



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



O Papel das Oleaginosas em um Cenário de Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro

João Nildo S. Vianna¹, Marcelo Castro Pereira², Laura M.G. Duarte³, Magda E. Wehrmann¹

¹Professores Doutores do Centro de Desenvolvimento Sustentável –UnB- Universidade de Brasília. E-mail: vianna@unb.br; ²Doutorando do Centro de Desenvolvimento Sustentável –UnB- Universidade de Brasília; ³Professora Doutora do IHEAL - Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3.

Artigo recebido em 10/10/2012 e aceito em 11/10/2012

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo avaliar, ainda que de forma preliminar, os efeitos limitantes das mudanças climáticas na produção de oleaginosas agro-energética no semiárido brasileiro, nomeadamente a redução dos índices pluviométricos e aumento de temperatura. Para alcançar este objetivo usa-se como referência a evolução de variáveis climáticas, por meio da série histórica entre 1973 e 2010, e projeções futuras tendo por base os cenários de mudanças climáticas, desenvolvidos para o nordeste brasileiro até 2100. O recorte geográfico é a região de Irecê, no semiárido da Bahia, tradicional reduto da agricultura familiar e grande produtor de alimentos consorciado com oleaginosas. O estudo mostra que as culturas tradicionais de oleaginosas estão próximas aos limites de exigências hídricas, pelo que, para enfrentar as mudanças nos padrões climáticos, vai ser necessário um melhoramento genético das culturas tradicionais para que essa espécie consiga tolerar as restrições hídricas. Preconizando-se igualmente a introdução de espécies mais rústicas e com maior resistência ao estresse hídrico.

Palavras-Chave: Agricultura Familiar, Vulnerabilidade e Adaptação às Mudanças Climáticas, Biodiesel, Semiárido.

The Role of Oilseeds in a Climate Change Scenario in the Brazilian Semiarid

ABSTRACT

The present study aims to evaluate the effects of climate changes on the production of oilseed and energy crops in the Brazilian semiarid region. The study is based on the analysis of past climate, by evaluating a historic series of rain and temperature from 1973 to 2010. This historic series is, then, compared to a future climate prediction, based on climatic change scenarios developed for the Brazilian northeast until 2100. The geographic location of the study is the Irecê area of the State of Bahia, in the semi-arid northeast. That is a traditional family agriculture area with a strong food crop and oilseeds production. The study shows that traditional oilseed crops are being cultivated near the limits of their water needs. In order to face the climate changes, such crops would need to be genetically improved to increase their tolerance to water stress. An option would be to introduce species with higher level of tolerance to water stress.

Keywords: family agriculture, vulnerability and adaptation to climate changes, biodiesel, semiarid.

1. Introdução

As mudanças climáticas representam um problema global, requerendo respostas

globais e ajustadas a esta realidade. As crises ambientais, financeiras e sociais, emergentes dessas mudanças estão relacionadas com a contínua perda da biodiversidade e degradação dos ecossistemas, colocando, de

*E-mail para correspondência: vianna@unb.br (Vianna, J. N. S.).

forma cada vez mais intensa, novos desafios tanto no nível do conhecimento quanto na elaboração de políticas e ações públicas.

Os desafios para evitar a escassez hídrica, a desestruturação social e os riscos associados com a saúde, assim como promover a produção de energia e alimentos, estão ligados pelos mais diversos caminhos às estratégias de adaptação. Tais estratégias necessariamente dependem das peculiaridades regionais, na maioria das vezes, independentes do aquecimento global.

No atual contexto das mudanças climáticas, a implementação de medidas efetivas de adaptação regional é tão importante quanto a prevenção do aquecimento global. Por sua vez, essas medidas de adaptação serão tão mais efetivas quanto melhor se conheçam as causas e tipos de vulnerabilidades existentes em cada região, ou mesmo em cada território.

As vulnerabilidades encontradas no Semiárido Brasileiro (SAB) são diferentes entre si, assim como são de natureza e consequências distintas das encontradas em outras regiões sujeitas à escassez hídrica. Este é o caso, por exemplo, da região mediterrânea da Península Ibérica (Morais *et al.*, 2009), do delta Nilo no Egito (Gasith & Resh, 1999; Mooney, 1982), ou do deserto de Negev em Israel.

O Nordeste Brasileiro – NEB é a região brasileira mais vulnerável às mudanças climáticas (NAE, 2005) devido à complexa interação entre diferentes fatores, dos quais

salienta-se a estrutura socioeconômica e a sua estrutura agrária. Estas estruturas são historicamente marcadas por um sistema oligárquico e pela forte concentração fundiária agravada pela fragilidade da agricultura familiar. As condições edafoclimáticas, somadas à precariedade das condições sanitárias e à alta densidade demográfica, contribuem para tornar a situação ainda mais crítica. Essas deformações estruturais, justapostas à natureza do clima futuro, potencializam a formação de irreversíveis fatores de tensão. Estes fatores e a capacidade regional de adaptação aos novos padrões climatológicos serão temas discutidos neste trabalho.

No NEB, eventos climáticos extremos, como chuvas torrenciais e secas severas, se alternam numa distribuição espacial e temporal aleatória. A associação desses eventos à situação de pobreza é, na maioria das vezes, responsável pelas doenças endêmicas e criam severa vulnerabilidade epidemiológica. Esta realidade associada à vulnerabilidade socioeconômica e ambiental transformou a população mais pobre dessa região na mais vulnerável do país (Brasil-MCT, 2005).

A seca faz parte da história do NEB, comportando efeitos devastadores sobre as populações mais pobres. Na célebre seca de 1877-1880, estima-se que tenham morrido entre 100 e 200 mil nordestinos (Furtado, 2007), ou ainda duas a três vezes mais, segundo outros autores como Carvalho

(1988). No Ceará, durante esta seca, houve um êxodo que fez com que 120.000 pessoas migrassem para o Amazonas e 55 mil para o Sul (Alves, 1982). As cidades aumentaram a sua população com estes flagelos; Fortaleza que tinha 40 mil habitantes em 1878, passou a ter 160 mil com a fuga das pessoas do campo (Carvalho, 1988).

Segundo Furtado (2007), a renda média estimada do nordestino em 1877 era em torno de 50 dólares *per capita* anual, em valores corrigidos para o ano de 1957. Este valor corrigido pelo IPC (BLS, 2011) para 1998 é de US\$ 290,04, aumentando para US\$ 403,10 *per capita* em valor corrigido em 2011. Em 1998, mais de um século depois, outra seca severa levou 10 milhões de nordestinos a uma situação de calamidade, que teve como consequência saques de alimentos, invasões de feiras e migração para as grandes cidades

(Duarte, 2002). Nesse ano, a renda média *per capita* anual do nordestino era R\$ 2.630,00 (US\$ 2.190,00), 46% inferior à média nacional. Embora a renda *per capita* tenha aumentado mais de 8 vezes, as vulnerabilidades socioambientais não mudaram em mais de 120 anos.

