

Vulnerabilidade e resiliência socioambiental no contexto da mudança climática: o caso do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)*

Martin Obermaier**, Emilio Lèbre La Rovere***

Resumo

Este artigo discute adaptação à mudança climática na agricultura familiar em regiões semiáridas como estratégia de redução da vulnerabilidade local e a formação de processos de transição para estados de resiliência socioambiental mais desejáveis. Aplicamos o quadro teórico no caso do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) e os seus esforços para integrar agricultores familiares do nordeste brasileiro na cadeia produtiva de biocombustíveis. Os resultados indicam que, enquanto o PNPB integra relevantes componentes para redução de vulnerabilidades – como a assistência técnica ou acesso a mercados –, futuros mais sustentáveis no semiárido nordestino dependerão, fundamentalmente, de reformas socioeconômicas mais amplas para combater os processos sociais exclusivos. Fundamentalmente, uma adaptação bem sucedida implicará ações concertadas em níveis locais, regionais e nacionais.

Abstract

This article discusses family farmer adaptation to climate change in semi-arid regions as local vulnerability reduction and forming transition processes towards more desirable states of socio-ecological resilience. We apply this methodological framework to the case of the National Program on Biodiesel Production and Use (PNPB) and its efforts to integrate family farmers from the Brazilian northeast into biofuel commodity chains. The results indicate that while the PNPB addresses important components for vulnerability reduction—such as technical assistance or market access—more sustainable futures will essentially rely on broader socioeconomic reforms to break with currently socially exclusive processes. In particular, successful adaptation will need concerted actions at local, regional and national scale.

* O presente trabalho se baseia na tese de doutorado de Martin Obermaier “Velhos e Novos Dilemas nos Sertões: Mudanças Climáticas, Vulnerabilidade e Adaptação no Semiárido Brasileiro” (2011).

** Martin Obermaier é doutor em planejamento energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

***Emilio Lèbre La Rovere é doutor em tecnologias econômicas na École des Hautes Études en Sciences Sociales de Paris, e coordenador do Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (Lima) e o Centro Integrado de Estudos de Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (Centro Clima) da UFRJ.

Palavras-chave: Vulnerabilidade; Resiliência socioambiental; Adaptação; Agricultura familiar; Semiárido; Brasil.

Keywords: *Vulnerability; Socio-ecological resilience; Adaptation; Family farmer; Semi-arid; Brazil.*

1. Introdução

A agricultura familiar em áreas semiáridas é altamente suscetível aos impactos da variabilidade e mudança climática (IPCC, 2007). No entanto, o setor agrícola tem mostrado, historicamente, uma forte capacidade de se adaptar a riscos, sejam eles climáticos ou não (BURTON E LIM, 2005). Um exemplo particular é o sertão nordestino do Brasil onde agricultores familiares da região lidam com déficits hídricos e secas recorrentes desde os primórdios da colonização da área, e tem se adaptado a isso. Exemplos incluem, entre outros, a pecuária extensiva com base em forragem e lamedouros para alimentação animal, uma agricultura comercial adaptada a déficits hídricos como a cana-de-açúcar e o algodão, assim como o plantio de cultivos de subsistência resistentes às secas, incluindo mandioca, milho e feijão (PRADO JR., 1945; ANDRADE, 2005).

O desenvolvimento agrícola, no entanto, veio a um alto custo socioambiental. São frequentes os relatórios sobre migração forçada, má nutrição e mortes devido aos déficits hídricos recorrentes (HIRSCHMAN, 1963; GOMES, 2001). Neste contexto, a alta demanda de carne nos centros litorais do país, do algodão e da cana como *commodities* agrícolas, implicou no desenvolvimento da agricultura de subsistência somente como apêndice à agricultura comercial. Isso tem sido evidenciado pelo uso de solos de qualidade inferior ou terras degradadas para áreas de subsistência, métodos agrícolas rudimentares, desconsideração do uso de fertilizantes ou pesticidas (mesmo orgânicos), e pouco desenvolvimento de irrigação, drenagem ou outras técnicas de regulamentação de água (PRADO JR., 1945; MAIA GOMES, 2001; CARVALHO E EGLER, 2003). Além disso, a criação extensiva de gado, a prática de queimadas na agricultura e o uso descontrolado da lenha (especialmente nos engenhos para a produção de açúcar) têm levado à forte degradação da caatinga – um dos maiores biomas do país (735 mil km²) –, incluindo processos de erosão de solo, desertificação, fragmentação da cobertura vegetal e perdas de biodiversidade (PRADO JR., 1945; GARIGLIO ET AL., 2010). Apesar de 40% da vegetação original da caatinga estar intacta, poucas áreas da região não são economicamente utilizadas (GARIGLIO ET AL., 2010). Apenas 1% de sua área está protegida (SRH/MMA e UFPB, 2007).

Há, portanto, um aparente paradoxo: de um lado a vulnerabilidade de agricultores familiares frente os riscos climáticos e socioeconômicos, e do outro lado a resiliência socioambiental da agricultura familiar como um conjunto para absorver ou se recuperar de tais choques. Em outras palavras, ao mesmo tempo em que a agricultura familiar do sertão é altamente vulnerável, ela se mostra extremamente resiliente.

Pesquisas sobre adaptação à mudança do clima têm integrado a ciência de vulnerabilidade e resiliência em seu campo de estudo (JANSSEN E OSTROM, 2006; GALLOPÍN, 2006; MCGRAY ET AL., 2007; EAKIN E PATT, 2011). A análise de vulnerabilidade tem se centrado no motivo da vulnerabilidade, ou seja, por que e em quais condições atores são vulneráveis. Dessa forma destacam-se ligações explícitas a temas como pobreza, exclusão social ou os impactos da globalização na agricultura, em vez de um foco de vulnerabilidade restrito aos impactos da mudança do clima (EAKIN E LUERS, 2006; ADGER, 2006; O'BRIEN ET AL., 2008; MALONE E ENGLE, 2011). Por outro lado, resiliência, definida como "a capacidade de um sistema de absorver distúrbios e se reorganizar num sistema totalmente funcional" (CUTTER ET AL., 2008, pp. 599-600), foca na capacidade de avançar o estado de sistemas socioambientais² através de processos de aprendizagem e adaptação (Nelson et al., 2007; Cutter et al., 2008). Dessa forma, "boa" resiliência ou "estados mais desejáveis" de um sistema são ligados à possibilidade de seguir trajetórias para futuros mais sustentáveis no contexto de crescentes impactos causados pela mudança climática e das vulnerabilidades sociais e climáticas atuais (FOLKE, 2006; NELSON ET AL., 2007).

É importante entender que respostas locais para reduzir vulnerabilidades existentes (adaptação) não necessariamente andam no mesmo compasso de processos para uma resiliência socioambiental mais desejável de um sistema hierarquicamente maior (EAKIN E WEHBE, 2009). Portanto, analisar ações que tentam reduzir vulnerabilidades em um quadro teórico de resiliência sistêmica constitui um importante campo de estudos. Pesquisas neste âmbito (NELSON ET AL., 2007; EAKIN E WEHBE, 2009; OSBAHR ET AL., 2010) tem se centrado especificamente em como processos ou repostas locais podem deslocar sistemas (por exemplo, a agricultura familiar numa determinada região) em direção a estados de "adaptedness"³, uma situação em qual um determinado sistema é eficaz no relacionamento com o seu meio ambiente e cumpra as metas normativas estabelecidas por suas partes interessadas (NELSON ET AL., 2007, p. 400).

Dentro desse contexto, a agricultura familiar da região semiárida brasileira é um estudo de caso interessante, mas ainda pouco pesquisado. Estudos anteriores focavam na identificação de causas-raízes de vulnerabilidades na agricultura e nos efeitos da posse da terra sobre vulnerabilidade a secas (FINAN E NELSON, 2001; LEMOS, 2007; TONI E HOLANDA, 2008). Todavia, pesquisas no Brasil ainda estão fortemente limitadas à discussão de riscos e impactos climáticos, em vez de incorporar um debate mais amplo incluindo as vulnerabilidades sociais ou a resiliência socioambiental (OBER-

1 Todas as traduções são dos autores.

2 Sistemas socioambientais são importantes unidades de análise porque homem forma seu meio ambiente da mesma forma que ele é formado por serviços ou suportes de ecossistemas (FOLKE, 2006).

3 Não existe uma tradução ao português que incorpora o sentido completo dessa definição. Por isso, usaremos o termo original ao longo do presente trabalho.

MAIER, 2011)⁴. Há, porém, um considerável interesse em aprender a partir dessa recente vertente de pesquisa: no ano passado, na conferência internacional ICID 18, em Fortaleza, discutiu-se a relação entre sustentabilidade, clima e de desenvolvimento em regiões semiáridas. Do ponto de vista prático, a redução de vulnerabilidade da agricultura familiar tem sido implicitamente integrada na agenda política brasileira via programas de desenvolvimento regional e programas sociais. Nesse contexto, tem sido de interesse particular na região do semiárido os recentes esforços para integrar agricultores familiares do sertão na cadeia produtiva de biocombustíveis por meio do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB).

