamentos de ordens ecológica, botânica e fitogeográfica, dentre outros.

A insuficiência de dados climáticos, em especial de precipitação, sempre foi uma grande dificuldade para caracterização do regime de chuvas no Semiárido, especialmente para os pioneiros nesses estudos. Os trabalhos iniciais realizados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), com a instalação de observatórios meteorológicos e estações pluviométricas, focaram os estudos nas regiões suscetíveis às secas (GONDIM, 1984). As informações

climáticas, especialmente de chuva e evaporação, foram essenciais para a implantação da primeira rede hidrométrica básica do país no Polígono das Secas (DNOCS, 1983). O DNOCS realizou o monitoramento dos dados hidrométricos no Semiárido no período de 1912 a 1960. Posteriormente, esse trabalho foi ampliado pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), o que permitiu uma caracterização detalhada dos principais fatores climáticos (SUDENE, 1980), com a instalação de uma série de estações meteorológicas e de postos pluviométricos no Nordeste.

Os estudos climatológicos tornaram-se mais sistemáticos e ganharam maior importância depois que os institutos de meteorologia e de pesquisa agropecuária assumiram a responsabilidade da coleta de dados da maioria das estações instaladas pela SUDENE. Com a criação do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido (Embrapa Semiárido), em 1975, foram intensificadas as atividades orientadas para o estudo dos recursos naturais e socioeconômicos, visando o desenvolvimento de sistemas de produção mais adequados à biodiversidade do Semiárido (EMBRAPA, 1993).

A precipitação pluviométrica do Semiárido brasileiro é marcada pela variabilidade interanual, que, associada aos baixos valores totais anuais de chuva, contribui, como um dos principais fatores, para a ocorrência dos eventos de “secas”. De acordo com estudo de Marengo (2006), o Semiárido brasileiro sempre foi acometido por grandes secas ou grandes enchentes. Esses eventos têm implicações diretas sobre a produção agropecuária, sendo os principais responsáveis pelo sucesso ou não dessa importante atividade econômica da região. Na Tabela 4, elaborada a partir de uma compilação de informações fornecidas por Oliveira e Vianna (2005), Marengo (2006) e Rebouças et al. (2006), é apresentada a cronologia das secas ocorridas a partir do século 16, que podem ser associadas às crises de produção agrícola e de suprimento de água e de alimentos para a população e os rebanhos. A estes períodos de seca, também, se relacionam os movimentos sociais que normalmente ocorrem na região. Segundo o mesmo autor, ocorrem entre 18 e 20 anos de seca por período de 100 anos, com ocorrência mais frequente a partir do século 20.

Tabela 4. Cronologia da ocorrência de secas no Nordeste do Brasil entre os séculos 16 e 21.

Década	Século					
	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	1824/1825	-	-
	-	-	1723/1724	1829	-	-
	-	-	1725/1726	-	-	-
	-	-	1727	-	-	-
30	-	-	1730	1830	1932	-
	-	-	1736/1737	1833	-	-
40	-	1645	1744/1745	1844/1845	1942	-
	-	-	1746/1747	-	-	-
	-	1652	1751	-	1951/1952	-
50	-	-	1754	-	1953	-
	-	-	-	-	1958	-
	-	-	1760	-	1962	-
60	-	-	1766	-	1966	-
	-	-	1771/1772	1870	1970	-
	-	-	1777/1778	1877/1878	1976	-
70	-	-	-	1879	1979	-
	-	1583	1783/1784	1888/1889	1980/1981	-
	-	1587	-	-	1982/1983	-
	-	1692	1791/1792	1898	1990/1991	-
80	-	-	1793	-	1992/1993	-
	-	-	-	-	1998/1999	-

Fonte: Adaptado de Oliveira e Vianna (2005); Marengo (2006); Rebouças et al. (2006).

A ocorrência de veranicos e a própria variabilidade interanual da precipitação são, em muitos casos, decorrentes de fenômenos meteorológicos de grande escala, como o El Niño (SOUZA et al., 2001). No entanto, há anos em que se verifica a ocorrência de secas sem que se tenha registro deste fenômeno. Assim, a variabilidade interanual da pluviometria nesta região, também, está associada a variações de padrões de temperatura da superfície do mar (TSM) sobre os oceanos tropicais (Atlântico e Pacífico), os quais afetam a posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico (NOBRE; MELO, 2001) e influenciam na ocorrência das precipitações, em sua quantidade, intensidade e frequência.

No que se refere aos totais anuais, a climatologia das precipitações no Semiárido é ilustrada na Figura 2, a qual abrange todo o Nordeste. Nela se observa que, à medida que se afasta do litoral leste, onde as chuvas são superiores a 1.000 mm,

e se vai adentrando para o interior da região, nos limites do Semiárido, as precipitações diminuem e alcançam valores médios inferiores a 500 mm anuais. No centro do mapa, que coincide com o núcleo do Semiárido, é onde se verificam os menores índices totais anuais de chuva, em função de essa região coincidir com o ponto final de influência das principais frentes que convergem para o interior do Nordeste.

O valor anual da precipitação nem sempre guarda correspondência com a qualidade da estação chuvosa para o sucesso da atividade agropecuária, vez que podem ocorrer períodos prolongados de estiagem, que se intercalam com episódios de chuvas mais intensas, ocasionando a conhecida “seca verde”, que também afeta negativamente a produção agrícola e a disponibilidade de forragem para os animais. Dessa forma, a distribuição temporal da chuva é muito importante. As chuvas são concentradas em apenas três ou quatro meses e ocorrem em poucos dias do ano, sendo, em geral, intensas e intercaladas por períodos de veranicos.

Na Figura 3, observa-se que a quadra chuvosa para os estados do norte do Nordeste, como Ceará, Rio Grande do Norte e parte da Paraíba, ocorre entre os meses de fevereiro e maio, enquanto que no oeste da Paraíba e Pernambuco, leste do Piauí e norte da Bahia, os 4 meses mais chuvosos são janeiro, fevereiro, março e abril, sendo que em algumas dessas regiões, já é possível observar a ocorrência de precipitação no mês de dezembro.

Para um manejo racional dos recursos naturais em regiões semiáridas, as informações climáticas são indispensáveis. A demanda hídrica, geralmente, excede o suprimento nestas regiões e um dos maiores problemas é a conjunção da irregularidade das chuvas com a ocorrência de elevadas temperaturas, ocasionando altas taxas de deficiências hídricas.

A irregularidade no regime pluviométrico, acompanhada pelo intenso calor, resulta em elevadas taxas de evapotranspiração potencial e real, as quais reduzem a umidade do solo e a quantidade de água armazenada nos reservatórios. Em outras palavras, a precipitação reduzida e irregular e as altas taxas evapotranspiratórias durante o ano resultam em um balanço hídrico negativo.

