



VELHOS E NOVOS DILEMAS NOS SERTÕES: MUDANÇAS CLIMÁTICAS,
VULNERABILIDADE E ADAPTAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Martin Obermaier

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Planejamento Energético.

Orientadores: Emilio Lèbre La Rovere
Luiz Pinguelli Rosa

Rio de Janeiro
Outubro de 2011

VELHOS E NOVOS DILEMAS NOS SERTÕES: MUDANÇAS CLIMÁTICAS,
VULNERABILIDADE E ADAPTAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Martin Obermaier

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Examinada por:

Prof. Emilio Lèbre La Rovere, D.Sc.

Prof. Luiz Pinguelli Rosa, D.Sc.

Prof^a. Renata Marson Teixeira de Andrade, Ph.D.

Prof. Eduardo Delgado Assad, D.Sc.

Prof. Renato Sergio Jamil Maluf, D.Sc.

Prof. André Frossard Pereira de Lucena, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

OUTUBRO DE 2011

Obermaier, Martin

Velhos e Novos Dilemas nos Sertões: Mudanças Climáticas,
Vulnerabilidade e Adaptação no Semiárido Brasileiro/Martin
Obermaier. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

XIII, 154 p.: il.; 29,7cm.

Orientadores: Emilio Lèbre La Rovere

Luiz Pinguelli Rosa

Tese (doutorado) – UFRJ/COPPE/Programa de
Planejamento Energético, 2011.

Referências Bibliográficas: p. 67 – 91.

1. Agricultura familiar. 2. Adaptação. 3. Semiárido. I.
La Rovere, Emilio Lèbre *et al.* II. Universidade Federal do Rio
de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III.
Título.

*A meu pai (in memoriam), a minha
mãe e a família toda. Dedicado
também ao Woody e Houdini, e a
minha próxima namorada.*

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro, aos profs. Luiz Pinguelli Rosa e Emilio La Rovere pela orientação ao longo dos últimos anos, e os participantes da banca: profs. Renata Marson Andrade, Eduardo Assad, Renato Maluf e André Lucena. Estendo a minha gratidão aos profs. Alexandre Szklo e Roberto Schaeffer pela simpática colaboração, a todos os agricultores, técnicos e especialistas que ajudavam na elaboração do presente trabalho, a todos os funcionários do PPE pelo suporte durante o doutorado e ao CNPq pelo apoio financeiro.

À música de Wayne Hancock, ao humor de Shel Silverstein e às ejaculações filósofas de Kinky Friedman. Aos charutos e às moças cujos nomes não me lembro. Também às moças das quais me lembro.

Obviamente, agradeço todos meus amigos: Erica, William e Fernanda com famílias, Jisane, Pedro Ivo, André Macraios, Tio Rubens, Leco, Tainá, Flora e Gaia com Marcelo e Bia, Regina, Elisa, Carina, Silvia, Daniel, Pedro Ninô, Adriano, David, Martha, Selena, Ana, Camila, Mariana, Denise, Charlotte e Daniel, Cynthia, Renzo Morricone, Anne Luise, Karina, Luís, Flávia, Alexandre, Vivian, Vivian (a outra), Maurí, Patricia, Heliana, Paulina, Elza e Carmen. Sem esquecer meus amigos “de fora”: Rodrigo, Hagen, Helena com Anton, Ava e Hans, Janno, Clemens (Franko Foda) com família, Pablo, Jonas com família, David Boludo, Cornelius (*habemus papam*), Elizabeth e Nellie McAdams (me lembro de Portland, “good times” verdadeiros—espero voltar logo).

A Luise, meu violão.

Queria também agradecer particularmente e profundamente aos meus gatos pela gentileza e pelo carinho. Houdini e Woody mostraram uma dedicação e determinação rara nos seres felinos e humanos, e o presente trabalho não seria o mesmo se não fosse pela persistência deles.

Ele, infelizmente, não fez questão de ajudar nos últimos anos. Imagino que estava com outros problemas. Ou precisaria ter ido mais à missa.

Por último, não poderia (e, obviamente, não deveria) me esquecer da minha família: minha mãe por toda ajuda, mesmo distante, meus irmãos Stefan e Felix com Mirjam, Lea, Kaspar, Emil, Benjamin e Till, e meu padrinho Jürgen com Helga.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

VELHOS E NOVOS DILEMAS NOS SERTÕES: MUDANÇAS CLIMÁTICAS,
VULNERABILIDADE E ADAPTAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Martin Obermaier

Outubro/2011

Orientadores: Emilio Lèbre La Rovere

Luiz Pinguelli Rosa

Programa: Planejamento Energético

A agricultura familiar do semiárido nordestino (*sertão*) é fortemente afetada pelas atuais variabilidades climáticas e vulnerabilidades sociais. A mudança climática poderá agravar esses estresses através do aumento de déficits hídricos e de impactos adversos socioambientais. A adaptação à mudança climática no sertão, assim, é imperativa, mas existe ainda pouca concordância no que tange da definição de tais processos, na teoria ou na prática. Este trabalho discute as complexidades inerentes de adaptação em áreas de risco da mudança climática. Analiso os atuais esforços da política brasileira com respeito à adaptação e as suas possíveis limitações no contexto de cenários climáticos cada vez mais pessimistas (4°C +). Através da análise de dois estudos de caso localizados no estado da Bahia argumento que reduções de vulnerabilidade no curto prazo podem ser contrárias a uma resiliência socioambiental mais desejável da agricultura familiar no longo prazo. Uma adaptação sustentável à mudança climática, portanto, provavelmente dependerá de reformas políticas mais amplas para romper com os atuais processos socialmente exclusivos. Particularmente, a adaptação bem sucedida implicará ações concertadas em níveis locais, regionais e nacionais.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

OLD AND NEW DILEMMAS IN THE SERTÕES: CLIMATE CHANGE,
VULNERABILITY AND ADAPTATION IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID

Martin Obermaier

October/2011

Advisors: Emilio Lèbre La Rovere

Luiz Pinguelli Rosa

Department: Energy Planning

Family farmers in the semi-arid Northeast (*sertão*) are strongly affected by current climatic variability and social vulnerabilities. Climate change is likely to exacerbate these stresses by increasing water scarcity and adverse socioenvironmental impacts. Adaptation to climate change in the sertão is thus imperative, but there is yet little agreement on what could define such processes in theory and practice. This work discusses the inherent complexities of adaptation in climate change hotspot areas such as the semi-arid Northeast. I discuss current Brazilian policy efforts towards adaptation and its possible limitations under increasingly pessimistic climate change scenarios (4°C +). Through the analysis of two place-based case studies in the state of Bahia I find that short-run vulnerability reductions may run counter to desirable longer-term socio-ecological resilience of family agriculture. Sustainable adaptation to climate change is thus found to likely depend on broader policy reforms to break with current socially exclusive processes. In particular, successful adaptation will require concerted actions at local, regional and national scale.

Sumário

Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xi
Lista de Abreviaturas	xii
1 Introdução	1
1.1 Mudanças climáticas e vulnerabilidade no Nordeste semiárido: uma breve contextualização	1
1.2 Políticas de desenvolvimento no Nordeste e implicações para adaptação à mudança do clima	3
1.3 Objetivos e perguntas de pesquisa	5
2 Adaptação à mudança climática no Brasil: uma análise crítica da atual abordagem	7
2.1 Introdução	7
2.2 Revisão bibliográfica	8
2.2.1 Recentes avanços em pesquisa e política de adaptação à mudança climática	8
2.2.2 Mudança climática e adaptação no Brasil	10
2.3 Uma revisão crítica da abordagem brasileira à mudança climática	15
2.3.1 Mudança climática é considerada como problema ambiental stricto sensu	15
2.3.2 Pesquisa sobre vulnerabilidade é ligado a estudos de risco climático e mapeamento de vulnerabilidade	16
2.3.3 Avanços na pesquisa de vulnerabilidade e adaptação não estão sendo considerados dentro do debate	17
2.3.4 Não existe uma visão sobre o que é redução de vulnerabilidade em áreas rurais do semiárido nordestino	21

2.3.5	Ações propostas para reduzir vulnerabilidade podem ser insuficientes para tornar as populações mais suscetíveis resiliente aos impactos da mudança climática	23
2.4	Discussão	23
2.5	Conclusões	26
3	Vulnerabilidade e resiliência socioambiental no contexto de mudanças climáticas: dois estudos de caso da agricultura familiar do semiárido nordestino	28
3.1	Introdução	28
3.2	Vulnerabilidade local e resiliência socioambiental: um quadro teórico . . .	31
3.3	Agricultura de mamona para biodiesel, Irecê	34
3.3.1	Motivações	37
3.3.2	Informações	40
3.3.3	Capacidades	42
3.3.4	O nexu entre vulnerabilidade e sustentabilidade	44
3.4	Irrigação eficiente na agricultura familiar, Pintadas	45
3.4.1	Motivações	46
3.4.2	Informações	47
3.4.3	Capacidades	48
3.4.4	O nexu entre vulnerabilidade e sustentabilidade	50
3.5	Conclusões	51
4	Mudança climática futura no semiárido nordestino: como, quando e onde adaptar?	53
4.1	Introdução	53
4.2	Limites de adaptação	55
4.3	Como, quando e onde adaptar?	60
5	Considerações finais: velhos e novos dilemas nos sertões?	64
	Referências Bibliográficas	67
A	Anexo estatístico	92
B	Textos complementares	97
B.1	Vulnerabilidade em áreas urbanas: uma análise crítica	98
B.2	Sustentabilidade de biocombustíveis	105
B.3	Problemas estruturais na cadeia produtiva de biodiesel	133
B.4	Adaptação à base comunitária	140

Lista de Figuras

3.1	Vulnerabilidade local e resiliência socioambiental: um quadro teórico . . .	33
3.2	Mapa do Estado da Bahia	35
3.3	Selo Combustível Social	37
3.4	Grafiti da cadeia produtiva do biodiesel, sede principal da COOPAF, Morro do Chapéu	39
4.1	Opções de subsistência na agricultura familiar: diversificação, intensificação, extensificação e migração	56
4.2	Limites à adaptação	61
A.1	Produção de mamona, 1948	93
A.2	Precipitação histórica nas regiões de Irecê e Pintadas, 1961–2010	94
A.3	Produção da mamona no Brasil (t de bagas) e papel das três regiões líderes, 1990–2008	95
A.4	Cotações da mamona em preços nominativos, Irecê, Bahia	96

Lista de Tabelas

2.1	Mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação em políticas públicas e pesquisa	12
2.2	Vulnerabilidade no contexto da mudança climática: duas definições	19
2.3	Subsídios para a elaboração do Plano Nacional de Adaptação: propostas para o semiárido	22
2.4	Enquadramento histórico do debate sobre adaptação em nível internacional e no Brasil	25
3.1	Produção e preços reais da mamona e do seu óleo, janeiro 2005–dezembro 2010	41
4.1	Mudança climática nos quatro relatórios de avaliação do IPCC e visão atual	54
4.2	Resumo: processos de adaptação ao longo do tempo	63

Lista de Abreviaturas

ANA	Agência Nacional de Águas, p. 51
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, p. 37
APF	Quadro de Políticas de Adaptação (Adaptation Policy Framework), p. 46
ASA	Articulação do Semiárido, p. 22
ATER	Assistência técnica e extensão rural, p. 37
BED	Brasil Ecodiesel S.A., p. 38
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, p. 37
BN	Banco do Nordeste do Brasil S.A., p. 37
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, p. 16
CIM	Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, p. 10
COEP	Rede Nacional de Mobilização Social, p. 11
COP	Conferência das Partes (Conference of the Parties), p. 7
CPTEC	Centro de Previsão do Tempo e Estudos do Clima, p. 16
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p. 48
ENSO	El Niño Oscilação Sul, p. 2
FBMC	Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, p. 11
GEX	Grupo Executivo, p. 10
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, p. 16
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change), p. 15

MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia , p. 16
MDA	Ministério de Desenvolvimento Agrário, p. 37
MMA	Ministério do Meio Ambiente, p. 10
NE	Nordeste, p. 2
ONG	Organização Não Governamental, p. 4
P1MC	Programa 1 Milhão de Cisternas, p. 4
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos, p. 22
PBF	Programa Bolsa Família, p. 4
PBIO	Petrobras Biocombustíveis, p. 39
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, p. 4
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Alcool, p. 36
REDEH	Rede de Desenvolvimento Humano, p. 46
SCS	Selo Combustível Social, p. 36
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, p. 35
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, p. 2
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 46
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (United Nations Framework Convention on Climate Change), p. 7

Capítulo 1

Introdução

1.1 Mudanças climáticas e vulnerabilidade no Nordeste semiárido: uma breve contextualização

O semiárido nordestino (*sertão*) do Brasil é uma das regiões mais vulneráveis à variabilidade atual e mudança futura do clima no país [1–3]^{1,2}. Apesar de ser dotada—para regiões semiáridas—de níveis de precipitação relativamente elevados (de 400 mm a 800 mm por ano, em ocasiões até 1.000 mm anuais), as atividades agrícolas estão fortemente limitadas por padrões de precipitação insuficientes e pouco confiáveis—concentradas em poucos meses (três a quatro)—, bem como níveis de evapotranspiração elevados [10–12]. De fato, a falta de acesso a recursos hídricos e recorrentes eventos climáticos extremos, como as secas, têm afetado durante séculos as atividades agrícolas no sertão, causando, entre outros, má-nutrição, migração e mortes prematuras [3, 4, 6, 13, 14]³. Contudo, secas no semiárido nordestino não são tanto uma exceção, mas sim a regra: estatisticamente, para cada cem anos há 18 a 20 anos de seca [15]. Apenas três em cada dez anos são considerados normais quanto à distribuição das chuvas [10]⁴.

Pesquisas recentes [1, 17–19] indicam que os já existentes déficits hídricos e eventos extremos vão aumentar no futuro—não somente pelo declínio da intensidade de chuvas, mas também pelo possível aumento da evaporação e do número de dias secos consecutivos

¹O sertão é a região semi-deserta do Brasil ou o *hinterland* da antiga colônia [4]. O termo também é usado no contexto de “fora do definido” ou “fora da lei” [5]. Dessa forma, o sertão incorpora, de forma geral, a região semiárida do país que é menos desenvolvida [6–8].

²*Mudança climática* descreve qualquer alteração do clima ao longo do tempo que possa ser atribuído à variabilidade climática natural ou como resultado de atividades antropogênicas. *Vulnerabilidade* é o grau em que um sistema é suscetível a, e incapaz de lidar com, impactos adversos da mudança do clima, incluindo variabilidade natural do clima e eventos extremos. É definida em função do caráter, da magnitude e da taxa em qual ocorre a mudança climática, e da variação em qual um sistema é exposto, a sua sensibilidade e a sua capacidade adaptativa [9].

³Existem várias categorias de seca. De acordo com a distribuição espacial, sua duração e intensidade, as consequências serão mais ou menos graves para a agricultura de subsistência.

⁴Chuvas extremas e inundações também repetidamente causam impactos desastrosos no sertão [15, 16].

[19]—se as temperaturas médias no NE continuarem a crescer devido à mudança climática. Mais frequentes e intensos anos de El Niño (ENSO) causados pela mudança climática também poderiam aumentar a escassez hídrica e o risco de secas [15, 20]. Como observado por LEMOS [14], secas extremas ocorreram no NE do Brasil durante os anos fortes de ENSO 1911–1912, 1925–1926, 1982–1983 e 1997–1998. A curta temporada de chuvas poderia ainda sofrer graves alterações [15], e há uma probabilidade grande (> 90%) de que as futuras temperaturas regionais médias no verão (ou seja, as temperaturas na estação do crescimento das plantas) excederiam, até o final deste século, as temperaturas mais extremas sazonais registradas entre 1900 e 2006 [21].

Estes impactos climáticos podem afetar cerca de dois milhões de famílias rurais de agricultores familiares que vivem atualmente na região Nordeste (NE) do Brasil [22], frequentemente em condições de extrema pobreza^{5,6}. Entre 10% e 30% da população não-metropolitana e rural no NE é considerada pobre ou extremamente pobre, o que é o maior percentual no Brasil [26]. Baixo uso de tecnologias apropriadas (por exemplo, falta de irrigação), insuficiente capacitação técnica e a contínua degradação da caatinga já afetam fortemente a produtividade agrícola [6, 7, 27–30]. Acesso a serviços de saúde, renda familiar e taxas de escolaridade no sertão permanecem significativamente abaixo dos valores médios brasileiros, apesar de avanços consideráveis durante as últimas duas décadas [31, 32]. Dessa forma, muitos agricultores continuam a depender de programas governamentais de transferência de renda ou fontes de emprego não-agrícolas para complementar seus parcos rendimentos [6, 33, 34].

Na ausência de medidas de adaptação (respostas adequadas), a mudança climática pode tornar os produtores rurais do semiárido ainda mais vulneráveis⁷. Estudos recentes mostram que a produtividade da agricultura de subsistência pode sofrer importantes perdas na região, inclusive na produção de cultivos de subsistência (feijão, milho e mandioca) ou na produção leiteira [35–39]. Por exemplo, no curto prazo (2030) perdas de produtividade para cultivos de subsistência podem ser da ordem de 5% [36], enquanto que, no médio a longo prazo (2050), áreas agrícolas de baixo risco climático para feijão, arroz e milho são previstos de diminuir entre 10% a 15% [37]. Isso é particularmente relevante considerando que as atuais produtividades no sertão já estão marginais. Por fim, impactos na agricultura

⁵A agricultura familiar é definido por (1) força de trabalho principalmente da família, (2) propriedade dirigida pela família, (3) extensão da área agrícola limitada por aquilo que a família consegue gerenciar de forma eficaz, e (4) renda familiar vem principalmente do trabalho na propriedade. O último fator é controverso, já que famílias rurais frequentemente diversificam as suas fontes de renda, seja por empregos não-agrícolas, aposentadoria ou de oportunidades de emprego como diarista. Essas fontes podem ter uma importante contribuição à renda do agricultor [23–25].

⁶Em total cerca de 9.162 milhões de pessoas moravam no “(meio) rural do nordeste da seca” em 1996, a área formada pelos 1.122 municípios no NE classificados como *em situação crítica* pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) durante a seca de 1998, e em cujas delimitações foram abertas frentes de trabalho [6, p. 136]. Porém, em geral há uma considerável incerteza sobre o tamanho da população no semiárido.

⁷*Adaptação* é qualquer ajuste em sistemas naturais ou humanos em resposta a atuais ou esperados impactos climáticos ou seus efeitos que moderam perigos ou exploram oportunidades benéficas [9].

familiar incluem também o potencial reaquecimento de fluxos migratórios para centros urbanos do NE e/ou um aumento na incidência e suscetibilidade a doenças devido à persistência de doenças infecciosas endêmicas como a leishmaniose na região [40–42].

1.2 Políticas de desenvolvimento no Nordeste e implicações para adaptação à mudança do clima

Devido à importância das condições climáticas para a agricultura no semiárido, os programas de desenvolvimento do governo, bem como a gestão emergencial de desastres, têm sido frequentemente ligados a “*soluções hidrológicas*” para superar riscos naturais [6, 13]. Isso incluiu, entre outros, obras para aumentar a capacidade de armazenamento de águas em épocas de seca ou a expansão da agricultura irrigada, mas também a construção de estradas para promover a integração regional, estimular o desenvolvimento econômico e facilitar o planejamento de medidas de evacuação durante secas severas [13, 14, 29, 43, 44].

O resultado dos repetidos esforços para construir represas ou reservatórios têm sido ambíguo: devido a essas obras, o sertão brasileiro pode ser hoje considerado como uma das regiões semiáridas com maior capacidade de armazenamento de água [3, 45]. Por outro lado, os projetos têm feito pouco para tornar os agricultores familiares menos vulneráveis aos impactos climáticos adversos. Uma explicação disso pode ser dada pela teoria de acesso que distingue entre acesso no sentido de “*capacidades de obter benefícios de coisas*” e meros “*direitos de se beneficiar de coisas*” [46, p. 153]. Ou seja, embora que a capacidade física de armazenamento de água aumentou, pequenos produtores não conseguiam se beneficiar dessas obras⁸.

Essa deficiência têm sido explicada pelas estruturas persistentes latifundiárias e o coronelismo⁹ no meio rural do sertão, onde a enorme concentração de riqueza e poder são frequentemente usados para o benefício de apenas das oligarquias locais. Por exemplo, as várias instituições implantadas para coordenar os projetos de pesquisa e infraestrutura na região foram frequentemente capturados e, conseqüentemente, dominados pelas elites locais, que viravam como seus objetivos primordiais a facilitação da expansão agropecuária e não o subsídio da agricultura familiar [45]. Em outros casos o controle dessas instituições e o acesso a políticos permitiu a “convencer” agricultores e famílias a votar em pessoas inclinadas às poderes locais em troca por uma participação preferencial nas frentes de

⁸É importante constatar que, apesar do sucesso em aumentar as capacidades físicas, políticas públicas repetitivamente mostravam pouco compromisso com soluções de longo prazo contra a seca ou de para o desenvolvimento rural. Os investimentos foram muitas vezes interrompidos logo que os impactos mais severos de uma seca haviam acabados, o que implicou que as obras frequentemente não foram terminadas [6, 13].

⁹Coronelismo é a “*prática de cunho político-social, própria do meio rural e das pequenas cidades do interior, que floresceu durante a Primeira República (1889–1930) e que configura uma forma de mandonismo em que uma elite, encarnada emblematicamente pelo proprietário rural, controla os meios de produção, detendo o poder econômico, social e político local*” [47].

trabalho públicas, ou mesmo serviu diretamente para o enriquecimento pessoal [14, 45]. Assim, obras de infraestrutura, em geral, serviam de certa forma mais como um reforço das oligarquias locais e regionais em detrimento ao desenvolvimento de pequenos produtores. TOMPKINS *et al.* [48, p. 740] chamaram isso de “*ciclo vicioso de secas, vulnerabilidade e clientelismo*”, onde a sobrevivência da tradicional política corrupta depende da persistência das secas e dos seus impactos para os pobres, a fim de garantir o poder de barganha na hora das eleições.

Uma abordagem mais estrutural frente à pobreza no meio rural começou a se desenvolver na segunda metade do século XX, marcada pela gradual integração de estressores não-climáticos [23] como falhas de mercado, causas estruturais de pobreza, políticas protecionistas agrícolas ou degradação ambiental dentro do discurso de desenvolvimento no sertão [7, 13, 33, 43, 49, 50]. Em outras palavras, a seca ou déficits hídricos no NE deixam de ser um problema estritamente climático, e começam a ser ligados a políticas de desenvolvimento regional ou erradicação de pobreza¹⁰. Por exemplo, recentes esforços no NE têm se concentrado na provisão de linhas de crédito rural para agricultores familiares através do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), programas de acesso a mercados para agricultores familiares [52, 53] ou investimentos em eletrificação rural que visam melhorar as condições de vida no meio rural e podem facilitar processos de tecnologia na agricultura familiar [54, 55]. Ações descentralizadas liderados por organizações não-governamentais (ONGs) como o Projeto 1 Milhão de Cisternas (P1MC) visam melhorar o abastecimento de água para fins domésticos promovendo a ideia da convivência com a região semiárida, colocando o acesso à água no contexto do uso sustentável de recursos, educação contextualizada ou tecnologias apropriadas [44]. Por outro lado, o NE virou importante receptor de transferências de renda, exemplificado pelo programa Bolsa Família (PBF)—que tem como público alvo famílias em situação de pobreza e de extrema pobreza—, o número crescente de empregos públicos ou a aposentadoria rural [6, 56]. Programas capital-intensivos, como o projeto da transposição do Rio São Francisco e os investimentos ligados a parcerias público-privadas em irrigação na bacia do rio complementam este quadro [57–59].

O que é importante é que estas vulnerabilidades e estratégias podem ser interpretadas no contexto de adaptação à mudança climática futura ou às variabilidades climáticas atuais. Conceitualmente, adaptação pode ser planejada, autônoma, reativa ou antecipatória, envolver sistemas humanas, físicos ou naturais, depender de decisões individuais, políticas públicas ou do setor privado, e integrar diferentes escalas (local, regional, nacional ou internacional) e as suas interações assim como uma visão sistêmica [60–63].

Conforme mostrado o semiárido nordestino é uma das regiões onde se juntam as preocupações sobre impactos adversos da mudança do clima com vulnerabilidades sociais já

¹⁰Causas estruturais da pobreza incluem, entre outras a má-distribuição de terras, iniquidades, sistemas de poder desiguais, e falta de acesso à informação, conhecimento, mercados, capital ou tecnologias [51].

existentes—ou seja, misturam-se os *velhos dilemas* do sertão com, incertos, mas prováveis *novos dilemas*. Enquanto que a mudança climática causará sérios problemas no futuro em regiões semiáridas [9, 64–66], ela não cria (por enquanto) impactos inteiramente novos, mas acentua ou coloca estresse adicional sobre vulnerabilidades já existentes. Há não somente um risco climático mesmo sem mudança climática, mas também um risco social que é deslocado de fatores climáticos. A região já está altamente afetada pela variabilidade climática, pobreza e políticas públicas pouco integrativas. Dessa forma, adaptação no caso da agricultura familiar do NE é imperativa, independentemente do aquecimento global, e assim liga adaptação a temas como desenvolvimento sustentável, equidade ou justiça ambiental [1, 2, 67, 68].

1.3 Objetivos e perguntas de pesquisa

Como, então, a agricultura familiar do sertão se adapta à mudança climática futura e às condições socioeconômicas adversas? Quais são experiências do passado, o que sabe-se sobre o futuro e cenários de adaptação? O que torna adaptação bem sucedida? Onde existem barreiras que podem impedir processos sustentáveis de adaptação? O que significa, então, “sucesso” em adaptação? Quais são opções promissoras para reduzir vulnerabilidades em diferentes escalas? Como fazer planejamento de adaptação? Como integrar objetivos de curto prazo com objetivos de longo prazo?

O presente trabalho pretende responder a essas perguntas de forma sucinta em base de três artigos tematicamente ligados. Eu discuto as complexidades inerentes de adaptação em áreas de risco da mudança climática. Analiso os atuais esforços da política brasileira com respeito à adaptação e as suas possíveis limitações no contexto de cenários climáticos cada vez mais pessimistas (4°C +). Através da análise de dois estudos de caso localizados no estado da Bahia argumento que reduções de vulnerabilidade no curto prazo podem ser contrárias a uma resiliência socioambiental mais desejável da agricultura familiar no longo prazo. Uma adaptação sustentável à mudança climática, portanto, provavelmente dependerá de reformas políticas mais amplas para romper com os atuais processos socialmente exclusivos. Particularmente, a adaptação bem sucedida implicará ações concertadas em níveis locais, regionais e nacionais.

Apesar da sua abordagem em três blocos distintos, o trabalho segue uma estrutura bem delimitada: cap. 2 começa com a análise detalhada da atual abordagem sobre adaptação no Brasil, seus casos de sucesso e potenciais limites. Cap. 3 em seguida discute os dois projetos na Bahia já mencionadas (fig. 3.2, p. 35) e que são interpretados como estratégias de adaptação para agricultores familiares. Em seguida, cap. 4 volta a discutir questões ligadas ao planejamento de políticas públicas de adaptação no nível nacional, antes de que cap. 5 apresenta algumas breves considerações finais para este trabalho.

Dessa forma, o trabalho segue uma linha definida, saindo de uma discussão do contexto

atual (capítulo 2) para o curto a médio (capítulo 3) e longo prazo (capítulo 4). O capítulo 3 trata de questões no nível micro enquanto os outros dois capítulos tem uma abordagem macro. Com base nesta metodologia pretende-se apresentar (1) temas e abordagens atuais de adaptação ainda pouco estudados no Brasil, (2) ajudar na integração de uma base bibliográfica extensa mas pouca conhecida no país e, especificamente, (3) avançar o conhecimento sobre potenciais *trade-offs* ou *limites* que podem impedir uma adaptação sustentável no futuro.

Por fim, os anexos incluem vários trabalhos relevantes para a presente tese com co- ou principal autoria do autor que oferecem análises mais detalhadas sobre assunto do corpo principal deste documento.