A população rural do SAB é quem mais sofre com as secas. Apesar da melhoria generalizada em alguns índices sociais, como os de indigência e pobreza, o NEB e o SAB ainda continuam vulneráveis (Magalhães *et al*, 1991). Mesmo com a evolução nos índices, as desigualdades entre esta região e o restante do país pouco se alterou. A Tabela 1 demonstra que enquanto a relação dos índices de indigência do NE e do SAB em relação ao Brasil apresentou redução no período de 1991 para 2000, o contrário aconteceu com os índices de pobreza (Paes, 2005).

Tabela 1. Evolução dos Índices de Indigência e Pobreza (Adaptado de Paes, 2005)

ÍNDICES DE INDIGÊNCIA E POBREZA				
LOCAL	Indigentes (%)		Pobres (%)	
	1991	2000	1991	2000
NE	40,6	32,5	67,1	56,9
SAB	48,4	38,6	75,7	64,1
BR	20,3	16,5	40,1	33
Comparação entre os índices locais para cada período				
Relação	Indigentes (%)		Pobres (%)	
	1991	2000	1991	2000
NE/BR	2,00	1,97	1,67	1,72
SAB/BR	2,38	2,34	1,89	1,94

A vulnerabilidade do nordeste no período da grande seca 1998 pode ser percebida pelo exame dos indicadores sociais como o IDH que era de 0,55, o menor do Brasil, enquanto a concentração de renda apontada pelo coeficiente GINI era de 0,64 e

o Índice de Pobreza Rural era de 0,82, os mais altos do país (Barreto *et al.*, 2009). Apesar da clássica associação entre situações de seca e de pobreza, as vulnerabilidades socioeconômicas parecem ser uma consequência de modelos de desenvolvimento

e da estrutura social concentradora de renda, não diretamente dependentes de questões climáticas e de aridez. Afinal, regiões ainda mais áridas podem ter indicadores socioeconômicos mais favoráveis. Exemplo disto é o deserto de Negev, cujo índice pluviométrico está entre 30 e 300 mm/ano, enquanto no SAB está entre 350-800 mm/ano. Negev tem o IDH em trono de 0,93, o GINI médio de 0,39 e uma renda *per capita* de US\$ 29.500,00 (CIA, 2011).

Cabe ainda registrar que, dentre as regiões semiáridas do mundo, o SAB é a que apresenta a mais alta densidade populacional, o que acentua as vulnerabilidades da região frente às mudanças climáticas. Aspetos que tornam imprescindíveis a adoção de medidas permanentes de proteção social.

Relatos históricos das secas no NEB (Alves, 1982, Carvalho, 1988 e Duarte, 2002) mostram que a grande ineficiência dos programas de enfrentamento dos eventos climáticos naturais deve-se ao seu caráter emergencial. Para um programa ser eficaz, além de considerar os fatores biofísicos, deve contemplar ações que promovam um permanente desenvolvimento. Tendo ainda como objetivo inequívoco a adequação aos padrões climáticos do presente e do futuro, sem negligenciar as medidas emergenciais necessárias para uma prevenção efetiva dos eventos extremos periódicos.

Recente exemplo da possibilidade desta perspectiva é o Programa de Convivência com o semiárido que conta com a participação

das comunidades na busca de soluções para a falta de água no sertão. A concepção do Programa é a de que ao se aprofundar o conhecimento sobre o clima da região, os agricultores familiares poderão minimizar os efeitos negativos que diminuem as suas potencialidades, particularmente de uso do solo (Cáritas Brasileira, 2001).

Mesmo que as políticas públicas não tenham tido eficácia nos casos de eventos naturais extremos, como a seca, a cultura de convivência com a aridez cotidiana permite a sustentabilidade da agricultura familiar. Em especial do segmento que produz feijão, milho, gergelim, girassol, mamona, algodão, dentre outros produtos, garantindo sua própria subsistência, com segurança alimentar regional. Isto demonstra as capacidades diferenciadas dessas culturas para resistir ao estresse hídrico.

As projeções e cenários das mudanças climáticas para a região, permitem construir uma aproximação da evolução temporal no que se refere às variações de temperatura e dos índices pluviométricos. Estas estimativas podem ser úteis em previsões sobre a produção de culturas, alimentares ou energéticas, antecipando alterações de produtividade, desde reduções até mesmo à inviabilidade da cultura.

Aumentos de temperatura, provocados pelas mudanças climáticas, poderão restringir geograficamente as culturas energéticas. No entanto, isso deverá ocorrer inicialmente de duas formas. A primeira por meio de uma

restrição no período de produção da cultura, ou seja, reduzindo a produção: plantio e colheita. A segunda forma seria por meio da redução das áreas de plantio, representadas por um mosaico que seria reduzido com o aumento da temperatura.

A previsibilidade dos riscos provenientes das mudanças climáticas para o SAB, apontados em estudos e relatórios recentes (Brasil-MMA-MCT, 2007; CEDEPLAR/UFMG e FIOCRUZ, 2008), tem levado a um esforço adicional no avanço do conhecimento e na antecipação da busca de soluções para as dificuldades e problemas do futuro.

Este estudo discute as vulnerabilidades às variações no clima do nordeste brasileiro e, de forma preliminar, avalia os impactos das mudanças climáticas na produção de oleaginosas agro-energética no semiárido brasileiro, particularmente na região de Irecê na Bahia. O trabalho toma por base a série histórica das variações meteorológicas regional entre 1973 a 2010, bem como as reduções futuras dos índices pluviométricos e aumentos de temperaturas preconizados pelos cenários de mudanças climáticas até 2100. A região de Irecê se caracteriza pelo seu dinamismo, pela forte presença da agricultura familiar e pela tradição de cultivo de oleaginosas consorciada com alimentos.

2. Mudanças Climáticas, Agricultura Familiar e Vulnerabilidade no Semi-Árido

Estudos recentes mostram que as

mudanças climáticas já estão em curso e que alterações esperadas para o fim do século XXI podem ser antecipadas para meados deste. Com 78% de certeza, Murphy *et al.* (2004) mostra que se a concentração de CO₂ na atmosfera chegar a 450 ppm, a temperatura média do planeta aumentará 2°C, trazendo dramáticos impactos sobre as regiões mais vulneráveis. Esse cenário é corroborado por estudos mais recentes (MET OFFICE, 2010), que sugerem que, mesmo com a estabilização da temperatura, os efeitos do aquecimento global continuarão. Estes efeitos se traduziriam em alterações no ciclo hidrológico mais drásticas do que estudos anteriores indicavam, como aumento de inundações e secas, que serão mais significativas na América do Sul, no Sul da África e na Austrália.