No presente artigo, analisamos como o PNPB consegue reduzir vulnerabilidades locais no sertão, e como isso poderia ser ligado a uma resiliência socioambiental maior. A análise se baseia no quadro estabelecido por Lambin (2005) e Eakin e Wehbe (2009) e o papel dos componentes-chaves *motivação, informação e capacidade* em um quadro teórico de resiliência socioambiental. Integramos explicitamente na nossa análise o debate sobre a redução da pobreza, do qual uma discussão sobre a resiliência no Brasil não pode ser deslocada, dado a persistente marginalização dos agricultores familiares no Nordeste (NE) e a forte ênfase do atual Governo Federal em melhorar as condições no campo, por exemplo, evidenciado pelo recente “Brasil sem Miséria”.

A nossa pesquisa é, em grande parte, qualitativa, e resume os resultados da pesquisa de tese de doutorado do primeiro autor sobre o PNPB no estado da Bahia. Dessa forma, as lições aprendidas também deverão contribuir para o debate sobre a integração de medidas de adaptação com ações de mitigação (AdMit) (KLEIN ET AL., 2007; LA ROVERE ET AL., 2009). O trabalho se baseia em 44 entrevistas semiestruturadas com diversos atores ligados aos estudos de caso, e é complementada por dados de campo e dados secundários, uma revisão da literatura relevante, e observações feitas em diversas reuniões a nível local, regional e nacional. O estudo de caso analisa a região de Irecê na Bahia, onde é o foco na produção da mamona. A região de Irecê se encontra dentro da atual delimitação oficial da região semiárida do Brasil, assim como dentro dos limites do antigo “polígono da seca” de 1936 (CARVALHO E EGLER, 2003; SRH/MMA e UFPB, 2007).

Como mostraremos, o PNPB aborda uma série de componentes importantes para a redução de vulnerabilidades locais, assim como para uma transição para estados futuros mais sustentáveis. No entanto, argumentamos que uma situação de *adaptedness* dependerá fundamentalmente de reformas socioeconômicas e políticas mais amplas, inclusive a facilitação de acesso a terras agrícolas, medidas de proteção da caatinga, e reformas na governança, instituições e gestão. Dessa forma, o restante desse trabalho está organizado da seguinte forma: a seção 2 explica o qua-

4 Fazemos esta constatação com base na análise dos documentos oficiais do Governo Federal sobre mudança climática e adaptação (BRASIL, 2006, 2009, 2010; BRASIL E CIM, 2008) e das referências citadas nesses documentos, assim como uma análise bibliográfica extensiva das recentes publicações sobre o tema. Para mais informações ver Obermaier (2011) e Obermaier et al. (2011).

dro metodológico. Na seção 3 o estudo de caso é apresentado e analisado, e a seção 4 conclui o trabalho com algumas observações finais.

2. Metodologia

Resiliência e vulnerabilidade são condições inerentes a sistemas socioambientais (YOUNG ET AL., 2006). Portanto, uma gestão para futuros mais sustentáveis depende criticamente da abordagem de ambas propriedades: reduzir a vulnerabilidade, especialmente a dos menos capazes de se proteger de riscos ou perigos, e aumentar a resiliência de sistemas para que perturbações socioeconômicas ou ambientais (incluindo a variabilidade atual e a mudança futura do clima) possam ser absorvidas, enquanto mantendo-se a capacidade de avançar ou melhorar as propriedades do sistema em análise. Elementos como eficiência, equidade, eficácia e legitimidade são importantes partes nessa discussão (ADGER ET AL., 2005), assim como as discussões recentes sobre adaptação sustentável (BROWN, 2011) ou má-adaptação (BARNETT E O'NEILL, 2010), as quais vulnerabilidades locais e condições de resiliência socioambiental são intrinsecamente ligadas.

Enquanto a resiliência é, por vezes, considerada como o outro lado da moeda da vulnerabilidade (JERNECK E OLSSON, 2008), há uma potencial desconexão entre os dois termos. Pesquisa de vulnerabilidade ou adaptação pode ser considerada como aquela que foca em atores ou grupos, enquanto a resiliência, por definição, está ligada à análise de sistemas (NELSON et al., 2007). Dessa forma, em vez de eliminar as vulnerabilidades, identificar níveis aceitáveis de vulnerabilidade e manter a capacidade de resposta quando áreas ou sistemas vulneráveis são afetados é o principal desafio. Eakin e Wehbe (2009) ainda salientam que, em muitos casos, a soma das adaptações locais a processos de mudanças pode contrariar trajetórias a uma sustentabilidade socioambiental maior. Por exemplo, um agricultor pode diversificar a sua produção agrícola e reduzir a sua vulnerabilidade a déficits hídricos pelo desvio de águas superficiais ou subterrâneas para fins de irrigação, mas caso essa água seja propriedade comum seus vizinhos podem sofrer com a diminuição da disponibilidade de água. Processos de salinização, devido à irrigação excessiva, poderão reduzir fortemente a produtividade agrícola, afetando a integridade ecológica da propriedade e a segurança alimentar, assim como fontes de renda. Se ele é um agricultor de subsistência, a sua família pode sofrer com a falta de alimentos. Se ele é um grande produtor, a produção reduzida pode afetar significativamente a disponibilidade de alimentos em mercados locais ou regionais, promovendo, assim, processos de inflação nos preços agrícolas e, portanto, tornar mais vulneráveis as famílias pobres que não os produzem⁵. Essas interdependências são ainda mais complexas quando são incluídos fatores como mudanças regionais e globais (tais como desertificação ou mudança

5 Esses processos podem ser particularmente relevantes, por exemplo, se o número de agricultores que exploram os recursos naturais comuns é muito alto (OSTROM, 2009).

climática), pobreza, desigualdades sociais, capacidades adaptativas em diferentes escalas, política econômica (por exemplo, clientelismo ou exclusão de processos políticos) ou a globalização e acesso ao mercado (que pode gerar impactos positivos, mas também negativos) (ADGER ET AL., 2005; EAKIN E LUERS, 2006; MORTON, 2007; MCGRAY ET AL., 2007; EAKIN E PATT, 2011).

Neste contexto, Lambin (2005) argumenta que a transição para sustentabilidade é controlada por três componentes principais, que são motivação, informação e capacidade: “para qualquer deslocamento precisa de um mapa para saber onde estamos e para onde podemos ir (informação), uma meta para estimular movimento (motivação), e um veículo com dispositivos para controlar a nossa direção e velocidade (capacidades)”. Como motivação, informação e capacidades fluem em um sistema socioambiental, é, portanto, relevante para entender transições de sistemas de um estado para outro (mais ou menos desejável). Eakin e Wehbe (2009) recentemente expandiram esse quadro teórico, integrando explicitamente questões sobre paradigmas de desenvolvimento, desigualdades sociais e o papel das instituições, tanto formais como informais, nestes processos. Esse fato promove, assim, uma análise mais completa das interações socioambientais em processos de adaptação, e liga a análise explicitamente à pesquisa de vulnerabilidade.

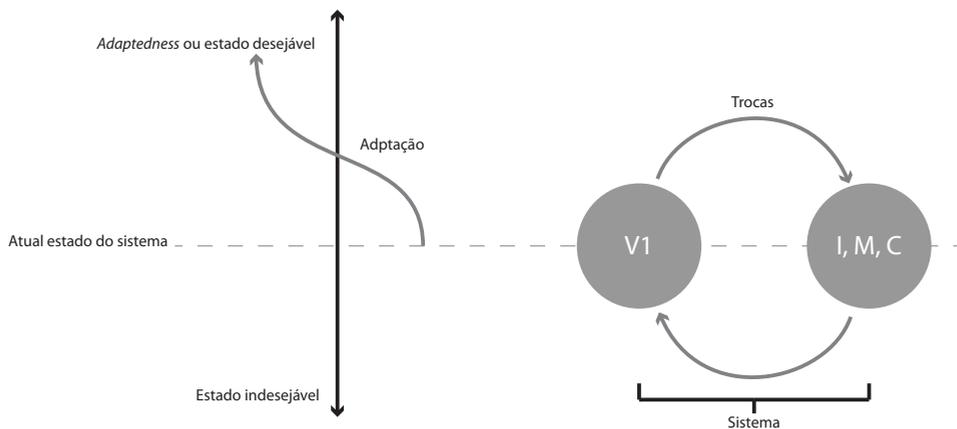


Figura 1 – Vulnerabilidade, resiliência socioambiental e futuros desejáveis dentro de um quadro teórico

Fonte: Obermaier (2011).