Capítulo 2

Adaptação à mudança climática no Brasil: uma análise crítica da atual abordagem

2.1 Introdução

Em relação à mudança climática, o Brasil está sem dúvida entre os países que estão no centro das atenções de interesse científico. Por exemplo, a floresta amazônica como estoque de carbono e questões relacionadas a desmatamento e serviços de ecossistemas, ou o papel de biocombustíveis como estratégia de mitigação dentro do setor de transporte rodoviário, motivaram uma série de estudos sobre as consequenciais socioambientais de ações governamentais e sua governança [1, 69–71]. Dentro da Convenção do Clima (UNFCCC)¹, o país foi vital para a criação do MDL [73, 74] assim como o levantamento do conceito de responsabilidades históricas para o problema da mudança climática [75, 76]. Apesar de não ser obrigado a reduzir as suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) devido ao seu status de país não-anexo I dentro da Convenção, o Brasil apresentou na COP-15 em Copenhague (2009) um compromisso nacional voluntário de reduzir as suas emissões entre 36.1% e 38% até 2020, principalmente pela redução do desmatamento e um maior uso de energias renováveis [77]². Esta estratégia foi recentemente incorporada dentro da Lei 12.187 que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima [78].

Considerando que a mitigação das mudanças climáticas começa a ser integrado em planos e programas estratégicos, a adaptação só recentemente foi reconhecida como área de prioridade para o governo. Contudo, tem havido uma crescente consciência sobre a necessidade de formular e integrar ações de adaptação no nível federal, estadual e setorial a

¹ A UNFCCC é o quadro legal internacional que visa estabilizar as trajetórias de emissões antropogênicas de GEE para prevenir alterações perigosas no sistema climático e seus potenciais impactos adversos [72].

² A COP (Conferências das Partes) é um instrumento fundamental da UNFCCC para criar adicionais instrumentos legais para atingir os seus objetivos, por exemplo, pelo Protocolo de Quioto.

fim de reduzir a probabilidade de futuras vulnerabilidades climáticas, um processo apoiada por um número crescente de publicações científicas internacionais e nacionais [1, 9, 79, 80]. Uma região focal neste novo debate é o semiárido nordestino do país (o *sertão*). Numa extensão de 940 mil km² abrange cerca de 86% da região do Nordeste geográfico. Chuvas irregulares, falta de acesso à água, longos períodos de estiagens e secas recorrentes afetam principalmente agricultores familiares pobres da região, tornando-o uma área de risco (*hotspot*) à mudança climática futura dado os previstos aumentos em estresses hídricos e processos de aridização [1, 2, 15, 18, 19, 21].

Adaptação em áreas de risco tem sido frequentemente ligada às chamadas para diminuir as significantes incertezas científicas sobre mudança climática e impactos adversos a fim de orientar processos de adaptação de forma mais adequada [81–83]. Por outro lado, estudos recentes de adaptação agora abordam a vulnerabilidade à mudança climática mais no contexto de iniquidades sociais e práticas ambientais insustentáveis existentes socioambientais, portanto, colocando uma forte ênfase sobre o papel das atuais vulnerabilidades sociais e climáticas na definição da vulnerabilidade geral à mudança climática [84–86]. Enquanto que os impactos da mudança climática são previstos de causar impactos desastrosos em áreas de risco [9, 64], vulnerabilidades sociais são considerados como extremamente relevantes para o sertão nordestino, onde barganha política e corrupção se juntam frequentemente a políticas públicas mal desenhadas, restrito acesso a recursos naturais e capacidades limitadas de lidar com tais condições em diferentes escalas (comunidades, mas também nos níveis regionais e governamentais) [6, 13, 14, 87]. Portanto, adaptação como um processo continua a ser pouco definida, e pode significar uma variedade de coisas, dependendo do discurso particular, e a maneira que em as necessidades de adaptação são finalmente abordadas, naturalmente, terá consequências consideráveis para as populações em áreas de risco tais como no sertão.

Com isso em mente este capítulo analisa a abordagem brasileira a adaptação à mudança climática e as suas hipóteses subjacentes. Como vou argumentar existem várias lacunas que podem, eventualmente, impedir processos sustentáveis de adaptação em áreas de risco, usando como exemplo o caso da agricultura familiar do semiárido brasileiro.

2.2 Revisão bibliográfica

2.2.1 Recentes avanços em pesquisa e política de adaptação à mudança climática

Adaptação, como conceito, tem sofrido mudanças consideráveis nas últimas duas décadas. Isto pode ser ligado ao debate sobre como a mudança climática como um problema deveria ser interpretada. Na década de 80, quando a mudança climática surgiu como um novo problema transfronteiriço, ela foi essencialmente identificada como problema

ambiental que precisaria ser mitigada *upstream* de uma forma semelhante à eliminação progressiva das substâncias responsáveis pela destruição da camada de ozônio por meio do Protocolo de Montreal (1989) [88, 89]. Neste contexto, adaptação foi acusada de apoiar, em grande parte, uma visão tecnocrática que questionaria a necessidade de promover medidas de mitigação e, assim, minimizando a responsabilidade dos países industrializados para o aquecimento global [89–91]. Adaptação somente se tornou mais defendida com os atrasos na implementação do Protocolo de Kyoto, e, portanto, a adoção de metas de reduções obrigatórias de emissões para os países Anexo I, bem como o surgimento de evidências cada vez mais alarmantes sobre a gravidade do problema das mudanças climáticas [17, 90, 92]. Dessa forma, adaptação de hoje é fortemente ligada às necessidades dos países em desenvolvimento, que são previstos de sofrer desproporcionalmente da mudança climática, e mecanismos de compensação [84, 93–95]. Adaptação assim é um problema local, enquanto que a mudança do clima é um problema global.

A ciência de adaptação influenciou fortemente a evolução desse debate. Os primeiros estudos sobre a adaptação (chamados *risk-hazard* ou risco-perigo), baseados frequentemente em modelos integrados de avaliação, focavam na análise de magnitudes e probabilidades de impactos ou dos custos e benefícios potenciais de medidas de adaptação [95]. Esses estudos têm sido criticados devido à sua interpretação restrita de vulnerabilidade como a vulnerabilidade à mudança climática, bem como suposições simplistas sobre processos de adaptação e potenciais barreiras, ligando a aplicação desses estudos mais a adaptações técnicas ou mecanismos de compensação [86, 96]. Pesquisas recentes em adaptação explicitamente integram subtemas socioambientais no contexto dos países em desenvolvimento, incluindo questões como a distribuição e acesso aos recursos, governança ou padrões históricos de marginalização [97]. Como tal, a pesquisa de adaptação é agora claramente ligada às linhas de pesquisa sobre vulnerabilidade, resiliência e desenvolvimento sustentável [85, 98–100], onde vulnerabilidade descreve o estado de susceptibilidade a danos causados pela exposição a pressões associados às mudanças ambientais e sociais e da ausência da capacidades adaptativas [101, p. 268], e resiliência a capacidade de um sistema de reter as suas estruturas e funções essenciais em face da perturbações assim como manter a capacidade para se desenvolver [95, p. 143].

Há, portanto, hoje uma sobreposição clara entre adaptação e políticas e práticas de desenvolvimento sustentável. Ou seja, “*boas (ou sustentáveis) práticas ou políticas de desenvolvimento podem (e muitas vezes fazem) levar à construção de capacidade adaptativas*³ *Fazendo adaptação à mudança climática muitas vezes também significa fazer bom (ou sustentável) desenvolvimento* [100, p. 1]”. Assim, tem uma crescente preocupação de que o desenvolvimento *business-as-usual* (ou o negocio como sempre) pode levar a consequências a longo prazo não desejados. ERIKSEN *et al.* [103] e BROWN [104]

³Capacidades adaptativas sendo o vetor de recursos e ativos que representam a base a partir do qual as ações de adaptação ou investimentos podem ser feitos [102, p. 400].

argumentam pela necessidade de promover transformações sociais fundamentais mais amplas dada a insustentabilidade de muitas políticas de adaptação atuais, e chamam para uma melhor integração de justiça, equidade e salvaguardas ambientais a fim de alcançar o desenvolvimento sustentável e trajetórias de adaptação [ver também 105]. Este argumento é ligado ao conceito de má-adaptação que afirma que, entre outros, que medidas de adaptação devem tomar cuidado para não aumentar a carga dos mais vulneráveis (muitas vezes as camadas dos mais pobres em países em desenvolvimento), evitar aumentos significativos de emissões de GEE (necessitando, dessa forma, compromissos adicionais na redução de emissões) assim como evitar a criação de dependências de trajetórias através do desenvolvimento de projetos de infraestrutura de larga escala que podem diminuir a flexibilidade para responder a impactos climáticos futuros incertos, bem como mudanças em condições ambientais, sociais ou econômicas [106]. SOVACOOOL [107] exemplifica esse último ponto através de sua discussão sobre medidas duras (*hard*) e suaves (*soft*) de adaptação: enquanto duras medidas de adaptação envolvem capital intensivo, tecnologias e infraestruturas inflexíveis, complexas e de grande porte, medidas de adaptação suaves priorizam capital natural, o controle pela comunidade, simplicidade e tecnologias apropriadas (pp. 1177–1178), e são, dessa maneira, fortemente ligados ao debate sobre a adaptação à base comunitária [108, 109]. Valores podem ter um forte impacto na escolha de medidas apropriadas [103, 110, 111] assim como na avaliação sobre o que, ao final, é sucesso em estratégias de adaptação num contexto de opiniões divergentes entre as partes interessadas. Em geral, tais conceitos têm fortes consequências para adaptações sustentáveis e precisam ser integradas ao planejamento de medidas de adaptação de uma forma sistemática.

2.2.2 Mudança climática e adaptação no Brasil

A estratégia brasileira sobre mudança climática está focada em vários documentos: o Plano Nacional sobre Mudança do Clima [112] e a Lei Nacional [78] que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima. A ideia de um Plano Nacional de que deveria estruturar e coordenar as ações do país referente aos desafios e oportunidades da mudança climática concretizou-se em 2007 quando foi formado o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), onde elaboração, implantação e monitoramento ficavam na carga de um Grupo Executivo (GEX) que, liderado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), apresentou uma primeira versão para consulta pública em setembro de 2008 [113]. O Plano Nacional na sua versão final [112] apresenta principalmente medidas voluntárias de mitigação ligadas às mudanças do uso da terra e à eficiência no setor de energia e outros até 2020, mas também de adaptação. A Política Nacional de 2009, por sua vez, institucionalizou metas de mitigação e o fortalecimento de sumidouros, o entendimento entre desenvolvimento econômico e proteção do clima. Mais relevante é o reconhecimento

de medidas de adaptação (baseados nas recomendações do Plano) e a elaboração de planos setoriais integrados de adaptação e mitigação, inclusive dentro da agropecuária, cuja minuta foi publicada em 2011 [114]. Adaptação à mudança climática no semiárido está também começando a ser integrado dentro do planejamento estadual, notavelmente nos estados de Piauí, Bahia e Pernambuco [115–118], com própria legislação e planos sobre mudança climática⁴.

Outros esforços incluem particularmente as duas Comunicações Nacionais à UNFCCC [77, 120] e o trabalho do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) com seu recém-instalado Grupo de Trabalho “Mudanças Climáticas, Pobreza e Desigualdades”. O Grupo de Trabalho é liderado pelo COEP (Rede Nacional de Mobilização Social) que, desde 2009, é responsável para trazer este assunto de dentro das discussões nacionais. O FBMC foi criado por Decreto Presidencial em 2000 e tem seu objetivo na conscientização e mobilização da sociedade para a discussão e a tomada de posição relativa à mudança climática. Sendo presidido pelo Presidente da República, a secretária executiva do Fórum organiza reuniões sobre os assuntos pertinentes e atua como interlocutor entre o governo e a sociedade civil. O COEP preparou cartas para o posicionamento do governo nas últimas duas Conferências das Partes da UNFCCC e recentemente publicou um documento com propostas para um potencial Plano Nacional de Adaptação [67] que contou com a participação ativa da sociedade civil via vários seminários e grupos de trabalho.

Uma consulta das bases ISI Web of Knowledge (WOK) e SCIELO com os termos “climat* chang*” e “Bra?il” para identificar recentes avanços no debate científico sobre vulnerabilidade e adaptação no Brasil mostra que pesquisas tem um forte viés para área de mitigação e impactos ambientais. Isso inclui também a maioria de trabalhos publicados por ONGs assim como os trabalhos da comunidade científica sobre mudanças ambientais globais [68, 121]. A pesquisa mostra que estudos específicas sobre adaptação às mudanças climáticas estão ainda fortemente concentradas nas áreas das ciências exatas e naturais, como engenharia, climatologia, agronomia ou economia. Por outro lado, dimensões humanas ou a integração das ciências sociais é ainda pouco desenvolvida, embora que haja um crescente número de publicações nessa área também no Brasil [121, 122]. Tab. 2.1, p. 12 et sqq., resume as principais políticas e pesquisas sobre adaptação à mudança climática. Como o viés atual na ciência brasileira influenciou e continua influenciando o planejamento estratégico de adaptação no Brasil vai ser foco no próximo capítulo.

⁴A Constituição Federal de 1988 prevê que as responsabilidades para políticas ambientais e sociais são divididos nos três níveis do governo (federal, estadual e municipal). Isso inclui a mudança climática [ver 119].

Objetivo	Principais questões	Adaptação	
		Estratégias	Medidas concretas
Federal			
Lei Nacional [78]	Instaurar Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)	Definir princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos	Plano Nacional, Fundo Nacional e Planos Setoriais sobre Mudança do Clima
Plano Nacional [112]	Colocar em consonância compromisso nacional de redução de emissões GEE com interesses socioeconômicos e redução de pobreza	Mitigação: conservação, biocombustíveis	Limitado: identificação de impactos e medidas de adaptação, necessidade de mapear vulnerabilidades
Plano Setorial [114]	Mitigação e adaptação para consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura	Mitigação: práticas de manejo, sistemas de produção sustentáveis, dejetos animais para geração de energia e compostagem; estudos de adaptação: plantas, sistemas produtivos e comunidades; conservação: redução desmatamento	Integração climática na redução de riscos e desastres, medidas de compensação de perdas climáticas, P&D agrônomo, recuperação com mitigação) Sim (R\$ 63 bilhões 2011–20, com mitigação)
Estadual			
Bahia [118]	Instaurar Política Estadual sobre Mudança do Clima	Compatibilizar desenvolvimento socioeconômico com proteção do clima, adaptação à mudança do clima em todos os Territórios de Identidade, setores econômicos e sociais, especialmente os mais vulneráveis	Plano Estadual sobre Mudança do Clima, Planos Municipais, outros planos, programas, projetos e ações relacionados, direta- ou indiretamente, à mudança do clima
Piauí [115]	Projeto de Lei que institui a Política Estadual sobre Mudança do Clima e Combate a Pobreza	Contribuir mitigar interferências antrópicas perigosas no sistema climático, possibilitar adaptação natural de ecossistemas, garantir segurança alimentar e desenvolvimento econômico sustentável do Estado	Predominantemente mitigação, porém 9 linhas de instrumentos, ligadas também à adaptação (capacitação técnica de instituições, conservação etc.)
Pernambuco [116, 117]	Instaurar a Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas [117]; orientar a implementação da Política Estadual de Mudança Climática [116]	Aumentar resiliência da população à variabilidade e às mudanças climáticas, mitigação para evitar impactos adversos sobre a população e ecossistemas, desenvolvimento sustentável [117]; identificar, mensurar e fomentar ações que favoreçam a capacidade de resiliência e qualidade de vida, políticas públicas integradas [116]	Baseados em metas obrigatórias (estipulados pela Política Estadual), gerais (adaptação e mitigação, eixos temáticos: combate desertificação, gestão urbana, proteção costeira) e áreas de atuação, e recursos específicos setoriais

Tabela 2.1: Mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação em políticas públicas e pesquisa

Es- Foco tudo	Abordagem	Resultados	Recomendações políticas
Agropecuária e solos agrícolas			
123	Vulnerabilidade, impactos e adaptação na agropecuária e solos agrícolas	Revisão bibliográfica	Impactos mudança climática na agricultura, principalmente na redução da produtividade das culturas e na disponibilidade de áreas apropriadas para cultivos
37	Vulnerabilidade saúde, migração, produção agrícola	Avaliação integrada de impactos	Perdas de safras de grãos R\$ 7,4 bilhões (2020) podendo atingir R\$ 14 bilhões (2070), mudanças na geografia da produção agrícola
Região semiárida			
15	Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido	Revisão bibliográfica	Forte impacto da mudança climática sobre os recursos hídricos no NE e sua disponibilidade no meio rural e urbano, desertificação ou secas
2	Vulnerabilidades sociais e climáticas, capacidade adaptativa	Revisão bibliográfica, estudo de caso localizado	Adaptação bem sucedida onde há integração de desenvolvimento, capacidades adaptativas e medidas de adaptação
Setor energético			
124	Vulnerabilidade climática do sistema brasileiro de energia	Avaliação integrada de impactos	Impacto mudança do clima mais intenso no Nordeste (2071–2100): reduções capacidade de geração energia hidráulica, eólica e biodiesel; produção energia hidrelétrica bacia Rio São Francisco pode cair 7,7%
Mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação em políticas públicas e pesquisa (cont.)			

Es- Foco tudo	Abordagem	Resultados	Recomendações políticas
Recursos hídricos			
125 Mudança climática impacta oferta de recursos hídricos	Avaliação integrada de impactos	Diminuição de vazões mesmo onde aumento da precipitação é indicado; oferta recursos hídricos NE pode se tornar crítica numa ou duas décadas	Melhorar gestão de recursos hídricos
População, migração e saúde			
42 Mudança climática e impactos sobre migração e saúde no NE	Avaliação integrada de impactos	Queda produção agrícola: PIB regional cresce 11,4% a menos com mudança do clima; aumento migração (24%); probabilidade maior de disseminação de enfermidades endêmicas no NE (mal de Chagas, dengue, leptospirose, esquistossomose, leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar); crescimento gastos com internações hospitalares e atendimentos ambulatoriais	Menciona boas práticas (PIMC, combate à desertificação) de adaptação, ações integradas
Governança			
68 Populações vulneráveis, variabilidade climática	Revisão bibliográfica, estudos de caso localizados	Condições de pobreza relacionados à vulnerabilidade; publicações científicas brasileiras sobre adaptação pouco integram questão da desigualdade social	Agenda de ação mais ampla necessária, incluindo ciências sociais
119 Megacidades (São Paulo e Rio de Janeiro), políticas climáticas	Revisão bibliográfica, estudos de caso localizados	Participação em redes transnacionais municipais importe para promover e apoiar ações relacionadas à mudança do clima; organização e implementação depende de várias escalas e atores; ações atuais podem ser insuficientes	

Mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação em políticas públicas e pesquisa (cont.)

2.3 Uma revisão crítica da abordagem brasileira à mudança climática

2.3.1 Mudança climática é considerada como problema ambiental *stricto sensu*

A Política Nacional sobre Mudança do Clima, instituído pela Lei 12.187 de 29 de dezembro de 2009, define mudança climática no seu *stricto sensu* como “direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis”. Enquanto dentro desta mesma Lei vulnerabilidade inclui explicitamente “variabilidade climática e os eventos extremos”, a discussão dos impactos e efeitos adversos está vinculada a tais eventos, mas não a vulnerabilidades socioeconômicas existentes fora do contexto da mudança climática.

Assim, na prática o atual Plano Nacional sobre Mudança do Clima e outros documentos como as duas Comunicações Nacionais à UNFCCC têm foco em medidas de mitigação e em preocupações ambientais como a redução do desmatamento na Amazônia ou questões ligadas à eficiência e fontes alternativas no setor de energia. Por exemplo, no Plano Nacional o capítulo “impactos, vulnerabilidades e adaptação” é da ordem de 8 páginas, enquanto somente a discussão sobre biocombustíveis na parte de mitigação ultrapassa este tamanho. Fica obvio um viés para ações de mitigação, sendo discutidos em 56 páginas. Isso também pode ser constatado nos objetivos do plano que focam em ganhos de eficiência, energias renováveis (incluindo uma meta separada para biocombustíveis) e redução de desmatamento (dois objetivos).

Em termos de adaptação o Plano foca em “procurar identificar os impactos ambientais decorrentes da mudança do clima e fomentar o desenvolvimento de pesquisas científicas para que se possa traçar uma *estratégia que minimize os custos sócio-econômicos de adaptação do País*” (própria ênfase). Isso reitera em muito a abordagem inicial pela UNFCCC e o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) nos anos 90 quando adaptação foi discutida basicamente como apêndice aos impactos da mudança climática e medidas de mitigação, em particular, como problema biofísico e ambiental. Por outro lado, o foco em reduzir os custos de adaptação liga claramente à estratégia a estudos de risco-perigo que são pouco explicativos no caso de populações vulneráveis⁵.

⁵O IPCC é o corpo científico de suporte à Convenção do Clima. Atua principalmente pelo seus relatórios de avaliação [17, 92, 126, 127].

2.3.2 Pesquisa sobre vulnerabilidade é ligado a estudos de risco climático e mapeamento de vulnerabilidade

Além do espaço reduzido para vulnerabilidade nos documentos sobre mudanças climáticas, a discussão atual mostra um forte viés para a necessidade de identificar melhor os impactos da mudança climática e reduzir incertezas nas previsões climáticas. Por exemplo, a discussão sobre impactos e vulnerabilidade no Plano Nacional [113] (que é semelhante nas duas Comunicações Nacionais à UNFCCC é vinculada a uma forte discussão sobre a “necessidade de desenvolvimento de modelos de mudança de clima de longo prazo com resolução espacial adequada” (p. 84) cujos resultados devem “subsidiar estudos sobre vulnerabilidade” em diversos resultados até primeiro semestre de 2009 (p. 87). Dessa forma o país seria “mais bem capacitado para identificar regiões e setores mais vulneráveis com maior grau de confiabilidade do que oferecido pelos modelos globais” com base no qual “poderão ser elaborados projetos de adaptação específicos com o embasamento científico apropriado, possibilitando uma alocação mais racional de recursos públicos” (p. 87).

No item “mapeamento de vulnerabilidades”, diretamente em seguida à seção “identificação de impactos”, repete-se a necessidade de resultados mais confiáveis para estudos setoriais em andamento. “Possibilidades de adaptação” inclui uma rápida revisão sobre as necessidades de fortalecer resiliência e de criar capacidades, e a relação entre pobreza e vulnerabilidade, mas em seguida volta à discussão “que não há ainda cenários climáticos confiáveis no Brasil capazes de direcionar o processo de adaptação”. Também se afirma que o país “possui uma rica legislação ambiental” em qual “estão previstas importantes ferramentas de planejamento territorial, licenciamento ambiental e fiscalização”, onde o “cumprimento desse arcabouço legal, por si só, seria capaz de minimizar e até mesmo evitar os efeitos advindos com a mudança do clima” (p. 88)⁶.

Embora o texto não referencie trabalhos científicos fica obvio a sua ligação ao CP-TEC/INPE que é o centro de referência em previsões e modelos climáticos, sendo seu nome repetido (como único instituto referenciado) 14 vezes em todas as três seções do capítulo sobre “impactos, vulnerabilidades e adaptação” [113, pp. 84–91]. Por outro lado, os trabalhos explícitos citados sobre impactos, vulnerabilidade e adaptação dentro das Comunicações Nacionais [77, 120] focam particularmente em estudos de avaliação de risco. Dos 13 trabalhos sobre adaptação e vulnerabilidades identificados dentro do texto da Segunda Comunicação cinco foram publicados numa única edição da revista Parcerias Estratégicas (volume 27, 2008) do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), por sua vez ligado ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) [128]. Quatro das outras citações incluem autores também presentes nesta mesma edição (porém citados com outros trabalhos). Além disso, o relatório do Segundo Grupo de Trabalho do IPCC está citado

⁶Esta discussão também prevalece nas duas Comunicações Nacionais à UNFCCC [77, 120].

de forma genérica por suas contribuições a impactos, e não adaptação ou vulnerabilidade como definido no presente trabalho. Completam os trabalhos citados um estudo de 2005 sobre o mesmo assunto (e com grande parte dos mesmos autores) [80], um estudo sobre os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (com pouca relevância para o contexto) e, por final, um próprio estudo do MCT. A visão presente nestes estudos se sumariza melhor na introdução da revista citada: “Mas adaptar a que? Em primeiro lugar, precisamos de cenários climáticos confiáveis [...] cenários estes que permitiram iniciar estudos de impactos em diversos setores” [83, p. 15]^{7,8}.

Como mencionei anteriormente estudos de risco-perigo são característicos para questões técnicas ligadas à gestão de desastres e ligados a relação causal entre evento de perigo e resposta adversa no sistema [130]⁹. Isso é uma importante deficiência porque o estado presente ou futuro de um sistema, e em particular a sua vulnerabilidade, são provavelmente melhores determinantes dos impactos de mudanças globais que o próprio aquecimento global. Estudos de impactos como referenciados nos documentos do Governo Federal tem seu mérito em ajudar processos de planejamento mais gerais [86], porém tem pouca capacidade de esclarecer como os processos de adaptação se realizam em diferentes escalas, e explicar porque grupos ou indivíduos são vulneráveis ou não.

Dessa forma, pode se argumentar que a mudança climática significa mais um reforço das atuais pressões socioeconômicas sobre um dado sistema (por exemplo, a agricultura familiar do nordeste) do que a criação de impactos inteiramente novos. Dado que grande parte da população nesta região já está fortemente impactada no contexto da variabilidade climática atual, isso implica que ações para reduzir sua vulnerabilidade não dependem necessariamente da certeza de futuros impactos climáticos analisados pelos modelos climáticos e estudos de impactos citados que mostram um escopo limitado à avaliação de riscos e mapeamento de impactos futuros.

2.3.3 Avanços na pesquisa de vulnerabilidade e adaptação não estão sendo considerados dentro do debate

Estudos de avaliação de impacto foram usados nos primeiros anos do IPCC e estão ligados principalmente a pesquisas em países industrializados [95]. Contudo, como mostrei anteriormente, na última década a ênfase em estudos de impacto mudou do conceito de

⁷Vale destacar que o caso do *California Climate Vulnerability Assessment* onde EAKIN e PATT [95, p. 145] destacam a “little reference to published research focusing explicitly on adaptation.” Ou seja, a desavença sobre o que compôs vulnerabilidade não fica restrito ao caso do Brasil.

⁸Esta dicotomia se refletiu também na mídia brasileira onde, entre 2007–2008, estratégias de mitigação (esp. no setor energético e no uso do solo e florestas) foram discutidos em 51% dos artigos analisados, mas adaptação somente em 6.8% dos casos. Causas da mudança climática e soluções foram discutidos em 36,6% (2007) e 41,1% (2008) dos artigos, ou seja, parece que soluções não foram ligados ao tema de adaptação. Vulnerabilidade somente apareceu em 1,3% dos artigos analisados [129].

⁹Essa visão também aparece em MARGULIS e DUBEUX [1] onde estudos de “impactos ambientais, econômicos e sociais” são caracterizados como “dose-resposta” (p. 16).

impacto (como exposição e sensibilidade de um sistema) para uma visão mais ampla de vulnerabilidade (incluindo capacidades adaptativas e questões como acesso a recursos ou processos de aprendizagem) [86, 130]. Por exemplo, uma pergunta central é quem é vulnerável, como e por que eles são vulneráveis [60, 131]. Isto liga a discussão sobre vulnerabilidade e capacidades adaptativas aos estudos de política econômica ou geografia humana que consideram vulnerabilidade (social) como condição a priori em famílias ou comunidades que pode ser determinada por fatores socioeconômicos ou políticos [130, pp. 6–7].

Dessa forma, definir vulnerabilidade de maneira sistêmica torna-se inevitável. De acordo com FUESSEL [96], uma caracterização totalmente qualificada de vulnerabilidade necessita a definição de seis fatores: sistema vulnerável (município rural, microrregião, setor econômico, etc.), atributo de preocupação (insegurança em área de risco, identidade cultural, renda, etc.), perigo (potencial influência prejudicial sobre o sistema em análise, por exemplo, aumento de processos de desertificação pela variabilidade ou mudança climática, gestão insustentável de acesso a terra, etc.), referência temporal (atual, futura ou dinâmica), esfera (interna, externa ou integrada) e domínio (biofísico, socioeconômico ou integrado). Tab. 2.2, p. 19, compara uma possível definição baseada na Política Nacional sobre Mudança do Clima com uma visão mais ampla da vulnerabilidade definido pelos autores que visivelmente aumenta o escopo da análise do foco restrito em impactos e riscos pela mudança do clima.