Algumas evidências de que o processo de aquecimento já está acontecendo no Brasil são apontadas em trabalhos recentes. Segundo Marengo (2008), nos últimos 50 anos a temperatura média aumentou 0,7°C. No nordeste, nos últimos 40 anos registraram-se aumentos de 1,5 a 2°C na temperatura máxima (Santos *et al.* 2010). Fatos incomuns, como os verificados no início de 2010 pelo Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (LAMEP/ITEP) reforçam estas evidências. Este Laboratório registrou aumentos de 3 a 4°C na temperatura média da região por um período superior a quinze anos. Segundo especialistas, o fenômeno *El Niño* foi o principal responsável por este aumento de

temperatura, que fez de abril de 2010 o mês mais quente da história mundial (XVI CBMET, 2010).

Eventos extremos colocam um desafio de grande escala face às mudanças climáticas em um futuro que se aproxima rapidamente. Marengo *et al.* (2007) apresentam um sumário de dois cenários das mudanças na temperatura e na precipitação para o Brasil, diferenciado pelas cinco regiões brasileiras até 2100. Nas

Figuras 1 e 2 são apresentados os cenários de temperatura para o Brasil e Nordeste, respectivamente; e na Figura 3 o de precipitação para o Nordeste. Estas projeções, representam uma média dos resultados de simulação por cinco modelos diferentes. Para estas projeções foram considerados cenários de baixas emissões de carbono, B-2 e cenários de altas emissões A-2.

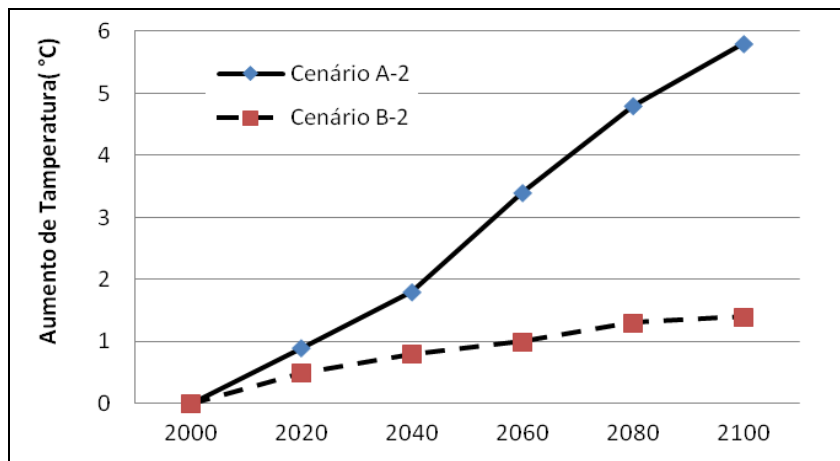


Figura 1. Cenários de mudanças de temperatura para o Brasil em dois cenários: A-2 cenário de altas emissões de carbono; B-2 cenário de de baixas emissões de carbono. (Adaptado de Brasil-MMA-MCT, 2007 e de Marengo *et al.*, 2007)

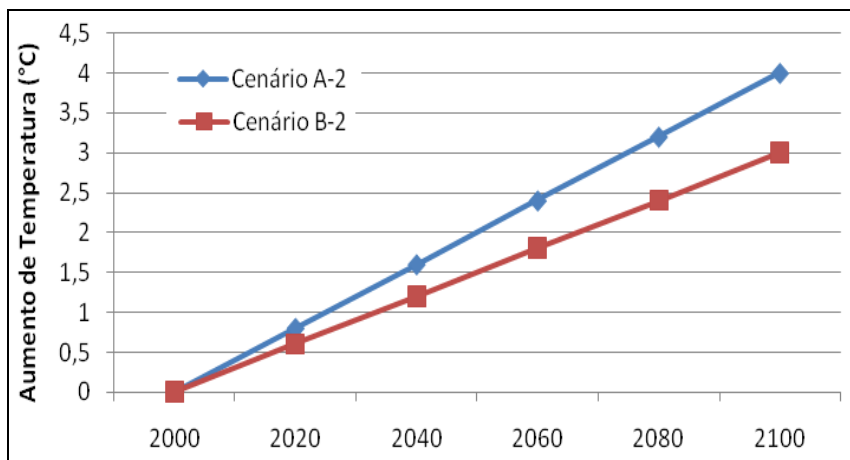


Figura 2. Cenários para aumento de Temperatura Média para o Nordeste, considerando o cenário de baixas emissões de carbono (B-2) e o cenário de altas emissões de carbono (A-2). (Adaptado de Brasil-MMA-MCT, 2007 e de Marengo *et al.*, 2007)

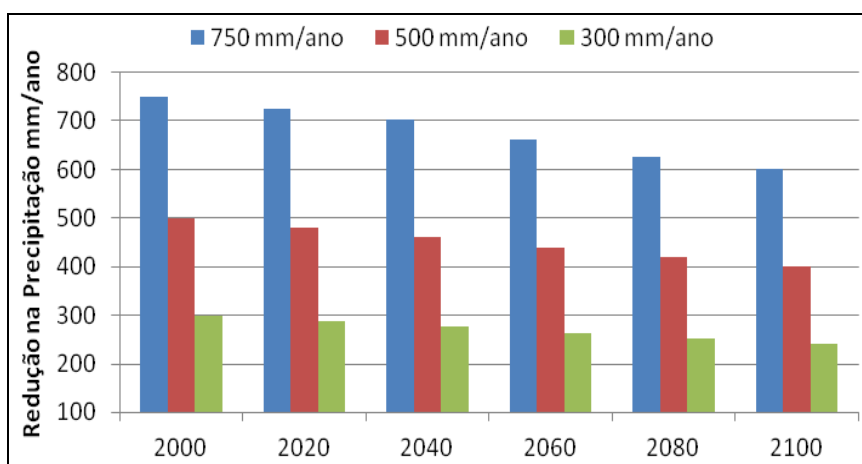


Figura 3. Redução da precipitação média anual em função das mudanças climáticas no nordeste (Cenário A-2), partindo de níveis médios: 300 mm/ano, 500 mm/ano e 750 mm/ano. (Adaptado de Brasil-MMA-MCT, 2007 e de Marengo *et al.*, 2007)

Esses estudos (Marengo *et al.*, 2007), que corroboram as conclusões de vários outros (IPCC-GT I, 2007b), permitem que sejam detetadas no contexto nacional, as vulnerabilidades sobre a biodiversidade, a saúde, a economia, e os recursos hídricos, entre outras componentes. Uma vez identificadas estas vulnerabilidades, se pode realizar o planejamento de medidas de adaptação e mitigação, preparando o futuro para tais mudanças.

O cenário mais otimista para o Brasil, Cenário B-1 (Figura 1), que considera um aumento de 1,4°C na temperatura global, provocará elevação de até 3°C na temperatura média da região nordeste (Figura 2). Já o cenário de altas emissões A-2, provocaria aumento de até 4°C na região (Marengo *et al.*, 2007 e Vianna *et al.*, 2010). Essas mudanças afetariam profundamente o SAB devido à natureza de suas vulnerabilidades, que decorrem não apenas da escassez hídrica, mas

também da estrutura socioeconômica historicamente assimétrica e da sua elite conservadora (Bursztyn, 1990). Em consequência, conclui-se que estas características indicam que o semiárido será a região brasileira mais afetada pelas mudanças globais.