A Figura 1 apresenta uma visualização do quadro teórico adotado a partir do trabalho de Eakin e Wehbe (2009), com alguns ajustes adicionais. Um sistema $i = 1, \dots, n$ pode ser definido pelo seu atual estado (linha horizontal em cinza). Por meio de adaptação, o sistema i pode se deslocar para estados mais (ou menos) desejáveis. Nós assumimos que adaptação (exemplificado pela flecha) é um processo permanente e não um resultado fixo que pode ocorrer por ajustes incrementais ou transformadores (NELSON ET AL., 2007). Informação (I), motivação (M) e capacida-

des (C) fazem parte integral do quadro, influenciando estados de vulnerabilidade (V) e resiliência socioambiental (e sendo influenciados por esses em volta).

Em seguida, definimos vulnerabilidade com base no quadro conceitual de Fuessel (2007), que argumenta que uma caracterização totalmente qualificada de vulnerabilidade necessita da definição de seis fatores, resumidos na tabela 1. É importante salientar que, por meio da definição de vulnerabilidade como problema explicitamente integrado, de acordo com o quadro de Fuessel (2007), a análise leva em conta todas as interações socioambientais originadas tanto internamente (agricultura familiar no nível de domicílio em uma região determinada) quanto externamente ao sistema em análise (por exemplo, mudanças climáticas ou globalização nos mercados de commodities agrícolas). Também incluímos “falta de acesso” dentro da categoria “perigo”, definido aqui como “capacidade de obter benefícios de coisas” e não somente como o “direito de se beneficiar de coisas” (RIBOT E PELUSO, 2003). Assim, explicitamente integramos a questão da exclusão social dentro do contexto da mudança climática. Por fim, definindo vulnerabilidade como problema atual e de médio prazo, reforçamos a ideia que as vulnerabilidades atuais sociais e climáticas precisam ser colocadas no foco de pesquisas sobre adaptação, em vez da vulnerabilidade futura da mudança climática (OBERMAIER, 2011).

Tabela 1 – Caracterização totalmente qualificada de vulnerabilidade da agricultura familiar no semiárido do NE

No	Fatores de vulnerabilidade	Fatores de vulnerabilidade
1	Sistema vulnerável	Famílias de agricultores em regiões geográficas delimitadas (Irecê e Pintadas)
2	Atributo de preocupação	Meios de subsistência
3	Perigo	Falta de acesso, variabilidade e mudança climática
4	Referência temporal	Atual—médio prazo
5	Esfera	Integrada: vulnerabilidade de agricultores definida por fatores internos (e.g., uso de tecnologias, política econômica local) e externos (e.g., programas de governo, globalização do setor agrícola)
6	Domínio	Integrado: fatores socioeconômicos e ambientais são relevantes

Aplicaremos o quadro teórico desenvolvido no próximo capítulo. Irecê é situada a 7-8 horas de carro à sudoeste de Salvador. Numa altitude que varia entre 700m e 850m, Irecê possui solos férteis e fontes de águas subterrâneas. Grandes planícies favoreceram a mecanização na agricultura desde o início da colonização da região. Estas condições têm estimulado atividades agrícolas, distintas da predominante criação de gado no sertão nordestino (DUARTE, 1963; ANDRADE, 2005). A quantidade de chuvas na região é baixa e em torno de 488 a 745 mm por ano (INMET, s.d.).

3. A agricultura familiar dentro da cadeia produtiva de biodiesel: o caso da mamona na região de Irecê

Agricultores familiares na região de Irecê são tradicionais produtores da mamona no Brasil (*Ricinus communis L.*) (JAMES, 1953; AZEVEDO E BELTRÃO, 2007)⁶. Cultivada em consórcio ao lado de cultivos de subsistência, como o feijão ou o milho, ela serve como cultivo comercial (*cash crop* em inglês) e constitui uma importante parte da renda familiar na época do ano em que outras fontes são escassas (técnico agrícola 1, comunicação pessoal, jun. 2009). Resistente a déficits hídricos, a mamona pode reduzir a vulnerabilidade climática da agricultura quando outros cultivos de subsistência já não sobrevivem. Dessa forma, a mamona é frequentemente considerada como seguro de safra, apesar de não ser o foco da produção familiar na região de Irecê, sendo este os cultivos de subsistência (REPÓRTER BRASIL, 2009; representante de cooperativa, comunicação pessoal, jun. 2010). Por fim, a importância da mamona em torno da região de Irecê se mostra também na sua aceitação como forma de pagamento, por exemplo, em mercados locais ou na troca por outros bens ou produtos (DE SMET, 2010; REPÓRTER BRASIL, 2009).

Em termos globais, a mamona é uma commodity pequena com mercados bem definidos (CHIERICE E SALVADOR, 2007; ICOA, 2008). O seu óleo corresponde por somente 0.15% do mercado internacional de comércio em oleaginosas (SCHOLZ E SILVA, 2008), e apresenta preço elevado comparado com outros óleos vegetais comerciais (OBERMAIER ET AL., no prelo). O Brasil, já líder mundial nos anos 1970, perdeu essa colocação nas duas décadas seguintes pelo surgimento da Índia e da China como produtores importantes e por consideráveis perdas em produtividade e produção (SANTOS ET AL., 2007). Esse declínio foi ligado a complexas interações entre a continuada degradação ambiental na região de Irecê e a falta de disseminação de boas práticas agrícolas e de tecnologias apropriadas na agricultura familiar (REPRESENTANTE EMBRAPA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, JUN. 2009; FREITAS ET AL., 2010). Isso impediu o desenvolvimento de cadeias produtivas mais estruturadas assim como a renda familiar dos agricultores, com preços pouco remunerativos (REPÓRTER BRASIL, 2009; CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, DEZ. 2010; REPRESENTANTE INDÚSTRIA RICINOQUÍMICA, COMUNICAÇÃO PESSOAL, JUN. 2010)⁷.

6 A mamona cultivada é um cultivo perene da família da Euphorbiaceae, porém raramente continuado por mais de dois ou três anos num ciclo de colheita (SCHOLZ E SILVA, 2008). Devido à sua toxicidade ela não entra na cadeia alimentícia e fica estritamente para usos industriais (CHIERICE E NETO, 2007). Regiões subtropicais com temperaturas elevadas (15–38°C) e reduzida precipitação (750–1000 mm) são regiões naturais para a mamona (WEIBEL, 1948; AZEVEDO E BELTRÃO, 2007; SCHOLZ E SILVA, 2008).

7 A cadeia produtiva de mamona em alguns casos passou por até sete intermediários antes de chegar na indústria ricinoquímica (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

O potencial da industrialização da produção de mamona já foi discutido nos anos 1940 (JAMES, 1948). Porém, somente com a retomada da iniciativa de tentar integrar agricultores familiares pobres do NE dentro de uma estratégia agroenergética pelo Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) de 2003 essa ideia ganhou nova força⁸. Apesar do alto custo da mamona, ela foi identificada como carro-chefe para a inclusão social da agricultura familiar da região semiárida nordestina (CÉSAR E BATALHA, 2010). Isso se justificou principalmente pela possibilidade de gerar emprego e renda no NE (FLEXOR ET AL., 2011); por ser um cultivo já conhecido pela agricultura familiar (REPÓRTER BRASIL, 2009; CONSULTOR MDA 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010), a sua adaptabilidade às condições climáticas extremas da região NE (AZEVEDO E BELTRÃO, 2007), pela sua usabilidade como matéria-prima para a produção de biodiesel (teor de óleo entre 43–49%) (PARENTE, 2003; SCHOLZ E SILVA, 2008) assim como pela base de P&D já existente (PARENTE, 2003; CAEATC, 2003).

Enquanto o setor de biodiesel doméstico cresceu fortemente nos anos após a implantação do PNPB, a integração da agricultura familiar do NE dentro do PNPB se mostrou extremamente difícil. Em seguida, analisamos a participação da agricultura familiar de Irecê dentro do nosso quadro teórico de informações, motivações e capacidades, e discutimos como essas componentes são ligadas a vulnerabilidades e resiliência socioambiental.

3.1. Motivação

O relançamento da mamona como cultivo comercial dentro do PNPB chegou à agricultura familiar com a promessa de bons preços, assistência técnica e extensão rural (ATER) e a distribuição de sementes de qualidade (REPÓRTER BRASIL, 2009; WILKINSON E HERRERA, 2010) – isso numa situação onde a produção de feijão, principal produto agrícola da região⁹, se encontrou em decadência desde os anos 90 (NOVAES, 2007). Para incentivar a entrada de agricultores dentro do PNPB, vários programas de governo foram modificados: ou 1) criando novas linhas de atuação ligadas à produção de biodiesel na agricultura familiar, como no caso do Pronaf onde foi estabelecida uma nova linha específica de crédito para custeio; ou 2) priorizando agricultores da mamona em programas governamentais, como no caso do programa Garantia Safra, onde agricultores plantando mamona teriam prioridade em obter benefícios sobre outros (CARVALHO ET AL., 2007; CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

8 Semelhante ao Proálcool da década dos anos 70 o PNPB, apesar de constituir uma estratégia energética, foi criado com explícitos objetivos sociais. De fato, o fracasso de não conseguir integrar a agricultura familiar do Nordeste dentro do “novo modelo agrícola” pode ser interpretado como uma principal motivação do PNPB e o seu foco social (HALL ET AL., 2009).