A nossa definição assim consegue levar em conta que perigos não são estritamente exógenos em sistemas socioambientais, mas dependem das causas-raízes da vulnerabilidade [96]. É óbvio que diferentes definições do problema podem levar a diferentes soluções para reduzir vulnerabilidades de agricultores familiares no semiárido nordestino.

Assim, recentes pesquisas e práticas de vulnerabilidade, inclusive dentro da UNFCCC, ligam o conceito de vulnerabilidade explicitamente a iniquidades socioeconômicas existentes como pobreza, falta de acesso a recursos, financiamento, infraestrutura ou serviços de saúde [90, 95]. Enquanto isso, o Plano Nacional menciona um estudo prospectivo sobre vulnerabilidades em áreas urbanas, mas falha em discutir questões sociais além da necessidade de sistemas de alerta e a maior frequência de eventos extremos no futuro.

Recentes estudos elaborados com o apoio da Embaixada Britânica de Brasília por vários institutos brasileiros abordavam em [1] análises de vulnerabilidades e de impactos, por exemplo no setor de energia elétrica, saúde ou na produção agrícola. A adaptação foi considerada enfatizada em termos de potenciais custos no setor agrícola (custos do melhoramento genético), energia (capacidade a ser instalada devido a impactos da mudança do clima, por exemplo, pela redução da vazão em principais rios) e na zona costeira (custos de proteção), mas sem explícita discussão das vulnerabilidades sociais como no caso da agricultura familiar.

Uma recente exceção é o trabalho de MALUF e ROSA [68] que discute em detalhe estes

Definição e justificação de sistemas vulneráveis

Política Nacional sobre Mudança do Clima:

1. Sistema vulnerável: região do semiárido, agropecuária, saúde, ... ?
2. Atributo de preocupação: custos socioeconômicos (foco principal em identificação de impactos futuros e mapeamento de vulnerabilidades baseadas nos impactos identificados)
3. Perigo: mudança do clima
4. Referência temporal: futura
5. Esfera dos fatores dos fatores de vulnerabilidade: principalmente externa (como o governo consegue reduzir vulnerabilidades)
6. Domínio dos fatores de vulnerabilidade: biofísicos e socioeconômicos (ambos discutidos, porém sem aparente ligação)

Definição baseado no levantamento bibliográfico:*

1. Sistema vulnerável: agricultura familiar (famílias, em região geográfica especificada, e.g. sistema socioambiental)
2. Atributo de preocupação: meios de subsistência (causas-raízes ou estruturais da vulnerabilidade)
3. Perigo: falta de acesso, política agrícola má-desenhada para agricultura familiar, etc. (por que as famílias são vulneráveis, e como isso afeta processos de adaptação)
4. Referência temporal: presente, futuro próximo (famílias vulneráveis hoje devido à variabilidade climática e falta de acesso)
5. Esfera dos fatores dos fatores de vulnerabilidade: integrado (vulnerabilidade de agricultores definida por fatores internos como uso de tecnologia e externos como programas de governo ou terms of trade)
6. Domínio dos fatores de vulnerabilidade: integrado (ambos fatores socioeconômicos e ambientais são relevantes)

Fontes: BRASIL [78], pesquisa própria.

*Caps. 1.1 e 1.2, p. 1 et sqq.

Tabela 2.2: Vulnerabilidade no contexto da mudança climática: duas definições

avanços. Porém, nos documentos oficiais esta literatura sobre adaptação e vulnerabilidades citada aqui e na seção 2.1 não está sendo considerado. Quando se repetem citações do trabalho do [17, 92] sobre vulnerabilidade são citações genéricas, ligadas a impactos, mas não vulnerabilidades. Isso se repete no trabalho publicado pelo CGEE [128]: embora nele haja um debate mais detalhado, tem um foco na análise de impactos e medidas de adaptação técnicas, baseadas em cenários futuros¹⁰.

Não estão sendo considerados também estudos de casos sobre o Nordeste do Brasil publicados no exterior. Por exemplo, o trabalhos de LEMOS [14], LEMOS *et al.* [50] e outros sobre a dificuldade de criar capacidades adaptativas institucionais não estão referenciados, apesar de ter o seu foco no Ceará. Isto é muito importante que estes trabalhos chegam a conclusão que as medidas de frentes de trabalhos foram incapaz de reduzir vulnerabilidades de agricultores na região, enquanto a Segunda Comunicação Nacional menciona esta abordagem como exemplos de adaptação [77, p. 420]¹¹. Também pode-se constatar que a houve experiências ambíguas com o aumento da irrigação na agricultura familiar, mencionado na Comunicação como adaptação, embora tendo poucas dúvidas sobre a necessidade de uma tal estratégia para o sertão [59].

No Brasil, literatura sobre vulnerabilidade e causas-raízes dela são mais ligados às ciências da geografia e da sociologia que tratam implicitamente das questões também relevante para processos de redução de vulnerabilidade [4, 7, 13]. Analisando os recentes trabalhos publicados (2007 até hoje) sobre mudança climática e adaptação pode ser constatado que existe uma base boa de trabalhos explícitos sobre adaptação. Porém, conforme a pesquisa bibliográfica nas bases do SCIELO e WOK, estes trabalhos são ligados principalmente a avaliações de risco e perigos. Dos 22 trabalhos nacionais publicados (SCIELO) desde 2007, 82% ficam relacionados a este tipo de estudo. Estudos exemplares incluem os impactos das mudanças climáticas na produção de tipos de alimentos como café ou leite. Confirma-se também o forte papel da agricultura em pesquisas de adaptação (60%) e o relevante interesse no Nordeste (presente em 36% dos estudos). Porém, nenhum estudo analisado teve como foco a agricultura familiar, vulnerabilidade ou resiliência. Na base WOK, que inclui principalmente estudos publicados em jornais internacionais, pode ser constatado uma participação mais ampla destes tipos de estudos, enquanto estudos de risco-perigo mostram uma participação de 64% (de 45 trabalhos publicados em total). Quatro estudos focam a agricultura familiar no contexto de criar capacidades adaptativas, e o setor de recursos hídricos se mostra presente em 27% dos estudos, frequentemente ligado a questões de governança (ausente na base SCIELO).

¹⁰O autor do presente capítulo participou neste estudo [132].

¹¹Por exemplo, o estado de Ceará encerrou o programa das frentes de trabalho em 2002-2003 [133]. O programa foi ligado à ineficiência, barganha política e corrupção durante a sua existência [14, 87].

2.3.4 Não existe uma visão sobre o que é redução de vulnerabilidade em áreas rurais do semiárido nordestino

Os trabalhos analisados propõem de forma geral medidas no-regrets como capazes de reduzir a vulnerabilidade de sistemas urbanos aos impactos fatuais ou esperados da mudança climática dado às suas características ou qualidades inerentes [134]. Estas medidas incluem, por exemplo, aumento de acesso ou melhora de assistência técnica, construção de cisternas para fins produtivos ou programas de seguro social. No entanto, mesmo a implantação rigorosa de tais medidas não garante que uma área rural se torna menos vulnerável ou resiliente a impactos. A falta de uma visão sistêmica sobre o possível futuro de sistemas rurais de agricultura familiar em situação de risco (por exemplo, uma comunidade em área suscetível a desertificação) torna difícil a avaliação de metas quantitativas (como a universalização de acesso a energia elétrica ou a construção de cisternas) e qualitativas (como uma menor vulnerabilidade à variabilidade climática) sem um marco de referência ou meta final.

Cita-se como exemplo a recente proposta do Grupo de Trabalho Mudanças Climáticas, Pobreza e Desigualdades que é principalmente responsável pelas recentes discussões sobre vulnerabilidades sociais e necessidades de adaptação. Enquanto mostra uma preocupação clara de ir além de um contexto restrito aos impactos das mudanças climáticas não apresenta uma visão sobre os fins de adaptação. No seu recente trabalho “Subsídios para a elaboração do Plano Nacional de Adaptação aos Impactos Humanos das Mudanças Climáticas” [67] que contou com a participação de diferentes instituições acadêmicas e organizações não governamentais durante mais que um ano apresentam-se listas de propostas setoriais, incluindo o desenvolvimento agrário, desenvolvimento social, segurança alimentar e nutricional ou hídrica. As medidas propostas (ver tab. 2.3, p. 22) sem dúvida tem seu mérito, mas não garantem uma redução de vulnerabilidade, nem na agricultura familiar, nem em outras áreas. O mais importante é que não se apresenta uma visão de uma agricultura familiar no futuro.

Baseado nas evidências históricas o setor agrícola é considerado como altamente capaz de se adaptar à mudança climática, porém o setor também está ligado ao conservadorismo e resistência a mudanças [135]. O que então será uma agricultura familiar do futuro no sertão? Qual o seu tamanho, sua tecnologia, sua função, seu estilo de vida, seu nível tecnológico, onde estará situada geograficamente, etc.? Estas e outras perguntas precisam de respostas no contexto da adaptação à mudança climática.

Área ^a	Proposta
DA	Ampliar capacidade de produção e armazenamento de água potável para consumo humano e produtivo em áreas rurais mais vulneráveis aos eventos climáticos extremos, especialmente no semi-árido brasileiro
DA	Criar um Fundo de Combate à Desertificação no Semi-árido para financiar projetos de combate a desertificação para as populações mais vulnerabilizadas
DA	Criar um programa para fomentar famílias agricultoras a organizarem bancos de sementes de culturas alimentares
DA	Investir em pesquisa pública para o desenvolvimento de novas variedades de culturas alimentares, mais adaptadas a situações de variação climática (secas e excesso de chuvas) e novas tecnologias de gestão de solo e de aumento da resiliência dos sistemas produtivos, especialmente focados na produção familiar
DA	Promover sistemas produtivos agroecológicos e agroflorestais por meio de políticas públicas de crédito, ATER, mercado institucional etc.
DA	Ampliar a cobertura do seguro agrícola e de preços para agricultura familiar, especialmente para as culturas mais vulneráveis
DA	Ampliar as políticas de abastecimento e gestão de estoque de gêneros alimentícios
DA	Capacitar a Assistência Técnica e Extensão Rural nas estratégias para promover a adaptação às variações climáticas das comunidades locais vulnerabilizadas
DS	Universalizar (até 2014) o atendimento à famílias e escolas da zona rural do semiárido brasileiro com cisternas de placas de captação de água de chuva
DS	Ampliar o apoio às tecnologias sociais de captação de água de chuva e aproveitamento hídrico descentralizado como: cisternas de produção, barragens subterrâneas, barraginhas, barramentos sucessivos, etc. e outras apropriadas para cada microrregião
DS	Continuar apoiando os Programas de Formação e Mobilização para a Convivência com o Semiárido da Articulação do Semiárido (ASA), reforçando o intercâmbio de experiências entre agricultores (as), a formação para a convivência com o semiárido nas escolas, nos municípios e junto às famílias
DS	Aumentar as áreas atendidas com a captação de água de chuva em regiões limítrofes ao semiárido, como aquelas sujeitas à desertificação ou em condição de vulnerabilidade sócio-econômica, em regiões sujeitas à estiagem como na região sul do país e também em regiões que apesar da abundância de chuvas ocorrem problemas de contaminação e falta de água potável como, por exemplo, na região Norte, como também a assistência para povos indígenas e comunidades tradicionais e para viabilizar a agricultura urbana e peri-urbana
DS	Ampliar o orçamento anual do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) para 2 bilhões de Reais para atender 445 mil agricultores
SH	Fornecer assessoria técnica para as famílias na produção para a garantia da segurança e soberania alimentar e nutricional e geração de renda
SH	Promover o fortalecimento institucional das organizações de base para atuação nos espaços de definição de políticas públicas (controle social)
SH	Atuar em redes e articulações (mobilização social)

Fonte: [67].

^aDA (desenvolvimento agrário), DS (desenvolvimento social) e SH (segurança hídrica).

Tabela 2.3: Subsídios para a elaboração do Plano Nacional de Adaptação: propostas para o semiárido

2.3.5 Ações propostas para reduzir vulnerabilidade podem ser insuficientes para tornar as populações mais suscetíveis resiliente aos impactos da mudança climática

A vulnerabilidade total à mudança climática é maior que a soma das vulnerabilidades a impactos específicos [9]. Isso reforça a necessidade de criar uma proposta holística e sistêmica. Medidas no-regrets oferecem trade-offs e custos de oportunidades reais que precisam ser levados em conta para reduzir a vulnerabilidade em áreas rurais. Por exemplo, o atingimento da universalização de acesso à água potável canalizado pode aumentar riscos de desastres mortais porque uma família pode perder o incentivo de se mudar do seu lar situado numa área de risco.

Enquanto as relações intrínsecas entre boas práticas de adaptação e de desenvolvimento possuem uma forte base científica [2, 85, 100] a adaptação pode de fato não ter prioridade igual ao desenvolvimento. A criação de capacidades adaptativas específicas para mudança climática, ligadas principalmente a instituições, conhecimento e escolhas tecnológicas, é importante neste respeito [62]. Por outro lado, uma alta renda per capita é considerada nem como necessária nem suficiente indicador de capacidades adaptativas [136]. Problemas de *moral hazard* (risco moral) podem também ser relevantes: por exemplo, programas de alívio a secas podem criar hábitos insustentáveis e impedir mudanças feitas caso contrário [110].

Boas práticas de desenvolvimento frequentemente são parecidas às de adaptação, mas políticas de desenvolvimento vão precisar se abrir ao contexto da mudança climática: isso não somente pelos seus impactos (que podem inviabilizar ou reduzir a sua eficácia), mas também pela transversalidade do problema que questiona a segregação setorial. A adaptação envolve decisões através de diferentes escalas e diferentes atores e esta pluralidade aumenta a complexidade de processos de adaptação [63]. Ou seja, possíveis caminhos para reduzir a vulnerabilidade e tornar sistemas socioambientais mais resilientes precisarão de uma abordagem cooperativa e integrativa.

2.4 Discussão

Argumentei neste trabalho que o problema da mudança climática não está sendo encarado como transversal no Brasil o que pode ter consequências fundamentais para grupos mais vulneráveis. Enquanto o Brasil na UNFCCC mantém uma posição de liderança nos debates referentes à mitigação das mudanças climáticas, sua posição sobre adaptação ainda é limitado. Isso não é somente importante no nível nacional, mas também pode servir como mau exemplo para outros países em desenvolvimento e regiões semiáridas, onde há uma intenção geral de aprender do Brasil. Tab. 2.4, p. 25, sumariza a evolução de conhecimento em adaptação no nível internacional com a sua respectiva evolução no Brasil, onde fica

muito obvio, apesar dos recentes avanços, o ainda forte contraste.

Enquanto o Brasil alcançou avanços consideráveis na redução da miséria e pobreza, inclusive no semiárido do Nordeste, a adaptação precisa ser interpretada como processo, e vulnerabilidade como condição dinâmica. Neste contexto, é difícil constatar que adaptação pode ser bem sucedida, já que pelo próprio agravamento do problema da mudança climática ela precisa ser interpretado como processo contínuo, e não como ação única que se finaliza em si mesma. A nossa análise mostrou que os potenciais impactos da mudança climática em áreas de risco no Brasil, incluindo a região semiárida do nordeste, são analisados geralmente usando análises de risco-perigo com definições limitadas de vulnerabilidade. Devido à incapacidade de considerar de forma apropriada as iniquidades sociais e seus impactos sobre processos de adaptação e sua pouca utilidade em explicar tais processos estes estudos são inapropriados para analisar causas e efeitos de vulnerabilidade, e assim mudanças para sistemas resilientes no futuro.

Não considerando as origens da vulnerabilidade e a adicionalidade dos impactos climáticas a existentes vulnerabilidades (em vez de criar impactos inteiramente novos) também pode criar um viés na análise de resultados: as pesquisas analisadas propõem nas lições já aprendidas a necessidade de mais pesquisa para reduzir incertezas e recomendações genéricas, como aumentar assistência técnica [128]. No mesmo sentido, uma maior certeza sobre os futuros impactos não garante uma redução de vulnerabilidade se as suas próprias causas não estão sendo levados em conta. Como argumento com base da literatura analisada capacidades adaptativas não necessariamente são limitadas à renda, mas incluem faltas de acesso, políticas agrícolas, exclusão social e outros fatores. Podem variar entre regiões, municípios ou famílias, tornando necessário um mapeamento de vulnerabilidades focado nas comunidades¹². Finalmente, adaptação é frequentemente considerada como “do governo” embora que, de fato, adaptações ocorrem fundamentalmente em todas as escalas, e podem até contrariar medidas governamentais. Dessa forma, recentes trabalhos para trazer medidas no-regrets e boas práticas dentro do debate sobre adaptação e vulnerabilidade são louváveis, mas não significam, por si, uma redução de vulnerabilidade ou maior resiliência no longo prazo.

De qualquer forma, não se trata daqui de tirar o mérito das pesquisas risco-perigo feitos no Brasil sobre impactos, vulnerabilidade e adaptação. Em primeiro lugar, pela necessidade de dar atenção aos potenciais custos ou consequências da inação. Em segundo, por abrir importantes brechas sobre o assunto em nível governamental. Sua utilidade pode ser de particular valor onde se precisa de uma alta organização social, como no caso de investimentos em projetos de infraestrutura em larga escala ou programas sociais. Os estudos setoriais [1] mostram relevantes exemplos neste contexto. Porém, vai ser preciso contextualizar tais obras ao longo do tempo. Como os impactos da mudança climática

¹²MALUF e ROSA [68] e SIMÕES *et al.* [2] apresentam vários estudos de caso neste respeito. Ver também capítulo 3 do presente trabalho.

Debate internacional		Brasil				
Período de tempo	Fórum	Questões principais	Estatégias	Fórum	Questões principais	Estatégias
Final 1990s	UNFCCC COP Órgãos de pesquisa	Como política pode apoiar adaptação? Quem é vulnerável à mudança climática e por que? Mudança climática vai acontecer—adaptação vai ser necessária Ligação estreita entre adaptação e desenvolvimento	Avaliação de vulnerabilidade e de impacto Política de adaptação		Foco em mitigação	
Início 2000s	UNDP GEF Banco Mundial e agências financiadoras Órgãos de pesquisa IPCC TAR	O que constitua capacidade adaptativa? Como adaptação pode ser integrada em planos existentes de desenvolvimento sustentável? O que é necessário para o <i>mainstreaming</i> de adaptação? Como uma política de adaptação pode ser projetada?	Programas e projetos de desenvolvimento de agências financiadoras multi- e bi-laterais	Primeira Comunicação Nacional MCT INPE FMBC	Quais os impactos da mudança climática dentro dos diferente setores?	Avaliação de impactos
Hoje	Órgãos de pesquisa Banco Mundial e agências financiadoras UNFCCC COP ONGs internacionais e nacionais IPCC 4AR	Adaptação à base comunitária e inclusão à SLF Limites à adaptação frente emissões 4°C ABC Financiamento Adaptação em escalas AdMit/MitAd	Projetos a base comunitária NAPAs Integração desenvolvimento sustentável e adaptação	EMBB FBMC/COEP Segunda Comunicação Nacional Plano e Lei Nacional INPE MMA e MCT	Quais os impactos da mudança climática dentro dos diferente setores? Quais as medidas de adaptação para reduzir as vulnerabilidades de comunidades em risco	Vulnerabilidade ambiental Vulnerabilidade de comunidades Estudos setoriais Avaliação de impactos Mapeamento de vulnerabilidades

Fonte: Adaptação de SCHIPPER [90, p. 87], traduzido e atualizado pelo autor (última linha), e própria pesquisa (colunas 5–7).

Tabela 2.4: Enquadramento histórico do debate sobre adaptação em nível internacional e no Brasil

futura são previstos para daqui a muito tempo, adaptação incremental (em vez de adaptação transformativa, ligada a maiores tempos de desenvolvimento e implantação) pode ser uma opção realista para ao menos duas décadas para frente [137]. Especialmente neste contexto também se justificam os esforços de melhorar a confiabilidade dos estudos climáticos e de cenários futuros: quando, e aonde, devemos esperar mudanças significativas devido ao aquecimento global. Estas informações ajudariam de forma significativa processos de planejamento relativo à adaptação.

Precisam-se levar em conta possíveis processos de má-adaptação: falha de incluir os mais vulneráveis; redução de incentivos para adaptação autônoma, custos de oportunidade, dependências de trajetórias ou até significantes aumentos de emissões de GEE (contrariando os atuais esforços do Governo Federal para reduzir as emissões até 2020 e possíveis compromissos posteriores) [106].

Assim, analisar adaptação ou vulnerabilidade não é fácil. O contexto pode variar ao longo do tempo: por exemplo, o estudo da agricultura familiar no semiárido poderia mudar para uma análise holística do semiárido devido a um processo de diminuição da própria agricultura familiar frente os impactos cada vez mais severos da mudança climática. Isso precisa ser levado em conta. No mesmo contexto, a incerteza é normal: tomadores de decisão são frequentemente confrontados com ela, e não dependem de previsões perfeitas para atuar [138]¹³. A redução de vulnerabilidade como definido no presente texto, isto é como problema socioeconômico e ambiental atual—onde a mudança climática é adicional a problemas existentes—não depende de um futuro incerto [85, 138, 139].

2.5 Conclusões

O trabalho presente identificou cinco áreas de preocupação referente à atual abordagem nacional frente às mudanças climáticas e à redução de vulnerabilidade. Como mostro tais preocupações são fortemente ligadas ao foco restrito em estudos de impactos a uma discussão simplista de vulnerabilidades e dos desafios para tornar sistemas rurais resiliente. Neste contexto, definindo de forma clara o que é vulnerabilidade e quais marcos de referência pode ajudar a criar uma visão sistêmica para áreas de risco no semiárido nordestino. Neste contexto melhorar o conhecimento sobre futuros impactos climáticos é importante, mas não vital para começar reduzir vulnerabilidades subjacentes socioeconômicas agora.

Não obstante, recentes avanços podem ser observados no debate nacional sobre vulnerabilidade à mudança climática e seus impactos. Por exemplo, a recente Segunda Comunicação Nacional à UNFCCC abriu espaço para uma discussão mais ampla incluindo vulnerabilidades sociais. Os recentes subsídios do Fórum Brasileiro sobre Mudanças Cli-

¹³LEMOS e ROOD [138] destacam que pelo ponto de vista das ciências naturais uma redução de incerteza é necessário para que os cenários climáticas se tornam útil para os tomadores de decisão. Segundo os autores, o imperativo moral de reduzir vulnerabilidades agora não está ligado à redução dessas incertezas.

máticas (FBMC) e do Grupo de Trabalho Mudanças Climáticas, Pobreza e Desigualdade para um possível Plano Nacional de Adaptação também podem ser mencionados neste contexto. Contudo, estes documentos ainda sofrem da falha de não definir de forma apropriada vulnerabilidade, marcos de referência e potenciais trade-offs. Enquanto continua uma visão focada na parte ambiental e tecnológica no lado da mitigação, é importante lembrar que problemas relacionados para o caso de Brasil são enfrentados também em outros países em desenvolvimento, por exemplo, no que se refere à implantação de programas nacionais de ação em adaptação (NAPAs) [95].

Baseado nos recentes avanços em pesquisa sobre adaptação, argumentei que a mudança climática significa mais um agravamento das atuais pressões socioeconômicas sobre um dado sistema do que a criação de impactos inteiramente novos. Dado que grandes partes da população rural do semiárido nordestino já estão fortemente impactadas no contexto da variabilidade climática atual, isso implica que ações para reduzir sua vulnerabilidade não dependem necessariamente da certeza de futuros impactos climáticos como sendo analisados pelos modelos climáticos e estudos de impactos [138, 140]. Essas conclusões não se aplicam somente ao caso da agricultura, mas também incluem outras áreas de risco como áreas urbanas [141] (ver cap. B.1, p. 98).

Capítulo 3

Vulnerabilidade e resiliência socioambiental no contexto de mudanças climáticas: dois estudos de caso da agricultura familiar do semiárido nordestino

3.1 Introdução

A agricultura familiar em áreas semiáridas é altamente suscetível aos impactos da variabilidade e mudança climática [17]. No entanto, o setor agrícola tem mostrado, historicamente, uma forte capacidade de se adaptar a riscos, sejam eles climáticos ou não [135, 142]. 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 [4, 7, cap. 1.1, p. 1 et sqq.].

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 [6, 13, 143]. 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 [4, 6, 27]. 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 [4, 28]. Apesar de 40% da vegetação original da caatinga estar intacta, poucas áreas da região não são economicamente utilizadas [28, 144]. Apenas 1% de sua área está protegida por unidades de conservação integral [145].

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 sistema capaz de 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 [95, 98, 99, 146]. A análise de vulnerabilidade tem se centrado em questões como “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 [97, 101, 111, 147]. Por outro lado, resiliência, definida como “a capacidade de um sistema de absorver distúrbios e se reorganizar num sistema totalmente funcional” [148, pp. 599–600], foca na capacidade de avançar o estado de sistemas socioambientais através de processos de aprendizagem e adaptação [148, 149]¹. A “boa” resiliência ou “estados mais desejáveis” de um sistema estão 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 [105, 149, 150].

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 [151]. Portanto, analisar ações que tentam reduzir vulnerabilidades em um quadro teórico de resiliência sistêmica constitui um importante campo de estudos. Pesquisas neste âmbito [105, 149, 151, 152] 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*”², uma situação em qual um determinado sistema é eficaz no relacionamento com o seu meio ambiente e cumpra as metas normativas

¹ 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 [150].

² Não existe uma tradução ao português que incorpora o sentido completo dessa definição. Por isso, usaremos o termo original ao longo do presente trabalho.

estabelecidas por suas partes interessadas [149, 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 [8, 87, 153, 154]. Todavia, as 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 [cap. 2, p. 15 et sqq.]. 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 [53]. 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) [155–157]. Por outro lado, a expansão de experiências com irrigação na agricultura familiar tem sido propagado como resposta natural às déficits hídricos da região, exemplificado pelo projeto Adapta Sertão (AS) na região de Pintadas [2, 158, 159].

No presente artigo, analiso de forma qualitativa o PNPB e o AS afeitam vulnerabilidades locais no sertão, e como isso poderia ser ligado a uma resiliência socioambiental maior. A análise se baseia no quadro estabelecido por LAMBIN [160] e EAKIN e WEHBE [151] e o papel dos componentes-chaves motivação, informação e capacidade em um quadro teórico de resiliência socioambiental. Integro explicitamente na minha 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 NE (NE) e a forte ênfase do atual Governo Federal em melhorar as condições no campo, por exemplo, evidenciado pelo recente “Brasil sem Miséria”. Dessa forma, as lições aprendidas também deverão contribuir para o debate sobre a integração de medidas de adaptação com ações de mitigação (AdMit) [161, 162] (PNPB) e a adaptação à base comunitária (AS)³.

Como mostrarei as duas estratégias abordam uma série de componentes importantes para a redução de vulnerabilidades locais, assim como para uma transição para estados futuros mais sustentáveis. No entanto, argumento 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 quadro metodológico. Em seguida, seções 3 e 4 apresentam os dois estudos de caso. Seções 5 e 6 concluem o trabalho com a discussão e

³O autor deste trabalho é pesquisador científico do projeto AS.

algumas observações finais.

3.2 Vulnerabilidade local e resiliência socioambiental: um quadro teórico

Resiliência e vulnerabilidade são condições inerentes a sistemas socioambientais [163]. 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 [63], assim como as discussões recentes sobre adaptação sustentável [104] ou má-adaptação [106], a quais vulnerabilidades locais e condições de resiliência socioambiental são intrinsecamente ligadas [ver também cap. 2, p. 8 et sqq.].

Enquanto a resiliência é, por vezes, considerada como o outro lado da moeda da vulnerabilidade [164], 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 [149]. Para grupos vulneráveis mesmo pequenas perturbações podem causar consideráveis impactos negativos, enquanto sistemas socioambientais resilientes podem resistir e desenvolver mesmo sob estresses maiores [101]. De forma geral, em vez de eliminar as vulnerabilidades, o principal desafio é identificar níveis aceitáveis de vulnerabilidade e manter a capacidade de resposta quando áreas ou sistemas vulneráveis são afetados. EAKIN e WEHBE [151] 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 produzem⁴. Essas interdependências são ainda mais complexas quando são incluídos fatores como mudanças regionais e globais (tais como desertificação ou mudança 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) [23, 63, 95, 97, 103, 104, 146].