As variações no clima, apontadas por esses cenários, acarretariam sérios impactos para o NEB e para o SAB, causando prejuízos sociais e econômicos, com perdas nas lavouras de subsistência, na desestruturação da agricultura familiar, trazendo enormes problemas de saúde pública. Os principais impactos para a região segundo Brasil-MMA-MCT (2007), seriam:

- redução de até 20% no volume de precipitação na intensificação das secas, no aumento na frequência de dias secos consecutivos, até 2100;
- redução de até 70% na recarga dos reservatórios de água subterrâneos, até

2050;

- redução de 15 a 20% na vazão do rio São Francisco;
- redução da água disponível nos açudes devido às altas taxas de evaporação;
- aumento da vulnerabilidade regional às chuvas torrenciais concentradas e a ondas de calor devido à frequência do veranico.

O SAB que já sofria com stress hídrico teria sua situação de escassez agravada ao longo deste século, potencializando crises catastróficas para aqueles territórios de maior vulnerabilidade. Na Figura 3 são apresentadas as reduções de precipitação, tendo por referência dos valores médios, típicos de três regiões do SAB, registrados em 2000.

As reduções nos padrões de precipitação (Figura 3) e na capacidade de recarga dos aquíferos, que como consequência provocam perda de água dos reservatórios, sustentam a previsão de risco do bioma caatinga ser substituído por uma vegetação de clima árido, transformando-se num deserto. Projeção esta prevista em todos os cenários de alterações climáticas (Brasil-MMA-MCT, 2007). É importante salientar que devido à heterogeneidade do nordeste, os impactos das mudanças climáticas terão gravidade diferenciada na região. O reconhecimento da gravidade dessa situação, deverá representar o ponto de partida para um planejamento racional que leve à implementação de medidas de adaptação gradativas ao novo patamar de aumento de temperatura e

diminuição de precipitação e de medidas de mitigação de seus efeitos. Para isto, é indispensável que a identificação das vulnerabilidades e dos fatores de tensão, não relacionados ao clima (IPCC-GT II 2007), sejam suportados por critérios científicos.

2.1 Vulnerabilidades e Fatores de Tensão

A discussão anterior sugere que os fatores de tensão presentes no SAB decorrem da complexa interação entre sua organização socioeconômica, as condições geofísicas especiais e o meio ambiente atual. Estes fatores conduzem a um estado de extraordinária vulnerabilidade às mudanças globais em curso. As medidas de adaptação dificilmente serão eficazes se responderem exclusivamente às projeções de mudanças climáticas, devendo necessariamente integrar os diferentes fatores de tensão socioeconômicos e produtivos.

Além dos impactos já detetados pelos estudos do Ministério do Meio Ambiente (Brasil-MMA-MCT, 2007), a CEDEPLAR/UFMG e FIOCRUZ (2008) mapeou as consequências econômicas, sociais e sanitárias provocadas pelas mudanças climáticas no período de 2000-2050, caso não sejam tomadas medidas imediatas. Segundo esse estudo, em 2050 o NE e o SAB, em particular, sofrerão as seguintes consequências: a) perda de 11,4% na taxa de crescimento do PIB; b) redução nas terras cultiváveis: 76% no Ceará, 70% no Piauí, 66,6% na Paraíba e 64,9% em Pernambuco; c)

agravamento de doenças crônicas, o que exigirá gastos suplementares com a saúde na ordem de R\$ 1,43 bilhões; d) aumento nas taxas de migração (do interior para centros urbanos) entre os anos de 2030 e 2050, até 24%; e) aumento da susceptibilidade à ocorrência de doenças como leishmaniose, leptospirose e chagas; e f) desnutrição e mortalidade infantil por diarreia.

2.2 Agricultura familiar e equilíbrio socioeconômico no Nordeste

Existem no Brasil variadas formas de produção agrícola organizadas em torno da família. Elas se diferenciam de acordo com a evolução histórica do seu processo de desenvolvimento, sua formação sociocultural e econômica (que são herança colonial) e qualidade da terra. Por essas razões, o sistema de produção da agricultura familiar vai desde um modelo de subsistência até um modelo de

sistema produtivo estratégico para a segurança alimentar e para a geração de emprego e renda no campo. Este último, agregando valor ao processo de produção, de comercialização e, em alguns casos, ao processo de transformação.

Embora só ocupe 24,3 % da área agrícola, a produção familiar é responsável por 38% do Valor Bruto da Produção (VBP) (IBGE, 2007; Vianna et al, 2010). Este VBP é formado, preponderantemente, pela produção de alimentos e representa 74% do pessoal afeto à produção. Em 2006, esse tipo de agricultura produziu R\$ 54 bilhões e ocupou 12,8 milhões de pessoas. Enquanto a Agricultura Patronal ocupou apenas 4,2 milhões de pessoas. Na Tabela 2 apresentam-se dados que traduzem a participação da agricultura familiar em termos de valores de produção para algumas culturas e atividades agropecuárias.

Tabela 2. Participação da Agricultura Familiar no Valor Bruto da Produção (valores em percentagem; %) (Fonte: IBGE, 2007. Censo Agropecuário de 2006)

Participação da agricultura familiar em termos de valor da produção para o ano de 2006.		
Tipo de produção	Participação da agricultura familiar (%)	
	Brasil	Irecê - BA
Arroz em casca	35,10	100,00
Feijão ¹	68,70	77,73
Mandioca	88,27	97,99
Milho em grão	47,04	82,48
Soja em grão	16,87	100,00
Ovos	17,06	89,32
Leite	56,47	71,49
Suínos	50,97	86,12

Notas: 1 - Compreende a soma de: feijão preto, feijão de cor e feijão fradinho.

Nas regiões Sul e Sudeste do país, esses produtores familiares, organizados em cooperativas ou associações, passaram por processo de modernização tecnológica. Tal modernização conferiu-lhes maior rentabilidade, apesar da escala de produção

relativamente pequena, proporcionando grande dinamismo econômico e assegurando a posse de sua terra, mesmo num cenário de grande valorização patrimonial. Esses produtores são responsáveis pelo abastecimento regional de alimentos e até

pelo fornecimento de matéria-prima para agroindústria, respondendo ainda, em menos de quatro anos, ao desafio da diversificação das oleaginosas para a produção de biodiesel.

Tem havido adesão à iniciativa de produção de canola, onde, na safra de 2010 no Rio Grande do Sul foram produzidas 46 mil toneladas, em 30 mil hectares plantados, com rendimento médio de 1.500 kg/ha (Batistelli, 2010). Para a cultura da mamona no nordeste, os rendimentos médios foram menores, 620 kg/ha, apesar do seu maior potencial produtivo. Em 2010 no NE foram plantados 132.000 ha de mamona, produzindo-se 82.000 toneladas.