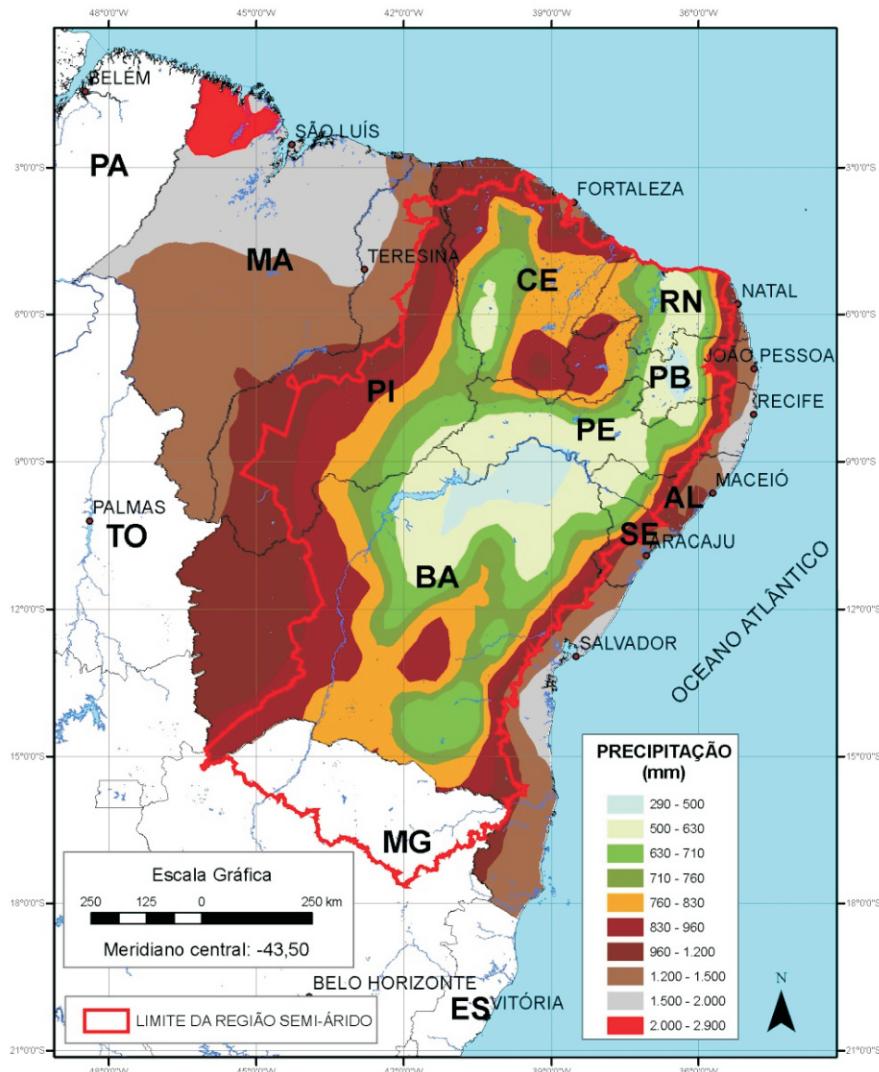


Figura 2. Climatologia da precipitação anual da Região Nordeste do Brasil.

Fonte: Moura et al., (2007)

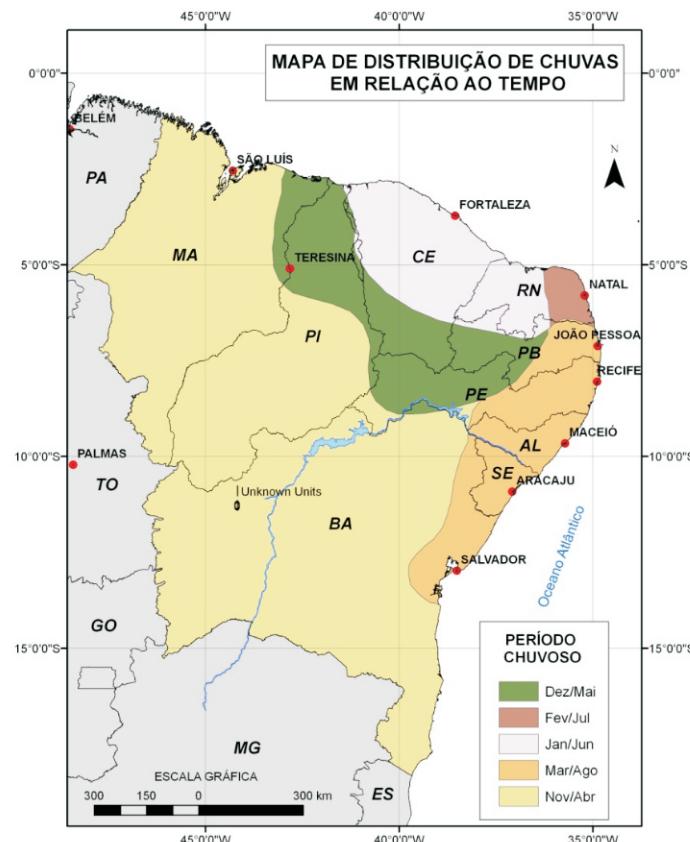


Figura 3. Mapa do início da quadra chuvosa (distribuição de chuvas em relação ao tempo) do Nordeste do Brasil.

Fonte: Adaptado de Rebouças (1972).

Com base em dados medidos e estimados, tem-se observado que, excetuando algumas áreas de maior altitude dos estados do Ceará, Bahia e Pernambuco, onde os valores anuais da temperatura média variam de 20 °C a 24 °C, o Semiárido apresenta elevada temperatura média anual (Figura 4). Com relação ao comportamento mensal da temperatura média, são os meses de maio a agosto os que apresentam valores mais baixos, principalmente na porção central, enquanto que nas proximidades do equador, os valores da temperatura são mais elevados durante todo o ano.

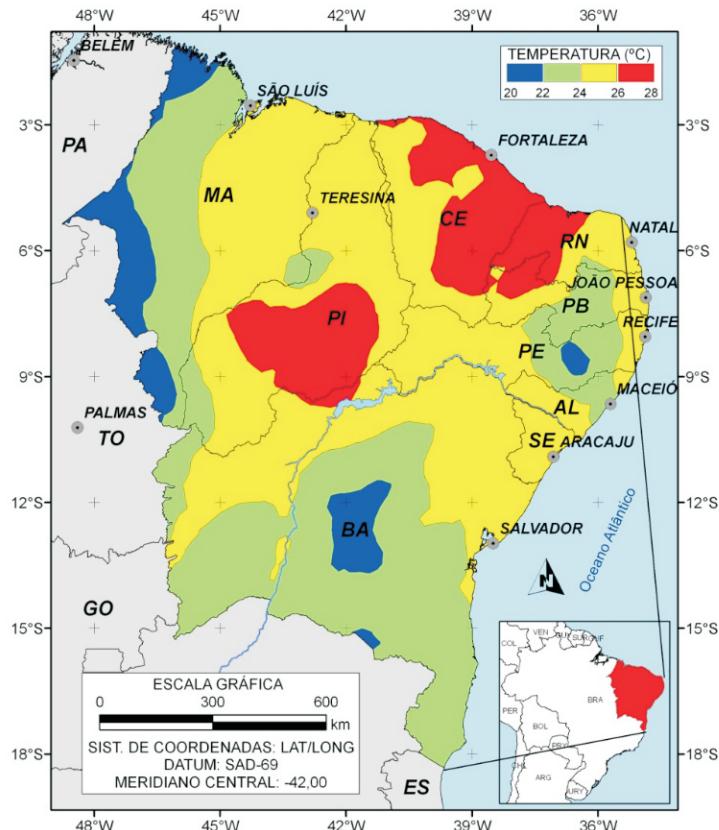


Figura 4. Climatologia da temperatura do ar média anual da Região Nordeste do Brasil.