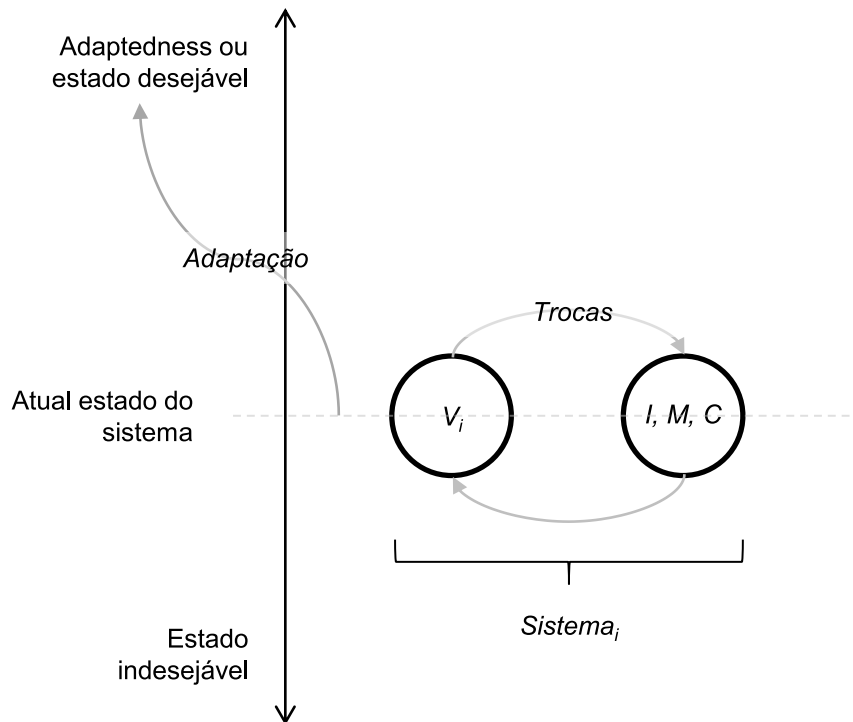
Neste contexto, LAMBIN [160] argumenta que a transição para sustentabilidade é controlada por três componentes principais, que são motivação, informação e capacidade: “para qualquer deslocamento precisa de um mapa para saber onde estamos e para onde podemos ir (informação), uma meta para estimular movimento (motivação), e um veículo com dispositivos para controlar a nossa direção e velocidade (capacidades)” (p. 178). 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)⁵. EAKIN e WEHBE [151] 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.

Fig. 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, onde mais desejável é ligado a um estado de resiliência socioambiental maior ou *adaptedness*. Assumo que adaptação (exemplificado pela flecha) é um processo permanente e não um resultado fixo que pode ocorrer por ajustes incrementais ou transformadores [137, 149]. Informação (I), motivação (M) e capacidades (C) fazem parte integral do quadro, influenciando estados de vulnerabilidade (V) e resiliência socioambiental (e sendo influenciados por esses em volta).

Em seguida, defino vulnerabilidade com base no quadro conceitual de FUESSEL [96], que argumenta que uma caracterização totalmente qualificada de vulnerabilidade necessita da definição de seis fatores [ver resumo tab. 2.2, p. 19]. É importante salientar que, por meio da definição de vulnerabilidade como problema explicitamente integrado, de acordo com o quadro de FUESSEL [96], 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

⁴Esses processos podem ser particularmente relevantes, por exemplo, se o número de agricultores que exploram os recursos naturais comuns é muito alto [165].

⁵Os três componentes parecem estar ligados ao conceito de capacidades adaptativas [ver, por exemplo, 62, 102]. Transições sustentáveis, portanto, são intimamente relacionados à construção de tais capacidades.



Fonte: 151, adaptação pelo autor.

Figura 3.1: Vulnerabilidade local e resiliência socioambiental: um quadro teórico

incluo “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” [46]. Assim explicitamente integro a questão da exclusão social dentro do contexto da mudança climática. Por fim, definindo vulnerabilidade como problema atual e de médio prazo, reforçando a ideia que as vulnerabilidades atuais sociais e climáticas precisam ser colocadas no foco de pesquisas sobre adaptação, em vez da vulnerabilidade futura à mudança climática.

Nas seções seguintes, eu desenvolvo uma análise principalmente qualitativa sobre como a redução da vulnerabilidade no NE semiárido pode ser vinculada aos objetivos mais amplos de uma sustentabilidade sistêmica. A análise está baseada em dois estudos de caso no interior do estado da Bahia: (1) os recentes esforços para incluir os agricultores familiares do sertão na cadeia produtiva do biodiesel com base num modelo de mercado garantido (PNPB) e baseado em matéria-prima resistente à seca (mamona). Este programa teve um impacto particular na região de Irecê [166–169] em qual caso eu concentro a minha análise. (2) O projeto Adapta Sertão que foca na disseminação de tecnologias de irrigação eficiente na agricultura familiar, e que começou em 2006 no município de Pintadas e se expandiu consideravelmente desde então dentro da bacia do Rio Jacuípe [2, 158, 159]⁶. Analiso as unidades de exposição na agricultura familiar no nível de

⁶O AS também desenvolveu atividades limitadas na região de Brumado, situado 460 km ou 8 a 10 horas

famílias em regiões geográficas determinadas (Pintadas, Irecê) [ver 151], mas levo em conta mudanças regionais ou globais que têm sido identificados como fundamentais na formação das vulnerabilidades locais. O estudo está principalmente baseado 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 e participações em diversas reuniões a nível local, regional e nacional.

Os estudos mostram semelhanças, mas também diferenças nos seus contextos de vulnerabilidade e resiliência socioambiental. Ambas as regiões de Irecê e Pintadas (ver fig. 3.2, p. 35) se encontram dentro da atual delimitação oficial da região semiárida no Brasil assim como dentro dos limites do antigo “polígono da seca” de 1936, área que incluiu obras de emergência e serviços às populações afetadas pela seca [27, 145]. Irecê é situada a 7-8 horas de carro em direção sudoeste de Salvador. Numa altitude de 700m para 850m, Irecê possui solos férteis e fontes de águas subterrâneas. Grandes planícies favoreceram a mecanização na agricultura desde o início da colonização da região, que têm estimulado atividades agrícolas desde cedo, distinto da predominante criação de gado no sertão nordestino [7, 170]. A quantidade de chuvas na região é baixa e em torno de 488 a 745 mm [171]. Pintadas, por sua vez, localizado a cerca de 300 km a oeste de Salvador, a capital da Bahia. Chuvas anuais na região estão entre 581–871 mm [171]. A principal atividade agrícola em Pintadas é a pecuária extensiva. Agricultores familiares complementam a criação de gado (em pequena escala) com agricultura de subsistência, cultivando principalmente milho, feijão ou mandioca [158]. Os dois municípios sofrem dos baixos e altamente concentrados regimes pluviais⁷.

3.3 Agricultura de mamona para biodiesel, Irecê

Agricultores familiares na região de Irecê são tradicionais produtores da mamona no Brasil (*Ricinus communis* L.) [172, 173, fig. A.1, p. 93]⁸. 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

de carro sudoeste de Pintadas. Devido ao contexto socioambiental diferenciado no que se refere às condições climáticas, atividades agrícolas e capacidades locais, o foco aqui fica na região de Pintadas.

⁷As tendências históricas de precipitação para Irecê e Pintadas estão resumidos na fig. A.2, p. 94. Embora o período chuvoso vá normalmente de novembro a abril, mostra-se que os padrões de precipitação são bastante bem distribuídos entre 1961 e 2010. Isso indica que há fortes variações interanuais na distribuição de chuvas, que é uma incerteza adicional que pode afetar fortemente o retorno da agricultura familiar.

⁸A mamona cultivada é um cultivo perene da família da Euphorbiaceae, porém raramente continuado por mais de dois ou três anos num ciclo de colheita [174]. Devido à sua toxicidade ela não entra na cadeia alimentícia e fica estritamente para usos industriais [175]. Regiões subtropicais com temperaturas elevadas (15–38°C) e reduzida precipitação (750–1000 mm) são regiões naturais para a mamona [173, 174, 176]. Dessa forma, a precipitação média em Irecê entre 1961 e 2001 ficou abaixo do valor recomendado para o cultivo da mamona. A mamona é altamente tóxica: em virtude da presença de tóxicos e alergênicos em sua composição e da inexistência de tecnologias viáveis para o processamento da torta em farelo seu uso limita-se atualmente à aplicação como adubo orgânico, produto com menor valor [177].



Fonte: Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI). O Mapa mostra a extensão espacial da região semiárido no interior do estado assim como a localização geográfica dos dois estudos de casos, Irecê e Pintadas.

Figura 3.2: Mapa do Estado da Bahia

outras fontes são escassas [178]⁹. 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 [166, 179]. 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 [166, 180].

Em termos globais, a mamona é uma commodity de pequeno volume com mercados bem definidos [175, 181]. O seu óleo corresponde por somente 0.15% do mercado internacional de comércio em oleaginosas [174], e apresenta preço elevado, comparado com outros óleos vegetais comerciais [169]. O Brasil, já líder mundial nos anos 70, 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 [182]. 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 [183, 184]. Isso impediu o desenvolvimento de cadeias produtivas mais estruturadas, assim como a renda familiar dos agricultores com preços pouco remunerativos [166, 185, 186]¹⁰.

O potencial da industrialização da produção de mamona já foi discutido nos anos 40-188. 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 força¹¹. Apesar do alto custo da mamona, ela foi identificada como carro-chefe para a inclusão social da agricultura familiar da região semiárida nordestina [168]. Isso se justificou principalmente pela possibilidade de gerar emprego e renda no NE; por ser um cultivo já conhecido pela agricultura familiar, a sua adaptabilidade às condições climáticas extremas da região NE, pela sua usabilidade como matéria-prima para a produção de biodiesel (teor de óleo entre 43–49%) assim como pela base de P&D já existente [166, 173, 174, 190–193].

A integração da agricultura familiar é facilitada pela Selo Combustível Social (SCS) (fig. 3.3, p. 37). 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, será analisado o caso da agricultura familiar de Irecê dentro do quadro teórico apresentado, e particularmente como o PNPB pode estar

⁹Por exemplo, a colheita da mamona coincide com o início do ano escolar onde gastos para família são maiores [178].

¹⁰A cadeia produtiva de mamona em alguns casos passou por até sete intermediários antes de chegar na indústria ricinoquímica [187].

¹¹Diferente do Programa Nacional do Álcool (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 NE dentro do “novo modelo agrícola” na época do Proálcool pode ser interpretado como uma principal motivação do PNPB e o seu foco social [189].

O SCS é uma identidade concedida pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) aos produtores de biodiesel que promovem a inclusão social aos agricultores familiares enquadrados dentro do PNPB.

Na sua versão atual obriga os produtores de, entre outros, fornecer serviços de assistência, capacitação técnica e matéria-prima aos agricultores familiares, e estipula vários requisitos para a definição contratual (incluindo preços mínimos) junto com representantes da agricultura familiar. Em retorno, o SCS permite o acesso aos dois lotes nas leilões nacionais de biodiesel, organizados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), é de acesso a isenções fiscais (PIS/PASEP e CONFINS) e melhores condições de empréstimos financeiros, principalmente pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e o Banco do Nordeste (BN).

Para obter o SCS uma empresa precisa adquirir um percentual mínimo das suas matérias-primas da agricultura familiar (30% no NE, no início do SCS 50%).

Fontes: 197, 198.

Figura 3.3: Selo Combustível Social

ligado à redução de vulnerabilidades e uma maior resiliência socioambiental na região.

3.3.1 Motivações

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 [156, 166]—numa situação onde a produção de feijão, principal produto agrícola da região¹², se encontrava em decadência desde os anos 90 [194]. Para incentivar a entrada de agricultores dentro do PNPB, vários programas de governo foram modificados: ou (1) criando no vas 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 [195, 196].

O apoio político ao programa PNPB foi particularmente forte durante os primeiros anos [189, 190]. A própria contribuição da agricultura familiar do NE foi ligada a sua contribuição para a produção de combustíveis limpos e renováveis¹³, e dessa forma, a um futuro sustentável do planeta (ver fig. 3.4, p. 39). Enquanto associações de agricultores mostraram consideráveis discrepâncias no apoio ao PNPB—variando de “oportunidades” a

¹²A região era o segundo maior produtor nacional nos anos 90, e foi conhecida também como a “capital do feijão” [194].

¹³Diferente 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 [199, cap. B.2, p. 105 et sqq.].

críticas severas à integração de cadeias do agronegócio [190]—, os agricultores familiares propriamente, em entrevistas, mostravam o seu carinho pela mamona que, segundo eles, “sempre produz”. Essa última observação, de fato, indica que a produção de mamona não requer muito cuidado dos agricultores, fato que pode ter, posteriormente, dificultado a motivação dos mesmos com poucos ganhos de produtividade.

A produção da mamona expandiu fortemente nos anos 2004 e 2005 (19% e 26% respectivamente), porém abaixo das previsões originais [155, 187]. 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 [168, figs. A.3, A.4, p. 95 et seq.]¹⁴. Já em 2005, o preço nominal pago aos produtores caiu abaixo de valores pré-PNPB [200].

Esta evolução foi fortemente fortalecida por importantes problemas institucionais. O mercado de biodiesel no NE ficou fortemente dominado pela empresa Brasil Ecodiesel S.A. (BED) nos primeiros anos. 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 [166, 185, 201–204].

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 alimentar¹⁵. 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 [185].

Em conjunto, esses fatos causavam enorme frustração entre agricultores, e assim uma rápida retração do número de participantes. 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 [166, 185]. Em outros casos, agricultores continuavam a vender a atravessadores—comumente também produtores de mamona [203]—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 [180, 193].

¹⁴O SCS somente entrou em força 2005.

¹⁵A BED completamente cessou as suas atividades no setor de biodiesel e se concentra agora no setor agrícola sob um novo nome [205].



Foto pelo autor, dez. 2008. O quadro inteiro mostra as etapas da produção de biodiesel que começa com os agricultores familiares na produção e da própria cooperativa na mobilização e prestação de assistência técnica. A COOPAF e seus associados assim contribuem na produção de fontes de energia supostamente mais ecologicamente corretas.

Figura 3.4: Grafiti da cadeia produtiva do biodiesel, sede principal da COOPAF, Morro do Chapéu

O desempenho do PNPB no NE virou alvo de fortes críticas na mídia, por pesquisadores, e até dentro do governo federal, e ameaças quanto à sua existência futura mantiveram-se fortes até pelo menos 2007-2008 [185, 206]. 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., com a posterior criação da subsidiária Petrobras Biocombustíveis (PBIO), dentro do mercado de biodiesel [190]. A PBIO, dirigido pelo ex-ministro do MDA, reorganizou em seguida a sua 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 [185].

Em geral, essas tentativas conseguiram recuperar o interesse da agricultura familiar, e recentes dados mostram altos preços 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 [207] (ver tab. 3.1, p. 41).

3.3.2 Informações

Para aumentar a produção agrícola, a prestação da ATER tem sido foco principal do PNPB¹⁶. Dentro do programa, ela não é ligada à obtenção de financiamento pelo PRO-NAF, como é a prática comum [196]. 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 integralmente em vários lugares de Irecê [170], 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 [183]. Isso inclui a mamona, na qual uma enorme disparidade entre o conhecimento agrônômico disponível, e a prática de cultivo no campo é observada [178, 184, 209]. 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 guardada¹⁷, 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 [168, 173, 184, 210]¹⁸. 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 [212].

A transferência de conhecimento é dificultada por problemas como baixa alfabetização [215], 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

¹⁶Na Bahia, principal centro da produção de mamona, somente 54.111 ou 7% dos estabelecimentos agrícolas recebem 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 [208].

¹⁷Existe um alto grau de heterogeneidade da mamoneira na Bahia, sendo encontradas mais de 90 variedades locais de “sementes” num levantamento realizado [exemplo citado em 184].

¹⁸É interessante constatar que justamente a falta de mecanização da mamona nos EUA iniciou no século 20 levou ao abandono da sua produção [211].

Nº.	Variável	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Produção mamona no Brasil em mil toneladas	209,8	103,9	93,7	123,3 ^a	92,5 ^a	110,4 ^a
2	Produção mamona no NE (% de 1)	96,3	92,1	92,7	92,0 ^a	87,0 ^a	89,0 ^a
3	Área colhida da mamona no Brasil (ha)	230.911	151.060	163.034	157.626		
4	Produtividade no Brasil (kg/ha) (1/3)	908,6	687,8	574,7	782,2 ^a		
5	Preços reais recebidos pelos produtores (R\$/60kg, Irecê, média anual) ^b	41,71	38,75	63,47	77,71	63,67	71,83
6	Preços reais do óleo de mamona (US\$/t, Roterdão, média anual) ^c	1.128	1.039	1.308	1.646	1.365	1.576

^aEstimativas.

^bDados para 2010 até maio.

^cDados para 2010 até abril.

Fonte: 213, pp. 1–3, 214, adaptação pelo autor.

Tabela 3.1: Produção e preços reais da mamona e do seu óleo, janeiro 2005–dezembro 2010

casos), mas também à contratação de técnicos pouco ou não-capacitados para trabalhar com a mamona [168, 180, 185, 195]. Evidências anedóticas indicam que a ATER da BED nos primeiros anos focou no monitoramento da produção agrícola, sem oferecer ajuda real aos agricultores [209]¹⁹. 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 do enorme custo do serviço [168, 216].

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 [185, 217]. 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 P BIO por sua vez busca simplificar os serviços de assistência, tirando a extensão rural dos serviços de prestação [218]. 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 [219].

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, inclusive a redução de

¹⁹Uma 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 [202].

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.

3.3.3 Capacidades

Dadas as consideráveis dificuldades do PNPB, o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA, responsável pela integração dos agricultores familiares) e outros ministérios têm mostrado boa capacidade de resposta na integração de agricultores ao programa. Isto inclui a introdução de preços mínimos acordados mutuamente através do SCS, a extensão dos benefícios SCS para a produção de outras culturas além de mamona e óleo de palma, incluindo em particular a soja, a fiscalização dos produtores de biodiesel quanto à sua conformidade aos requisitos do SCS²⁰ e o afastamento da meta ambiciosa de 50% para participação dos agricultores familiares na região do NE [156, 198]. Como regra geral, essas mudanças não foram implementadas especificamente em relação às preocupações ambientais [157], mas para facilitar a adesão dos agricultores do NE ao PNPB—isso com impacto limitado, mas verificável (ver tab. 3.1, p. 41): a produção de mamona no Brasil continua concentrada na região de Irecê, mesmo sete anos após o início do programa²¹. Isso implica que o foco de inclusão social da produção de mamona tem sido 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 [187], 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 [187], ou seja, abaixo do salário mínimo atual no Brasil (R\$ 465) e da renda média na região NE (R\$ 734) se for comparado por rendimento de um ha [31]. Por outro lado, ZAPATA *et al.* [221] estimam que o aumento da renda familiar devido à produção de mamona está na ordem de 20%. Um técnico [209] 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 [209, 215]. No entanto, em Irecê, a produção estimada foi de apenas seis a sete sacos/ha em 2007. Agricultores continuam, de forma geral, usar pouco fertilizantes, herbicidas ou tecnologias avançadas, e embora que isso diminua as despesas com o cultivo afeta fortemente a produção agrícola. Na mesma linha, enquanto que o ciclo natural da mamona é de dois a três anos, ela frequentemente só da

²⁰Em 2010 seis usinas perderam o SCS devido à irregularidades ligados à inclusão de agricultores familiares, inclusive quatro usinas da BED [220].

²¹Uma exceção é o estado do Ceará, onde consideráveis subsídios (entre R200 – R 300 por ha/ano) foram dados aos agricultores que plantavam mamona [198].

retorno por um ano devido a avançada compactação dos solos e a degradação ambiental [209]. 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 social necessita de uma visão mais ampla, incluindo fatores como educação, cultura e participação [180, 222].

A capacitação continua a ser 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 aja como um escudo protetor em relação aos contratos de anos entre os agricultores e os produtores de biodiesel, isso os torna mais vulneráveis, dados os atuais esforços pelas companhias de biodiesel para reduzir os preços da mamona. Na verdade, chuvas suficientes podem compensar os baixos preços devido a maior produtividade: como mostrado por MACEDO *et al.* [223], agricultores incorrem perdas de culturas agrícolas quando não há chuvas suficientes na época do plantio, independentemente de seu preço estar alto no mercado, mas conseguem lucrar em anos com boa quantidade e distribuição de chuvas, mesmo quando preços estão baixos. De fato, secas continuam a dar problemas também no caso da mamona que, embora resistente a situações de déficits hídricos, produz pouco nessas condições 207, 218, 223. 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 [185, 193]. 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 “encaram estas fontes de crédito como oriundas de fundos não reembolsáveis” [224, 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 PNPB²². A principal cooperativa de mamona na região de Irecê adotou uma 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 ser conclusivo sobre tais processos. As cooperativas analisadas também têm demonstrado deficiências na capacidade organizativa e gestão e, além disso, mostravam em algumas ocasiões até comportamento fraudulento [185]. Os recentes esforços do Ministério

²²Estas 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 [225].

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 [185].

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 [185]. Um dos aspectos mais importantes, é que o PNPB parece ter inspirado outros programas governamentais, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), que implementou um mecanismo de acesso a mercados semelhante para produtos alimentícios de agricultores familiares no mesmo tempo da criação do PNPB [185], e que integra questões sobre segurança e soberania alimentar [52].

3.3.4 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 [199]. Originalmente defendidos como panaceia para mitigação das mudanças climáticas, independência energética e fortalecimento do desenvolvimento rural [226–228], pesquisas recentes realizadas ligam a expansão dos biocombustíveis a perdas de biodiversidade, competição com a produção de alimentos, 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 [169, 229–235, cap. B.2, p. 105]. Além disso, registros de violações de direitos trabalhistas em plantações, ou a própria expulsão de pequenos agricultores devido ao avanço de novas plantações [166, 189, 236, 237] 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 [238]. 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 pouca 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 [166, 169]. Há, ainda, dúvidas sobre o impacto do biodiesel a partir da mamona em termos do seu potencial mitigatório do aquecimento global: recentes estudos mostram ter 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 [239], com um custo relativamente alto comparado a outras medidas de mitigação [17].

O PNPB tornou o Brasil um dos maiores produtores de biodiesel do mundo da atualidade [240]. No entanto, dada a falta de competitividade e escala em comparação à liderança do agronegócio de soja, a mamona, na verdade, não é convertida em 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 poderia se desenvolver fora do mercado de biodiesel, já que a mamona tem uma grande variedade de outras aplicações mais lucrativas [185, 186].

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 continuem a contar com outras opções de subsistência e, sobretudo, os programas de transferência de renda, como o Bolsa Família (PBF) [187]. Dessa forma, a agricultura familiar pode ser considerada como mais resiliente, sem contar, porém, que riscos ambientais continuem a exercer consideráveis estresses sistêmicos, que deverão aumentar particularmente com a mudança climática [18, 19].

3.4 Irrigação eficiente na agricultura familiar, Pintadas

Investimentos em irrigação e capacidade de armazenamento de água tem sido defendido como solução natural frente os impactos das secas no sertão [13, 27, 241]. Esses esforços têm focado em obras de infraestrutura capital-intensivos e polos de exportação de produtos irrigados sob parcerias público-privadas [6, 27, 57]. Embora que pequenos produtores tem sido integrados nessas cadeias produtivas complexas, experiências bem sucedidas se limitam à bacia do Rio São Francisco, particularmente na região de Juazeiro e Petrolina [6, 58, 59, 242] (ver mapa fig. 3.2, p. 35). Além disso, consequências socioambientais não desejadas dos investimentos relacionados à expansão do acesso à água, particularmente pelo projeto da transposição do São Francisco, tornaram-se foco de escrutínio [12, 58, 243, 244].

No nível local, a má-gestão de recursos hídricos no sertão pode ser considerada como fator limitante da produtividade agrícola [3, 12]. Um exemplo é o do município de Pintadas, localizado cerca de 300 km a noroeste de Salvador. A atividade agrícola principal na região é a pecuária extensiva, dominado por latifúndios. Agricultores familiares (87% dos agricultores do município) complementam as suas atividades pecuárias de pequena escala e produção de leite com atividades de subsistência, cultivando principalmente milho, feijão ou mandioca, que são resistentes à seca [158, 208]. Horticultura ou fruticultura

em Pintadas dependem da irrigação devido aos altos níveis de evapotranspiração e altas temperaturas de superfície. Porém, as águas subterrâneas na região são, na sua maioria, salinas, e portanto requerem um pré-processamento antes de serem usadas na agricultura. Devido a essa dificuldade, água para irrigação é, normalmente, vem dos 58 barreiros que armazenam água de fortes chuvas, sendo coletadas manualmente pelos agricultores. Porém a produtividade está seriamente limitada devido a técnicas de irrigação ineficientes (por exemplo, uso de trincheiras) [158, 159].

Recentes esforços procuram aumentar o acesso à infraestrutura de abastecimento de água descentralizada para a agricultura familiar para fins domésticos e produtivos [44, 159]. O projeto de adaptação à base comunitária Adapta Sertão (AS) no município de Pintadas é um exemplo²³. Inicialmente concebido como projeto de comunicação para disseminar tecnologias de bombeamento de água a partir da energia solar, o projeto se desenvolveu numa estratégia integrada de disseminação de tecnologias eficientes de irrigação (principalmente por gotejamento), capacitação técnica e acesso a crédito e mercados [159, 245]. O trabalho de campo (identificação de necessidades, instalação de sistemas, capacitação e contato com as partes interessadas locais) do projeto é realizado por uma ONG nacional (REDEH, Rede de Desenvolvimento Humano), com apoio científico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)²⁴. Como informações, motivações e capacidades foram afetados, até hoje, pelo projeto, e como se isso pode ser ligado à redução de vulnerabilidades locais ou um aumento da resiliência socioambiental será discutido nas subseções a seguir.

3.4.1 Motivações

Irrigação pode reduzir a vulnerabilidade à déficits hídricos, permitir a produção de maior valor agregado, como alface ou tomate, e também diversificar a alimentação das famílias. No entanto, o difícil acesso a tecnologias modernas de irrigação e a falta de assistência técnica formam fundamentalmente a vulnerabilidade de agricultores familiares em Pintadas frente à variabilidade climática e mudanças futuras. Varejistas de sistemas de irrigação eficientes são baseadas em cidades maiores e muitas vezes se concentram numa clientela diferente do que agricultores familiares mais pobres. Além disso, a indisponibilidade de serviços de manutenção ou reparação em Pintadas ou na redondeza reduz a vontade do agricultor a investir em sistemas de irrigação [159]. A isso se acrescentam as incertas possibilidades de comercialização, difícil acesso a financiamento e falta de conhecimento sobre como gerenciar sistemas de irrigação de forma correta [52].

No AS, quatro arranjos tecnológicos para irrigação por gotejamento foram identificados

²³O projeto recebeu financiamento. . .

²⁴Esse processo se orientou no *Adaptation Policy Framework* (APF) que enfatiza a necessidade de caracterizar as vulnerabilidades socioambientais atuais e liga práticas de adaptação ao desenvolvimento sustentável [86, 246, cap. B.4, p. 140 et sqq.].

para atender às necessidades dos agricultores (500 m², 1000 m², 5000 m² e 10.000 m²), assim permitindo um eventual aumento da capacidade dos sistemas de acordo com as capacidades e a vontade dos agricultores [158, 159]. Cada kit tecnológico é proposto para suportar a produção de variedades de culturas diferentes, incluindo grãos (milho e feijão), frutas (principalmente a goiaba, mamão, melancia, limão), legumes (todos os tipos), e alimentos de origem animal para aumentar a produção de leite (sorgo doce, pastagens, cana). As bombas de água são principalmente à base de diesel devido ao baixo custo dessa tecnologia e indisponibilidade de energia elétrica em muitas propriedades rurais²⁵. As tecnologias escolhidas, assim, preveem atender uma série de preocupações de agricultores familiares com a sua própria subsistência assim como a possível comercialização. Os sistemas de irrigação por gotejamento podem ser fornecidos a um custo relativamente baixo devido à assinatura de um contrato específico com o fabricante da tecnologia (sediado em São Paulo) que permitiu à associação local de agricultores de atuar como revendedora desses sistemas, assim cortando as margens dos varejistas do custo final [159].