No NEB, de um modo geral, e no SAB em particular, em função da heterogeneidade da região, a organização e desenvolvimento da agricultura familiar é completamente diferente do sul do Brasil. Dos 12,8 milhões de pessoas ocupadas nesse setor em todo o país, os 6,2 milhões que estão no nordeste representam 83% da ocupação de mão-de-obra do campo (BNB, 2011). Eles conferem à agricultura familiar um papel social preponderante, tanto na geração de emprego e renda, como na segurança alimentar da região. Contudo, o dinamismo econômico desse sistema produtivo do semiárido não acompanha o do resto do Brasil.

Enquanto a média brasileira de participação da produção familiar no VBP é de 38%, no NE este índice varia em torno de 17%, o que reflete sua baixa eficiência econômica (Holanda, 2004). O conjunto de

fatores sócio-econômicos associados às condições edafoclimáticas, compostas por importantes variações naturais do clima, além do pequeno tamanho das propriedades, determinam a fragilidade desse setor produtivo na região e sua vulnerabilidade às mudanças climáticas.

A inserção da Agricultura Familiar Nordestina no mercado de produção de agroenergia pode ser um instrumento para o seu fortalecimento. A solidez econômica desse setor certamente contribuirá para minimizar o processo de progressivo agravamento das condições do clima regional previstas nos cenários apresentados. A familiaridade com culturas resistentes à seca e a tradição histórica de enfrentar a aridez, são elementos facilitadores para essa inserção no mercado de agroenergia.

O sucesso do processo de adaptação passa pela adoção de práticas agrícolas mais modernas, tais como: plantio integrado e introdução de novas espécies resistentes a variações climáticas extremas. Se por um lado, a familiaridade com a aridez pareça ser um fator favorável à adaptação às mudanças climáticas, por outro, a baixa escolaridade dos agricultores, pode representar uma dificuldade à implantação das mudanças necessárias, muitas vezes em contradição com os conhecimentos tradicionais.

A superação destas dificuldades reduziria a ameaça de uma ruptura do tecido social, seguida da desestruturação socioeconômica. Dificuldades que terão que

ser ultrapassadas para evitar um estado de crise de governança com consequências catastróficas em todo o NEB, como referenciado no relatório CEDEPLAR/UFMG e FIOCRUZ, (2008). A adaptação da Agricultura Familiar para conviver dignamente com um cenário de mudanças climáticas, ao mitigar a deterioração das condições socioambientais, traria inequívocos benefícios para toda sociedade.

3. Caracterização da Área do Estudo

Para atingir os objetivos propostos para este estudo, escolheu-se o município de Irecê, que pelo dinamismo e organização de uma produção agrícola diversificada, com forte

presença da agricultura familiar e suscetibilidade climática, reúne os elementos adequados ao estudo.

Localizada no estado da Bahia, a micro-região de Irecê (Figura 4) é reconhecida pelo seu potencial agrícola, o que se deve especialmente à fertilidade dos solos e a disponibilidade de áreas. A escassez hídrica, porém, representa uma limitação, o que vem sendo contornado pela irrigação. Por outro lado, a adoção de práticas agrícolas inadequadas, a expansão desordenada da irrigação, somada ao seu mau uso, tem acarretado o rebaixamento do nível do lençol freático e a contaminação das águas subterrâneas.



Figura 4. Localização da Microrregião de Irecê no estado da Bahia e no Brasil

Em situações de cultura de sequeiro, a irregularidade do regime de precipitação provoca prejuízos aos produtores. Deve-se destacar que apesar das precipitações variarem entre 550 e 600 mm, a ocorrência de períodos secos prolongados ou a má

distribuição das chuvas, provocam a redução das safras. Por sua vez, os recursos hídricos superficiais, como a barragem de Mirorós no rio Verde, não são suficientes. Este cenário demanda maiores estudos, pois apesar do potencial produtivo e da necessidade de

melhoria das condições de vida locais, a atual escassez de água pode ainda se agravar com as alterações climáticas em curso.

3.1 Aspectos da produção agropecuária

Como parte da caracterização da microrregião foram levantadas as principais culturas existentes na região aptas à produção

de biocombustíveis (oleaginosas e outras energéticas como a cana-de-açúcar). Na Tabela 3 apresentam-se a área e a produção dessas principais culturas agroenergéticas para o período compreendido entre os anos de 2004 a 2008.

Tabela 3. Área colhida e quantidade produzida das sete principais culturas energéticas da Microrregião de Irecê – BA (Adaptado de IBGE-PAM, 2011)

Culturas agrícolas com potencial energético	Área colhida (ha)					Quantidade produzida (Toneladas)				
	2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009
	Algodão herbáceo (em caroço)	1.800	700	230	165	767	2.220	495	88	129
Amendoim (em casca)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cana-de-açúcar	1.192	1.352	1.337	1.258	607	53.425	51.584	58.850	51.500	15.040
Girassol (em grão)	502	60	670	250	75	482	30	284	165	48
Mamona (baga)	130.820	60.550	65.820	74.430	73.440	91.011	34.438	35.462	63.266	35.136
Soja (em grão)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coco-da-baía ¹ (Mil frutos)	355	348	348	378	378	6.231	5.840	5.118	6.498	6.498
Total	134.669	63.010	68.405	76.481	75.267	153.369	92.387	99.802	121.558	56.956

Observação: Para o somatório da quantidade produzida considerou-se o peso médio do côco de 1,5 Kg

Considerando a totalização da produção das sete culturas apresentadas na Tabela 3, pode-se observar que, ao longo do período dos cinco anos avaliado, tanto a área das culturas quanto a sua produção reduziram (Figura 5). Destaca-se o declínio da produção e da produtividade de mamona, entre 2005 e 2009, apesar dos incentivos do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel

(PNPB). Nos cinco anos estudados a produtividade média foi de 627 kg/ha (Tabela 3). A baixa produtividade é resultado de práticas agrícolas inadequadas, embora existam e estejam disponíveis tecnologias adaptadas ao semiárido que proporcionam produtividades superiores a 1.700 kg/ha (Freitas *et al*, 2010).