9 A região era o segundo maior produtor nacional nos anos 90, e foi conhecida também como a “capital do feijão” (NOVAES, 2007).

O apoio político ao programa PNPB foi particularmente forte durante os primeiros anos (HALL ET AL., 2009; FLEXOR ET AL., 2011). A própria contribuição da agricultura familiar do NE foi ligada a sua contribuição para a produção de combustíveis limpos e renováveis¹⁰, e dessa forma, a um futuro sustentável do planeta (ver figura 2). Enquanto associações de agricultores mostraram consideráveis discrepâncias no apoio ao PNPB –variando de “oportunidades” a críticas severas à integração de cadeias do agronegócio (FLEXOR ET AL., 2011) –, agricultores familiares mesmo, em entrevistas com o primeiro autor desse estudo, mostravam o seu carinho pela mamona “que sempre produz”. Essa última observação, de fato, indica que a produção de mamona não requer muito cuidado dos agricultores, fato que pode ter, posteriormente, ter dificultado a motivação dos mesmos com poucos ganhos de produtividade.



Foto: M. Obermaier

Figura 2 – A agricultura familiar na cadeia de combustíveis renováveis: desenho mural na sede da cooperativa Coopaf, Morro do Chapéu

A produção da mamona expandiu fortemente nos anos 2004 e 2005 (19% e 26% respectivamente), porém abaixo das previsões originais (MDA, 2007; GUIMARÃES, 2010). Esse desenvolvimento levou a uma rápida inflação no preço da baga em um momento em que ainda não tinha preços contratualmente combinados entre agricultores e os produtores de biodiesel pelo Selo Combustível Social (CÉSAR E BATALHA, 2010)¹¹. Já em 2005, o preço nominal pago aos produtores caiu abaixo de valores pré-PNPB (SEAGRI, 2011).

¹⁰ Diferente de hoje, no início da década passada biocombustíveis foram frequentemente ligados a uma série de benefícios socioambientais, como a redução de gases de efeito estufa (GEE) e o fortalecimento do desenvolvimento rural (LA ROVERE E OBERMAIER, 2009).

¹¹ O SCS somente entrou em força 2005.

Esta evolução foi fortemente fortalecida por fortes problemas institucionais. O mercado de biodiesel no NE nos primeiros anos ficou fortemente dominado pela empresa Brasil Ecodiesel S.A. (BED). Com investimentos consideráveis no NE, bem como um forte apoio político do nível federal, a atuação da empresa foi avaliada por uns como essencial para o fortalecimento da região NE dentro do PNPB e a mobilização social da agricultura familiar, e por outros como oportunista, levando-se em conta má-gestão e, em alguns casos, práticas dúbias (REPRESENTANTE ONG 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, jun. 2009; REPRESENTANTE ONG 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, nov. 2009; CONSULTOR DIE, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2008; REPÓRTER BRASIL, 2009; CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). Por exemplo, houve relatos de quebra de contratos com os produtores rurais com a falta de recolhimento da produção, uso de técnicos pouco, ou não-qualificados, e, em alguns casos, incentivo aos agricultores a deixarem de plantar cultivos de subsistência para plantar a mamona, dessa forma afetando diretamente a segurança ou soberania alimentar. Além disso, houve considerável confusão entre os diferentes níveis governamentais: as políticas federais logo começaram a competir, e em alguns casos, colidir com as diferentes estratégias estaduais ou até programais municipais, dificultando a implementação dos programas e deixando os agricultores confusos (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

Em conjunto, esses fatos causavam enorme frustração entre agricultores, e assim uma rápida retração do número de agricultores participantes. Dessa forma, houve em 2006 um declínio de 55% na produção nacional em relação ano anterior. Em alguns casos, os agricultores queimavam publicamente a mamona, como expressão de raiva, ou a escondiam na sua propriedade como forma de protesto e de mostrar a sua frustração (REPÓRTER BRASIL, 2009; CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). Em outros casos, agricultores continuavam a vender a atravessadores – comumente também produtores de mamona (consultor DIE, comunicação pessoal, dez. 2008) – com os quais já tinham historicamente laços sociais, já que desde sempre garantiam o acesso ao mercado e crédito informal, e que fora do âmbito do PNPB se mostravam mais flexível na hora do pagamento e oferecendo preços superiores aos preços contratados (DE SMET, 2010; CONSULTOR MDA 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

O desempenho do PNPB no NE virou alvo de fortes críticas, em mídia, por pesquisadores, e até dentro do governo federal, e ameaças quanto à sua existência futura mantiveram-se fortes até pelo menos 2007–2008 (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, várias datas; TÉCNICO MIN, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). No entanto, houve um forte desejo político da Presidência de continuar o programa, o que resultou finalmente na entrada de forma forçada da paraestatal Petrobras S.A., e a mais tardia da sua subsidiária Petrobras Biocombustíveis (PBIO), dentro do mercado de biodiesel (FLEXOR ET AL., 2011). Sendo dirigida pelo anterior Ministro do Ministério de Desenvolvimento Agrário, houve uma reorganização da estratégia da inclusão social no NE. Contratos da PBIO com os agricultores foram baseados no pagamento de, ao menos,

os preços de mercado, desestimulando assim a venda de agricultores para atravessadores. Projetos para estruturar a organização da cadeia produtiva junto com as partes interessadas, liderado pelo MDA, começavam a aumentar seu escopo regional e a tentar reduzir as dificuldades na disseminação de material agrícola ou do serviço de ATER (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

Em geral, essas tentativas conseguiram recuperar o interesse da agricultura familiar, e recentes dados mostram preços altos da mamona com menor oscilação, além de cerca de 9.300 agricultores familiares participantes das regiões em torno de Irecê. Apesar disso, a produção doméstica ficou estável, com uma produtividade extremamente baixa e muito abaixo do previsto (REPRESENTANTE ONG 3, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010) (ver tabela 2).

Tabela 2 – Produção e preços da mamona no Brasil e o papel da região de Irecê

Mamona	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Produção Brasil (kt)	168,802	95,000	98,142	122,140	91,076	
Produção Irecê, Jacobina e Senhor do Bonfim (%)	65.5	55.5	58.2	64.1	52.6	
Produtividade (kg/ha)	731	629	602	775	571	
Agricultores familiares no NE participando no PNPB (particularmente mamona)	15,000	30,226	6,850	17,187	17,711	55,000a
Preços recebidos pelos produtores (R\$/60kg, média anual) ^b	33.11	32.17	54.71	70.48	60.75	70.98

a Dados preliminares.

b Dados não incluem Dezembro 2010.

Fontes: Goertz e Guimarães (2010), CONAB (2011, pp. 1-3); IBGE (s.d.); Obermaier et al. (no prelo), adaptação pelos autores.

3.2. Informação

Para aumentar a produção agrícola, a prestação da Ater tem sido foco principal do PNPB¹². Dentro do programa, ela não é ligada à obtenção de financiamento pelo PRONAF, como é a prática comum (CONSULTOR MDA 3, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). Portanto, o PNPB aumentou potencialmente a disponibilidade desse serviço a agricultores, processo que fica limitado, porém, devido às relativamente baixas taxas de participação no programa.

O forte desmatamento na região devido à criação de gado e, mais tarde, à produção do algodão, reduziu já nos anos 1960 a vegetação original da caatinga quase inteiramente em vários lugares

¹² Na Bahia, principal centro da produção de mamona, somente 54.111 ou 7% dos estabelecimentos agrícolas recebe assistência técnica. Isso é ainda mais relevante devido à observação que 52% dos estabelecimentos na Bahia não usam nenhum tipo de boa prática agrícola. Ambos os números são muito inferiores à média brasileira ou de outras regiões (IBGE, 2009).

de Irecê (DUARTE, 1963), levando à diminuição do lençol freático, reduzindo assim a disponibilidade de água para o cultivo. Neste contexto, a comunicação e assimilação de boas práticas agrícolas é um problema na agricultura familiar do NE (REPRESENTANTE EMBRAPA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, jun. 2009). Isso inclui a mamona, na qual uma enorme disparidade entre o conhecimento agrônômico disponível, e a prática de cultivo no campo é observada (Técnico Agrícola 2, Comunicação Pessoal, dez. 2008; TÉCNICO AGRÍCOLA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, jun. 2009; FREITAS ET AL., 2010). Problemas conhecidos incluem a compactação e erosão dos solos devido ao uso inadequado e intensivo de implementos agrícolas pesados ou a monocultura; miscigenação de variedades locais devido ao uso da própria baga guardada¹³, com fortes impactos para produtividade, qualidade e susceptibilidade a pragas e doenças; ou a aplicação de técnicas básicas não recomendadas, como o espaçamento inadequado, falta de aplicação de fertilizantes ou herbicidas, queimadas para limpar a área agrícola, semeadura fora da época de plantio e plantios feitos sem respeitar a declividade do terreno (AZEVEDO E BELTRÃO, 2007; OBERMAIER ET AL., 2010; FREITAS ET AL., 2010; CÉSAR E BATALHA, 2010)¹⁴. Embora o ciclo natural da mamona seja de dois a três anos, os solos compactos, a degradação ambiental e outros fatores fazem com que, atualmente em Irecê, ela seja produzida somente por um ano (TÉCNICO AGRÍCOLA, COMUNICAÇÃO PESSOAL 3, dez. 2008).