O desenho do projeto mostrou-se como um forte incentivo para os agricultores entrarem como participantes do projetos. Desde os primeiros passos o projeto aumentou a sua escala de cinco agricultores a atualmente cinquenta participantes. No mesmo tempo, o projeto também aumentou seu foco regional, estendendo seus serviços para dois municípios adjacentes a Pintadas (Baixa Grande e Quixabeira) e a um município na região de Vitória da Conquista, situado num contexto socioambiental diferente. Nisso, as organizações locais têm desempenhado um papel fundamental para motivar os agricultores, bem como proporcionar o suporte local e capacidades. Potenciais parceiros foram selecionados com base em critérios pré-determinados (incluindo baixa renda, espírito empreendedor, juventude e gênero). A fim de avaliar o progresso do projeto os agricultores foram direcionados para gravar informações como sobre a área cultivada, os tipo de culturas plantadas e o número de horas de irrigação, condições climáticas, a produtividade e rendimentos auferidos. Enquanto os esforços foram feitos para aumentar a conscientização entre os agricultores sobre a importância da gravação, especialmente no que se refere à comercialização da produção, mas também para entender melhor o impacto de variações naturais climáticas assim como possíveis mudanças nos regimes pluviais, muitos participantes gradualmente perdiam o interesse em fazê-lo porque eles não viam o uso prático na gravação dos dados. A motivação da comunidade também é essencial

3.4.2 Informações

Limitado acesso a terra é um problema para a agricultura familiar em Pintadas em que reforça uma pressão excessiva sobre os limitados recursos naturais na propriedade. O

²⁵Devido ao PNPB o diesel atualmente vendido nos mercados domésticos é misturado com 5% de biodiesel. Portanto, todas as bombas de diesel instalado também têm um componente renovável, porém restrito.

pouco conhecimento e uso de boas práticas agrícolas exacerbava práticas insustentáveis no uso da terra. Isto está em contraste com a observação de que os agricultores participantes muitas vezes entendem que há uma ligação entre desmatamento e as perdas na produção agrícola. Transferência de conhecimento que leva à assimilação de boas práticas é, portanto, um fator crítico. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e agências estaduais tem alcançado capacidades críticas sobre práticas agrícolas recomendáveis em situações de déficits hídricos, mas a transferência desse conhecimento para os agricultores familiares não tem feito parte dos seus objetivos até recentemente. Enquanto o AS criou recentemente uma parceria com a unidade EMBRAPA Semiárido, ainda não tem resultados confiáveis sobre como isso pode afetar, por exemplo, a assistência técnica providenciada pelo próprio projeto.

Enquanto a irrigação pode conduzir à diversificação da produção, dado que a assistência técnica pelo projeto se concentra na segurança alimentar e diversificação, o uso excessivo de irrigação é uma tendência frequentemente observada na agricultura familiar, dada a falta de conhecimento adequado. Sob tal cenário, a salinização dos solos pode causar perdas significativas no rendimento agrícola. No entanto, estes são impactos de longo prazo que não tenham sido observadas em Pintadas sob o projeto AS. O que tem sido observado, porém, é que após um ano de chuvas deficientes, agricultores tendem a começar cedo demais com a irrigação, a fim de recuperar as perdas do ano anterior. Isto levou ao uso excessivo no sentido de que os reservatórios de água secavam em várias ocasiões e que os agricultores acabaram a produzir menos do que eles esperavam. Recarga de água subterrânea, que não é um problema em Pintadas, devido à existência de barreiros, mas pode ser em comunidades futuras, é outro problema potencial que precisa ser observado pelas equipes técnicas responsáveis. Isso particularmente porque mudanças climáticas são previstos de afetar ainda mais a sua reposição [247].

Ao concentrar a assistência técnica do projeto em métodos agroecológicos abrem-se caminhos para uma maior sustentabilidade dos sistemas. Além disso, testes com a irrigação em solos salinizados começavam em parceria com a EMBRAPA, mas ainda são conclusivos. Um técnico do AS fora de Pintadas (formado como técnico agrônomo, diferente de outros técnicos que tem menor educação formal neste respeito) afirmou que a assistência técnica prestada pela associação de agricultores em Pintadas é insuficiente, e que um técnico em Pintadas não cuida adequadamente da sua própria roça.

3.4.3 Capacidades

O município de Pintadas tem uma história de mobilização social e liderança ativa incomum para o semiárido nordestino. Um exemplo impressionante foi a capacidade da comunidade em responder a repressões políticas: num caso, a eleição de um novo prefeito de um partido diferente (errado) do que do atual governo do estado na década de 1990 levou

ao fechamento imediato do único banco da cidade [248]. Em resposta, a comunidade foi capaz de formar uma cooperativa de crédito que hoje é o maior banco no município. Exemplos como esse são conhecidos muito além das fronteiras do município [249, 250]. Esta capacidade também facilita a atuação do projeto no município—por exemplo, o fundo rotativo pelo qual se pretende aumentar o projeto está gerenciado pela própria cooperativa de crédito. Isso enfatiza o papel que as instituições formais e informais, bem como líderes comunitários, desempenham nos processos de adaptação. Quando estas condições não são encontradas, os projetos são mais propensos a falhar [46, 153]. Num município na região de Pintadas a assistência técnica falhou inicialmente devido à falta de compromisso do técnico responsável com o projeto.

Em termos monetários a renda da irrigação durante a fase de teste do projeto elevou a renda mensal variando entre R\$ 40 e R\$ 450 em 2008, e R\$ 25 e R\$ 300 em 2009. Ou seja, há ainda um diferencial fundamental entre os diferentes agricultores. No entanto, não está claro como os custos entram nos resultados dado o pequeno número de agricultores que registram os dados regularmente e com precisão. Não é de surpreender a produção com irrigação tem se mostrado menos afetada pelas estiagens que os campos não-irrigados. Porém, muitos reservatórios de água não permitem a irrigação durante todo o ano²⁶. Diversificação da produção tem sido observado nos campos dos agricultores. A produção de leite e carne é esperada de tem sido beneficiada pela alimentação mais rica para o gado, particularmente devido às forragens irrigadas. Da mesma forma, a segurança alimentar provavelmente aumentou como evidenciada pela maior produção de qualidade. Muitos agricultores que participam em Pintadas agora vendem seus produtos para a cooperativa local, que está vinculada ao Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) do Governo Federal e que tem como principal benefício preços e mercados garantidos para os agricultores familiares, sem precisar por atravessadores²⁷.

A capacitação dos agricultores e das suas associações é provável de criar positivas tendências para uma resiliência sistêmica maior no longo prazo. Enquanto os sistemas de irrigação por gotejamento foram instalados inicialmente através do perito de técnicos externos destas tarefas gradualmente foram transferidas à responsabilidade dos técnicos locais em todos os municípios. Além disso, o processo de seleção dos agricultores tem sido passado inteiramente nas mãos da associação local. Assim, o projeto não depende mais de tanto conhecimentos técnico de fora. Por outro lado, o financiamento de sistemas de irrigação em pequena escala ainda necessita fortes impulsos pela equipe coordenadora do AS (REDEH/UFRJ). Enquanto os primeiros agricultores começaram a pagar os seus sistemas, contribuindo assim ao fundo rotativo do projeto, estes valores são insuficientes para garantir um processo de *scaling up* significativo. Na verdade, os fundos de rotação

²⁶CARVALHO e EGLER [27] constataam que existem poucos açudes no semiárido que aguentam mais que um ano de seca.

²⁷O mecanismo do projeto assim é inspirado pelo PNPB que oferece vantagens semelhantes.

nem são recomendados por especialistas em microfinanciamento dadas a sua tendência de desaparecer no longo prazo.

O projeto como tem sido relativamente bem sucedida na construção de capacidades locais, mas os impactos de longo prazo não são claros, dada a escala reduzida do projeto. Agricultores que participam têm mais opções para lidar com os impactos climáticos. No entanto, a diversificação dos meios de subsistência vai além de atividades agrícolas. Alguns agricultores têm um emprego público no município ou uma aposentadoria. Além disso, muitos agricultores recebem transferências pelo PBF. Essas fontes de renda ainda são essenciais para reduzir as vulnerabilidades locais.

3.4.4 O nexo entre vulnerabilidade e sustentabilidade

O projeto AS não só foca na oferta de tecnologia adequada (instalação de *hardware*), mas inclui também uma significativa construção de capacitação (*software*). Em Pintadas, o projeto providenciou fóruns locais e regionais envolvendo políticos, representantes de universidades e instituições de pesquisas, equipamentos manufaturados, bem como os próprios agricultores familiares. A ideia é criar e consolidar uma rede para identificação e disseminação de práticas boas para os pequenos agricultores da região do semiárido à luz das mudanças climáticas. Aumentar as oportunidades econômicas tem sido fundamental para motivar agricultores a participar. Isto incluiu a integração de diferentes componentes, tais como ensinar práticas de agricultura orgânica, ajuda com canais de comercialização, bem como cursos em planejamento e implementação de sistemas de irrigação para os técnicos locais. Portanto, a inovação do projeto de repente pode melhor descrita pela combinação de uma componente climática de adaptação à mudança climática, técnicas de irrigação em pequena escala e fortalecimento organização social, associado a um sistema inovador de integração das partes interessadas (pequenos agricultores, comunidades locais, fabricantes de equipamentos, cooperativas de crédito, governo municipal e regional, ONGs, pesquisadores de universidades e instituições financeiras).

Esta abordagem pode de reduzir as vulnerabilidades locais à mudança climática assim como as chamadas vulnerabilidades sociais [131, 251]. Dada à degradação ambiental em larga escala na região a irrigação eficiente pode contribuir para melhorar, porém em restrita parte, a resiliência ecológica devido a, principalmente, uma maior diversificação. No entanto, a irrigação também está prevista de sofrer fortemente com as mudanças climáticas [15, 252]. Ainda hoje, poucos barreiros ou reservatórios menores superfície da água (açudes) suportam mais de um ano de seca [27]. A existência de infraestrutura para armazenamento de água tais como barragens é, portanto, essencial para criar as condições básicas para que mais agricultores conseguem sair da agricultura em sequeiro na região. Políticas devem se dirigir sobretudo sobre não somente aumentar o acesso físico, mas capacitar agricultores para que eles conseguem usar os recursos hídricos de forma produtiva

e reduzir a sua vulnerabilidade. Devido ao foco política recente no abastecimento de água de forma descentralizada há a esperança de que as condições para irrigação eficiente em pequena escala podem melhorar no futuro.

De qualquer modo, a resiliência socioambiental de sistemas de agricultores familiares na região de Pintadas e nas outras comunidades continua a depender de políticas em escala maiores. Redução da pobreza e acesso a mercados são fundamentalmente formados nessas escalas maiores, embora que ações locais podem mostrar potenciais caminhos para estratégias mais autônomas de políticas centralizadas. O relativo sucesso do projeto é, em grande parte, também devido ao contexto específico em Pintadas, das suas instituições e do seu apoio que não é a linha de base em outras regiões do semiárido, mesmo nas proximidades de Pintadas. Ampliando ou integração de tais experiências em políticas públicas precisa levar este fator em conta para garantir resultados no longo prazo.

3.5 Conclusões

A agricultura familiar do semiárido nordestino tem se mostrando extremamente resistente às mudanças climáticas e sociais no passado. Além disso, agricultores são muitas vezes sustentáveis, no entanto em grande parte involuntariamente. Enquanto a gestão do uso de solo é dependente da 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 a 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 [77] como um exemplo de adaptação necessária para a região. No entanto, a Agência Nacional de Águas ANA (Agência Nacional de Águas) declarou recentemente de que mesmo com a transposição concluída o abastecimento dos centros urbanos com água seria susceptível de sofrer limitações tão cedo como 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 [106].

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. Os estudos de caso mostravam como esses fatores estão tratados através

de abordagens diferenciadas, num lado pela inserção de agricultores numa cadeia produtiva de biocombustíveis, e no outro caso por uma estratégia de divulgação de tecnologias eficientes de irrigação. Em ambos os casos pretende-se 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, os dois estudos de caso são limitados em sua eficácia como eles só conseguem tratar barreiras técnicas ou políticas contexto-específicos da sua atuação, mas não 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.

Capítulo 4

Mudança climática futura no semiárido nordestino: como, quando e onde adaptar?

4.1 Introdução

Durante as últimas duas décadas, as evidências e a gravidade do problema da mudança climática aumentavam de forma considerável (ver tab. 4.1, p. 54). As discussões no nível internacional ainda focam na necessidade de limitar o aumento da temperatura média em 2°C até 2100 para prevenir alterações perigosas no sistema climático e prováveis impactos adversos. Porém, há cada vez mais dúvidas sobre a capacidade do sistema climático de ficar dentro deste limite, visto que as trajetórias atuais de emissões de GEE seguem nas linhas dos cenários mais pessimistas do IPCC [17, 64, 253]. Por outro lado, pesquisas atuais preveem fortes impactos ambientais e socioeconômicos até para um aquecimento abaixo do limite de 2°C pode criar [254]. Por exemplo, o AR4 relata que a produtividade de cultivos em áreas semiáridas pode diminuir de forma significativa mesmo em caso de um aumento de somente 1 a 2°C [17].

Baseado neste contexto, adaptação é considerado como imperativo frente os atuais e esperados impactos do aquecimento global (ver capítulo 2). Ligado a esta afirmação, começou-se um debate sobre os potenciais limites de adaptação [102, 139, 255] em níveis locais até de sociedades. Esta discussão é de extrema relevância dada a possibilidade de registrarem-se temperaturas médias de 2°C mais altas já no período 2030–2040, e até 4°C começando com 2060 [256]. Segundo YOHE *et al.* [257] “até 2100 a mudança climática provavelmente vai gerar impactos significativos no globo, mesmo se medidas agressivas de mitigação serão implementadas em combinação com significativos processos para melhorar capacidades adaptativas” (p. 813). Por outro lado, os esforços para reduzir vulnerabilidades não serão suficientes para eliminar todos os impactos adversos da mudança

Ano	Principais observações
1990	<ul style="list-style-type: none"> • Certeza sobre efeito estufa e aumento das emissões de GEE (CO₂, CH₄, CFCs e NO_x) que reforçará o próprio efeito estufa e assim causará um aquecimento global • Duplicação de CO₂ na atmosfera entre 1990 e 2025–2050 causa aumento da temperatura global média entre 1,5 e 4,5°C+ com menor que na média aumento nas regiões tropicais • Hipóteses rejeitada que variações solares são principal das alterações observadas • Mundo deve adotar medidas economicamente sensíveis para reduzir aquecimento futuro
1995–1996	<ul style="list-style-type: none"> • Influência humana discernível no clima global • Confidência maior (mas não quantificada) que duplicação de CO₂ acontecerá até 2050 • Modelos projetam que temperatura média global aumentará entre 1.5 e 4.5°C, com melhor estimacão de cerca 2 °C até 2100 que é menor (1/3 < comparado com 1990) [126]
2001	<ul style="list-style-type: none"> • Cenário de pior caso prevê que espaço da temperatura média até 2100 é de 1,4 a 5,8 °C como emissões agregadas de CO₂ e restrições sobre emissões podem aumentar mais rápido que considerado anteriormente • Duplicação do nível de CO₂ até metade do século, com triplicação e níveis ainda mais altos possíveis (esp. devido a rápida industrialização da China) • Provável (66–90%) que aquecimento durante as próximas décadas é de 0,1 0,2°C per década
2007	<ul style="list-style-type: none"> • Aquecimento do sistema climático inequívoco (0,15–0,3 °C somente entre 1990 e 2005) • Melhores estimacões 1,8–4,0 °C e prováveis estimacões 1,1–2,9 até 2,4–6,4 °C para 2090–2099
Atual	<ul style="list-style-type: none"> • Piores cenários do quarto relatório de avaliação (AR4) se realizam • Riscos principais substancialmente mais fortes que estimados • Aumentos menores na temperatura média global estimados a causar interferências perigosas antropogênicas

Fontes: 17, 64, 92, 126, 127, 253, 254, 258, compilação pelo autor.

Tabela 4.1: Mudança climática nos quatro relatórios de avaliação do IPCC e visão atual

climática [9].

Assim, é pouco provável que a agricultura familiar não seja fortemente impactada por tais mudanças [65, 253]. Um caso particular é o semiárido do Nordeste, onde reside uma parcela da população rural extremamente vulnerável [2, cap. 1.1, p. 1, cap. 3 et sqq, p. 28 et sqq.]. É importante lembrar que essa vulnerabilidade é contexto-específico, e, por isso depende fundamentalmente das condições locais. Por outro lado, ações em escalas maiores como a implantação de políticas agrícolas pouco voltadas à agricultura familiar são extremamente relevantes para formar as vulnerabilidades locais—um ação bem sucedida para um indivíduo, uma organização ou um nível de governança não necessariamente pode ser classificada dessa forma por outros atores ou instituições [63]. Desta forma, pelo olhar do planejamento, adaptação bem sucedida dependerá fortemente da capacidade de integrar políticas em escalas maiores com respostas individuais a uma diversidade enorme de estressores climáticos e não-climáticos, já que ambos os níveis condicionam o sucesso do outro [63, 259, 260].

Neste capítulo, resumo os recentes cenários climáticos disponíveis para o semiárido nordestino e analiso rapidamente como os potenciais impactos combinam com eventuais limites à adaptação. Baseado numa revisão bibliográfica extensiva eu pretendo subsidiar possíveis respostas às perguntas “como, quando e onde adaptar” no Nordeste. Assim, o

presente capítulo retoma as discussões feitas nos dois capítulos anteriores, antes de que seção 5 feche o trabalho com as considerações finais.

4.2 Limites de adaptação

Uma discussão sobre limites de adaptação reitera a questão de como adaptações podem ser avaliadas. Segundo ADGER *et al.* [63], adaptação ocorre em diferentes escalas: indivíduos se adaptam a mudanças assim como comunidades, instituições ou governos. Estes diferentes níveis se autocondicionam, ou seja, adaptações não ocorrem no vácuo, mas dependem fundamentalmente de decisões em outras escalas. Isso inclui a possibilidade de conflitos entre escalas—uma política de governo para fixar o homem no campo [155, por exemplo,] pode ser ineficaz ou ineficiente se estratégias de subsistência no nível familiar dependem de uma variedade de opções, em que o foco da política é insuficiente para se tornar a principal fonte de renda ou subsistência. SCOONES [24] mostra como famílias rurais escolhem entre medidas de (1) extensificação/intensificação das atividades agrícolas, (2) diversificação dos meios de subsistência (inclusive atividades não-agrícolas) ou (3) migração (sazonal ou permanente), o que mostra a dificuldade de propostas governamentais unifocais em atingir as suas metas (fig. 4.1, p. 59 et sqq.). É importante constatar que tais conflitos também podem ser internos a escalas definidas: a escolha de uma família continuar no campo depende também da escolha de outras famílias de ficar, a eficácia de um programa estadual de frentes de trabalho depende de ações em outros estados etc.

Potenciais limites de adaptação podem ser o resultado da dimensão e magnitude dos impactos da mudança climática [255]. Enquanto no caso de adaptações principalmente técnicas—como a proteção de zonas costeiras ou a disponibilidade hídrica para geração de hidroeletricidade [1, 124]—um conceito de limites pode oferecer marcos referenciais intuitivos e importantes, a sua discussão é extremamente difícil no caso de sistemas socioambientais devido a complexidade inerente, conflitos inter- e intraescalares e incertezas (como, por exemplo, se latente condição da capacidade adaptativa se transformará em ação) [102, 137, 139, 151, 165]¹. Por exemplo, já a definição de “dangerous anthropogenic interference” é relativa e pouco definida [164]. De fato, limites para adaptação em sistemas socioambientais não são fixos, já que podem ser definidos de forma integrada dentro do dado sistema (endógena) e pela sociedade. Dimensões como ética, conhecimento, risco ou cultura mudam ao longo do tempo e impactam discussões sobre como avaliamos ações de adaptação em termos de eficiência, eficácia, equidade e legitimidade. Limites assim não são contínuos, mas mutáveis [139]. Enquanto há barreiras físicas ou biológicas, tecnológicas, financeiras, informação e cognitivas, institucionais, sociais e culturais [62, 255, 261] esses fatores não impedem por si o sucesso de ações de adaptação. Como no caso de

¹O estudo de barreiras físicas ou biológicas reitera a discussão sobre estudo de impacto feita no capítulo 2 e soluções aceitáveis e/ou ótimos [ver também 255].



(a) Diversificação: mamona consorciada com cultivos de subsistência



(b) Migração sazonal: trabalhadores rurais no caminho para o corte da cana-de-açúcar

Figura 4.1: Opções de subsistência na agricultura familiar: diversificação, intensificação, extensificação e migração



(c) Intensificação e diversificação: produção de mel



(d) Intensificação e diversificação: sistema Mandala

Figura 4.1: Opções de subsistência na agricultura familiar: exemplos de diversificação, intensificação/extensificação e migração (cont.)



(e) Intensificação e diversificação: agricultura orgânica com componentes de agroflorestamento



(f) Diversificação: captação de água com criação de peixe

Figura 4.1: Opções de subsistência na agricultura familiar: exemplos de diversificação, intensificação/extensificação e migração (cont.)



(g) Intesificação e diversificação: irrigação por gotejamento



(h) Extensificação: criação de animais

Todos os fotos pelo autor.

Figura 4.1: Opções de subsistência na agricultura familiar: exemplos de diversificação, intensificação/extensificação e migração (cont.)

vulnerabilidade, limites podem ser por grande parte individual e contexto-específico.

Fig. 4.2, p. 61, mostra como limites à adaptação e o sucesso de medidas de adaptação podem divergir dependendo de diferentes definições sobre o que é vulnerável (ver também discussão no capítulo 2). Enquanto no caso A adaptação permite não passar os limites, no caso B ela permite sair de situações de limites². A própria definição do ponto de partida depende de valores ou considerações éticas que permitem argumentar que no caso da agricultura familiar do sertão a situação é mais parecida com o caso B do que o caso A. A dificuldade de definir limites para sistemas socioambientais complica sua análise³. Isso somente enfatiza o uso do conceito *adaptedness*, apresentado no capítulo 3, para transições a estados mais desejáveis.

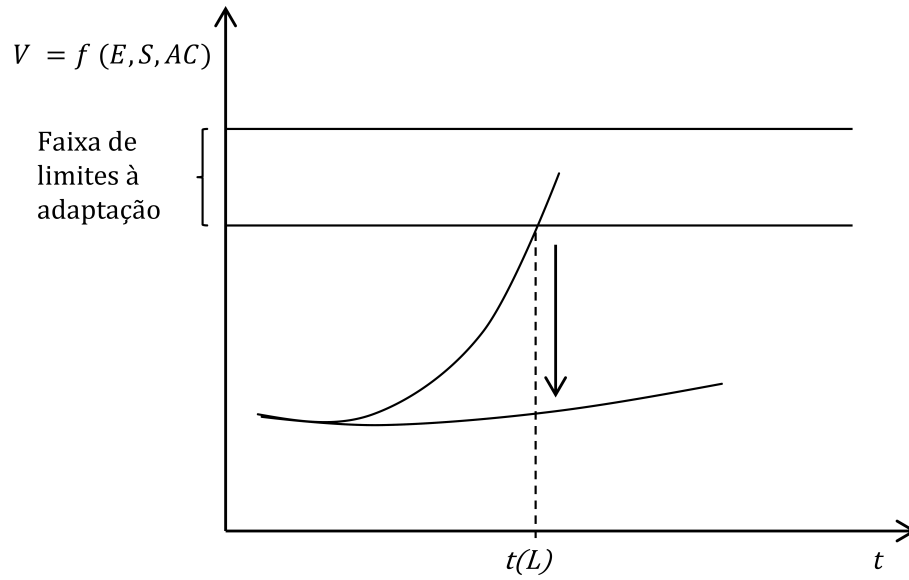
4.3 Como, quando e onde adaptar?

A região semiárida do Nordeste hoje é caracterizada por uma diversificação econômica [27, 144, 262]. O que, então, é uma agricultura familiar do futuro no sertão? A observação de que muitas abordagens atuais de adaptação são pouco sustentáveis [104] leva à discussão de como, então, a adaptação pode ser operada dentro do contexto de limites endógenos, incertezas, conflitos entre e dentro de escalas e, fundamentalmente, de recursos limitados e disputados. Conforme mostrei durante o presente trabalho, adaptação pode ser autônoma ou planejada, ou seja, precisar de motivações externas ou não. Vulnerabilidade e adaptação, por um lado, deverão de certa forma acontecer de forma autônoma de impactos da mudança climática [257]. Porém, devido à magnitude do problema da mudança climática para a agricultura familiar (2°C+ em 2030–2040, e 4°C+ em 2060–2070 possível), das persistentes chamadas vulnerabilidades sociais [131, 251, 263] e da importância de programas de governo estaduais ou federais na definição de vulnerabilidade local e resiliência socioambiental de sistemas (espaciais) da agricultura familiar, é razoável argumentar que transições para estados desejáveis precisarão de fortes impulsos de políticas públicas.

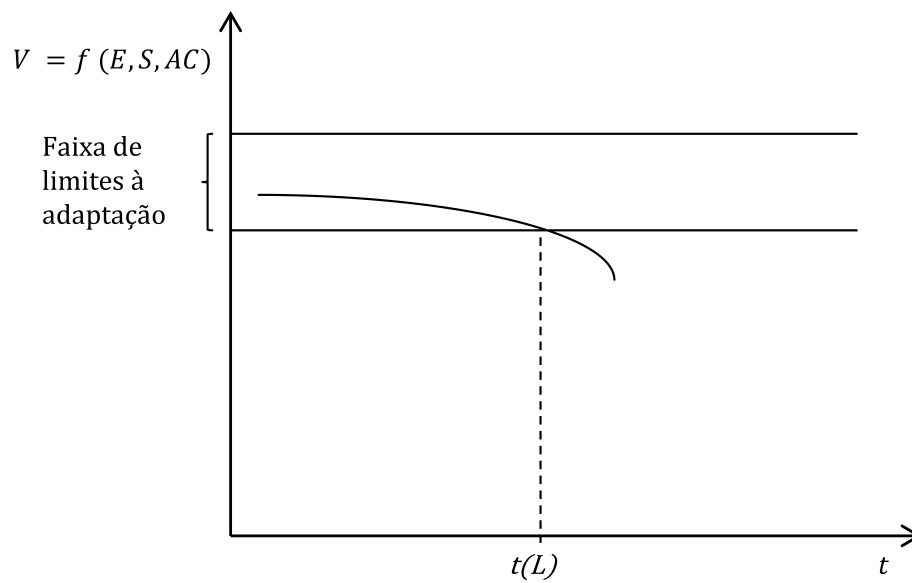
Adaptação às vulnerabilidades socioambientais atuais reflete as amplas oportunidades para pontos de entrada em processos, estruturas ou práticas [127] de adaptação, onde processos de adaptação podem ser incrementais e transformacionais [149]. Respostas de adaptação podem ser ainda mais diferenciadas relativas ao seu (1) *tipo* e à sua *extensão*, assim como pelo (2) tempo de vida útil das decisões e da (3) natureza das variáveis explicativas, os chamados *drivers*. Por sua vez, tipo e extensão combinam para três casos

²FUESSEL e KLEIN [130] elaboram uma visualização semelhante porém focando em impactos em vez de vulnerabilidade.

³BRANT [133] usa a “propensão de participar em frentes de trabalho” como variável proxy para analisar a vulnerabilidade da agricultura familiar no estado de Ceará. Outra variável poderia ser a “propensão de procurar trabalho público ou outras atividades não-agrícolas”, onde é fácil de perceber que o resultado referente à vulnerabilidade ou limites de adaptação pode mudar fortemente. De qualquer modo, devido à multifuncionalidade da agricultura familiar um foco unidimensional dificilmente capta as complexas interações das famílias rurais com seu ambiente.