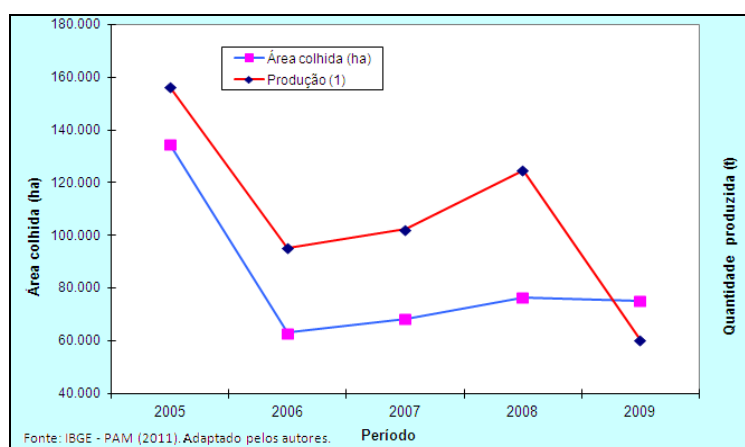


Figura 5. Evolução da produção de culturas energéticas na Microrregião de Irecê – BA (Adaptado de IGGE-PAM, 2011)

3.2 Aspectos climáticos

Na região de Irecê o período chuvoso inicia-se no mês de novembro e prolonga-se até março. Neste período as maiores cotas pluviométricas mensais ocorrem de novembro a março, com flutuações médias mensais entre 90 e 110 mm para este período, quando computada a média de 1973 a 2010.

A partir de maio até setembro, os índices pluviométricos são reduzidos, com

variação média mensal inferiores a 1 mm. Estes índices caem para valores entre 72 mm 87mm no período chuvoso, quando se considera a provável redução preconizada pelo cenário A2 (Figura 6).

A precipitação média anual da região é de 600 mm. No entanto, observando a Figura 7, nota-se uma grande irregularidade interanual.

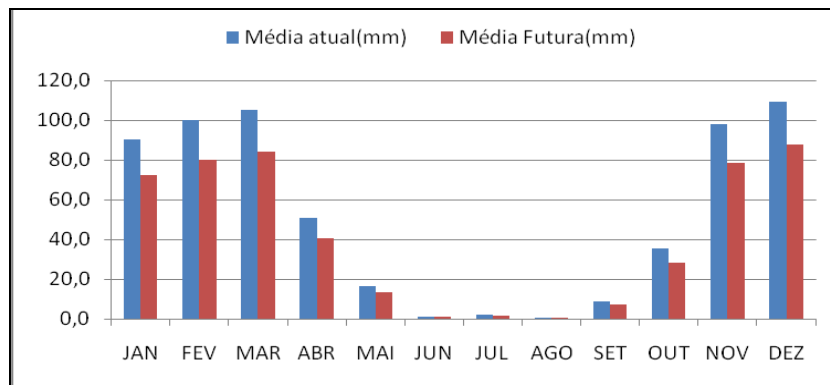


Figura 6. Média mensal da precipitação na Microrregião de Irecê – BA, para o período compreendido entre 1973 e 2010 e com a redução futura prevista no cenário A2 (Média Futura). (Adaptado pelo autor com dados de Marengo *et al.*, 2007).

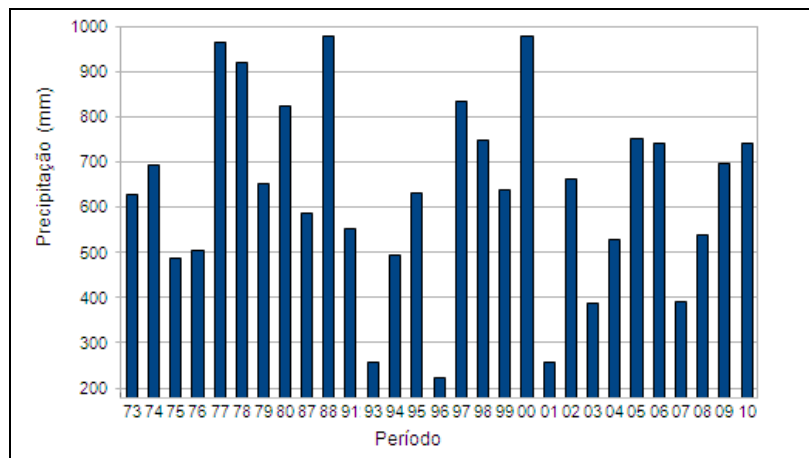


Figura 7. Histórico da pluviosidade anual da Micro-região de Irecê-BA para o período de 1973 a 2010 (Adaptado de INMET, 2011). Nota: Os anos sem registro de dados foram excluídos do gráfico.

4. Oleaginosas e as Mudanças Climáticas

Pelas suas características de maior tolerância a regimes hídricos mais restritivos,

a produção de oleaginosas pode representar uma alternativa econômica para as populações localizadas no SAB. A adoção dessas culturas

pode ser considerada um processo de adaptação às mudanças climáticas de longo prazo.

A produção de oleaginosas é apoiada através do PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, que promove o cultivo pela agricultura familiar. Na Tabela 4 apresentam-se as exigências hídrica de seis

culturas oleaginosas que podem ser produzidas no nordeste e a faixa de temperatura na qual apresentam uma boa produção. Nota-se que a exigência destas culturas são compatíveis com a precipitação média atual da micro-região de Irecê, que varia em torno de 600 mm (Tabela 4).

Tabela 4. Exigências hídricas e faixa de temperatura adequada para cinco oleaginosas produzidas no nordeste.

Cultura	Faixa de Temperatura °C	Exigência hídrica mm/ano	Fontes
Algodão arbóreo	25-30	450-700	Amorim Neto <i>et al</i> , 2001b
Amendoim	22-29	500-700	Santos, 1999
Gergelim	25-27	300-800	Embrapa CNPA. BRS 196, 2000
Girassol	8-34	500-700	Paes, 2005
Mamona	20-30	400-700	Beltrão & Silva, 1999
Pinhão Manso	18-28,5	480-2300	Saturnino <i>et al</i> , 2005

4.1 Principais culturas oleaginosas recomendadas

Considerando as peculiaridades de clima da região e as características produtivas locais são apresentadas as culturas oleaginosas mais recomendadas para a microrregião em estudo. São assim consideradas a mamona, que é uma planta cujo plantio faz parte da tradição regional e o pinhão manso, pela sua resistência à escassez hídrica e pela capacidade de oferecer um boa produção em áreas de baixa fertilidade. Complementarmente, ambas permitem o consórcio com outras culturas como sejam o feijão, o milho, a abóbora e a melancia, favorecendo a sua utilização pela agricultura familiar.

4.1.1 Cultura da mamona

A mamona, euforbiácea do grupo das xerófilas, é comum no SAB, o que se deve à sua resistência às estiagens e à exigência em calor e luminosidade (Silva, 1983). A cultura não é exigente em fertilidade do solo. Refira-se que uma fertilidade mediana é até interessante para limitar o estímulo ao crescimento vegetativo, o que afeta a maturação da cultura, prejudicando sua economicidade. No NE do Brasil existem 418 municípios aptos à utilização econômica da mamoneira, destacando-se o estado da Bahia com o maior número, 190 municípios (Amorin Neto *et al*^a, 2001).