Elaboração: Magna Soelma Beserra de Moura e Ivan Ighour Silva Sá, 2010.

Em função da reduzida quantidade de estações meteorológicas com instrumentos para medir a umidade relativa do ar ao longo do Semiárido, os mapas com dados espacializados encontrados estão disponíveis para visualização no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para o período de 1961 a 1990. Os dados de umidade relativa do ar são de extrema importância para a realização do zoneamento agroclimático e para a determinação da adaptabilidade de animais e vegetais. A Figura 5 apresenta um mapa da umidade relativa do ar para a Região Nordeste (REBOUÇAS; MARINHO, 1972).

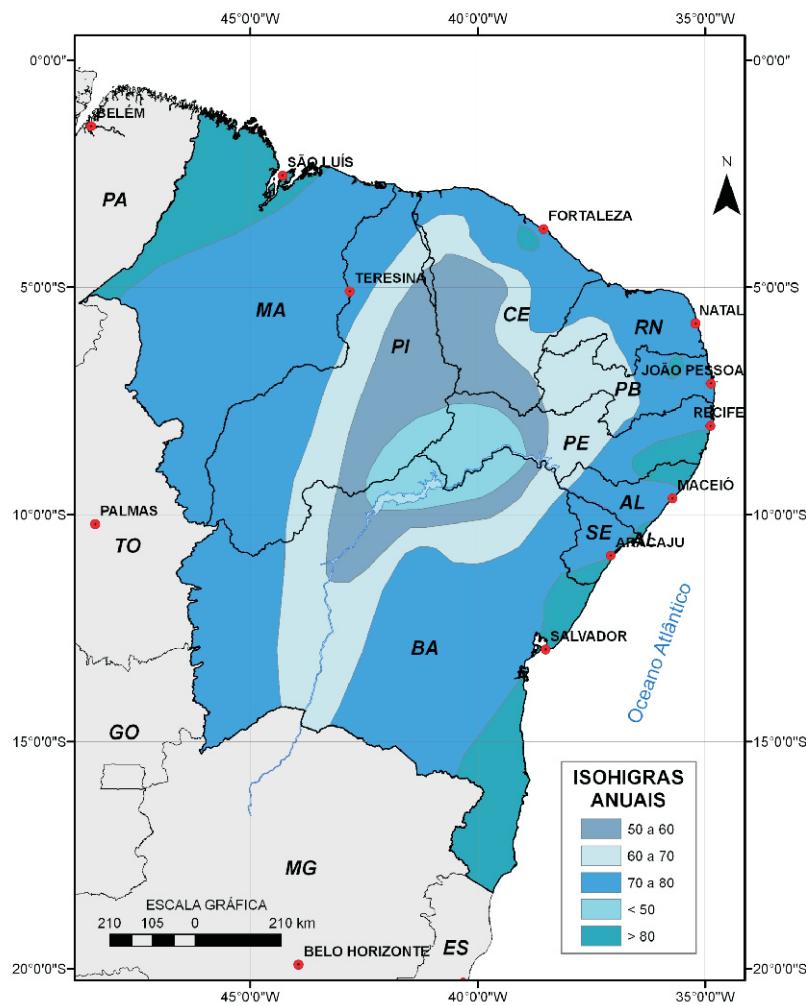


Figura 5. Mapa da Região Nordeste do Brasil com informações sobre a umidade relativa do ar (em %).

Fonte: Adaptado de Rebouças (1972).

Dos elementos que caracterizam o clima, a radiação solar, a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento são aqueles que exercem maior efeito sobre a evaporação. Este último parâmetro varia em função da latitude e, ainda, numa mesma latitude, em consequência da altitude e em função da distância do local em relação ao oceano (ALLEN et al., 1998).

No Nordeste, a evaporação varia de 1000 mm.ano⁻¹, no litoral da Bahia e Pernambuco, atingindo 2.000 mm.ano⁻¹ no interior do Semiárido, podendo chegar a 3.000 mm.ano⁻¹ (IICA, 2002) na área do chamado “Cotovelo do São Francisco”, próximo a Petrolina, PE/Juazeiro, BA. Os valores mais elevados ocorrem nos meses de outubro a dezembro e os mínimos, de abril a junho. Na Figura 6, são apresentados os valores mapeados para o Nordeste.

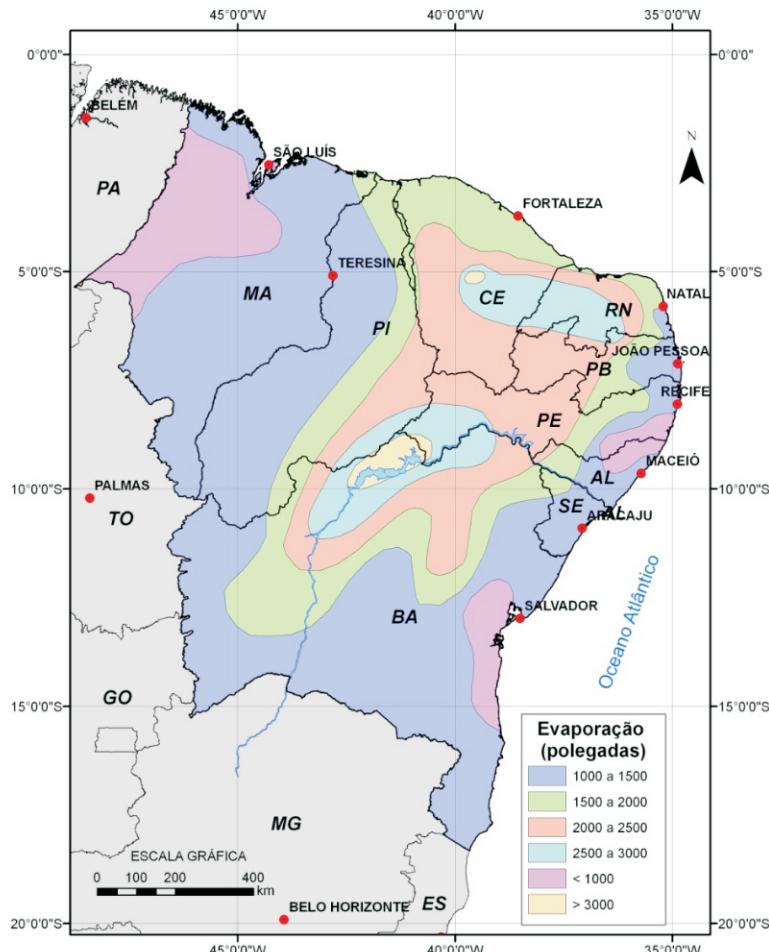


Figura 6. Mapa da Região Nordeste do Brasil com informações sobre a evaporação .

Fonte: Adaptado de Rebouças (1972).