(A) Adaptação permite que limites não são ultrapassados



(B) Adaptação permite que limites aceitáveis são alcançados

Figura 4.2: Limites à adaptação

específicos: (1a) a extensão e o tipo não mudam de acordo com uma incerteza sobre os drivers da vulnerabilidade ou dos impactos, ou seja, as respostas podem ser implantadas de qualquer forma, com ou sem mudança climática (*no-regrets*); (1b) o tipo da resposta não muda, mas a sua extensão muda (por exemplo, proteção de áreas costeiras ou instalação de capacidade adicional no setor elétrico); e (1c) tipo e extensão mudam com diferentes níveis de impactos. Os drivers (3) ainda se diferenciam entre tipos monótonos (ou invariáveis) ou indeterminados [137]. Impactos indeterminados, por exemplo, como os regimes pluviais ou microclimas mudam no espaço e tempo, e como isso tem impacto numa microrregião é extremamente relevante para agricultores familiares, mas difícil ser previsto. Cabe mencionar que modelos climáticos no momento não são capazes de informar em escalas ou detalhes apropriados, e provavelmente não vão ter esta capacidade mesmo no futuro com os atuais esforços de *downscaling* [86, 138, 140].

SMITH *et al.* [137] aplicam o quadro teórico resumido aqui para demonstrar como estes fatores estão relacionados no caso da gestão de riscos de inundações na Inglaterra. Fica obvio a relação entre opções de curto prazo e de longo prazo (geralmente mais capital-intensivos). Porém, devido ao caráter das respostas focado em engenharia ainda se trata de um problema relativamente simples comparado com o que poderia ser a adaptação no semiárido, onde se incluem iniquidades sociais inerentes às respostas: falta de acesso, exclusão de processos políticos, globalização e commoditização da agricultura, migração etc. Dessa forma, o vetor das soluções de resposta aumenta fundamentalmente, e assim também a complexidade do problema. Necessariamente, o sucesso das respostas propostas passa pela eficácia, eficiência, equidade e legitimidade das mesmas [63], e assim liga a análise a questões ligadas à sustentabilidade [104] assim como potencial má-adaptação [106].

Tab. 4.2, p. 63, resume os principais desafios relatados neste capítulo. É pertinente discutir as diferentes ações propostas pela COEP [67]⁴, pelo Governo Federal [112] ou as ações descritas neste trabalho levando em consideração estes desafios. Neste contexto, eu reitero a importância de que uma importância de estratégia de adaptação integrada para agricultores familiares do sertão nordestino supere uma abordagem fragmentada ou de *business-as-usual*.

⁴Ver o resumo na página 22 deste trabalho.

Vida útil das decisões (relativo à mudança climática)	Tipo do driver de incerteza	Tipo de repostas de adaptação	Eficiência, eficácia, equidade e legitimidade	Exemplos
1	Curto a longo prazo Monótono ou indeterminado	Mesmo tipo e extensão de repostas em todos cenários	No-regrets, opções “fáceis” Monitor para assegurar que no-regrets ainda suficiente	Fortalecer capacidades adaptativas, e.g. via assistência técnica e assimilação de conhecimento; Desenvolvimento de sementes adaptadas à seca
2	Curto prazo (reavaliação fácil) Monótono ou indeterminado	Pouca divergência entre cenários No curto prazo somente consideração de um tipo de repostas	Adaptação incremental (com tempo de vida útil curto); Monitorar taxa de mudanças climáticas e socioeconômicas	Aumentar acesso decentralizado à água; Disseminação de tecnologias apropriadas
3	Longo prazo (implicações podem durar 50 a 100 anos) Monótono	Mesmo tipo mas diferentes extensões de repostas de acordo com os cenários	Garantir acesso	Aumentar capacidade de armazenamento de água; Reforma agrária?
4		Diferentes tipos (e extensão) de repostas para diferentes cenários		Ações transformativas no longo provavelmente necessárias; Planos de migração?; Tecnologias adaptadas a condições climáticas extremas?
5	Indeterminados	Mesmo tipo mas diferentes extensões de repostas de acordo com os cenários		Monitoramento das mudanças necessário; Opções reversíveis e foco em capacidades; Margens de segurança
6		Diferentes tipos (e extensão) de repostas para diferentes cenários		Opção mais difícil: forte organização social necessária

Fonte: Adaptação de SMITH *et al.* [137, p. 207], traduzido e complementado pelo autor.

Tabela 4.2: Resumo: processos de adaptação ao longo do tempo

Capítulo 5

Considerações finais: velhos e novos dilemas nos sertões?

Adaptação e desenvolvimento sustentável têm muito em comum, mas não são iguais. Adaptação e investimentos capital-intensivos têm menos, mas algo, em comum, mas também não são iguais. Esses dois extremos podem caracterizar as atualmente predominantes abordagens à adaptação no Brasil onde, por um lado, verificam-se fortes tentativas para o *mainstreaming* de iniciativas locais ou aumentar as escalas de programas de desenvolvimento [67], e, por outro lado, um certo *business-as-usual* na tentativa de adaptar atuais trajetórias de desenvolvimento ao clima como, por exemplo, no projeto da transposição do Rio São Francisco que, no entanto, não encaram as causas raízes da vulnerabilidade.

O NE hoje é um espaço bastante heterogêneo [33, 144, 262]. Há imensas diferenças regionais dentro da região do NE ou do sertão, seja no contexto geográfico, cultural ou socioeconômico. Isso também se mostra na divergência da própria agricultura familiar. O NE conta com uma agricultura moderna e capitalizada nos polos de irrigação da região de Juazeiro e Petrolina assim como no Oeste da Bahia na produção da soja, enquanto que grande parte da agricultura familiar continua vivendo perto do mínimo de existência [6, 22, 25, 264]. ARAÚJO [262] exemplifica isso perguntando “*Nordeste, Nordestes: qual Nordeste?*” Essa visão, porém, nem é nova: já CUNHA [265], na sua obra prima “*Os Sertões*” usou o termo homônimo (em vez de “sertão”) para enfatizar os fortes contrastes no interior do NE, por exemplo, a falta na época da seca versus a abundância nas estações chuvosas¹.

Daí o título “Velhos e Novos Dilemas nos Sertões”.

O presente trabalho enfatizou que adaptação é algo mais que programas de desenvolvimento—embora a magnitude, dimensão e proximidade de impactos adversos que se juntam às vulnerabilidades sociais existentes não deixem de ser preocupante. Fortalecendo capacidades adaptativas em todas as escalas (local até instituições) agora

¹Agradeço ao Pedro Ivo pelo conselho literário.

torna-se absolutamente necessário, em todos os cenários climáticos ou condições de incerteza. Discutindo junto com a sociedade civil o que pode ser a agricultura familiar num futuro incerto—que dependerá da capacidade de resolver os problemas sociais existentes e da capacidade de gerar os significantes riscos futuros adicionais pela mudança climática—como ponto de partida para um trabalho mais estruturado pode ser um primeiro passo a este caminho.

Regiões semiáridas são consideradas altamente suscetíveis aos impactos adversos da mudança climática. Neste contexto, o Governo Federal começou a implementar uma série de medidas para reduzir a vulnerabilidade de grupos menos preparados, como a agricultura familiar, para lidar com futuras mudanças. Baseado numa análise da legislação vigente sobre mudanças climáticas e dos principais documentos oficiais publicados, o presente trabalho identificou cinco fatores de preocupação referentes à atual abordagem que podem impedir uma redução sustentada de vulnerabilidade em áreas de risco no sertão brasileiro. Dado que grande parte da agricultura familiar já está fortemente impactada no contexto da variabilidade climática atual, isso implica que ações que reduzem a sua vulnerabilidade não dependem necessariamente da certeza de futuros impactos climáticos. Assim, medidas que tentam reduzir as existentes vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais podem ser mais úteis para tornar a agricultura familiar do Nordeste mais resiliente às mudanças previstas.

Discuti adaptação à mudança climática na agricultura familiar também como redução da vulnerabilidade local e a formação de processos de transições para estados de resiliência socioambiental mais desejável. Apliquei o quadro teórico em dois estudos de caso no semiárido nordestino do Brasil: irrigação eficiente num projeto de adaptação à base comunitária (ABC) e os recentes esforços para integrar agricultores familiares na cadeia produtiva de biocombustíveis via o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). Os resultados indicam que, enquanto essas iniciativas integram relevantes componentes para redução de vulnerabilidades, como a inovação tecnológica ou acesso a mercados, futuros mais sustentáveis dependerão fundamentalmente de reformas socioeconômicas contínuas para combater com processos sociais exclusivos. Adaptação bem sucedida também implicará ações em níveis locais, regionais e nacionais.

A necessidade de promover a adaptação à mudança climática ao lado de medidas de mitigação ganhou um forte suporte frente a atual evolução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) fora dos limites dos cenários mais pessimistas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Um aquecimento global de 4°C possível em 2060–2070, e de 2°C, em 2030–2040, pode gerar fortes impactos em regiões semiáridas, inclusive no sertão nordestino onde uma grande parte de agricultores familiares pobres e vulneráveis depende da agricultura em sequeiro. Porém, a região tem mostrado também uma diversificação forte com a entrada de empresas de agronegócio em algumas áreas, assim como uma dinamização econômica da região nos centros urbanos. Dessa forma, polí-

ticas de adaptação de longo prazo para agricultura familiar ficam cada vez mais complexas dada a competição por recursos com outros setores e potenciais efeitos de *trade-offs* e *spill-overs* entre estratégias setoriais. Eu argumento que, apesar dos previstos futuros fortes impactos, não há limites fatíveis de adaptação no caso da agricultura familiar do sertão que possam inviabilizar as atividades agrícolas na região. Tentar entender oportunidades como “quando”, “onde” e “como” se adaptar pode servir como guia, levando em conta os potenciais conflitos com outras políticas setoriais assim como potenciais adaptações autônomas. Definir melhor futuros estados desejáveis para a agricultura familiar pode servir ajudar neste processo para o desenho, a implementação e avaliação de processos de adaptação.

Adaptação dificilmente será “suave, barato e fácil de implantar” [110, p. 2804]. Isso inclui o Brasil e, em particular, o caso da agricultura familiar do semiárido nordestino.

Referências Bibliográficas

- [1] MARGULIS, S., DUBEUX, C. B. S. (Eds.). *Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades*. São Paulo, IBEP Gráfica, 2010. 1, 5, 7, 8, 17, 18, 24, 55
- [2] SIMÕES, A. F., KLIGERMAN, D. C., LA ROVERE, E. L., et al. “Enhancing adaptive capacity to climate change: the case of smallholder farmers in the Brazilian semi-arid region”, *Environmental Science & Policy*, v. 13, pp. 801–808, 2010. 5, 8, 13, 23, 24, 30, 33, 54
- [3] MARENGO, J. A. “Água e mudanças climáticas”, *Estudos Avançados*, v. 22, pp. 83–96, 2008. 1, 3, 45
- [4] PRADO JR., C. *Formação do Brasil Contemporâneo: Colônia*. N. 1, Coleção “Grandes Estudos Brasileiros”. 2 ed. São Paulo, Editora Brasiliense LTDA., 1945. 1, 20, 28, 29
- [5] EGLER, C. A. G. *Entrevista realizada pelo autor*. Rio de Janeiro, nov. 2008. 1
- [6] GOMES, G. M. *Velhas Secas em Novos Sertões: Continuidade e Mudanças na Economia do Semi-Árido e dos Cerrados Nordestinos*. Brasília, IPEA, 2001. 1, 2, 3, 4, 8, 28, 29, 45, 64
- [7] ANDRADE, M. C. *A Terra e o Homen no Nordeste*. 7 ed. São Paulo, Cortez Editora, 2005. 2, 4, 20, 28, 34
- [8] RIBOT, J. C., MAGALHÃES, A. R., PANAGIDES, S. S. (Eds.). *Climate Variability, Climate Change and Social Vulnerability in the Semi-arid Tropics*. Cambridge, Cambridge University Press, 1996. 1, 30
- [9] PARRY, M. L., CANZIANI, O. F., PALUTIKOF, J. P., et al. “Technical summary”. 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, pp. 23–78, Cambridge, 2007. 1, 2, 5, 8, 23, 54

- [10] BRITO, L. T. L., CAVALCANTI, N. B., DOS ANJOS, J. B., et al. “Perdas de solo e de água em diferentes sistemas de captação *in situ* no semi-árido brasileiro”, *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v. 28, pp. 507–515, 2008. 1
- [11] KROL, M., BRONSTERT, A. “Regional integrated modeling of climate change impacts on natural resources and resource usage in semi-arid Northeast Brazil”, *Environmental Modelling & Software*, v. 22, pp. 259–268, 2007.
- [12] CIRILO, J. A. “Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido”, *Estudos Avançados*, v. 22, pp. 61–82, 2008. 1, 45
- [13] HIRSCHMAN, A. O. “Brazil’s northeast”. In: *Journeys Toward Progress: Studies of Economic Policymaking in Latin America*, Twentieth Century Fund, pp. 11–92, Nova York, 1963. 1, 3, 4, 8, 20, 28, 45
- [14] 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. 1, 2, 3, 4, 8, 20
- [15] MARENGO, J. A. “Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil”, *Parcerias Estratégicas*, v. 27, pp. 149–175, 2008. 1, 2, 8, 13, 50
- [16] ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água*, v. 1, 2. Brasília, ANA, Engecorps/Cobrape, 2010. 1
- [17] IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). *Climate Change 2007. Vol. 1: The Physical Science Basis. Vol. II: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Vol. III: Mitigation of Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press, 2007. 1, 9, 15, 20, 28, 45, 53, 54
- [18] 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*, v. sem volume, 2009. doi: 10.1007/s00382-009-0721-6. 8, 45
- [19] 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, pp. 1–15, 2009. 1, 2, 8, 45
- [20] ALVES, I. M. B., REPELLI, C. A. “Rainfall variation in the northern part of the Brazilian Northeast and the El Niño events—Southern Oscillation (ENSO)”, *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 7, pp. 583–592, 1992. 2

- [21] BATTISTI, D., NAYLOR, R. “Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat”, *Science*, v. 323, pp. 240–244, 2009. 2, 8
- [22] GUANZIROLI, C. E., CARDIM, S. E. C. S. (Eds.). *Novo Retrato da Agricultura Familiar—O Brasil Redescoberto*. Projeto de Cooperação Técnica. Brasília, INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), FAO (Food and Agriculture Organization), 2000. 2, 64
- [23] MORTON, J. F. “The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 104, pp. 19680–19685, 2007. 2, 4, 32
- [24] SCOONES, I. *Sustainable Rural Livelihoods: A Framework for Analysis*. IDS Working Paper 72, Institute of Development Studies, Londres, 1998. 55
- [25] MALUF, R. S., ZIMMERMANN, S. A. *Políticas municipais de erradicação da fome e a promoção da agricultura familiar no Brasil*. Rio de Janeiro, CERESAN/CFSI/IBase, 2010. 2, 64
- [26] SILVEIRA, F. G., CARVALHO, X. X. Y., AZZONI, C. R., et al. *Dimensão, Magnitude e Localização das Populações Pobres no Brasil*. Texto para discussão 1278, IPEA, Brasília, 2007. 2
- [27] CARVALHO, O., EGLER, C. A. G. *Alternativas de Desenvolvimento para o Nordeste Semi-Árido*. Fortaleza, Banco do Nordeste, 2003. 2, 29, 34, 45, 49, 50, 60
- [28] 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. 29
- [29] SIETZ, D., UNTIED, B., WALKENHORST, O., et al. “Smallholder agriculture in Northeast Brazil: assessing heterogeneous human-environmental dynamics”, *Regional Environmental Change*, v. 6, pp. 132–146, 2006. 3
- [30] KAHN, A. S., CAMPOS, R. T. “Effects of drought on agricultural sector of Northeast Brazil”. In: *International Conference on Climate, Sustainability and Development (ICID)*, Fortaleza, 1992. 2
- [31] IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)—Síntese de Indicadores 2009*. Rio de Janeiro, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, IBGE, 2010. 2, 42

- [32] IPEA (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA). *Objetivos de Desenvolvimento do Milênio—Relatório Nacional de Acompanhamento*. Relatório técnico, IPEA, Secretaria de Planejamento e Investimento Estratégicos (SPI/MP), Brasília, 2010. 2
- [33] SILVA, R. M. A. *Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semi-Árido: Transições Paradigmáticas e Sustentabilidade do Desenvolvimento*. Tese de Doutorado, Centro de Desenvolvimento Sustentável/Universidade de Brasília, Brasília, 2006. 2, 4, 64
- [34] MALUF, R. S., BURLANDY, L. *Power, Inequality and Social Policies in Brazil*. Working papers 1, CERESAN, Rio de Janeiro, setembro 2007. 2
- [35] JONES, P., THORNTON, P. “The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055”, *Global Environmental Change*, v. 13, pp. 51–59, 2003. 2
- [36] LOBELL, D., BURKE, M., TEBALDI, C., et al. “Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030”, *Science*, v. 319, pp. 607–610, 2008. 2
- [37] PINTO, H. S., ASSAD, E. D. (Eds.). *Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil*. São Paulo, Embrapa, UNICAMP, 2008. 2, 13
- [38] GONDIM, R. S., CASTRO, M. A. H., TEIXEIRA, A. S., et al. “Cenários de mudanças climáticas e seus impactos na produção leiteira em estados nordestinos”, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, pp. 594–600, 2011.
- [39] SILVA, T. G. F., MOURA, M. S. B., SÁ, I. I. S., et al. “Cenários de mudanças climáticas e seus impactos na produção leiteira em estados nordestinos”, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, pp. 863–870, 2010. 2
- [40] BARBIERI, A. F., DOMINGUES, E., QUEIROZ, B. L., et al. “Climate change and population migration in Brazil’s Northeast: scenarios for 2025–2050”, *Population & Environment*, v. 31, pp. 344–370, 2010. 3
- [41] CONFALONIERI, U. E. C., MARINHO, D. P., RODRIGUEZ, R. E. “Public health vulnerability to climate change in Brazil”, *Climate Research*, v. 40, pp. 175–186, 2009.
- [42] BARBIERI, A., CONFALONIERI, U. (Eds.). *Migrações e Saúde: Cenários para o Nordeste Brasileiro, 2000–2050*. Belo Horizonte, CEDEPLAR/FIOCRUZ, 2008. 3, 14

- [43] GOODMAN, D. E., ALBUQUERQUE, R. C. D. *Incentivos à Industrialização e Desenvolvimento do Nordeste*. N. 20, Relatório de pesquisa. Rio de Janeiro, IPEA/INDES, 1974. 3, 4
- [44] BRANCO, A. M., SUASSANA, J., VAINSENCHE, S. A. “Improving access to water resources through rainwater harvesting as a mitigation measure: the case of the Brazilian semi-arid region”, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 10, pp. 393–409, 2005. 3, 4, 46
- [45] 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, pp. 466–485, 2007. 3, 4
- [46] RIBOT, J. C., PELUSO, N. L. “A theory of access”, *Rural Sociology*, v. 68, pp. 153–181, 2003. 3, 33, 49
- [47] HOUAISS, A. *Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro, Instituto Antônio Houaiss, 2009. 3
- [48] TOMPKINS, E. L., LEMOS, M. C., BOYD, E. “A less disastrous disaster: managing response to climate-driven hazards in the Cayman Islands and NE Brazil”, *Global Environmental Change*, v. 18, pp. 736–745, 2008. 4
- [49] GTDN (GRUPO DE TRABALHO PARA O DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE). *Uma Política de Desenvolvimento Econômico para o Nordeste*. 2 ed. Recife, SUDENE, 1967. 4
- [50] LEMOS, M. C., FINAN, T. J., FOX, R. W., et al. “The use of seasonal climate forecasting in policymaking: lessons from northeast Brazil”, *Climatic Change*, v. 55, pp. 479–507, 2002. 4, 20
- [51] KAY, C. “Rural poverty and development strategies in Latin America”, *Journal of Agrarian Change*, v. 6, pp. 455–508, 2006. 4
- [52] 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_AABR-OPPA_Texto_PAA_versao_livro.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2011. 4, 44, 46
- [53] OBERMAIER, M. *Brazil’s Public Policy Package for Successful Farmer Adaptation*. ELLA (Evidence and Lessons from Latin America) Policy Brief, Practical Action, DFID, Lima, 2012. Disponível em: <<http://ella.practicalaction.org/>>. 4, 30

- [54] OBERMAIER, M., SZKLO, A., ROVERE, E. L. L., et al. “Rural electrification in Brazil’s poor northeast: distributional trends of electricity use and income and long term economic sustainability”, *submetido à revista Energy Policy*, em revisão. 4
- [55] NIEZ, A. *Comparative Study on Rural Electrification Policies in Emerging Countries: Keys for Successful Policies*. Information paper, OECD/IEA, Paris, 2010. 4
- [56] ARAÚJO, L. A., LIMA, J. P. R. “Transferências de renda e empregos públicos na economia sem produção do semiárido nordestino”, *Planejamento e Políticas Públicas*, v. 33, pp. 45–77, 2009. 4
- [57] DAMIANI, O. *Beyond Market Failures: Irrigation, the State, and Non-traditional Agriculture in Northeast Brazil*. Tese de Doutorado, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, 1999. 4, 45
- [58] UNTIED, B. *Bewässerungslandwirtschaft als Strategie zur kleinbäuerlichen Existenzsicherung in Nordostbrasilien? Handlungsspielräume von Kleinbauern am Mittellauf des São Francisco*. Tese de Doutorado, Phillips-Universität Marburg, 2005. 45
- [59] BELL, D. E., NEVES, M. F., THOMÉ E CASTRO, L., et al. *Codevasf*. 9-510-042, Havard Business School, Boston, MA, 2010. 4, 20, 45
- [60] SMIT, B., WANDEL, J. “Adaptation, adaptive capacity and vulnerability”, *Global Environmental Change*, v. 16, pp. 282–292, 2006. 4, 18
- [61] SMITHERS, J., SMIT, B. “Human adaptation to climatic variability and change”, *Global Environmental Change*, v. 7, pp. 129–146, 1997.
- [62] ADGER, W. N., AGRAWALA, S., MIRZA, M. M. Q., et al. “Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity”. 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, pp. 717–743, Cambridge, 2007. 23, 32, 55
- [63] ADGER, W. N., ARNELL, N. W., TOMPKINS, E. L. “Successful adaptation to climate change across scales”, *Global Environmental Change*, v. 15, pp. 77–86, 2005. 4, 23, 31, 32, 54, 55, 62
- [64] RICHARDSON, K., STEFFEN, W., SCHELLNHUBER, H. J., et al. *Synthesis Report*. Relatório técnico, University of Copenhagen, Copenhagen, 10–12 março 2009. 5, 8, 53, 54

- [65] THORNTON, P. K., JONES, P. G., ERICKSEN, P. J., et al. “Agriculture and food systems in sub-Saharan Africa in a 4 degrees C+ world”, *Philosophical Transactions of the Royal Society A—Mathematical Physical and Engineering Sciences*, v. 369, pp. 117–136, 2011. 54
- [66] FUNG, F., LOPEZ, A., NEW, M. “Water availability in +2°C and +4°C worlds”, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 369, pp. 99–116, 2011. 5
- [67] COEP (COMITÊ DE ENTIDADES NO COMBATE À FOME E PELA VIDA). *Subsídios para a Elaboração do Plano Nacional de Adaptação aos Impactos Humanos das Mudanças Climáticas*. Rio de Janeiro, Grupo de Trabalho Mudanças Climáticas, Pobreza e Desigualdade, Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC), 2011. 5, 11, 21, 22, 62, 64
- [68] MALUF, R. S., ROSA, T. S. (Eds.). *Mudanças Climáticas, Desigualdades Sociais e Populações Vulneráveis no Brasil: Construindo Capacidades—Subprojeto Populações*, v. 1–2. Rio de Janeiro, COEP, 2011. 5, 11, 14, 18, 24
- [69] LAHSEN, M., NOBRE, C. A. “Challenges of connecting international science and local level sustainability efforts: the case of the Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia”, *Environmental Science & Policy*, v. 10, pp. 62–74, 2007. 7
- [70] ENGLE, N. L., LEMOS, M. C. “Unpacking governance: building adaptive capacity to climate change of river basins in Brazil”, *Global Environmental Change*, v. 20, pp. 4–13, 2010.
- [71] RIBEIRO, S. K., KOBAYASHI, S., BEUTHE, M., et al. “Transport and its infrastructure”. In: METZ, B., DAVIDSON, O., BOSCH, P., et al. (Eds.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, pp. 323–386, Cambridge, 2007. 7
- [72] UNITED NATIONS. *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*. FCCC/INFORMAL/84, United Nations, 1992. 7
- [73] VIOLA, E. “O Brasil nas políticas de governança global e mudança climática”, *Ambient. Soc.*, v. 7, pp. 27–46, 2004. 7
- [74] COLE, J. C., LIVERMAN, D. M. “Brazil’s Clean Development Mechanism governance in the context of Brazil’s historical environment—development discourses”, *Carbon Management*, v. 2, pp. 145–160, 2011. 7

- [75] ROSA, L. P., MUNASINGHE, M. (Eds.). *Ethics, Equity and International Negotiations on Climate Change*. Celtenham, Edward Elgar Publishing, 2002. 7
- [76] FRIMAN, M., LINNER, B.-O. “Technology obscuring equity: historical responsibility in UNFCCC negotiations”, *Climate Policy*, v. 8, pp. 339–354, 2008. 7
- [77] BRASIL. *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, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010. 7, 11, 16, 20, 51
- [78] BRASIL. *Lei Nº 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. 7, 10, 12, 19
- [79] STERN, N. (Ed.). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, Cambridge University, 2007. 8
- [80] NAE (NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA). *Mudança do Clima Vol. 1: Negociações Internacionais sobre a Mudança do Clima / Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação à Mudança do Clima*. Cadernos NAE 3, NAE, Secretária de Comunicação de Governo e Gestão, Brasília, 2005. 8, 17
- [81] HAWKINS, E., SUTTON, R. “The potential to narrow uncertainty in regional climate predictions”, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2009. doi: 10.1175/2009BAMS2607.1. 8
- [82] SHUKLA, J., HAGEDORN, R., HOSKINS, B., et al. “Revolution in climate prediction is both necessary and possible: a declaration at the World Modelling Summit for Climate Prediction”, *Bulletin of the American Meteorological Society*, pp. 175–178, fevereiro 2009.
- [83] NOBRE, C. A. “Mudanças climáticas e o Brasil—Contextualização”, *Parcerias Estratégicas*, v. 27, pp. 7–17, 2008. 8, 17
- [84] PIELKE, JR., R., PRINS, G., RAYNER, S., et al. “Lifting the taboo on adaptation”, *Nature*, v. 445, pp. 597–598, 2007. 8, 9
- [85] LEMOS, M. C., BOYD, E., TOMPKINS, E. L., et al. “Developing adaptation and adapting development”, *Ecology and Society*, v. 12, 2007. Disponível em:

<<http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art26/>>. Acesso em: 30 sep. 2011. 9, 23, 26

- [86] BURTON, I., HUQ, S., LIM, B., et al. “From impacts assessment to adaptation priorities: the shaping of adaptation policy”, *Climate Policy*, v. 2, pp. 145–159, 2002. 8, 9, 17, 18, 46, 62
- [87] 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, pp. 97–108, 2001. 8, 20, 30
- [88] HUQ, S., REID, H. “Mainstreaming adaptation in development”, *IDS Bulletin*, v. 35, pp. 15–21, 2004. 9
- [89] AYERS, J., DODMAN, D. “Climate change adaptation and development I: the state of the debate”, *Progress in Development Studies*, v. 10, pp. 161–168, 2010. 9
- [90] SCHIPPER, E. L. F. “Conceptual history of adaptation in the UNFCCC process”, *RECIEL*, v. 15, pp. 82–92, 2006. 9, 18, 25
- [91] BIESBROEK, G. R., SWART, R. J., VAN DER KNAAP, W. G. “The mitigation—adaptation dichotomy and the role of spatial planning”, *Habitat International*, v. 33, pp. 230–237, 2009. 9
- [92] IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). *Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Watson, R.T., Core Writing Team (Eds.), Cambridge, Cambridge University Press, 2001. 9, 15, 20, 54
- [93] GUTIÉRREZ, M., MEAD, L. “A summary of the second international workshop on community-based adaptation to climate change”, *Community Based Adaptation to Climate Change Bulletin*, v. 135, 2007. Disponível em: <www.iisd.ca/yimb/sbdan>. Acesso em: 4 ago. 2011. 9
- [94] ADGER, W. N., HUQ, S., BROWN, K., et al. “Adaptation to climate change in the developing world”, *Progress in Development Studies*, v. 3, pp. 179–195, 2003.
- [95] EAKIN, H. C., PATT, A. “Are adaptation studies effective, and what can enhance their practical impact?” *Wiley Interdisciplinary Reviews—Climate Change*, v. 2, pp. 141–153, 2011. 9, 17, 18, 27, 29, 32
- [96] FUESSEL, H.-M. “Vulnerability: a generally applicable conceptual framework for climate change research”, *Global Environmental Change*, v. 17, pp. 155–167, 2007. 9, 18, 32