A transferência de conhecimento é dificultada por problemas como baixa alfabetização (TÉCNICO EBDA, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2008), má qualidade da Ater ou a falta de entendimento ou de consideração dos costumes locais. Além disso, problemas logísticos complementam esse quadro. Embora tenham sido lançados programas de qualificação para técnicos, o número de técnicos disponível era insuficiente para atender a enorme demanda devido ao PNPB. Isso levou não somente a cargas de trabalho exageradas para os técnicos (até 200 agricultores por técnico em alguns casos), mas também à contratação de técnicos pouco ou não-capacitados para trabalhar com a mamona (CARVALHO ET AL., 2007; CÉSAR E BATALHA, 2010; DE SMET, 2010; CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). Evidências anedóticas indicam que a Ater da BED nos primeiros anos focou no monitoramento da produção agrícola, dessa forma sem oferecer ajuda real aos agricultores (TÉCNICO AGRÍCOLA 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2008)¹⁵. Em alguns casos, o serviço oferecido pela empresa cessou por completo depois dos primeiros anos. A dispersão geográfica dos agricultores da região, a necessidade de visitas frequentes e o difícil acesso pelas estradas ruins complicam até hoje serviços de Ater, além

13 Existe um alto grau de heterogeneidade da mamoneira na Bahia, sendo encontradas mais de 90 variedades locais de “sementes” num levantamento realizado (CRISÓSTOMO ET AL., 1975, APUD FREITAS ET AL., 2010).

14 É interessante constatar que justamente a falta de mecanização da mamona nos EUA início no século 20 levou ao abandono da sua produção (Domingo, 1953).

15 Uma ONG num outro estado do NE observou discrepâncias consideráveis entre o âmbito restrito exigido pela empresa e a visão da ONG de como a assistência deveria ser fornecida (técnico ONG, comunicação pessoal, nov. 2009).

do enorme custo do serviço (TÉCNICO AGRÍCOLA, COMUNICAÇÃO PESSOAL, out. 2009, CÉSAR E BATALHA, 2010; CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

Recentes tentativas focam na melhoria dos serviços de prestação e, particularmente, na redução dos seus custos. Via a criação de polos produtivos espera-se obter uma maior densidade geográfica dos agricultores participantes, e uma maior estruturação da produção (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, DEZ. 2010; GOERTZ E GUIMARÃES, 2010). Uma maneira de disseminar boas práticas agrícolas tem sido a implantação de unidades técnicas de demonstração (UDT) com práticas corretas de preparo do solo, aplicação de adubos orgânicos e herbicidas, espaçamento correto e consórcios recomendados. A PBIO por sua vez busca simplificar os serviços de assistência, tirando a extensão rural dos serviços de prestação (REPRESENTANTE PBIO, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). A Ater, dessa forma, deve só focar nos consórcios agroenergéticos, deixando de ter uma abordagem holística de todas as atividades agrícolas da propriedade rural. Esse foco limitado foi alvo de críticas dos próprios técnicos rurais que tinham medo de serem menos aceito pelos agricultores (TÉCNICA AGRÍCOLA 4, COMUNICAÇÃO PESSOAL, jun. 2009). A atuação das máfias de sementes – que forjam grãos de baixa qualidade de grãos como sementes certificadas – parece estar cada vez mais sobre controle (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

Em geral, as dificuldades relativas à assistência técnica não estão exclusivamente relacionados à cultura da mamona em si, mas refletem as deficiências estruturais na região. Há certos avanços autônomos de programas governamentais: a redução de assimetrias de informação entre os agricultores, intermediários e outras partes interessadas têm sido considerável na região de Irecê. Isto inclui o acesso a informações sobre cotações da mamona com o uso de celulares.

3.3. Capacidade

Dadas as consideráveis dificuldades do PNPB, o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA, responsável pela integração dos agricultores familiares) e outros ministérios têm mostrado considerável capacidade de resposta na integração de agricultores ao programa. Isto inclui não só a introdução de preços mínimos acordados mutuamente através do SCS, mas também o afastamento da meta ambiciosa de 50% para participação dos agricultores familiares na região do NE (SINISCALCI, 2010). Como regra feral, essas mudanças não foram implementadas em relação às preocupações ambientais, mas para facilitar a adesão dos agricultores do nordeste ao PNPB – isso com impacto limitado, mas verificável (ver tabela 2): a produção de mamona no Brasil continua concentrada na região de Irecê, mesmo sete anos após o início do programa¹⁶. Isso implica

¹⁶ Uma exceção é o estado do Ceará, onde consideráveis subsídios (entre R\$ 200–R\$ 300 por ha/ano) foram dados aos agricultores que plantavam mamona (SINISCALCI, 2010).

que o foco de inclusão social da produção de mamona tem sido desproporcionalmente limitado à Irecê, contrariando a estratégia do PNPB de inclusão de todo o semiárido. No entanto, uma tendência de aumento na participação dos agricultores fora do polo produtivo de Irecê pode ser observada (GUIMARÃES, 2010), indicando que o SCS está gradualmente se tornando mais bem sucedido.

Os impactos na geração de renda na agricultura familiar ainda permanecem limitados. Um estudo recente estima a renda agrícola apropriada da mamona está em torno R\$ 345 por ha/ano (GUIMARÃES, 2010). Zapata et al. (2010) estimam que o aumento da renda familiar devido à produção de mamona está na ordem de 20%. Um técnico (TÉCNICO AGRÍCOLA 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2008) afirmou que a produção de mamona não se torna viável por causa do PNPB, no qual a produtividade permanece baixa: como regra geral, uma renda de R\$ 500 por ha/ano é considerada um resultado bom, que requer uma produção de cerca de quinze sacos por ha (TÉCNICO AGRÍCOLA 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, DEZ. 2008; TÉCNICO AGRÍCOLA 4, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2008). No entanto, em Irecê, a produção estimada foi de apenas seis a sete sacos/ha em 2007. Embora que pouco uso de fertilizantes, herbicidas ou tecnologias avançadas diminuam despesas com o cultivo, isso ocorre em detrimento a uma maior renda familiar. De fato, o escopo limitado da estratégia da inclusão social como geração de emprego e renda tem sido criticado por pesquisadores que argumentam que a inclusão deve incluir uma variedade mais ampla de fatores, incluindo educação, cultura e participação (KILHAM ET AL., 2010; DE SMET, 2010).

A capacitação continua a ser, na verdade, um gargalo: os agricultores plantam de forma cíclica e olham geralmente mais para os preços do que para os custos: agricultores familiares plantam quando o preço está alto e isso pode levar a uma tendência inflacionária. Embora o SCS haja atualmente como um escudo protetor em relação aos contratos de anos entre os agricultores e os produtores de biodiesel, isso torna o agricultor mais vulnerável, dados os atuais esforços pelas companhias de biodiesel para reduzir os preços da mamona. Na verdade, chuvas suficientes podem compensar por baixos preços: como mostrado por Macedo et al (2010), agricultores incorrem perdas de culturas agrícolas quando não há chuva suficiente, independentemente de seu preço estar alto no mercado, mas conseguem lucrar em anos com boa quantidade e distribuição de chuvas. De fato, secas continuam a dar problemas também no caso da mamona que, enquanto resistente a situações de déficits hídricos, produz pouco nessas condições (MACEDO ET AL., 2010; REPRESENTANTE PPIO, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010; REPRESENTANTE ONG 3, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). A modernização é também limitada pelo pouco acesso ao crédito dentro do PNPB, apesar do lançamento de uma linha de crédito específica para financiamento do custeio com a produção de mamona (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010; CONSULTOR MDA 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). Altas taxas de inadimplência e o desvio de créditos para outros fins (além da plantação) criam

inseguranças para as instituições financeiras, e em alguns casos, agricultores “encararem estas fontes de crédito como oriundas de fundos não reembolsáveis” (ERVILHA ET AL., 2009, p. 6). Por outro lado, os agricultores familiares parecem relutantes em tomar crédito para financiar mamona devido aos baixos retornos.