Historicamente, o aproveitamento dos recursos hídricos no Nordeste brasileiro teve início ainda no século 19, a partir de debates sobre a escassez de água em decorrência das secas periódicas, culminando com a criação de instituições diversas e programas governamentais de desenvolvimento. As intervenções públicas na região foram muitas e diversificadas, em sua maioria, voltadas para o enfrentamento dos problemas das secas, quando deveriam ter sido disponibilizadas alternativas permanentes para melhoria da infraestrutura regional. Foi inegável esta contribuição, mas as ações implementadas não foram capazes de superar a vulnerabilidade dos agroecossistemas diante desse fenômeno natural e constituir alternativas de desenvolvimento sustentável.

Neste sentido, destacam-se os estudos do professor José Guimarães Duque, que deu formidável base de conhecimento sobre a realidade regional. Os seus livros contêm os estudos iniciais e mapeamentos edafoclimáticos regionais, que incluem recomendações claras e específicas para o aproveitamento econômico sustentável dos recursos naturais – as bases de um plano de desenvolvimento socioeconômico sustentável para o Semiárido. No livro *Solo e água no Polígono das Secas*, publicado pela primeira vez em 1949, Duque (1973) estabeleceu o enfoque ecológico associado ao desenvolvimento econômico e social, embora, na época, não existisse o conceito de desenvolvimento sustentável com suas dimensões social, econômica e ambiental. É enfatizado neste livro que o atraso do Semiárido se explica por uma complexa articulação entre os condicionantes ambientais, socioeconômicos, políticos e despreparo da população ou desprezo às técnicas. À época, já era recomendado um forte programa de educação com enfoque mais tecnológico, visando fornecer subsídios à população sobre os problemas regionais e suas soluções. Também, foi dada ênfase à necessidade da multidisciplinaridade, como forma de melhor compreender a região e identificar tecnologias sustentáveis, nos conceitos atuais.

A Região Nordeste tem uma realidade complexa, notadamente no que diz respeito à relativa escassez de recursos naturais e, em especial, à variabilidade climática, principalmente no Semiárido, que corresponde a, aproximadamente, 63% de sua área. No tocante aos recursos hídricos, de acordo com o Projeto Áridas (1994), as principais características estão associadas à intermitência dos rios, a secas periódicas, a cheias frequentes e ao

uso predominante da água para abastecimento humano e agropecuário. As águas subterrâneas são limitadas, devido ao fato de 70% do Semiárido estar localizado sob embasamento geológico cristalino, cujos solos são, predominantemente, arenosos ou arenoargilosos e rasos, em função de a rocha que lhes dá origem estar localizada próxima à superfície, dificultando a drenagem. A irregularidade e os baixos valores das precipitações pluviométricas concorrem para as baixas taxas de escoamento superficial, tornando essenciais a construção de açudes e a perfuração de poços, a fim de possibilitar a utilização da água para consumos humano e animal, bem como para produção de alimentos. Os esforços envidados ao longo do tempo, por iniciativas públicas e privadas, para aumentar a infraestrutura hídrica na região, têm se mostrado ainda insuficientes. Com disponibilidade hídrica de mais de 85 bilhões de metros cúbicos de água, dos quais, aproximadamente, 65% encontram-se nos reservatórios de Sobradinho (34,116 bilhões), Itaparica (11,782 bilhões), Xingó (3,800 bilhões), Moxotó (1,226 bilhões) e Boa Esperança (5,085 bilhões), todos localizados na bacia do São Francisco (PROJETO ÁRIDAS, 1994). Porém, devido às dimensões regionais, esse volume só atende às famílias localizadas próximas a esses reservatórios.

Com relação às fontes subterrâneas, embora se perfurem poços na região desde o século passado, somente a partir da década de 1960, com a criação da SUDENE, a água subterrânea no Brasil começou a ser estudada cientificamente. Na época, esta instituição, atuando dentro de sua missão, promoveu estudos pioneiros na Região Nordeste, materializados no Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, constituído por vários volumes e mapas, cujas informações ainda são referências até hoje (SUDENE, 1978). Estima-se, atualmente, que em todo o Nordeste existam por volta de 150.000 poços profundos (CPRM, 2001). Entretanto, devido às características geológicas, com o predomínio das rochas cristalinas, os sistemas aquíferos são do tipo fissural e apresentam baixas vazões, em geral, inferiores a $3 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, com elevados teores de sólidos dissolvidos totais, registrando, em média, 3 g.L^{-1} , com predominância de cloretos (LEAL, 1999).

A condição de baixa disponibilidade hídrica nesta região poderá se agravar caso se confirmem os cenários globais das alterações climáticas, indicados no Relatório sobre Mudanças Climáticas do Intergovernmental Panel on Climate

Change (IPCC). Especificamente, no caso do Brasil, os impactos mais severos seriam no Semiárido, que tenderia a ficar mais seco em função de: a) redução de 15% a 20% das chuvas e ocorrência de secas mais intensas; b) significativa redução no nível de água dos reservatórios subterrâneos, com estimativas de até 70% até o ano 2050; c) aumento da temperatura entre 3 °C e 4°C para a segunda metade do século 21, com sérias consequências na redução das vazões do Rio São Francisco (15% a 20%) e aumento nas taxas de evaporação dos reservatórios de águas superficiais, e d) alteração na composição da Caatinga, dando lugar a uma vegetação mais típica de zonas áridas, com predominância de cactáceas (MARENGO, 2006).

Confirmadas estas previsões, com o agravamento da escassez de água, segundo Brown et al. (2000), surgiriam consequências graves na disponibilidade de alimentos, considerando a necessidade média de mil toneladas de água para produção de uma tonelada de grãos. A competição pela água influenciaria, portanto, na escassez de alimentos para a população sempre crescente, principalmente nas regiões que já sofrem com problemas de falta de alimentos e de água, até mesmo para atender o consumo humano.

No contexto do uso da água na agricultura, Falkenmark (2002), citado por Gnadlinger et al. (2007), ressalta que o uso de tecnologias de captação e manejo de água de chuva é indispensável em regiões áridas e semiáridas, pois além de fornecer água para consumo das famílias, possibilita seu uso pelas plantas, denominada de “água verde” ou “água azul”, e para os animais.

Entre essas ações de pesquisas, vale ressaltar importantes contribuições voltadas para a irrigação de pequenas áreas, como potes de barro, cápsulas porosas, mangueiras e xique-xique, ainda hoje utilizadas em várias áreas semiáridas do mundo, bem como aquelas que se prestam às grandes áreas, como irrigação por sulcos, aspersão, microaspersão e gotejamento, entre outras.

Com relação à agricultura de sequeiro, que depende da quantidade, distribuição e intensidade das chuvas, várias instituições de pesquisa e desenvolvimento regional, entre as quais a Embrapa Semiárido, defendem que, para viabilizar essa modalidade de agricultura e a economia regional, deveriam ser introduzidas e difundidas culturas adaptadas às distintas condições edafoclimáticas do Semiárido.