- [97] EAKIN, H., LUERS, A. L. “Assessing the vulnerability of social-environmental systems”, *Annual Review of Environment and Resources*, v. 31, pp. 365–394, 2006. 9, 29, 32
- [98] 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, pp. 237–239, 2006. 9, 29
- [99] GALLOPÍN, G. C. “Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity”, *Global Environmental Change*, v. 16, pp. 293–303, 2006. 29
- [100] AYERS, J. M., HUQ, S. “Supporting adaptation to climate change: what role for Official Development Assistance”. In: *DSA Annual Conference 2008 “Development’s Invisible Hands: Development Futures in a Changing Climate”*, Londres, 8 novembre 2008. 9, 23
- [101] ADGER, W. N. “Vulnerability”, *Global Environmental Change*, v. 16, pp. 268–281, 2006. 9, 29, 31
- [102] ADGER, W. N., VINCENT, K. “Uncertainty in adaptive capacity”, *C. R. Geoscience*, v. 337, pp. 399–410, 2005. 9, 32, 53, 55
- [103] ERIKSEN, S., ALDUNCE, P., BAHINIPATI, C. S., et al. “When not every response to climate change is a good one: identifying principles for sustainable adaptation”, *Climate and Development*, v. 3, pp. 7–20, 2011. 9, 10, 32
- [104] BROWN, K. “Sustainable adaptation: an oxymoron?” *Climate and Development*, v. 3, pp. 21–31, 2011. 9, 31, 32, 60, 62
- [105] ADGER, W. N., BROWN, K., NELSON, D. R., et al. “Resilience implications of policy responses to climate change”, *Wire’s Climate Change*, v. 2, pp. 757–766, 2011. 10, 29
- [106] BARNETT, J., O’NIELL, S. “Maladaptation”, *Global Environmental Change*, v. 20, pp. 211–213, 2010. 10, 26, 31, 51, 62
- [107] SOVACOOOL, B. K. “Hard and soft paths for climate change adaptation”, *Climate Policy*, v. 11, pp. 1177–1183, 2011. 10
- [108] AYERS, J. M., FORSYTH, T. “Community-based adaptation to climate change: strengthening resilience through development”, *Environment*, v. 51, pp. 22–31, 2009. 10

- [109] DODMAN, D., MITLIN, D. “Challenges for community-based adaptation: discover the potential for transformation”, *Journal of International Development*, 2011. doi: 10.1002/jid.1772. 10
- [110] ADGER, W. N., BARNETT, J. “Four reasons for concern about adaptation to climate change”, *Environment and Planning A*, v. 41, pp. 2800–2805, 2009. 10, 23, 66
- [111] MALONE, E. L., ENGLE, N. L. “Evaluating regional vulnerability to climate change: purposes and methods”, *WIREs Climate Change*, v. 2, pp. 462–474, 2011. 10, 29
- [112] GOVERNO FEDERAL, CIM (COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA). *Plano Nacional sobre Mudança do Clima—PNMC—Brasil*. Brasília, Decreto nº 6.263 de 21 de novembro de 2007, dezembro 2008. 10, 12, 62
- [113] GOVERNO FEDERAL, CIM (COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA). *Plano Nacional sobre Mudança do Clima—PNMC—Versão para Consulta Pública*. Brasília, Decreto nº 6.263 de 21 de novembro de 2007, setembro 2008. 10, 16
- [114] CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO), MDA (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO). *Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura — Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC)*. Brasília, Versão Preliminar 20 maio, maio 2011. 11, 12
- [115] PEREIRA FILHO, T. S. *Projeto de Lei que “Institui a Política Estadual sobre Mudança do Clima e Combate à Pobreza—PEMCP e dá outras Providências*. Teresina, Presidência da Assembleia Legislativa do Estado do Piauí, 2011. 11, 12
- [116] GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. *Plano Estadual de Mudanças Climáticas*. Recife, Governo do Estado de Pernambuco, Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), 2011. 12
- [117] ESTADO DE PERNAMBUCO. *Lei Nº 14.090, de 17 de Junho de 2010—Institui a Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Pernambuco, e dá outras Providências*. Recife, Diário Oficial do Estado de Pernambuco—Poder Executivo, 18 de junho 2010, Nº 114, pp. 4–7, 2010. 12

- [118] ESTADO DA BAHIA. *Lei Nº 12.050, de 7 de Janeiro de 2011 sobre Mudança do Clima do Estado da Bahia, e dá outras Providências*. Salvador, Diário Oficial Nº 20.455, 2011. 11, 12
- [119] MARTINS, R. D. A., FERREIRA, L. C. “Climate change policy and action at the city level in Brazil: tales from two mega cities”, *Management of Environmental Quality*, v. 22, pp. 344–357, 2011. 11, 14
- [120] BRASIL. *Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Brasília, Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006. 11, 16
- [121] MARTINS, R. D. A., FERREIRA, L. C. “Assessing the research on human dimensions of global environmental change in Latin America”, *Teoria e Pesquisa*, v. 18, pp. 31–52, 2009. 11
- [122] LAHSEN, M., SANCHEZ-RODRIGUEZ, R., LANKAO, P. R., et al. “Impacts, adaptation and vulnerability to global environmental change: challenges and pathways for an action-oriented research agenda for middle-income and low-income countries”, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 2, pp. 364–374, 2011. 11
- [123] LIMA, M. A., ALVES, B. J. R. “Vulnerabilidades, impactos e adaptação à mudança do clima no setor agropecuário e solos agrícolas”, *Parcerias Estratégicas*, v. 27, pp. 73–111, 2008. 13
- [124] SCHAEFFER, R., SZKLO, A. S., LUCENA, A. F. P., et al. *Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil*. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 2008. 13, 55
- [125] SALATI, E., SCHINDLER, W., VICTORIA, D. C., et al. “Recursos hídricos”. In: MARGULIS, S., DUBEUX, C. B. S., J. MARCOVITCH, J. (Eds.), *Economia da Mudança Climática no Brasil*, Synergia Editora, pp. 54–80, Rio de Janeiro, 2010. 14
- [126] IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Houghton, J.T., Jenkins, G.J., Ephraums, J.J., Cambridge, Cambridge University Press, 1990. 15, 54
- [127] IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). *IPCC Second Assessment: Climate Change 1995*. Geneva, WMO, UNEP, 1996. 15, 54, 60

- [128] CGEE (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS). “Mudança do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação”, *Parcerias Estratégicas*, v. 27, pp. 1–360, dezembro 2008. 16, 20, 24
- [129] ANDI (AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DOS DIREITOS DA INFÂNCIA). *Mudanças Climáticas na Imprensa Brasileira*. Brasília, British Embassy Brasília, British Council Brasil, 2008. 17
- [130] FUESSEL, H.-M., KLEIN, R. J. T. “Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking”, *Climatic Change*, v. 75, pp. 301–329, 2006. Disponível em: <http://www.pik-potsdam.de/~fuessel/download/cc02_author.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2011. *Manuscrito dos autores pre-publicação*. 17, 18, 60
- [131] EAKIN, H. “Institutional change, climate risk, and rural vulnerability: cases from Central Mexico”, *World Development*, v. 33, pp. 1923–1938, 2005. 18, 50, 60
- [132] LA ROVERE, E. L., OBERLING, D. F., OBERMAIER, M., et al. “Aspectos socio-ambientais da expansão da cana-de-açúcar”. In: MARGULIS, S., DUBEUX, C. B. S., J. MARCOVITCH, J. (Eds.), *Economia da Mudança Climática no Brasil: Custos e Oportunidades*, IBEP Gráfica, pp. 62–67, São Paulo, 2010. 20
- [133] BRANT, S. *Assessing Vulnerability to Drought in Ceará, Northeast Brazil*. Tese de Mestrado, University of Michigan, 2007. 20, 60
- [134] HELTBERG, R., SIEGEL, P. B., JORGENSEN, S. L. “Addressing human vulnerability to climate change: toward a ‘no-regrets’ approach”, *Global Environmental Change*, v. 19, pp. 89–99, 2009. 21
- [135] BURTON, I., LIM, B. “Achieving adequate adaptation in agriculture”, *Climatic Change*, v. 70, pp. 191–200, 2005. 21, 28
- [136] TOL, R. S., YOHE, G. W. “The weakest link hypothesis for adaptive capacity: an empirical test”, *Global Environmental Change*, v. 17, pp. 218–227, 2007. 23
- [137] SMITH, M. S., HORROCKS, L., HARVEY, A., et al. “Rethinking adaptation for a 4°C world”, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 369, pp. 196–216, 2011. 26, 32, 55, 62, 63
- [138] LEMOS, M. C., ROOD, R. B. “Climate projections and their impact on policy and practice”, *Wire’s Climate Change*, v. 1, pp. 670–682, 2010. 26, 27, 62
- [139] ADGER, W. N., DESSAI, S., GOULDEN, M., et al. “Are there social limits to adaptation to climate change?” *Climatic Change*, v. 93, pp. 335–354, 2009. 26, 53, 55

- [140] HULME, M., TYNDALL, S. D. “Ventures should not overstate their aims just to secure funding”, *Nature*, v. 453, pp. 979, 2008. 27, 62
- [141] OBERMAIER, M., LA ROVERE, E. L., ROSA, L. P. “A abordagem brasileira sobre vulnerabilidade em áreas urbanas: uma análise crítica”. In: *Anais do IV Simpósio Internacional de Climatologia*, João Pessoa, outubro 2011. Sociedade Internacional em Climatologia. Também apresentado como poster (337) com a colaboração adicional de A. L. A. B Pereira. 27, 98
- [142] SPIELMANN, K. A., NELSON, M., INGRAM, S., et al. “Sustainable small-scale agriculture in semi-arid environments”, *Ecology and Society*, 2011. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art26/>>. 28
- [143] FREYRE, G. *Casa-Grande & Senzala: Formação da Família Brasileira sob o Regime de Economia Patriarcal*, v. 1 e 2. 10 ed. Rio de Janeiro, Livraria José Olympio Editôra, 1961. 28
- [144] CAVALCANTE, A. “O semiárido, além dos mitos”, *Especial American Scientific*, v. 4, pp. 78–79, 2009. 29, 60, 64
- [145] SRH/MMA (SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS), UFPB (UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA). *Atlas das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Brasil*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2007. 29, 34
- [146] MCGRAY, H., HAMMILL, A., BRADEL, R., et al. *Weathering the Storm: Options for Framing Adaptation and Development*. Washington, D.C., World Resources Institute, 2007. 29, 32
- [147] O’BRIEN, G., O’KEEFE, P., MEENA, H., et al. “Climate adaptation from a poverty perspective”, *Climate Policy*, v. 8, pp. 194–201, 2008. 29
- [148] 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, pp. 598–606, 2008. 29
- [149] 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, pp. 395–419, 2007. 29, 30, 31, 32, 60
- [150] FOLKE, C. “Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses”, *Global Environmental Change*, v. 16, pp. 253–267, 2006. 29

- [151] 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, pp. 355–377, 2009. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 55
- [152] 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, 27 2010. 29
- [153] LEMOS, M. C., AGRAWAL, A. “Environmental governance”, *Annual Review of Environment and Resources*, v. 31, pp. 297–325, 2006. 30, 49
- [154] TONI, F., HOLANDA, JR., E. “The effects of land tenure on vulnerability to droughts in Northeastern Brazil”, *Global Environmental Change*, v. 18, pp. 575–582, 2008. 30
- [155] MDA (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO). *Biodiesel no Brasil: Resultados Sócio-Econômicos e Expectativa Futura*. Brasília, MDA, 2007. 30, 38, 55
- [156] WILKINSON, J., HERRERA, S. “Biofuels in Brazil: debates and impacts”, *The Journal of Peasant Studies*, v. 37, pp. 749–768, 2010. 37, 42
- [157] SCHAFFEL, S. B., LA ROVERE, E. L. “The quest for eco-social efficiency in biofuels production in Brazil”, *Journal of Cleaner Production*, v. 18, pp. 1663–1670, 2010. 30, 42
- [158] OBERMAIER, M., MAROUN, M. R., KLIGERMAN, D. C., et al. “Adaptation to climate change in Brazil: the Pintadas pilot project and multiplication of best practice examples through dissemination and communication networks”. In: *RIO 9—World Climate & Energy Event*, pp. 185–190, Rio de Janeiro, março 2009. 30, 33, 34, 45, 46, 47, 140
- [159] CESANO, D., ROVERE, E. L. L., OBERMAIER, M., et al. “As experiências da coalizão Adapta Sertão na disseminação de tecnologias e estratégias de adaptação à mudança climática para o agricultor familiar do semiárido brasileiro”, *Revista Brasileira de Geografia Física*, no prelo. 30, 33, 46, 47
- [160] LAMBIN, E. F. “Conditions for sustainability of human—environment systems: information, motivation, and capacity”, *Global Environmental Change*, v. 15, pp. 177–180, 2005. 30, 32
- [161] 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, pp. 745–777, Cambridge, 2007. 30

- [162] ROVERE, E. L. 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, pp. 233–239, 2009. 30
- [163] 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, pp. 304–316, 2006. 31
- [164] JERNECK, A., OLSSON, L. “Adaptation and the poor: development, resilience and transition”, *Climate Policy*, v. 8, pp. 170–182, 2008. 31, 55
- [165] OSTROM, E. “A general framework for analyzing sustainability of socio-ecological systems”, *Science*, v. 419, pp. 419–422, 2009. 32, 55
- [166] 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. 33, 36, 37, 38, 44, 45, 133
- [167] ELBERSON, H. W., BINDRABAN, P. S., BAAUW, R., et al. *Biodiesel from Brazil*. Report for the Dutch Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, Agrotechnology & Food Sciences Group, Wageningen University, Wageningen, 2008.
- [168] CÉSAR, A. D. S., BATALHA, M. O. “Biodiesel production from castor oil in Brazil: a difficult reality”, *Energy Policy*, v. 38, pp. 4031–4039, 2010. 36, 38, 40, 41
- [169] 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: S. P. LEITE ET AL. (Ed.), *Livro ainda sem título*, CPDA, Rio de Janeiro, no prelo. 33, 36, 44, 45, 105, 140
- [170] DUARTE, A. C. “Irecê: uma área agrícola “insulada” no sertão baiano”, *Revista Brasileira de Geografia*, v. 25, pp. 453–474, 1963. 34, 40
- [171] INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). *Climatologia da faixa normal (tercil médio)—referência para o prognóstico climático—média de 1961 a 2010*. Brasília, s.d. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/clima.php>>. Acesso em: 7. jul. 2011. 34, 94

- [172] JAMES, P. E. “Patterns of land use in Northeast Brazil”, *Annals of the Association of American Geographers*, v. 43, pp. 98–126, 1953. 34, 93
- [173] AZEVEDO, D. M. P., BELTRÃO, N. E. M. (Eds.). *O Agronegócio da Mamona no Brasil*, v. 2. Campina Grande, Embrapa Algodão, 2007. 34, 36, 40
- [174] SCHOLZ, V., SILVA, J. “Prospects and risks of the use of castor oil as a fuel”, *Biomass and Bioenergy*, v. 32, pp. 95–100, 2008. 34, 36
- [175] 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, pp. 417–447, Campina Grande, 2007. 34, 36
- [176] WEIBEL, R. O. “The castor-oil plant in the United States”, *Economic Botany*, v. 2, pp. 273–283, 1948. 34
- [177] FREIRE, R., SEVERINO, L., MACHADO, O. “Ricinoquímica e co-produtos”. In: AZEVEDO, D. M. P., BELTRÃO, N. E. M. (Eds.), *O Agronegócio da Mamona no Brasil*, 2 ed., Embrapa Algodão, cap. 2, pp. 449–473, Campina Grande, 2007. 34
- [178] TÉCNICO AGRÍCOLA 1. *Entrevista realizada pelo autor*. Morro do Chapéu, jun. 2009. 36, 40
- [179] PRESIDENTE DE COOPERATIVA. *Entrevista realizada pelo autor*. Morro do Chapéu, jun. 2010. 36
- [180] DE SMET, K. *Biodiesel and Social Inclusion: Unpacking the Social Inclusion Discourse of the Brazilian biodiesel Program*. Tese de Mestrado, Wageningen University, Wageningen, 2010. 36, 38, 41, 43
- [181] ICOA (INTERNATIONAL CASTOR OIL ASSOCIATION INC.). *The Chemistry of Castor Oil and its Derivatives and their Applications*. Nova York, 2008. 36
- [182] 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., Embrapa Algodão, cap. 2, pp. 21–41, Campina Grande, 2007. 36
- [183] CHEFIA GERAL EMBRAPA ALGODÃO. *Entrevista realizada pelo autor*. Campina Grande, jun. 2009. 36, 40

- [184] 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: Anais*, pp. 1151–1156. Embrapa Algodão, 7–10 de junho 2010. 36, 40
- [185] CONSULTOR MDA 1 (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO). *Entrevista realizada pelo autor*. Brasília, nov. 2010. 36, 38, 39, 41, 43, 44, 45
- [186] GERENTE COMERCIAL INDÚSTRIA RICINOQUÍMICA. *Entrevista realizada pelo autor*. João Pessoa, jun. 2010. 36, 45
- [187] 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. 36, 38, 42, 45
- [188] JAMES, P. E. “The São Francisco Basin: a Brazilian sertão”, *Geographical Review*, v. 38, pp. 658–661, 1948. 36
- [189] HALL, J., MATOS, S., SEVERINO, L., et al. “Brazilian biofuels and social exclusion: established and concentrated ethanol”, *Journal of Cleaner Production*, v. 17, pp. 577–585, 2009. 36, 37, 44
- [190] 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*. Rio de Janeiro, FAPERJ, 2011. 36, 37, 38, 39
- [191] PARENTE, E. J. D. S. *Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado*. Fortaleza, Editora Unigráfica, 2003.
- [192] CAEATCD (CONSELHO DE ALTOS ESTUDOS E AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA DA CÂMERA DOS DEPUTADOS). *O Biodiesel e a Inclusão Social*. Relatório técnico, Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, Brasília, 2003.
- [193] CONSULTOR MDA 2 (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO). *Entrevista realizada pelo autor*. Brasília, dez. 2010. 36, 38, 43
- [194] NOVAES, J. S. *Desenvolvimento Local na Microrregião de Irecê—Bahia, Município de Jussara: do Feijão à Ovinocaprinocultura*. Maceió, Universidade Federal de Alagoas, 2007. 37
- [195] CARVALHO, R. L. D., POTENGY, G. F., KATO, K. “PNPB e sistemas produtivos da agricultura familiar no Semi-árido: oportunidades e limites”. In: *Anais do VII Congresso da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção*, Fortaleza, setembro 2007. Embrapa Agroindústria. 37, 41

- [196] CONSULTOR MDA 3 (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO). *Entrevista realizada pelo autor*. Brasília, dez. 2010. 37, 40
- [197] 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. 37
- [198] 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. 37, 42
- [199] LA ROVERE, E. L., OBERMAIER, M. “Alternativa Sustentável?” *American Scientific Brasil Edição Especial*, v. 32, pp. 68–75, 2009. 37, 44, 105
- [200] SEAGRI (SECRETÁRIA DA AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA). *Estatísticas da Agricultura Baiana: cotação agrícola*. Salvador, 2011. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/cotacao.asp>>. Acesso em: 17. sep. 2011. 38
- [201] REPRESENTANTE ONG 1. *Entrevista realizada pelo autor*. Serra da Teixeira, jun. 2009. 38
- [202] REPRESENTANTE ONG 2. *Entrevista realizada pelo autor*. Rio de Janeiro, nov. 2009. 41
- [203] CONSULTOR DIE (DEUTSCHES INSTITUT FÜR ENTWICKLUNGSPOLITIK). *Entrevista realizada pelo autor*. Morro do Chapéu, dez. 2008. 38
- [204] REVISTA ÉPOCA. “O fiasco da mamona”. 10 agosto 2009. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/fiasco-mamona-10-08-09.htm>>. Acesso em: 3 jan. 2012. 38
- [205] BIODIESEL BR. “Oleoplan compra duas usinas de biodiesel da Vanguarda (ex-Ecodiesel)”. 08 dezembro 2011. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/bio/oleoplan-compra-2-usinas-vanguarda-ecodiesel-081211.htm>>. Acesso em: 3 jan. 2012. 38
- [206] CONSULTOR MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). *Entrevista realizada pelo autor*. Brasília, dez. 2010. 39
- [207] REPRESENTANTE ONG 3. *Entrevista realizada pelo autor*. São Paulo, dez. 2010. 40, 43

- [208] IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). *Censo Agropecuário 2006: Agricultura Familiar — Primeiros Resultados*. Rio de Janeiro, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, IBGE, 2009. 40, 45
- [209] TÉCNICO AGRÍCOLA 2. *Entrevista realizada pelo autor*. Irecê, dez. 2008. 40, 41, 42, 43
- [210] 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*, pp. 326–331, João Pessoa, 10 de junho 2010. Embrapa Algodão. 40
- [211] DOMINGO, W. E. “The development of domestic castor bean production”, *Economic Botany*, v. 7, pp. 65–75, 1953. 40
- [212] TÉCNICO AGRÍCOLA 3. *Entrevista realizada pelo autor*. Irecê, dez. 2008. 40
- [213] CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). *Conjuntura mensal mamona: período dezembro de 2010*. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/01alaCMS/uploads/arquivos/10_12_17_17_23_51_mamonadezembro2010.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2011. 41
- [214] IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). *Agricultura — Banco de Dados Agregados*, Rio de Janeiro s.d. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 4 ago. 2011. 41
- [215] TÉCNICO AGRÍCOLA 4. *Entrevista realizada pelo autor*. Irecê, dez. 2008. 40, 42
- [216] TÉCNICO AGRÍCOLA 5. *Entrevista realizada pelo autor*. Irecê, nov. 2009. 41
- [217] 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, GTZ/MDA, Brasília, 2010. 41
- [218] DIRETOR DE SUPRIMENTO AGRÍCOLA (PBIO). *Entrevista realizada pelo autor*. São Paulo, dez. 2010. 41, 43
- [219] TÉCNICO AGRÍCOLA 6. *Entrevista realizada pelo autor*. Morro do Chapéu, jun. 2009. 41
- [220] BIODIESEL BR. “Seis usinas perdem o selo Combustível Social, quatro são da Brasil Ecodiesel”. 05 março 2010. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/bio/seis-usinas-perdem>>

selo-combustivel-social-quatro-brasil-ecodiesel-050310.htm>.

Acesso em: 3 jan. 2012. 42

- [221] 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, International Policy Centre for Inclusive Growth (IPC), UNDP, Brasília, 2010. 42
- [222] 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. 43
- [223] 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: Anais*, pp. 397–404. Embrapa Algodão, 7–10 de junho 2010. 43
- [224] 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.), *6º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, “Biodiesel: Inovação Tecnológica”*, pp. 625–635, Montes Claros, agosto 2009. UFLA. 43
- [225] SILVA, E. S., MCINTYRE, J. P., E SILVA PIRES, M. L. L., et al. *Panorama do Cooperativismo Brasileiro: História, Cenários e Tendências*. Relatório técnico, UNIRCOOP, s.l., 2003. 43
- [226] SACHS, I. *Biofuels are Coming of Age*. Paris, Keynote address at the International Seminar “Assessing the Biofuels Option”, IEA Headquarters, Paris, 20 June 2005, 2005. Disponível em: <<http://ceragro.iica.int/Documents/Biofuels%20are%20coming%20of%20age.pdf>>. Acesso em: 30 sep. 2011. 44
- [227] 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, cap. 1, Washington, D.C., 2008.
- [228] UGARTE, D. G. D. L. T. “Developing bioenergy: economic and social issues”. In: HAZELL, P., PACHAURI, R. K. (Eds.), *Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges*, n. 14, 2020 Focus, IFPRI/Teri, cap. 1, Washington, D.C., 2008. 44

- [229] FINCO, M. V. A., DOPPLER, W. “Bioenergy and sustainable development: the dilemma of food security and climate change in the Brazilian savannah”, *Energy for Sustainable Development*, v. 14, pp. 194–199, 2010. 44
- [230] FARGIONE, J., HILL, J., TILMAN, D., et al. “Land clearing and the biofuel carbon debt”, *Science*, v. 319, pp. 1235–1238, 2008.
- [231] 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, pp. 1238–1240, 2008.
- [232] BUTLER, R. A., LAURANCE, W. F. “Is oil palm the next emerging threat to the Amazon?” *Tropical Conservation Science*, v. 2, pp. 1–10, 2008.
- [233] KING, C. W., M. E. WEBBER, M., DUNCAN, I. J. “The water needs for LDV transportation in the United States”, *Energy Policy*, v. 38, pp. 1157–1167, 2009.
- [234] VON BRAUN, J. *Food and Financial Crisis: Implications for Agriculture and the Poor*. Brief prepared for the CGIAR Annual General Meeting, IFPRI, Maputo, 2008.
- [235] ZIEGLER, J. *The Right to Food*. Report of the Special Rapporteur on the Right to Food A/62/150, United Nations General Assembly, Nova York, 2007. 44
- [236] REPÓRTER BRASIL. *O Brasil dos Agrocombustíveis: Impactos das Lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade—Gordura Animal, Dendê, Algodão, Pinhão-Manso, Girassol e Canola*, v. 5. São Paulo, Repórter Brasil, 2009. 44, 133
- [237] REPÓRTER BRASIL. *O Brasil dos Agrocombustíveis: Impactos das Lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade—A Cana-de-açúcar*, v. 6. São Paulo, Repórter Brasil, 2009. 44
- [238] LA ROVERE, E. L., OBERMAIER, M., WILLS, W., et al. *Analysis of Medium-Term (2020-2030) Global Energy and Brazilian Ethanol Demand Scenarios*. Rio de Janeiro, Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente, 2008. 44
- [239] NOGUEIRA, L. A. H. “Does biodiesel make sense?” *Energy*, 2010. doi: 10.1016/j.energy.2010.08.035. 45
- [240] REN21. *Renewables 2010 Global Status Report*. Paris, GTZ/REN21 Secretariat, 2010. 45
- [241] THE WORLD BANK. *Reengaging in Agricultural Water Management: Challenges and Options*. Washington, D.C., The World Bank, 2006. 45