Por outro lado, resultados positivos não esperados têm surgido. Um exemplo é o número crescente de cooperativas que surgiu junto ao programa. Estas instituições vêm sendo importantes para defender o interesse dos agricultores, especialmente durante os primeiros anos caóticos do PNPB¹⁷. A principal cooperativa de mamona na região de Irecê agora entrou numa estratégia de diversificar as suas atividades com base da renda da mamona, por exemplo, na produção de produtos lácteos com um maior valor agregado do que a própria mamona, o que pode beneficiar os agricultores da cooperativa no futuro. Porém, precisa-se ter cuidado em avaliar definitivamente tais processos. As cooperativas analisadas também têm demonstrado deficiências na capacidade organizativa e gestão e, além disso, mostravam em algumas ocasiões até comportamento fraudulento. Os recentes esforços do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), responsável pelo componente da inclusão social da agricultura familiar dentro do PNPB, assim passaram a incluir estratégias de capacitar cooperativas e aumentar seu poder de barganha vis-à-vis os produtores do biodiesel (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

Com a implementação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) em 2003, institucionalizou-se um processo de reorganização da cadeia produtiva da mamona: a participação nos leilões de biodiesel do PNPB começou a depender da compra de matéria-prima da agricultura familiar em todo o país, realizado pela contratação da mesma (ou direta ou via cooperativas), baseado em preços garantidos mínimos, o fornecimento de assistência técnica e sementes certificadas. Isso fez com que hoje cerca de 80 a 90% da produção doméstica esteja sendo comercializado pelo PNPB, e isso tem efetivamente excluído os atravessadores do comércio de mamona (CONSULTOR 1 MDA, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). Um dos aspectos mais importantes, é que o PNPB parece ter inspirado outros programas governamentais, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), que criou um mecanismo de acesso semelhante de mercado para produtos alimentícios de agricultores familiares (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010), e que integra questões sobre segurança e soberania alimentar (GRISA ET AL., 2009). No geral, as fortes intervenções políticas no programa ao longo dos seus primeiros anos foram vitais para que o PNPB tivesse continuidade, mas não ajudou a mudar a realidade dos problemas estruturais do sertão, que ainda persistem (OBERMAIER ET AL., 2010).

17 Estas cooperativas recentes têm suas raízes em movimentos locais e, portanto, marcam uma nova era em relação a esforços anteriores. Cooperativas na década dos anos 80 têm sido criticadas como promover objetivos de modernização autoritários e centralizados do Governo Federal. Assim, elas foram acusadas de promover uma agricultura de grande escala e baseada na exportação em detrimento da agricultura de subsistência (SILVA ET AL., 2003).

3.4. O nexó entre vulnerabilidade e sustentabilidade

Poucos produtos na história sofreram uma mudança tão radical na sua avaliação pela pesquisa, suporte político ou opinião pública como os biocombustíveis (LA ROVERE E OBERMAIER, 2009). Originalmente defendidos como panaceia para mitigação das mudanças climáticas, independência energética e fortalecimento do desenvolvimento rural (SACHS, 2005; HAZELL E PACHAURI, 2006; DE LA TORRE UGUARTE, 2006), pesquisas recentes realizadas ligam a expansão dos biocombustíveis a perdas de biodiversidade, depleções de recursos hídricos e, contrariamente a pesquisas anteriores, aumentos em emissões de gases de efeito estufa (GEE), devido a questões relacionadas ao desmatamento indireto e liberações dos estoques de carbono naturais (FARGIONE ET AL.; 2008; SEARCHINGER ET AL., 2008; BUTLER E LAURANCE, 2009; KING ET AL., 2009). Além disso, registros de violações de direitos trabalhistas em plantações, ou a própria expulsão de pequenos agricultores devido ao avanço de novas plantações (HALL ET AL., 2009; REPÓRTER BRASIL, 2009) colocam cada vez mais em dúvida a própria sustentabilidade dos biocombustíveis frente aos problemas mencionados.

Há, portanto, potencial para fortes conflitos entre o que pode ser chamado de redução da vulnerabilidade local e aumento da resiliência de sistemas socioambientais. O Brasil está há muito tempo na vanguarda da produção de biocombustíveis, devido ao programa de etanol com cana-de-açúcar Proálcool (LA ROVERE ET AL., 2008). Diferentemente do Proálcool, o PNPB foi explicitamente designado para prevenir a concentração de terra e a monocultura pela integração de agricultores familiares, focando fortemente nos derivados da mamona para produção de biodiesel no semiárido nordestino. Dada a pouco expressiva produtividade da mamona em Irecê e ainda mais em outras regiões, assim como o baixo nível tecnológico, não é possível chegar a conclusões sobre a sustentabilidade ambiental local da mamona (REPÓRTER BRASIL, 2009; OBERMAIER ET AL., no prelo). Há, porém, dúvidas sobre o impacto do biodiesel a partir da mamona em termos do seu potencial mitigatório do aquecimento global: recentes estudos mostram um saldo positivo de emissões de GEE devido ao seu atual baixo rendimento e ao alto consumo de energia elétrica durante a fase industrial para a produção de biodiesel (NOGUEIRA, 2010).

O PNPB tornou o Brasil, atualmente, em um dos maiores produtores de biodiesel do mundo (REN21, 2010). No entanto, dada a falta de competitividade e escala em comparação à liderança do agronegócio de soja, a mamona, na verdade, não vira biodiesel. Em vez disso, produtores de biodiesel vendem a mamona como óleo vegetal para indústrias químicas, uma opção legal permitida pela SCS. Como tal, o futuro da produção da mamona parece ser fora do mercado de biodiesel, já que a mamona parece ter uma grande variedade de outras aplicações (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010; GEORGES FLEXOR, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez., 2010). Resumindo, o PNPB parece reduzir de forma relevante, mas limitada, as vulnerabilidades locais por meio de preços mais altos e acesso à assistência técnica, embora os agricultores

em Irecê continuam a contar com outras opções de subsistência e, sobretudo, os programas de transferência de renda, como o Bolsa Família (PBF) (GUIMARÃES ET AL., 2010). Dessa forma, a agricultura familiar pode ser considerada como mais resiliente, sem contar, porém, que riscos ambientais continuam a exercer consideráveis estresses sistêmicos, que deverão aumentar particularmente com a mudança climática (MARENGO ET AL., 2009a, 2009b).

4. Conclusões

A agricultura familiar do semiárido nordestino mostrou-se extremamente resistente a variabilidade climática no passado. Além disso, os agricultores utilizam, muitas vezes, práticas sustentáveis, embora isso ocorra, em grande parte, involuntariamente. Embora a gestão do uso de solo seja dependente do corte-e-queima na agricultura, há pouco uso de produtos químicos, tecnologias ou outros recursos. Isso se compara favoravelmente com grandes projetos de irrigação, projetos de infraestrutura ou criação de gado extensiva, que, historicamente, tem sido responsável por grande parte do desmatamento e da degradação da caatinga no sertão. Além disso, essas atividades podem criar trajetórias pouco flexíveis de usos insustentáveis de recursos naturais (terra, água), assim como aumentar emissões de GEE associados e, simultaneamente, fazer pouco para fortalecer acesso ou meios de subsistência dos agricultores familiares.

A transposição do Rio São Francisco, neste contexto, foi citada na Segunda Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC (Brasil, 2010) como um exemplo de adaptação necessária para a região. No entanto, a Agência Nacional de Águas (ANA) declarou recentemente de que mesmo com a transposição concluída o abastecimento dos centros urbanos com água seria susceptível a sofrer limitações já em 2025. Neste contexto, a falha em reduzir a vulnerabilidade dos mais pobres, criar trajetórias inflexíveis frente um futuro incerto, altos custos de oportunidade ou gerar substanciais emissões de GEE (um processo que retroalimenta o aquecimento global, e assim a necessidade de maiores esforços na mitigação ou adaptação) tem sido associada à má-adaptação (BARNETT E O'NIELL, 2010).

A resiliência socioambiental dos agricultores familiares é ligada a estados desejáveis ou “adaptedness”. Agricultores familiares do sertão são extremamente vulneráveis à variabilidade e mudança climática, mas particularmente a iniquidades socioeconômicas e à economia política. O estudo de caso mostrou como esses fatores são tratados pela inserção de agricultores numa cadeia produtiva de biocombustíveis, onde se pretende reduzir a vulnerabilidade dos agricultores via vários componentes, incluindo a diversificação das opções de subsistência, processos de aprendizagem, fortalecimento da organização social, influxo de tecnologias ou técnicas novas e, simultaneamente, a tentativa de promover o uso sustentável de recursos naturais. No entanto, o estudo de

caso do PNPB é focado no fato de sua eficácia se limitar em tratar barreiras técnicas ou políticas em um contexto específico da sua atuação, mas não em fatores como as causas estruturais da pobreza, apoio político para a expansão do agronegócio, ou a globalização. Estes domínios, fundamentalmente, formam as vulnerabilidades locais, e uma adaptação bem sucedida é improvável de ocorrer de forma espontânea ou planejada se tais desigualdades não são abordadas no futuro. Como a mudança climática pode exacerbar as vulnerabilidades atuais, este é um resultado preocupante. Dessa forma, uma adaptação bem sucedida na agricultura familiar do NE vai necessariamente exigir ações concertadas em níveis locais, regionais e nacionais.

5. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer Luiz Pinguelli Rosa, Renato Sergio Jamil Maluf, Eduardo Delgado Assad, Renata Marson Teixeira de Andrade e André Frossard Pereira de Lucena pelos valiosos comentários. Estendemos os nossos agradecimentos à Anne Luise de Amorim Bonifácio Pereira e a William Wills pela revisão do trabalho. Todos os erros são da responsabilidade dos autores. Martin Obermaier agradece ao CNPq pelo auxílio financeiro.

Referências

- ABRAMOVAY, R.; MAGALHÃES, R. **O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel: parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais.** In: CONFERÊNCIA DA ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE ECONOMIA ALIMENTAR E AGROINDUSTRIAL AIEA2, Londrina, julho. 2007.
- ADGER, W.N. Vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 268–281, 2006.
- ADGER, W.N.; ARNELL, N.W.; TOMPKINS, E.L. Successful adaptation to climate change across scales. **Global Environmental Change**, v. 15, p. 77–86, 2005.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água.** v. 1 e 2, Brasília: ANA, ENGECORPS/COBRAPE, 2005.
- ANDRADE, M.C. **A terra e o homem no Nordeste.** 7 ed. São Paulo: Cortez Editora, 2005.
- AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. (Eds.) **O agronegócio da mamona no Brasil**, v. 2. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007.
- BAHIA. Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária – SEAGRI. **Estatísticas da agricultura baiana: cotação agrícola.** Salvador: 2011. Disponível em: < <http://www.seagri.ba.gov.br/cotacao.asp> >.

- BARNETT, J.; O'NIELL, S.; Maladaptation. **Global Environmental Change**, v. 20, p. 211–213, 2010.
- BRASIL. CÂMARA DOS DEPUTADOS. Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica – CAEATCD. **O biodiesel e a inclusão social, relatório técnico**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2003.
- BRASIL. COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA – CIM. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima—PNMC** — Versão para Consulta Pública. Brasília, Decreto nº 6.263 de 21 de novembro de 2007, 2008.
- BRASIL. **LEI n. 12.187, de 29 de Dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima — PNMC e dá outras providências. Brasília, Diário Oficial da União, Seção 1, Edição Extra, pp. 109–110, 2009.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Comunicação nacional inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, MCT, 2006.
- _____. **Segunda Comunicação nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, v. 1, 2**. Brasília, Coordenação Geral de Mudanças Globais do Clima, MCT, 2010.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrícola – MDA. **Biodiesel no Brasil: resultados socioeconômicos e expectativa futura**. Brasília: MDA, 2007.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos - SRH, UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB. **Atlas das áreas suscetíveis à desertificação do Brasil**. Brasília: 2007.
- BROWN, K. Sustainable adaptation: An oxymoron? **Climate and Development**, v. 3, p. 21–31, 2011.
- BURTON, I.; LIM, B. Achieving adequate adaptation in agriculture. **Climatic Change**, v. 70, p. 191–200, 2005.
- BUTLER, R.A.; LAURANCE, W.F. Is oil palm the next emerging threat to the Amazon? **Tropical Conservation Science**, v. 2, p. 1–10, 2008.
- CARVALHO, O.; EGLER, C.A.G. **Alternativas de desenvolvimento para o Nordeste Semi-Árido**. Fortaleza, Banco do Nordeste 2003.
- CARVALHO, R.L.D.; POTENGY, G.F.; KATO, K.; **PNPB e sistemas produtivos da agricultura familiar no Semi-árido: oportunidades e limites**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 7., Fortaleza, Embrapa Agroindústria. 2007. Anais... Fortaleza, Embrapa Agroindústria. 2007.
- CHIERICE, G.O.; SALVADOR, C.N. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D.M.P., BELTRÃO, N.E.M. (Eds.) **O Agronegócio da mamona no Brasil**, 2 ed., Embrapa Algodão, cap. 2, p. 417–447, Campina Grande, 2007.
- CÉSAR, A.D.S.; BATALHA, M.O. Biodiesel production from castor oil in Brazil: a difficult reality. **Energy Policy**, v. 38, p. 4031–4039, 2010.

- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Conjuntura mensal mamona: período dezembro de 2010**. Brasília: 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/10_12_17_17_23_51_mamonadezembro2010.pdf>.
- CUTTER, S.L.; BARNES, L.; BERRY, M. et al. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters, **Global Environmental Change**, v. 18, p. 598–606, 2008.
- De La Torre Ugarte, D.G. Developing bioenergy: economic and social issues. Overview. In: HAZELL, P.; PACHAURI, R.K. (Eds.) **Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges**, n. 14/2020 Focus, IFPRI, Teri. 2006.
- DE SMET, K. **Biodiesel and social inclusion: unpacking the social inclusion discourse of the Brazilian biodiesel program**. Tese de Mestrado, Wageningen University, Wageningen, 2010.
- DOMINGO, W.E. The development of domestic castor bean production. **Economic Botany**, v. 7, p. 65-75, 1953.
- DUARTE, A.C. Irecê: uma área agrícola insulada no sertão baiano. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 25, p. 453-474, 1963.
- EAKIN, H., LUERS, A.L. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 31, p. 365-394, 2006.
- EAKIN, H.C.; PATT, A. Are adaptation studies effective, and what can enhance their practical impact? *Wiley Interdisciplinary Reviews*. **Climate Change**, v. 2, p. 141–153, 2011.
- EAKIN, H.C.; WEHBE, M.B. Linking local vulnerability to system sustainability in a resilience framework: two cases from Latin America. **Climatic Change**, v. 93, p. 355–377, 2009.
- ERVILHA, J.C.C.; PEREZ, R.; JÚNIOR, A.G.S. et al. Mamona na Bahia: interações e influências entre seus principais agentes. In: NETO, P.C.; FRAGA, A.C. (Eds.) **Biodiesel: Inovação Tecnológica**, CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 6., p. 625-635, Montes Claros, agosto. UFLA, 2009.
- FARGIONE, J.; HILL, J.; TILMAN, D. et al. Land clearing and the biofuel carbon debt. **Science**, v. 319, p. 1235–1238, 2008.
- FINAN, T.J.; NELSON, D.R. Making rain, making roads, making do: public and private adaptations to drought in Ceará, northeast Brazil. **Climate Research**, v. 19, p. 97–108, 2001.
- FLEXOR, G.; KATO, K.Y.; LIMA, M.S. et al. **Políticas públicas, dinâmica institucional e conflito de interesses: análise do Programa Nacional de produção e uso de biodiesel**. FAPERJ, Rio de Janeiro, 2011.
- FOLKE, C. Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 253–267, 2006.

- FREITAS, J.G.; ALBUQUERQUE, F.A.; NÓBREGA, M.B.M. et al. Análise da mamoneira na microrregião de Irecê–BA. In: INCLUSÃO SOCIAL E ENERGIA, 7–10 de junho. **Anais...** p. 1151–1156. Embrapa Algodão, 2010.
- FUESSEL, H.-M. Vulnerability: a generally applicable conceptual framework for climate change research. **Global Environmental Change**, v. 17, p. 155–167, 2007.
- GALLOPÍN, G.C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 293–303, 2006.
- GARIGLIO, M.A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A. et al. (Eds.) **Uso sustentável e conservação de recursos florestais da caatinga**. Brasília, D.F.: Serviço Florestal Brasileiro/Ministério do Meio Ambiente, 2010.
- GOERTZ, S.; GUIMARÃES, A. **O Projeto Pólos de Biodiesel**. Políticas inovadoras para acesso a mercado e integração social da agricultura familiar no nordeste; balanço da atuação conjunta do ministério do desenvolvimento agrário e da cooperação técnica alemã. Brasília: GTZ/MDA, 2010.
- GOMES, G.M. **Velhas secas em novos sertões: continuidade e mudanças na economia do semi-árido e dos cerrados nordestinos**. Brasília: IPEA, 2001.
- GRISA, C.; SCHMITT, C.J.; MATTEI, L.F. et al. **O Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) em perspectiva: apontamentos e questões para o debate**. Rio de Janeiro: OPPA/UFRRJ/ActionAid, 2009. Disponível em: < http://oppa.net.br/acervo/publicacoes/Pesquisa_AAABR-OPPA_Texto_PAA_versao_livro.pdf >. Acesso em: 15 ago. 2011.
- GUIMARÃES, A. **Sistema de monitoramento e avaliação dos resultados e impactos do programa nacional de produção e uso de biodiesel no nordeste**. Brasília, GTZ/MDA, 2010.
- HALL, J.; MATOS, S.; SEVERINO, L. et al. Brazilian biofuels and social exclusion: established and concentrated ethanol. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, p. 577–585, 2009.
- HAZELL, P.; PACHAURI, R.K. Overview. In: HAZELL, P.; PACHAURI, R.K. (Eds.) **Bioenergy and agriculture: promises and challenges**. n. 14/2020 Focus, IFPRI, Teri, 2006.
- HIRSCHMAN, A.O. Brazil's northeast. In: **Journeys Toward Progress: Studies of Economic Policymaking in Latin America**, Twentieth Century Fund, p. 11–92, Nova York, 1963.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Agricultura - Banco de dados agregados**, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 4 ago. 2011.
- _____. **Censo agropecuário 2006: agricultura familiar - primeiros resultados**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/IBGE, 2009.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Chuvas 1961 a 2010**. Rio de Janeiro: 2011. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php>>.

- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Climate Change 2007. v. 1: **The physical science basis**. v. 2: Impacts, adaptation and vulnerability. v. 3: Mitigation of climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- INTERNATIONAL CASTOR OIL ASSOCIATION INC. - ICOA. **The chemistry of castor oil and its derivatives and their applications**. Nova York, 2008.
- JAMES, P.E. The São Francisco Basin: a Brazilian sertão. **Geographical Review**, v. 38, p. 658–661, 1948.
- _____. Patterns of land use in Northeast Brazil. In: **Annals of the Association of American Geographers**, v. 43, p. 98–126, 1953.
- JANSSEN, M.A.; OSTROM, E. Resilience, vulnerability, and adaptation: A cross-cutting theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 237–239, 2006.
- JERNECK, A.; OLSSON, L. Adaptation and the poor: development, resilience and transition. **Climate Policy**, v. 8, p. 170–182, 2008.
- KILHAM, S.; CAMARGO, C.; WILLETTS, J. **Biodiesel: Farmer’s perspectives from Bahia Brazil**. Relatório técnico, Prepared for ETC Foundation by the Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney, 2010.,
- KING, C.W.; WEBBER, M.; DUNCAN, I.J. The water needs for LDV transportation in the United States. **Energy Policy**, v. 38, p. 1157–1167, 2009.
- KLEIN, R.J.T.; DENTON, F.; DOWNING, T.E. et al. Inter-relationships between adaptation and mitigation. In: PARRY, M.; CANZIANI, O.; PALUTIKOF, J. et al. (Eds.) **Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, p. 745–777, Cambridge, 2007.
- LA ROVERE, E.L.; OBERMAIER, M.; WILLS, W. et al. Analysis of medium-term (2020-2030) global energy and Brazilian ethanol demand. Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA), COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro. 2008,
- LA ROVERE, E.L.; OBERMAIER, M. Alternativa Sustentável? **American Scientific** Brasil Edição Especial, v. 32, p. 68–75, 2009.
- LA ROVERE, E.L.; AVZARADEL, A.C.; MONTEIRO, J.M.G. Potential synergy between adaptation and mitigation strategies: production of vegetable oils and biodiesel in northeastern Brazil. **Climate Research**, v. 40, p. 233–239, 2009.
- LAMBIN, E.F. Conditions for sustainability of human—environment systems: Information, motivation, and capacity. **Global Environmental Change**, v. 15, p. 177–180, 2005.

- LEMOS, M.C. **Drought, governance and adaptive capacity in north east Brazil: a case study of Ceará.** Human Development Report Office Occasional Paper 2007/50, UNDP, 2007.
- MACEDO, E.F.A.; VASCONCELOS, J.C.; ALVES, G.A.F. Viabilidade econômica da cultura da mamona no município de Itaetê, Chapada Diamantina–BA. In: INCLUSÃO SOCIAL E ENERGIA, 7–10 de junho, 2010. **Anais...**, Embrapa Algodão, p. 397–404, 2010.
- MALONE, E.L.; Engle, N.L. Evaluating regional vulnerability to climate change: purposes and methods. **Wire's Climate Change**, v. 2, p. 462–474, 2011.
- MARENGO, J.; JONES, R.; ALVES, L. et al. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modelling system. **International Journal of Climatology**, v. 30, p. 1–15, 2009.
- MARENGO, J.A.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.P. et al. Future change of climate in South America in the late twenty-first century: intercomparison of scenarios from three regional climate models. **Climate Dynamics**, 2009. DOI: 10.1007/s00382-009-0721-6.
- MCGRAY, H.; HAMMILL, A. BRADEL, R. et al. **Weathering the storm: options for framing adaptation and development.** World Resources Institute, Washington, D.C. 2007.
- MORTON, J.F. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, p. 19680–19685, 2007.
- NELSON, D.R.; ADGER, W.N.; BROWN, K. Adaptation to environmental change: contributions of a resilience framework. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 32, p. 395–419, 2007.
- NOGUEIRA, L.A.H. Does biodiesel make sense? Energy. DOI: 10.1016. **J.energy** 2010.08.035, 2010.
- NOVAES, J.S. **Desenvolvimento local na microrregião de Irecê—Bahia, Município de Jussara: do feijão à ovinocaprinocultura.** Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2007.
- OBERMAIER, M.; OBERLING, D.F.; LA ROVERE, E.L. A expansão dos biocombustíveis e potenciais impactos sobre a segurança alimentar: evidências recentes do Brasil. In: LEITE, S.P. et al. (Ed.) **Livro ainda sem título**, CPDA, Rio de Janeiro, no prelo.
- OBERMAIER, M.; HERRERA, S.; LA ROVERE, E.L. Análise de problemas estruturais da inclusão da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel. In: Inclusão Social e Energia: **Anais**, p. 326–331, João Pessoa, 10 de junho. Embrapa Algodão, 2010.
- OBERMAIER, M.; LA ROVERE, E.L.; ROSA, L.P. A abordagem brasileira sobre vulnerabilidade em áreas urbanas: uma análise crítica. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 4., João Pessoa, 16–19 de outubro, 2011. **Anais...** João Pessoa, 16–19 de outubro, 2011.
- OBERMAIER, M. **Velhos e novos dilemas nos sertões: mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação no semiárido brasileiro.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

- O'BRIEN, G.; O'KEEFE, P.; MEENA, H. et al. Climate adaptation from a poverty perspective. *Climate Policy*, v. 8, p. 194–201, 2008.
- OSBAHR, H.; TWYMAN, C.; ADGER, W.N. et al. Evaluating successful livelihood adaptation to climate variability and change in Southern Africa. *Ecology and Society*, v. 15, n. 27, 2010.
- OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of socioecological systems. *Science*, v. 419, p. 419–422, 2009.
- PARENTE, E.J.D.S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Editora Unigráfica, 2003.
- PRADO JR., C. **Formação do Brasil contemporâneo: colônia**. n. 1, Coleção Grandes Estudos Brasileiros. 2 ed. São Paulo: Brasiliense LTDA, 1945.
- REN21. **Renewables 2010 Global Status Report**. Paris: GTZ/REN21 Secretariat, 2010.
- REPÓRTER BRASIL. **O Brasil dos agrocombustíveis: impactos das lavouras sobre a terra, o meio e a sociedade** - soja e mamona, v. 4. São Paulo: Repórter Brasil, 2009.
- RIBOT, J.C.; PELUSO, N.L.; A theory of access. *Rural Sociology*, v. 68, p. 153–181, 2003.
- SACHS, I. Biofuels are coming of age. In: **Palestra** no Seminário Internacional Assessing the Biofuels Options, 20 jun. IEA, 2005.
- SANTOS, R.F.; KOURI, J.; BARROS, M.A.L. et al. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. (Eds.) **O agronegócio da mamona no Brasil**, 2 ed., Campina Grande: Embrapa Algodão, cap. 2, p. 21–41, 2007.
- SCHOLZ, V.; SILVA, J.; Prospects and risks of the use of castor oil as a fuel. *Biomass and Bioenergy*, v. 32, p. 95–100, 2008.
- SEARCHINGER, T.; HEIMLICH, R.; HOUGHTON, R. et al. Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change. *Science*, v. 319, p. 1238–1240, 2008.
- SILVA, E.S.; MCINTYRE, J.P.; SILVA PIRES, M.L.L. et al. **Panorama do cooperativismo brasileiro: história, cenários e tendências**. Relatório técnico, UNIRCOOP, s.l. 2003.
- SILVA, R.M.A. Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: políticas públicas e transição paradigmática. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 38, p. 466–485, 2007.
- SINISCALCHI, C.R. **Análise da viabilidade para inserção da agricultura familiar do semiárido no PNPB - o caso do Ceará**. Tese de Mestrado, Programa de Planejamento Energético/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.
- TONI, F.; HOLANDA, JR., E. The effects of land tenure on vulnerability to droughts in Northeastern Brazil. *Global Environmental Change*, v. 18, p. 575–582, 2008.

WEIBEL, R.O. The castor-oil plant in the United States. **Economic Botany**, vol. 2, p. 273–283, 1948.

WILKINSON, J.; HERRERA, S. Biofuels in Brazil: debates and impacts. *Journal of Peasant Studies*, V. 37, p. 749–768, 2010.

YOUNG, O.R.; BERKHOUT, F.; GALLOPIN, G.C. et al. The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 304–316, 2006.

ZAPATA, C.; VASQUEZ-BRUST, D.; PLAZA-ÚBEDA, J. **Productive inclusion of smallholder farmers in Brazil's biodiesel value chain: programme design, institutional incentives and stakeholder constraints**. Working Paper, 73, Brasília: International Policy Centre for Inclusive Growth (IPC), UNDP, 2010.