Os conhecimentos acumulados sobre os recursos naturais do Semiárido brasileiro, principalmente no que concerne ao total anual das chuvas ocorridas, permitem concluir que não é a falta de chuvas a responsável pela oferta insuficiente de água na região, mas sua má distribuição, associada a uma alta taxa de evapotranspiração, bem como a falta de políticas públicas para disponibilizar os meios e orientar a população para captar e armazenar a água das chuvas para ser utilizada no período seco. A esses fatores naturais e políticos, está associado o uso inadequado da água nos mais variados setores – agrícola (irrigação), indústria, uso doméstico, entre outros, gerando desperdícios e contaminação. Assim, é essencial o uso racional da água, adotando-se iniciativas para reduzir o consumo e estimular novas atitudes e comportamentos que gerem menos degradação. A sociedade deve pensar e agir com foco no desenvolvimento econômico, porém, preservando os recursos naturais, sobretudo a água. A educação e a conscientização do consumidor são fundamentais para induzir mudanças em seus hábitos, decisivas em regiões com limitações naturais de água.

Diante deste cenário, o maior desafio a ser enfrentado para produzir alimentos, talvez não seja a escassez de água, mas uma gestão integrada e compartilhada com os diferentes usuários dos recursos hídricos, como preconizada pela Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), fortalecida pelo uso de inovações tecnológicas voltadas para captação, armazenamento e uso racional da água de chuva, de forma a reduzir os riscos da produção agrícola.

Vegetação e fauna

O Semiárido brasileiro tem a maior parte de seu território ocupada por uma vegetação adaptada às condições de aridez, de fisionomia variada, denominada Caatinga. Este ecossistema é considerado extremamente importante do ponto de vista biológico, sendo um dos poucos que tem sua distribuição totalmente restrita ao território brasileiro. Estudos recentes, contemplando levantamentos da flora e da fauna, mostram que a Caatinga possui considerável número de espécies endêmicas e, por isso, deve ser considerada um patrimônio biológico de valor incalculável.

A composição florística desse bioma não é uniforme e varia de acordo com o volume das precipitações pluviométricas, da qualidade dos solos, da rede

hidrográfica e da ação antrópica, sendo que essa heterogeneidade, tanto em relação à fisionomia quanto à composição, tem levado alguns autores a utilizar sua denominação no plural – as Caatingas brasileiras (ANDRADE-LIMA, 1981).

De acordo com Giulietti et al. (2006), foram registradas até o momento cerca de 1.500 espécies para a região, sendo as famílias Leguminosae (18,4%), Convolvulaceae (6,82%) Euphorbiaceae (4,83%), Malpighiaceae (4,7%) e Poaceae (4,37%) consideradas as mais ricas em número de espécies. Esses mesmos autores comentam, ainda, que a vegetação desse bioma pode ser conceituada como um tipo de floresta de porte baixo, com dossel geralmente descontínuo, folhagem decídua na estação seca e árvores com ramificação profusa, comumente armadas com espinhos ou acúleos, sendo frequente a presença de microfilia e características xeromorfas. A presença de espécies endêmicas indica que se trata de um ecossistema rico em biodiversidade, sendo a flora representada por cerca de 20 gêneros e mais de 300 espécies, com destaque para a família Leguminosae, detentora de 80 espécies de distribuição exclusiva nessa região (GIULIETTI et al., 2002).

As árvores e arbustos que compõem a Caatinga apresentam copas que podem atingir de 4 m a 7m, porém algumas espécies se destacam na paisagem, podendo alcançar até 10 m, como, por exemplo, *Anadenanthera colubrina* (Leguminosae) e *Pseudobombax simplicifolius* (Malvaceae). Outra característica dessas plantas é apresentar ramificação muito intensa e lignificação precoce, que resultam em árvores na forma de uma pirâmide invertida, com copas mais abertas.

As espécies suculentas estão presentes tanto no estrato arbustivo-arbóreo quanto no herbáceo-subarbustivo. No primeiro grupo, encontra-se a família Cactaceae, com espécies pertencentes a vários gêneros, destacando-se *Pilosocereus*, *Tacinga*, *Cereus* e *Arrojadoa* como os principais representantes, enquanto que no segundo, destacam-se as portulacáceas, as bromeliáceas e as cactáceas (TAYLOR; ZAPPI, 2004).

Outra estratégia adaptativa encontrada nas espécies da Caatinga é a presença de órgãos armazenadores de água em espécies não suculentas. Tal estrutura pode ser encontrada em troncos bojudos, a exemplo da “barriguda lisa” (*Cavanillesia arborea* - Malvaceae) e da “barriguda de espinho” (*Ceiba glaziovii* - Malvaceae),

nos ramos dilatados das espécies de pinhão (*Jatropha mollissima* e *J. mutabilis* - Euphorbiaceae) e nas raízes tuberosas do umbuzeiro (*Spondia tuberosa* - Anacardiaceae), do mamãozinho-de-veado (*Jacaratia corumbensis* - Caricaceae) e das espécies de maniçoba (*Manihot* spp. - Euphorbiaceae).

Com relação à fauna, esta é diversificada e rica em endemismo, embora haja, de forma geral, informações insuficientes para a maioria dos grupos estudados e, por isso, os números encontrados ainda subestimam a real diversidade desse ecossistema. Porém, assim como as plantas, os animais também desenvolveram adaptações às condições climáticas da região, a exemplo de hábitos noturnos e comportamento migratório.

A heterogeneidade ambiental associada à singularidade de certos locais permite supor a possibilidade de a fauna de invertebrados da Caatinga ser riquíssima em diversidade e endemismo, porém o conhecimento do grupo ainda é pequeno para uma quantificação. Entre os insetos, as abelhas, as formigas e os cupins são os representantes mais estudados, onde a apifauna da Caatinga está representada por cerca de 190 espécies, sendo registrada uma predominância de abelhas raras e elevado percentual de endemismo (ZANELLA; MARTINS, 2003). Tendo em vista que esses himenópteros são o principal grupo de visitantes florais e de polinizadores, sua conservação é de fundamental importância para a garantia da reprodução de plantas nativas e de algumas culturas agrícolas.

A ictiofauna da Caatinga é representada por diferentes grupos neotropicais típicos, que, por estarem distribuídos em bacias interiores e costeiras do nordeste brasileiro, dificultam a caracterização da biota aquática endêmica desse ecossistema. Segundo Rosa et al. (2003), são registradas cerca de 240 espécies de peixes para a Caatinga, das quais, aproximadamente, 57% são endêmicas deste bioma. Porém, os autores comentam que a falta de informações básicas sobre o grupo tem dificultado uma análise mais detalhada, sendo os números hoje registrados considerados reduzidos em relação ao que existia no passado, devido aos processos históricos, às alterações climáticas e a fatores antrópicos que, possivelmente, alteraram a composição original.

O conhecido da herpetofauna da Caatinga também é insuficiente, sendo esta representada por 47 espécies de lagartos, 10 anfíbios, 52 espécies de

serpentes, quatro quelônios, três crocodilos e 48 anfíbios, dos quais cerca de 15% são endêmicas desse ecossistema (BRASIL, 2002). De acordo com Rodrigues (2003), esses animais podem ser agrupados, de acordo com seus padrões de distribuição, em espécies de ampla ocorrência, de distribuição relictual, associadas à região das dunas do Médio do Vale do São Francisco, e estritamente ligadas à malha de drenagem. A recente descoberta da fauna das dunas do São Francisco mostra a importância biológica desse rio para o ecossistema e a existência de vários grupos biológicos associada à sua presença no bioma.

Apesar de a Caatinga ter sido sempre identificada como um importante centro de endemismo para aves sul-americanas, a distribuição, a evolução e a ecologia da avifauna continuam ainda muito pouco investigadas quando comparadas com o esforço feito para outros ecossistemas.