A demanda hídrica da cultura é baixa. Segundo BAHIA (1995), com 500 mm de

precipitação distribuída ao longo de seu ciclo, a produção apresenta viabilidade econômica. Os solos deverão apresentar uma textura franca e franca-argilosa, profundos e bem drenados, com pH de 6,0 a 6,8. Para a época de semeadura os autores definem o primeiro mês em que ocorrem pelo menos 10% da precipitação total anual, devendo a colheita ser efetuada durante o período seco do ano.

Depreende-se que o planejamento é de grande importância para as culturas no semi-árido, pois pequenas quantidades de precipitação são suscetíveis de proporcionar um bom desenvolvimento desde que se atendam às exigências hídricas nos estágios de maior necessidade das plantas. Amorim Neto *et al.* (2001a) recomenda, para esta região, o plantio da mamona entre os meses de outubro a maio (Figura 7), devendo-se atender a três critérios:

- altitude entre 300 e 1.500 m acima do nível do mar;
- precipitação mínima de 500 mm (avaliada mensalmente num período de 30 anos);
- temperatura média do ar entre 20 e 30°C.

Deve-se referir que se o cenário de alterações climáticas A2 for confirmado, a consequente redução da precipitação (Figura 6), o aumento da evapotranspiração provocada pela elevação de temperatura até 5 °C e a redução de 70% na recarga dos reservatórios de água subterrâneos, contribuirão para a degradação das condições

favoráveis à produção das culturas oleaginosas nesta localidade. A mamona apresentará os seus limites de tolerância ultrapassados, o que causará perdas de colheita e uma grande incerteza para os agricultores.

4.1.2 Pinhão Manso

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) pertence à família da mamona, Euforbiácea. É uma planta perene, arbustiva, geralmente com ramificação desde a sua base. O crescimento da planta é rápido, atingindo de 3 a 5m de altura (Arruda *et al.*, 2004). A produtividade varia entre 1200 kg/ha e 6000 kg/h, dependendo da fertilidade do solo e da precipitação. Suas sementes possuem cerca de 32 a 40% de casca e de 55 a 66% de amêndoa, sendo que o teor de óleo varia entre 35 a 40% nas sementes e de 50 a 60% de óleo nas amêndoas (Sartunino *et al.*, 2005). A torta, devido às substâncias tóxicas, não deverá ser utilizada para alimentação animal, sem um tratamento especial. No entanto, variedades que produzem tortas comestíveis já estão sendo desenvolvidas (Drumond *et al.*, 2008).

A produção das plantas se inicia após o décimo mês do plantio, atingindo sua plenitude por volta do terceiro ou quarto ano, chegando até os 40 anos ainda em condições produtivas (Arruda *et al.*, 2004). A sua reprodução pode se dar tanto a partir de sementes como de estaquia, facilitando a produção por agricultores familiares, por torná-los independentes de fornecedores de

sementes. (Saturnino *et al.*, 2005).

A adaptabilidade do pinhão-manso é ampla, produzindo numa faixa climática que abrange temperaturas entre 18 a 28,5°C, altitudes do nível do mar até cerca de 1.000 m e precipitação média variável entre 480 e 2.380 mm. Por ser tolerante à seca, ela sobrevive até 200 mm de chuvas anuais e suporta até três anos de secas consecutivas, paralisando seu crescimento nesses períodos, perdendo folhas e sobrevivendo da água armazenada nos caules (Saturnino *et al.*, 2005). A capacidade de resistência à falta de água permite que a planta sobreviva até mesmo nas condições mais drásticas dos cenários previstos por Marengo (2007).

Devido a estas características, o pinhão é considerado uma alternativa de oleaginosa para a agricultura familiar no SAB, devido à sua rusticidade e capacidade de resistir ao estresse hídrico. A possibilidade de seu cultivo em consórcio proporciona o aumento da resiliência dos ecossistemas produtivos. No entanto, como afirma Saturnino *et al.* (2005), faltam informações tecnológicas para validar esta cultura como uma oleaginosa definitivamente promissora para produção de óleo na região.

5. Conclusões

As consequências das alterações climáticas são inexoráveis, de forma que a adaptação a elas representa importante alternativa para regiões suscetíveis como o SAB. A região de Irecê mostra-se

particularmente vulnerável e será fortemente afetada pelas mudanças climáticas. Suas culturas que tradicionalmente resistem seca, como a mamona, vão alcançar seus limites de resistência tão logo a precipitação e temperatura atinjam os valores limites preconizados pelo cenário A2. Os riscos econômicos e sociais ocasionados por essas mudanças se tornarão tão mais agudos quanto mais tarde as medidas de mitigação forem adotadas. Deste modo, para enfrentar as mudanças no clima do Semiárido e reduzir os seus efeitos limitantes na produção e na produtividade de oleaginosas, algumas ações devem ser implementadas imediatamente, tais como:

- Criação e implementação de mecanismos adaptativos às mudanças climáticas;
- Manutenção e ampliação da base genética para culturas mais tolerantes à seca;
- Ações que desenvolvam e implementem técnicas de armazenamento e melhoria na eficiência do uso da água;
- Fomento e promoção do cultivo de culturas oleaginosas resistentes a condições de estresse hídrico, como as oleaginosas destacadas neste trabalho;
- Melhoramento genético com vistas à tolerância a restrições hídricas. Culturas com tradição de convivência com a aridez, como a mamona, estão mais aptas a se adaptarem a condições mais severas bem como terão mais fácil

aceitação por parte dos agricultores.

6. Referências

- Alves, J. (1982). História das Secas (Século XVII a XVIII). Coleção Mossoroense – 2ª Edição - Volume CCXXV.
- Amorim Neto, M. da S.; Araújo, A. E. de & Beltrão, N. E. de M. (2001a). Zoneamento agroecológico e época de semeadura para a mamoneira na Região Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p.551-556.
- Amorim Neto, M. da S.; Araújo, A. E. de & Beltrão, N. E. de M. (2001b). Clima e solo. In: Beltrão, N.E. de M; Vieira, D.J. 2001. “Clima e Solo”. In: O Agronegócio Gergelim no Brasil, pp. 93-107. EMBRAPA Informação Tecnológica, Brasília, DF.
- Arruda, F. P. de ; Beltrão, N. E. de M.; Andrade, A. P.de; Pereira, W. E. & Severino, L. S. (2004). Cultivo do Pinhão Manso (*Jatrofa curcas* L.) como Alternativa para o Semi-Árido Nordestino. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras, v. 8 , n. 1 , p. 789-799, Campina Grande, PB.
- BAHIA (1995). Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração. Série oleaginosas: diagnóstico e oportunidades de investimentos – mamona. Salvador: CICM/SEBRAE, v.5. 63p.
- Barreto, F. A., Gaspar, D. & Araújo, J.A. (2009). Determinantes da Desigualdade de Renda em Áreas Rurais do Nordeste -LEP-CAEN-UFC- www.caenufc.br/~lep/ensaios/es_p18.pdf _ Acesso em 12/10/2010.
- Batistelli, E. C. (2010) Exemplos de Sucesso : Incentivando Alternativas – Palestra apresentada na Conferência Bidoesel BR 2010- S. Paulo.
- Beltrão, N. E. de M. & Silva, L. C. (1999). Os múltiplos uso do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. Fibras e Óleos, Campina Grande, n. 31, p. 7.
- BLS – BUREAU OF LABOR STATISTICS (2011). www.bls.gov/data/inflation_calculator.htm - Acesso em 01/10/2011.
- BNB – Banco do Nordeste do Brasil (2011). Agricultura Familiar – WWW.bnb.gov.br/agricultura_familiar/ - Acesso em 20/04/2011.
- BRASIL-MCT (2005). Análise da Vulnerabilidade da População Brasileira aos Impactos Santário das Mudanças Climáticas - Brasília.
- BRASIL – MMA- MCT (2007). Relatório do Clima – GOF-UK-Probio-INPE.
- Bursztyn, M. (1990). O País das Alianças: elites e continuísmo no Brasil. Petrópolis, Rio de Janeiro, Ed. Vozes Ltda.