Este grupo é o mais representativo, com cerca de 510 espécies registradas, das quais aproximadamente 92% se reproduzem na região, estimando-se que cerca de 15 espécies e 45 subespécies sejam endêmicas desse bioma (BRASIL, 2002; SILVA et al., 2003). Na literatura há informações afirmando que a avifauna, em resposta à semiaridez da Caatinga, pode apresentar respostas fisiológicas ou comportamentais. No primeiro caso, a ausência de estudos nesse sentido não permite afirmar quais seriam essas respostas, havendo indicações de que essas poderiam estar relacionadas às taxas metabólicas basal e de campo, perda de água evaporada total e circulação de água. No que se refere às respostas comportamentais, o movimento sazonal dos indivíduos para áreas de maior umidade e com oferta abundante de recurso é o mais comum (SILVA et al., 2003).

Por outro lado, as aves são consideradas o grupo mais vulnerável de extinção, sendo listadas até o momento 20 espécies ameaçadas, onde a ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*) e a arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*) são consideradas as aves mais ameaçadas do mundo (BRASIL, 2002).

A fauna de mamíferos da Caatinga é composta por 148 espécies, das quais 19 seriam endêmicas desse bioma. Da mastofauna existente, 10 já figuram entre as ameaçadas de extinção, entre elas os mamíferos de topo das cadeias tróficas

(carnívoros), como, por exemplo, os felinos, que das seis espécies registradas, cinco encontram-se ameaçadas (BRASIL, 2002).

Dante da ausência de informações e levando-se em conta essa região ser considerada como o Semiárido mais densamente populoso do mundo, a pressão antrópica tem levado ao uso inadequado e insustentável dos recursos naturais. Assim, a Caatinga é considerada um dos biomas brasileiros mais ameaçados, ainda, insuficientemente conhecido.

Para minimizar esses impactos, é necessário buscar formas alternativas de se utilizar sustentavelmente os recursos naturais da região, para que possamos ter tempo suficiente para descobrir as riquezas e potencialidades que a Caatinga ainda esconde. Nesse sentido, a Embrapa Semiárido, em parceria com outras instituições de ensino e pesquisa, vem desenvolvendo projetos e ações voltados para o uso sustentável dos recursos naturais, que serão detalhados nos capítulos posteriores, e englobam ações voltadas para a caracterização e manejo de espécies nativas e exóticas.

Assim, entende-se que é possível conciliar a conservação e a preservação dos recursos naturais e o uso racional da terra, bem como descobrir e desenvolver métodos não destrutivos de usos dos recursos florestais que sejam aplicáveis à região. Desta forma, torna-se evidente e urgente o conhecimento da flora, da fauna, do solo e do clima, com informações fundamentais para o desenvolvimento de quaisquer estratégias de ações, evidenciando o valor da biodiversidade, que venham a contribuir para um melhor planejamento de manejo, uso e enriquecimento da Caatinga.

Aspectos socioeconômicos

O Semiárido brasileiro, como quase toda a Região Nordeste, apresenta os piores indicadores econômicos e sociais do País. No tocante às atividades econômicas, estas ainda padecem da consequência direta da herança da arcaica estrutura agrária regional com sérios problemas de concentração e desigualdade na distribuição de terras. Em decorrência, ainda predominam os sistemas agrícolas diversificados de base familiar, explorados com baixa eficiência de produção, responsáveis por uma crescente degradação dos recursos naturais.

As maiores limitações para a produção agrícola decorrem da irregularidade das chuvas e da baixa fertilidade natural dos solos. A superfície agrícola útil é outro fator limitante, que potencializa os demais citados. No Nordeste semiárido, cerca de 90% do número de estabelecimentos têm área inferior a 100 ha. Tudo isto, somado a uma condição de apoio em termos de crédito e de assistência técnica ainda bastante precária na maior parte do Semiárido, resulta num baixo desempenho da agropecuária da região. O produto final resume-se a uma limitada e irregular oferta de produtos com pouca inserção no mercado e responsável pelo baixo padrão de vida e de segurança alimentar que caracteriza a maioria das pequenas explorações agrícolas da região.

A vasta concentração de minifúndios revela a existência de grande concentração de trabalhadores e famílias rurais deles dependentes. Esta categoria de estabelecimento, pelas próprias características e dimensões, não assegura uma renda suficiente para garantir um padrão de vida mais digno às famílias.

Com uma economia em crise por causa da desorganização das suas principais atividades econômicas, historicamente vinculadas ao complexo gado-algodão-lavouras alimentares, grande parte da população do Semiárido vive de uma “economia sem produção”, aqui entendida como aquela constituída pelas subvenções sociais e pelas transferências da União para as prefeituras e governos estaduais (GOMES, 2001). As transferências de renda promovidas pelo governo federal chegam a beneficiar mais de 60% das famílias dos municípios com população inferior a 50 mil habitantes, com baixo PIB per capita, e têm melhorado substancialmente as condições de vida das populações (HADDAD, 2007).

Segundo IPEA (2007), a participação setorial da agricultura na formação do PIB do Semiárido, na última década, girou em torno de 15%, com uma perda de importância relativa da ordem de 50% nas últimas três décadas. Conforme Haddad (2007), a maioria dos municípios localizados no Semiárido tem PIB per capita entre 20% e 30% abaixo da média brasileira. A geografia econômica, contudo, permite vislumbrar prosperidade em vários municípios do Semiárido, com PIB muito superior ao daqueles economicamente deprimidos, espalhados pela região, e à média brasileira. Entre esses, destacam-se aqueles onde se deu a

expansão da agricultura irrigada, como, por exemplo, os municípios de Petrolina, PE e Juazeiro, BA. Localizados no Vale do São Francisco, tais municípios aparecem no ranking nacional entre os dez municípios com maior valor de produção agrícola no País e tiveram um crescimento da atividade agrícola assumindo a liderança nacional na produção de uva e de manga irrigadas, contribuindo para o avanço da participação da fruticultura na receita gerada pela agricultura do País (IBGE, 2007).

A manutenção da população rural nesses rincões mais periféricos da economia do país depende de ações que venham acompanhadas de um conjunto de inovações técnicas, econômicas e sociais adaptadas às condições locais e que sejam capazes de valorizar os recursos produtivos em suas diversas combinações. Nesse sentido, o desafio que se coloca para o desenvolvimento da região semiárida é a identificação de oportunidades econômicas que possam se traduzir na geração de emprego e renda para os agentes produtivos locais.

Apesar das dificuldades que passa a economia do Semiárido, uma série de novas atividades começa a engendrar a estruturação de novos espaços econômicos. Há uma grande diversidade de situações que pode ser percebida mediante a constatação da coexistência de áreas com lavouras tradicionais ou estagnadas com áreas de modernização intensa envolvendo práticas agrícolas baseadas em modernas tecnologias nas atividades agropecuárias exploradas em regime de sequeiro ou de irrigação. Sem dúvida, a presença da SUDENE, da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), do Banco do Nordeste, entre outras instituições de desenvolvimento, e as contribuições da Embrapa como instituição de pesquisa, como será descrito mais adiante, tem promovido mudanças estruturadoras no Semiárido brasileiro.

A região semiárida, nas últimas décadas, tem sido palco do desenvolvimento de vários polos agroindustriais que se estruturaram, inicialmente, a partir das potencialidades produtivas proporcionadas pelo desenvolvimento da agricultura irrigada em bases técnicas, especialmente as hortaliças e fruteiras, cujos mercados encontram-se em franca expansão no Brasil e no mundo. Trata-se de produtos incluídos nas cadeias do agronegócio com elevado potencial de geração de emprego, renda e divisas. O Nordeste semiárido, em 2001, contava com 451.300 ha de terras dotadas de infraestrutura de irrigação, dos quais 136.000 eram da iniciativa pública (BRASIL, 2005b).

Nestas áreas dotadas de infraestrutura de irrigação, despontam vários polos agroindustriais, como carros-chefe dos setores dinâmicos da economia regional. Os seis principais polos irrigados localizados na região semiárida (Petrolina, PE/Juazeiro, BA, oeste Baiano, Baixo Jaguaribe, CE, Alto Piranhas, PB, Açu-Mossoró, RN e norte de Minas) concentram 197.816 ha irrigados, que correspondem a 27% da área irrigada do Nordeste (BANCO DO NORDESTE, 2000). Uma área irrigada considerável em breve estará entrando em produção, com a entrada em operação de novos projetos de irrigação públicos em fase de implantação, em sua maioria, concebidos para o estabelecimento de parcerias público-privadas na sua exploração. A pesquisa teve papel importante na geração de conhecimentos e tecnologias para a agricultura irrigada, como uso e manejo de água, uso de fertilizantes, introdução, avaliação e recomendação de variedades de frutas e hortaliças, dentre várias outras contribuições.

Vale ressaltar o crescimento do número de experiências organizacionais e produtivas bem sucedidas, seja em condições de sequeiro, seja em regime de pequenas irrigações, desenvolvidas em torno da agricultura familiar, que vêm superando a vulnerabilidade dos agroecossistemas diante das secas e constituindo alternativas econômicas sustentáveis. Diante da perda progressiva da capacidade das atividades agrícolas tradicionais de gerar renda para os grupos sociais que delas dependem, despontam atividades, agrícolas ou não, que revelam novas oportunidades econômicas no meio rural. São atividades de base local, que passam a constituir um elemento importante na busca de alternativas para a crise da economia da região. Várias delas derivam da dinamização de atividades produtivas tradicionais de reconhecida importância econômica e social, como pecuária de leite, ovinocaprinocultura, apicultura, cotonicultura, fruticultura, dentre outras.

No Semiárido brasileiro, a pecuária registrou um crescimento dos seus três principais efetivos (bovino, caprino e ovino) no período de 1996 a 2007. Em 1996, no Nordeste, existiam 6,9 milhões de caprinos e 7,1 milhões de ovinos, representando, respectivamente, 93,0% e 48,2% dos efetivos do País. Em 2007, esses rebanhos alcançavam 8,6 milhões de caprinos e 9,3 milhões de ovinos, representando, respectivamente, 91,3% e 57,2% dos efetivos do País. Destes, 8,1 milhões de caprinos e 8,7 milhões de ovinos eram criados na região

semiárida nordestina, representando, respectivamente, em torno de 85,8% e 54,0% do referidos rebanhos no País e em torno de 94,0% dos efetivos de caprinos e ovinos existentes na Região Nordeste. No período de 1996 a 2007, os rebanhos de caprinos e ovinos registraram um crescimento de 27,0% e 31,0%, respectivamente.

Com relação ao efetivo bovino, no período de 1996 a 2007, o rebanho nordestino passou de 23,9 milhões para 28,6 milhões de animais, com um crescimento da ordem de 19,8%. Entretanto, o efetivo bovino desta região, que representava 15,1% do rebanho nacional em 1996, reduziu a sua participação para 14,3%, em 2007. O efetivo bovino da parte semiárida aumentou em 13,0%, no período de 1996-2007. Entretanto, a sua participação no rebanho nordestino diminuiu de 78,4%, em 1996, para 74,0%, em 2007, demonstrando, portanto, a perda da importância relativa dessa atividade econômica na região e no cenário nacional.

Ressalta-se que várias outras atividades vêm acontecendo como fruto das mudanças na economia do País. Todavia, essas atividades não se restringem unicamente ao segmento da produção (“dentro da porteira”), mas incluem ações de transformação, valorização e promoção para agregação de valor aos produtos ofertados no mercado. Entre essas, merecem destaque os arranjos produtivos em torno da pecuária leiteira com processamento dos produtos lácteos.

Apesar da importância das atividades agropecuárias na composição da estrutura de renda da população rural, deve-se ressaltar a importância de outras atividades econômicas oferecidas pela valorização da natureza e dos recursos locais, como a produção de bens primários de qualidade, artesanato tradicional, atividades culturais e de lazer, entre outras, que resultam da promoção da imagem de um determinado território. Por exemplo, o turismo se instalando na costa brasileira, passou a demandar uma nova lista de produtos como comidas típicas; os artesanatos de palha, barro e outros; os produtos de algodão (bordados); os queijos de coalho; as carnes de sol e de caprinos e tantos outros.

Algumas dessas iniciativas de sucesso, potencializadas pela ação de organizações da sociedade civil, vêm contribuindo para formar uma nova consciência para o

desenvolvimento do Semiárido, substituindo o conceito de “combate às secas” pelo de “convivência com o Semiárido”, há muito tempo preconizado e defendido pela Embrapa Semiárido.

Considerações finais

O Semiárido brasileiro apresenta uma elevada dependência dos recursos naturais e os mais baixos indicadores sociais do País. No tocante às atividades econômicas, ainda predominam os sistemas agrícolas explorados com baixa eficiência de produção, responsáveis por uma crescente degradação dos seus recursos naturais.

Entende-se que é possível encontrar os meios necessários ao progresso técnico da agricultura e promover maior eficiência da unidade de produção agrícola, a partir da organização dos fatores produtivos de que ela dispõe. Nessa perspectiva, não se trata somente de buscar o aumento da produção e da produtividade dos produtos cultivados, mas, principalmente, o sistema de produção que melhor se adapte a determinadas condições ecológicas e socioeconômicas.

A manutenção da população rural nesses rincões mais periféricos da economia do país depende de ações que venham acompanhadas de um conjunto de inovações técnicas, econômicas e sociais adaptadas às condições locais e que sejam capazes de valorizar os recursos naturais em suas diversas combinações.

Com base nessas inovações, é crescente o número de alternativas e experiências organizacionais e produtivas bem-sucedidas, seja em condições de sequeiro, seja em regime de pequenas irrigações, que vêm superando a vulnerabilidade dos agroecossistemas diante das secas e constituindo alternativas econômicas sustentáveis. A Embrapa Semiárido, em parceria com outras instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento, vem desenvolvendo projetos e ações voltados para o uso sustentável dos recursos naturais do Semiárido, sendo alguns desses resultados apresentados nos capítulos que seguem.