- CÁRITAS BRASILEIRA (2001). Água da Chuva: o segredo de convivência com o Semi-Árido brasileiro. Cáritas Brasileira, Comissão Pastoral da Terra, Fian/Brasil. São Paulo, Paulinas.
- Carvalho, O. (1988). A Economia Política do Nordeste – Secas, Irrigação e Desenvolvimento – Editora Campus – RJ.
- CBMET (2010). Recife - www.cbmet2010.com – acesso 06/07/10
- CEDEPLAR/UFMG e FIOCRUZ (2008). Mudanças climáticas, migrações e saúde: Cenários para o Nordeste Brasileiro, 2000-2050. Relatório de Pesquisa – Belo Horizonte.
- CIA (2011). The World Factbook: Israel - <https://www.cia.gov/library/publications/.../is.html> - Consulta em 18/04/2011.
- Drumond, M. A.; Arruda, F. P. de; & Aanhos, J. B. dos. (2008). Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). Petrolina: Embrapa Semi-árido. 15 p.: il. (Embrapa Semi-árido. Documentos, 212).
- Duarte, R (2002). Do desastre natural à calamidade pública, a seca de 1998-1999. Fortaleza: Banco do Nordeste; Recife: Fundação Joaquim Nabuco.
- EMBRAPA-CNPA. BRS 196 (CNPA G4) (2000). Nova cultivar de Gergelim e seu sistema de cultivo. Campina Grande. Folder.
- Freitas, J. G, Silva J. C. A, Mota, J. R & Silva G. A. (2010). Comportamento do Cultivar de Mamona BRS Energia Cultivada sob duas Densidades de Plantio em Irecê – Ba. IV Congresso Brasileiro de Mamona João Pessoa – PB.
- Furtado, C. (2007). Formação Econômica do Brasil – p 194 - Companhia Das Letras – 34ed, São Paulo – SP.
- Gasith A & Resh V. H. (1999). Streams in Mediterranean climate region: Abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 30: 51-81.
- Holanda, A. (2004). Biodiesel e inclusão social. Brasília: Coordenação de Publicações, p.13-60. (Série cadernos de altos estudos; n.1.
- IBGE (2007) INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2006. Sítio<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>>. Acesso em: fevereiro/2011.
- IBGE-PAM (2011). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sítio<<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: fevereiro/2011.
- INMET (2011). Instituto Nacional de Meteorologia, Dados Atmosféricos da Região de Irecê entre 1973 e 2010- INEMT.

- IPCC – GT I (2007b). Relatório do Grupo de Trabalho I – A Base das Ciências Físicas - Paris.
- IPCC – GT II (2007). Relatório do Grupo de Trabalho II -Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade – Bruxelas.
- Magalhães, A. R., Vale, J. R., Peixoto, A. B. & Ramos, A. P. (1991). Relatório do Seminário sobre Impactos Sociais e Econômicos de Variações Climáticas e Respostas Governamentais no Brasil. *In*: Magalhães, A.R (Org) Resposta Governamental às Secas: A Experiência de 1897 no Nordeste. PP 27 – Imprensa Oficial do Ceará.
- Marengo, J. A., Nobre, C. A. & Salti, E. (2007). Caracterização do clima atual e definição da alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI – MMA - Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade – MMA-Brasília.
- Marengo, J. A. (2008). Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil - Parcerias Estratégicas - n.27- Brasília.
- MET OFFICE (2010). Cutting greenhouse gases will be no quick fix for our weather - Adapting to Climate Change Issue 13 - www.metoffice.gov.uk.
- Mooney H. A. (1982). Mediterranean-type Ecosystems: Research progress and opportunities. *South African Journal of Science* 78, 5-7.
- Morais M. M, Pedro A, Rosado J & Pinto P. (2009). Temporary Rivers: from excess to scarcity. *In*: Sustainable Development: Energy, Environment and Natural Disasters (eds L. M. G. Duarte & P. Pinto) pp. 37-49. Fundação Luis de Molina, Universidade de Évora.
- Murphy, J. M., D. M. H. Sexton; D. N. Barnetti; G. S. Jines; M. J. Webb; M. Collins & D. A. Stainforth (2004). Quantification of modeling uncertainties in a large ensemble of climate change simulations. *Nature*. 430: 768-772.
- NAE (2005). Mudanças do Clima 1 – NAE-SECOM – Presidência da República – Brasília.
- Paes, J. M. V. (2005). Utilização do Girassol em Sistema de Cultivo. *In*: Informe Agropecuário, v. 26 n. 229 p 34-41, Belo Horizonte, MG.
- Santos, R. C. (1999). Utilização de recursos genéticos e melhoramento de *Arachis hypogaea* L. no Nordeste brasileiro. *In*: Queiroz, M.A; Goedert, C.O; Ramos, S.R.R., (Org.). Recursos Genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro. EMBRAPA Algodão. PETROLINA, PE.
- Santos, D. N., Silva, V. P. R., Sousa, F. A. S.

& Silva, R.A. (2010). Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil – Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental – V.14, nº5.

Saturnino, H. M.; Pacheco, D. D.; Kakida, J.; Nagashi, T. & Gonçalves, N. P. (2005). Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). Informe Agropecuário, Belo Horizonte – MG. v.26, n.229, p.44-78.

Silva, A. da. (1983). Mamona:

potencialidades agroindustriais do Nordeste brasileiro. Recife: SUDENE-ADR, 154p.

Vianna, J. N. S.; Duarte, L. M. G. & Wehrmann, M. (2010). Inserção da Agricultura Familiar na Produção de Biodiesel no Semi-árido Brasileiro. In: VIII Congresso Latinoamericano de Sociologia Rural - ALARSU, 2010, Porto de Galinhas. America Latina: relacionamientos políticos y Proyectos en Disputa.