Referências

- 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).
- ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 4, p. 149-153, 1981.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. *Sumário do relatório do estado da arte da irrigação: projeto novo modelo de irrigação*. Fortaleza, 2000. 48 p.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, p. 35, 9 jan. 1997. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=327>>. Acesso em: 15 jul. 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga*. Brasília, DF, 2002. 36 p.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *Relatório final do grupo de trabalho interministerial para a redelimitação do Semi-Árido nordestino e do polígono das secas*. Brasília, DF, 2005a. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. *Plano estratégico de desenvolvimento sustentável do Semi-Árido-PDSA. (Versão para discussão)* Brasília, DF: SDR: ADENE, 2005b. 134 p. (Documento de Base, 1).
- BROWN, L.; FLAVIN, C.; FRENCH, H. *Estado mundo 2000*. Salvador: UMA, 2000. 288 p.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. *Programa de água subterrânea pra a Região Nordeste: programa anual de trabalho*. Brasilia, DF, 2001. 35 p. Disponível em: <<ftp://ftp.cprm.gov.br/pub/pdf/dehid/pragquaregne.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2009.
- CUNHA, T. J. F.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; PETRERE, V. G.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. CAVALCANTI, A. C. *Solos do Submédio do Vale do São Francisco: potencialidades e limitações para uso agrícola*. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. 60 p. il. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 211). Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/SDC211.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2009.
- DNOCS. *O papel do DNOCS no Semi-Árido nordestino*. Fortaleza, 1983. 87 p.
- DUQUE, J. G. *Solo e água no polígono das secas*. 4. ed. Fortaleza: DNOCS, 1973. 223 p. il. (DNOCS. Publicação, 154-Série IA).

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. Relatório técnico do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido 1979-1990. Petrolina, 1993. 175 p.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P. de; BARBOSA, M. R. de V.; NETA, A. L. B.; FIGUEIREDO, M. A. Espécies endêmicas da caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. Vegetação e flora da Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2002. cap. 2, p. 11-24.

GIULIETTI, A. M.; CONCEIÇÃO, A.; QUEIROZ, L. P. de (Ed.). Diversidade e caracterização das fenerógamas do Semi-Árido Brasileiro. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2006. 488 p.

GNADLINGER, J.; SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L. P1 + 2: Programa Uma Terra e Duas Águas para um Semi-árido sustentável. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). Potencialidades da água de chuva no Semi-árido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. cap. 3, p. 63-77.

GOMES, G. M. Velhas secas em novos sertões: continuidade e mudanças na economia do Semi-árido e dos Cerrados nordestinos. Brasília, DF: IPEA, 2001. 294 p. il.

GONDIM, J. G. C. Reflexões sobre as secas. Recife: DNOCS, 1984. 72 p.

HADDAD, P. R. O Nordeste que não deu certo. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, mar. 2007. Disponível em: <<http://clipping.planejamento.gov.br/Noticias.asp?NOTCod=344661>>. Acesso em: 22 out. 2007.

IBGE. Censo demográfico 2000: características da população e dos domicílios - resultados do universo. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home,estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>>. Acesso em: 19 fev. 2008.

IBGE. Contagem da população 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>>. Acesso em: 19 fev. 2008.

IBGE. Produção agrícola municipal 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2006/default.shtm>>. Acesso em: 17 outubro 2007.

IICA. Projeto Áridas. Brasília, DF, 2002. Disponível em <<http://www.iica.org.br/2001/projáridas/>>. Acesso em: 10 ago. 2002.

IPEA. Ipeadata: dados macroeconômicos. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?65370046>>. Acesso em: 22 out. 2007.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa, MG: SBCS: UFV, 1996. p. 95-133.

LEAL, A. de S. As águas subterrâneas no Brasil: ocorrências, disponibilidade e usos. In:

FREITAS, M. A. V. de. (Ed.). *O estado das águas no Brasil: perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos*. Brasília, DF: ANEEL, 1999. p. 139-164.

MARENKO, 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 XXI*. Brasília, DF: MMA, 2006. 202 p. il. (Biodiversidade, 26).

MENDES, B. V. *Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do Semiárido*. Fortaleza: SEMACE, 1997. 108 p. il.

MOURA, M. S. B. de; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. DE; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. FREIRE da. Clima e água de chuva no semi-árido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). *Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro*. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. cap. 2, p. 37-59.

NOBRE, P.; MELO, A. B. C. Variabilidade climática intrazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. *Revista Climanálise*, Cachoeira Paulista, v. 2, n. 1, p. 1-10, dez. 2001. Disponível em: <http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista/pdf/arte_variabilidade_dez01.pdf>. Acesso em: 20 de junho de 2006.

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

OLIVEIRA, C. M. S.; VIANNA, P. J. R. *Desenvolvimento regional: 50 anos do BNB*. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2005. 340 p.

PROJETO ÁRIDAS. *Uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste: GT II - Recursos hídricos: relatório consolidado*. Brasília, DF: SEPLAN, 1994. 177 p.

REBOUÇAS, A. da C.; MARINHO, M. E. *Hidrologia das secas: Nordeste do Brasil*. Recife: SUDENE, 1972. 126 p. (SUDENE. Hidrologia, 40).

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3.ed. São Paulo: Escrituras, 2006. 748 p.

RODRIGUES, M. T. Herpetofauna da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. *Ecologia e conservação da Catinga*. Recife: UFPE. 2003. cap. 4, p. 181-236.

ROSA, R. S.; MENEZES, N. A.; BRITSKI, H. A.; COSTA, W. J. E. M.; GROTH, F. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: UFPE. 2003. cap. 32, p. 135-180.

SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Matéria orgânica do solo no Bioma Caatinga. In: SANTOS , G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. (Ed.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2. ed. rev. e atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 419- 441.

- SILVA, F. B. R.; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C.; BRITO, L. T. L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTE, A. C.; SILVA, A. B.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LEITE, A. P. **Zoneamento Agroecológico do Nordeste:** diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1993. 325 p. il.
- SILVA, J. R. C. Erosão e produtividade do solo no semi-árido. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS, JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E; SILVA, J. R. C. (Ed.). **Agricultura, sustentabilidade e semi-árido.** Fortaleza: UFC, 2000. p. 168-213.
- SILVA, J. M. C.; SOUZA, M. A.; BIEBER, A. G. D.; CARLOS, C. J. Aves da caatinga: status, uso do habitat e sensitividade. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. cap. 5, p. 237-273.
- SOUZA, S. S.; TOMASELLA, J.; GARCIA, M. G.; AMORIM, M. C.; MENEZES, P. C. P.; PINTO, C. A. M. O Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real na área de atuação da SUDENE - PROCLIMA. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia,** São José dos Campos, v. 25, n. 1, p. 15-24, 2001.
- SUDENE. Departamento de Recursos Naturais. **Inventario hidrogeológico básico do Nordeste:** folhas n. 28 - Bahia NO. Recife, 1978. 199 p. il. (SUDENE. Hidrogeologia, 56).
- SUDENE. Departamento de Recursos Naturais. **Plano de Aproveitamento integrado dos recursos hídricos no Nordeste do Brasil – Fase 1:** estudos climatológicos: texto. Recife, 1980, v.2. il.
- TAYLOR, N. P.; ZAPPI, D. **Cacti of Eastern Brazil.** Kew: Royal Botanic Gardens, 2004. 498 p.
- ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. cap. 2, p. 75-134.