- [242] BBC NEWS. “Brazil’s huge river diversion project divides opinion”. 12 abr. 2010. Disponível em: <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/8575010.stm>>. Acesso em: 3 jan. 2012. 45
- [243] CAPPO, D. L. F. “Transposição das águas do Rio São Francisco”, *Estudos Avançados*, v. 22, pp. 191–194, 2008. 45
- [244] ANAYA, J. *Report by the Special Rapporteur on the Situation of Human Rights and Fundamental Freedoms of Indigenous People: Cases examined by the Special Rapporteur (June 2009– July 2010)*. Human Rights Council: Promotion and protection of all human rights, civil, political, economic, social and cultural rights, including the right to development A/HRC/15/37/Add.1, United Nations Special Rapporteur on the Rights of Indigenous Peoples, Geneva, 2010. 45
- [245] OBERMAIER, M. “Social technologies and pro-poor market approaches for climate change adaptation”. Apresentação na 5th Fifth Conference on Community-Based Adaptation (CBA5), Dhaka, 2011. Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=grk0INCWxYA>. Acesso em: 3. jan. 2012. 46
- [246] UNDP (UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME). *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. Cambridge, Cambridge University Press, 2004. 46
- [247] SIEBERT, S., BURKE, J., FAURES, J. M., et al. “Groundwater use for irrigation—a global inventory”, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, v. 14, pp. 1863–1880, 2010. 48
- [248] DEPUTADA ESTADUAL. *Entrevista realizada pelo autor*. Pintadas, dez. 2008. 49
- [249] FISHER, F., NASCIMENTO, A. “Projeto Rede Pintadas”. In: LOTTA, G. S., BARBOZA, H. B., TEIXEIRA, M. A. C., et al. (Eds.), *20 Experiências de Gestão Pública e Cidadania*, Programa Gestão Pública e Cidadania, São Paulo, 2003. 49
- [250] COSTAS, A. S. *Limites e Possibilidades para o Desenvolvimento Territorial: Um Estudo Comparativo entre os Municípios Baianos de Pintadas e Serra Preta de 1988 à 2008*. Tese de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009. 49
- [251] CUTTER, S. L., MITCHELL, J. “Environmental adaptation and adjustments”. In: SMELSER, N. J., BALTES, P. B. (Eds.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, Elsevier Science, pp. 4576–4580, Nova York, 2001. 50, 60

- [252] SIVAKUMAR, M., DAS, H., BRUNINI, O. “Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics”, *Climatic Change*, v. 70, n. 1-2, pp. 31–72, 2005. 50
- [253] FUESSEL, H.-M. “An updated assessment of the risks from climate change based on research published since the IPCC Fourth Assessment Report”, *Climatic Change*, v. 97, pp. 469–482, 2009. Disponível em: <http://www.pik-potsdam.de/~fuessel/download/cc08_author.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2011. *Manuscrito pre-publicação do autor.* 53, 54
- [254] SMITH, J. B., SCHNEIDER, S. H., OPPENHEIMER, M., et al. “Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) “reasons for concern””, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009. doi: 10.1073/pnas.0812355106. 53, 54
- [255] BIRKMANN, J. “First- and second-order adaptation to natural hazards and extreme events in the context of climate change”, *Natural Hazards*, 2011. doi: 10.1007/s11069-011-9806-8. 53, 55
- [256] BETTS, R. A., COLLINS, M., HEMMING, D. L., et al. “When could global warming reach 4°C?” *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 369, pp. 67–84, 2011. 53
- [257] YOHE, G. W., LASCO, R. D., AHMAD, Q. K., et al. “Perspectives on climate change and sustainability”. 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, pp. 811–841, Cambridge, 2007. 53, 60
- [258] AIP (AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS), WEART, S. *The Discovery of Global Warming*, 2008. Disponível em: <<http://www.aip.org/history/climate/timeline.htm>>. Acesso em: 18 jul. 2011. 54
- [259] WILBANKS, T. J., KATES, R. W. “Global change in local places: how scale matters”, *Climatic Change*, v. 43, pp. 601–628, 1999. 54
- [260] CASH, D. W., MOSER, S. C. “Linking global and local scales: designing dynamic assessment and management processes”, *Global Environmental Change*, v. 10, pp. 109–120, 2000. 54
- [261] OTTO-BANASZAK, I., MATCZAK, P., WESSELER, J., et al. “Different perceptions of adaptation to climate change: a mental model approach applied to the

evidence from expert interviews”, *Regional Environmental Change*, 2010. doi: 10.1007/s10113-010-0144-2. 55

[262] ARAÚJO, T. B. “Northeast, Northeast: what Northeast?” *Latin American Perspectives*, v. 31, pp. 16–41, 2004. 60, 64

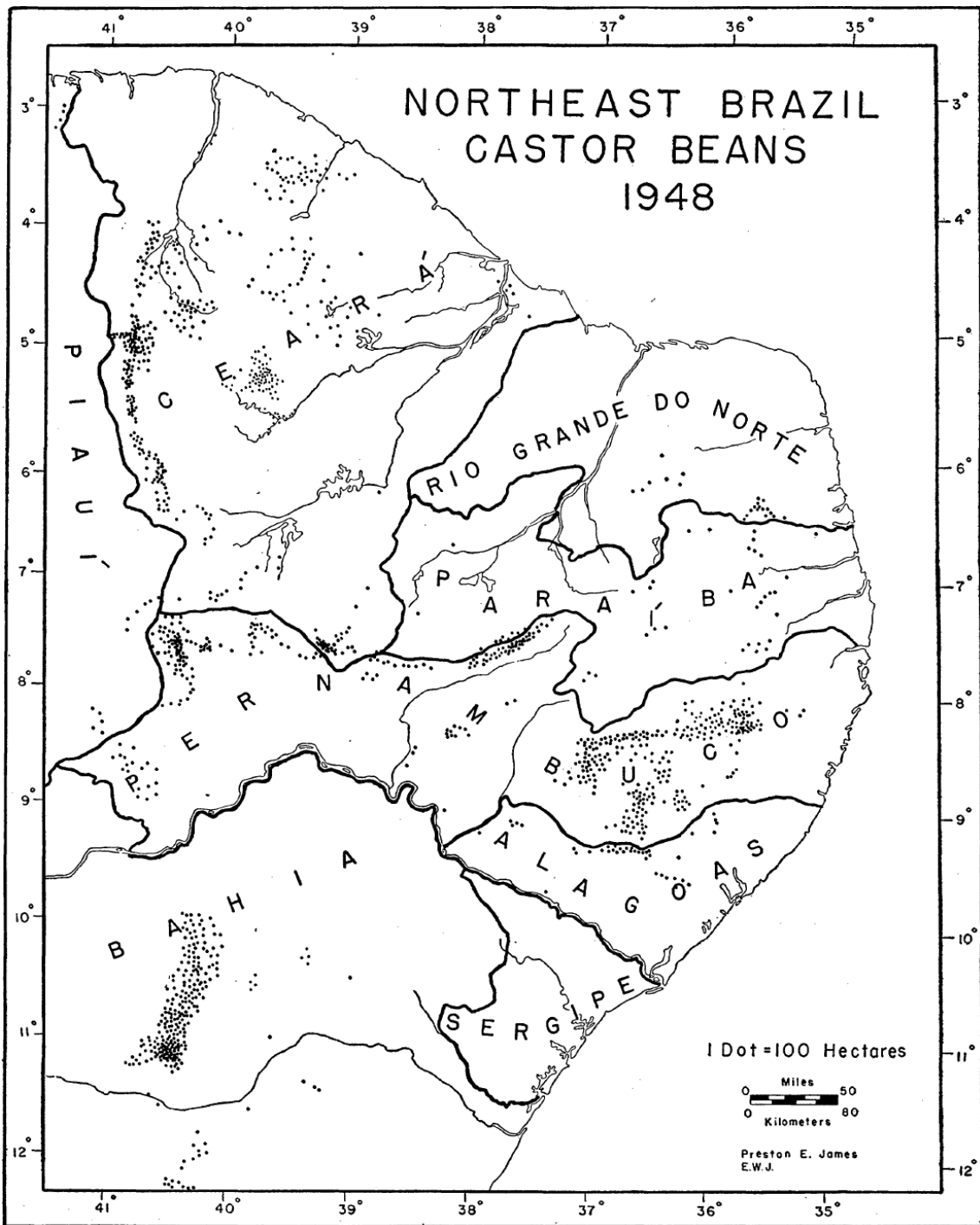
[263] ADGER, W. N. “Social vulnerability to climate change and extremes in coastal Vietnam”, *World Development*, v. 27, pp. 249–269, 1999. 60

[264] BRANNSTROM, C. “Environmental policy reform on north-eastern Brazil’s agricultural frontier”, *Geoforum*, v. 36, pp. 257–271, 2005. 64

[265] CUNHA, E. *Os Sertões (Campanha de Canudos)*. Rio de Janeiro, Laemmert & C. Editores, 1902. 64

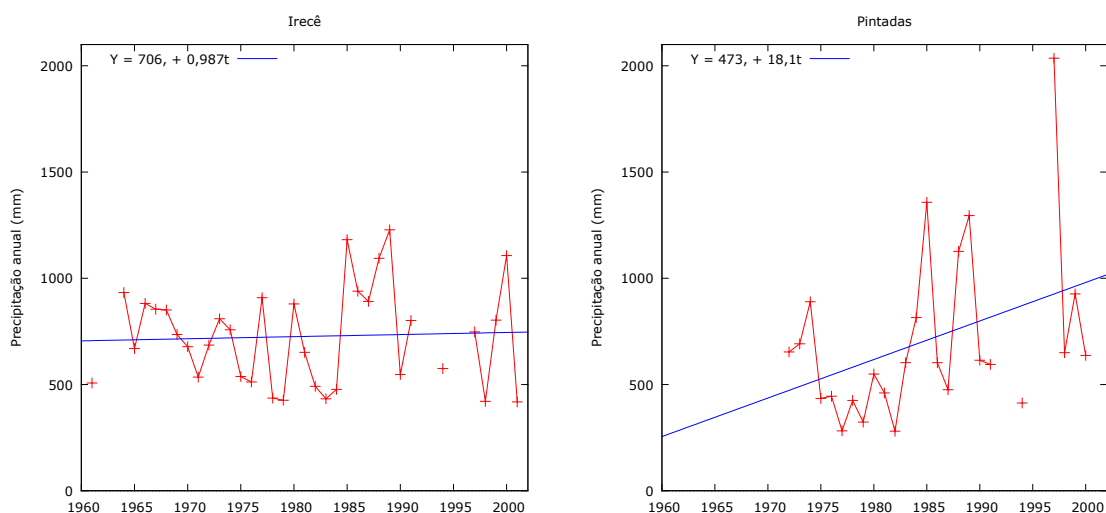
Apêndice A

Anexo estatístico



Fonte: 172, p. 117

Figura A.1: Produção de mamona, 1948



	Irecê			Pintadas		
Trim.*	Lim. inferior	Média	Lim. superior	Lim. inferior	Média	Lim. superior
MAM	116	178	213	164	238	257
JJA	27	34	36	119	148	168
SON	111	147	165	102	143	157
DJF	235	312	331	197	276	289
Total anual	488	671	745	581	805	871

Fonte: 171, dados de 1961 a 2010, própria adaptação.

*Dados trimestrais: MAM (março, abril, maio), JJA (junho, julho, agosto), SON (setembro, outubro, novembro), DJF (dezembro, janeiro, fevereiro).

Anotação: As duas figuras apresentam dados climáticos no de municípios. Os dados na tabela apresentam a média aritmética de três estações meteorológicas em torno de Irecê (Irecê, Morro do Chapéu, Barra) e Pintadas (Jacobina, Itaberaba, Serrinha).

Figura A.2: Precipitação histórica nas regiões de Irecê e Pintadas, 1961–2010

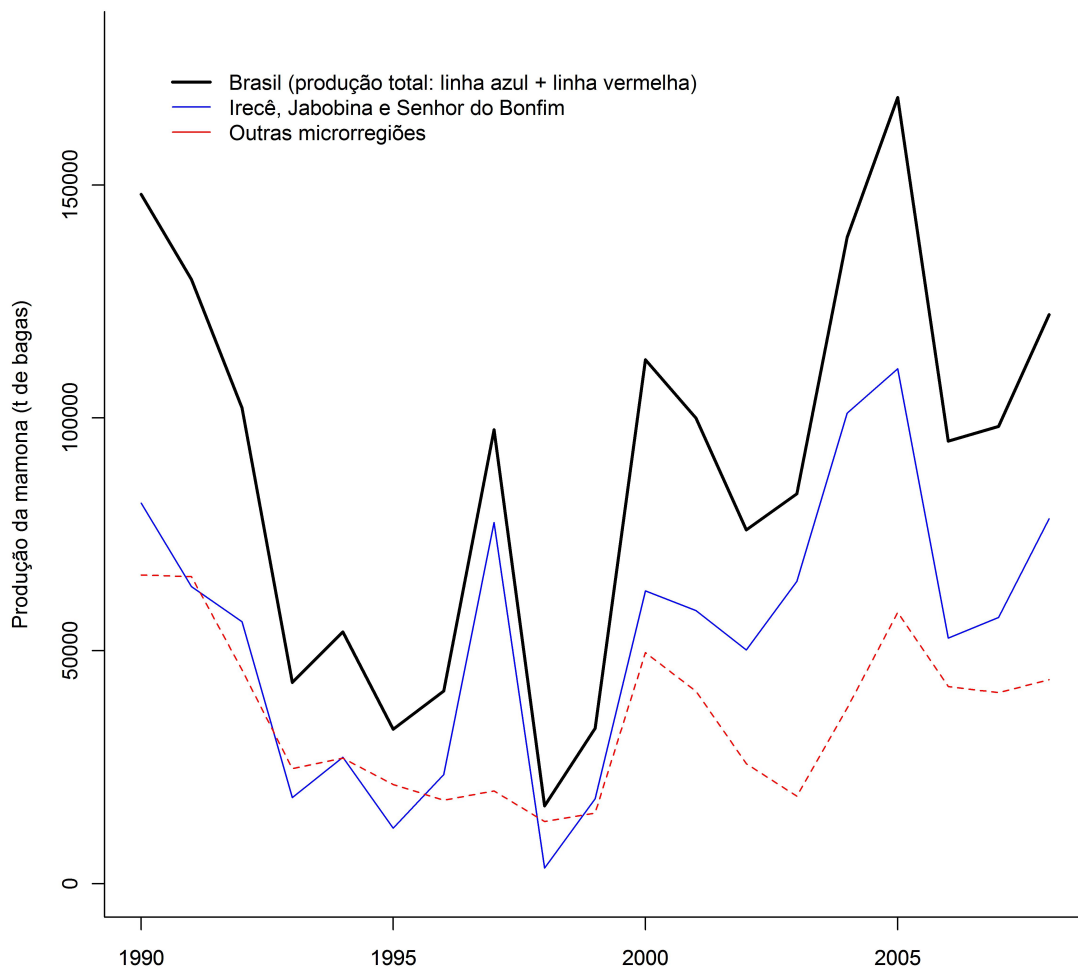
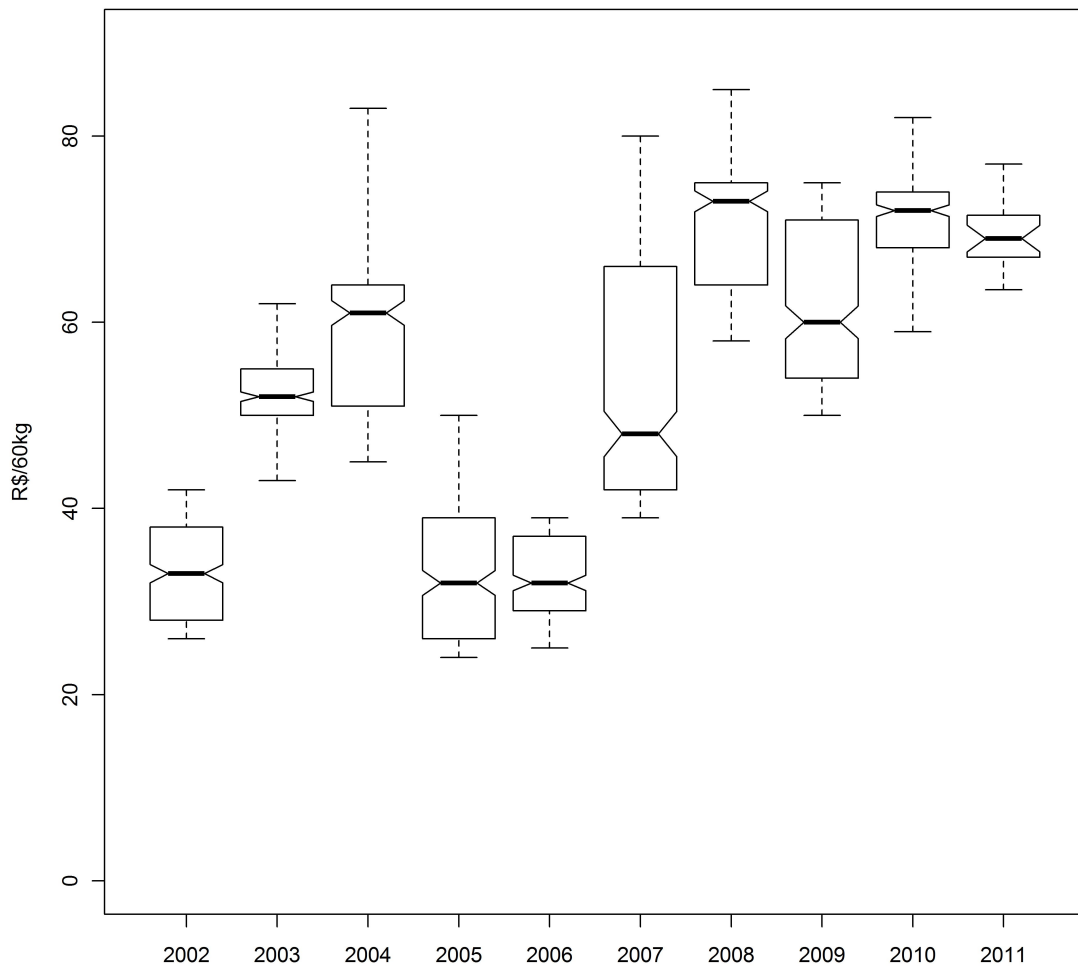


Figura A.3: Produção da mamona no Brasil (t de bagas) e papel das três regiões líderes, 1990–2008



Nota: onde os entalhes de cada boxplot não se sobrepõem, há fortes evidências de que as medianas diferem.

Figura A.4: Cotações da mamona em preços nominativos, Irecê, Bahia

Apêndice B

Textos complementares

Os trabalhos apresentados neste apêndice complementam a análise na parte textual da tese, e contam com a principal autoria ou significativa coautoria deste autor. Todos os textos são referenciados nos capítulos. As suas contribuições para esta tese serão explicadas brevemente nas páginas seguintes.

B.1 Vulnerabilidade em áreas urbanas: uma análise crítica

O capítulo 2 analisa as lacunas potenciais da abordagem atual brasileira sobre adaptação à mudança climática, usando o caso da agricultura familiar do semiárido nordestino como exemplo. A discussão nesse capítulo também pode ser aplicada para outras áreas de risco climático e social, como mostram aqui duas publicações sobre grupos extremamente vulneráveis em megacidades, ambas apresentadas no IV Simpósio Internacional de Climatologia, outubro de 2011, João Pessoa [141].

A ABORDAGEM BRASILEIRA SOBRE VULNERABILIDADE EM ÁREAS URBANAS: UMA ANÁLISE CRÍTICA

Martin Obermaier*, Emilio Lèbre La Rovere, Luiz Pinguelli Rosa
Programa de Planejamento Energético – COPPE/UFRJ – Rio de Janeiro

*Autor correspondente: martin@ppe.ufrj.br

RESUMO: Áreas urbanas são consideradas altamente suscetíveis aos impactos adversos da mudança climática. Neste contexto, o Governo Federal começou a implementar uma série de medidas para reduzir a vulnerabilidade de grupos menos preparados para lidar com futuras mudanças. Baseado numa análise da legislação vigente sobre mudanças climáticas e dos principais documentos oficiais publicados, o presente trabalho identifica cinco fatores de preocupação referentes à atual abordagem que podem impedir uma redução sustentada de vulnerabilidade em áreas de risco. Dado que grande parte da população urbana já está fortemente impactada no contexto da variabilidade climática atual, isso implica que ações que reduzem a sua vulnerabilidade não dependem necessariamente da certeza de futuros impactos climáticos. Assim, medidas que tentam reduzir as existentes vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais podem ser mais úteis para tornar sistemas urbanos resilientes às mudanças.

ABSTRACT: Urban areas are considered to be strongly susceptible to the adverse impacts of climate change. In this context, the Brazilian Government has started a series of actions to reduce the vulnerability of those groups least prepared to cope with future changes. Based on the analysis of the current climate change legislation and other published official documents we find five reasons for concern regarding the current approach that may impede a sustainable reduction in vulnerability in systems at risk. Given that large shares of the urban population are already strongly impacted in the context of current climate variability we find that actions that reduce their vulnerability do not necessarily depend on the certainty of future impacts. Therefore, actions that aim to reduce existing socioeconomic and environmental vulnerabilities can be more useful to turn urban systems more resilient to change.

1. INTRODUÇÃO

Áreas urbanas são consideradas altamente suscetíveis aos impactos adversos da mudança climática. Estes afetam setores e grupos sociais em diferentes escalas e podem se manifestar através de pressões sobre infraestrutura, variações em padrões de migração, aumentos de ondas de calor ou impactos sobre os idosos, os mais jovens e os pobres (PARRY *et al.*, 2007). Cidades brasileiras são particularmente vulneráveis devido à forte urbanização desorganizada e a iniquidades sociais. Por exemplo, o crescimento desordenado da mancha urbana da região de

São Paulo pode aumentar riscos de enchentes e deslizamentos e, assim, significantes partes da população (NOBRE *et al.*, 2010).

Aqui argumentamos que a mudança climática significa mais um reforço das atuais pressões socioeconômicas e da variabilidade climática sobre um dado sistema urbano (por exemplo, uma favela situada em área de risco ou um bairro no litoral) do que a criação de impactos inteiramente novos. Isso implica que ações para reduzir sua vulnerabilidade não dependem necessariamente da certeza de futuros impactos climáticos como vem sendo analisado pelos modelos climáticos e estudos de impactos.

Neste contexto, este trabalho apresenta a abordagem do Governo Federal e de suas instituições frente às vulnerabilidades fatuais e esperadas em áreas urbanas. Apresentamos as suas principais tendências-chave e as implicações para uma futura política de redução de vulnerabilidade, focando-se na análise de grupos menos adaptados aos potenciais impactos.

2. MATERIAL E METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão da legislação vigente sobre mudanças climáticas e dos principais documentos oficiais publicados, inclusive pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) e do Grupo de Trabalho Mudanças Climáticas, Pobreza e Desigualdade. Analisamos também as referências citadas nestes documentos porque estes formam as suas justificativas e sua retórica. Para complementar a análise foram consultadas as bases ISI Web of Knowledge (WOK) e SCIELO com os termos “climat* chang*” e “Bra?il” para identificar recentes avanços no debate científico sobre vulnerabilidade em áreas urbanas que não foram considerados nos documentos oficiais citados (OBERMAIER, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mudança climática é considerada como problema ambiental stricto sensu: A Política Nacional sobre Mudança do Clima, instituída pela Lei 12.187 de 29 de dezembro de 2009, define mudança climática no seu *stricto sensu* como “ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis”. Enquanto dentro da Lei vulnerabilidade explicitamente inclui “variabilidade climática e os eventos extremos”, a discussão dos impactos e efeitos adversos está ligada à entrada de tais eventos, mas não a vulnerabilidades existentes fora do contexto da mudança climática. Na prática, o atual Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e outros documentos como as duas Comunicações Nacionais à UNFCCC focam em grande parte em medidas de mitigação e preocupações ambientais como a redução do desmatamento na Amazônia ou questões ligadas à eficiência e a fontes alternativas no setor energético.

Pesquisa sobre vulnerabilidade é associada a mapeamento de riscos e impactos: Além do

espaço reduzido para vulnerabilidade dentro dos documentos sobre mudanças climáticas, a discussão atual mostra um forte viés referente à necessidade de identificar melhor os impactos da mudança climática e reduzir incertezas nas previsões do clima. De forma geral, estes estudos de avaliação de impacto são ligados à análise da magnitude ou probabilidade de entrada de impactos e os potenciais custos e benefícios de medidas de adaptação, assim como seus níveis realistas e/ou ótimos. No entanto, são problemáticos por terem dificuldades em considerar subjacentes inequidades sociais e os efeitos dessas sobre os processos de adaptação (como resposta à vulnerabilidade) e os resultados finais (EAKIN e PATT, 2011). Isso é uma importante deficiência, já que o estado presente ou futuro de um sistema, e em particular a sua vulnerabilidade, são considerados melhores determinantes dos impactos líquidos de mudanças globais que o próprio aquecimento global (BURTON *et al.*, 2002).

Avanços na pesquisa de vulnerabilidade não estão sendo considerados dentro do debate: Estudos de avaliação de impacto foram usados principalmente nos primeiros anos do IPCC e estão ligados essencialmente pesquisas em países industrializados (EAKIN e PATT, 2011). Contudo, na última década a ênfase em estudos de impacto mudou do conceito impacto (como exposição e sensibilidade de um sistema) para uma visão mais ampla de vulnerabilidade (incluindo capacidades adaptativas e questões como acesso a recursos ou processos de aprendizagem) (BURTON *et al.*, 2002; FUESSEL e KLEIN, 2006). Por exemplo, uma pergunta central acaba sendo “quem é vulnerável, por que e em quais situações é capaz de se adaptar”? Dessa forma, definir vulnerabilidade de forma mais sistêmica torna-se inevitável. De acordo com FUESSEL (2007), uma caracterização totalmente qualificada aborda seis dimensões: (1) *sistema vulnerável* (favela, bairro, setor econômico, etc.); (2) *atributo de preocupação* (insegurança em área de risco, identidade cultural, renda, etc.); (3) *perigo* (potencial influência prejudicial sobre o sistema em análise, como: aumento de deslizamentos pela mudança climática, gestão insustentável de acesso a terra, etc.); (4) *referência temporal* (atual, futura ou dinâmica); (5) *esfera dos fatores de vulnerabilidade* (interna, externa ou integrada); e (6) *domínio dos fatores de vulnerabilidade* (biofísico, socioeconômico ou integrado). Assim, recentes pesquisas e práticas de vulnerabilidade, inclusive dentro da UNFCCC, ligam o conceito de vulnerabilidade explicitamente a iniquidades socioeconômicas existentes como falta de acesso a recursos, financiamento, infraestrutura ou serviços de saúde (SCHIPPER, 2006; EAKIN e PATT, 2011). Enquanto isso, o PNMC menciona um estudo prospectivo sobre vulnerabilidades em áreas urbanas, mas falha ao discutir questões sociais além da necessidade de sistemas de alerta e a maior probabilidade de eventos extremos no futuro.

Não existe uma visão sobre o que é redução de vulnerabilidade em áreas urbanas: Os trabalhos analisados propõem de forma geral medidas *no-regrets* capazes de reduzir a vulnerabilidade de sistemas urbanos aos impactos fatuais ou esperados da mudança climática, dado suas características ou qualidades inerentes (HELTBERG *et al.*, 2009). Estas medidas incluem, por

exemplo, aumento de acesso a saneamento básico ou a programas de seguro social. No entanto, mesmo a implantação rigorosa de todas as medidas propostas não garante que uma área urbana se torne menos vulnerável ou resiliente a impactos. A falta de uma visão sistêmica sobre o possível futuro de sistemas urbanos em situação de risco (por exemplo, uma favela em área suscetível a deslizamentos) torna difícil a avaliação de metas quantitativas (como a universalização de acesso a saneamento básico) e qualitativas (como um menor risco de desastres mortais) sem um marco de referência ou meta final.

Ações propostas para reduzir vulnerabilidade podem ser insuficientes para tornar as populações mais suscetíveis resilientes aos impactos da mudança climática: A vulnerabilidade total à mudança climática é maior do que a soma das vulnerabilidades a impactos específicos (PARRY *et al.*, 2007). Isso reitera a necessidade de criar uma proposta holística e sistêmica. Medidas no-regrets oferecem *trade-offs* e custos de oportunidades reais que precisam ser levados em conta para reduzir a vulnerabilidade em áreas urbanas.

4. CONCLUSÕES

O trabalho presente identificou cinco áreas de preocupação referentes à atual abordagem nacional frente às mudanças climáticas e à redução de vulnerabilidade. Como mostramos, tais preocupações são fortemente ligadas ao foco restrito em estudos de impactos e a uma discussão simplista de vulnerabilidades e dos desafios para tornar sistemas urbanos resilientes. Neste contexto, definindo de forma clara o que é vulnerabilidade e quais os marcos de referência podem ajudar a criar uma visão sistêmica para áreas de risco em cidades. Melhorar o conhecimento sobre futuros impactos climáticos é importante, mas não vital para começar a reduzir subjacentes vulnerabilidades socioeconômicas atuais.

Não obstante, recentes avanços podem ser observados no debate nacional sobre vulnerabilidade à mudança climática e seus impactos. Por exemplo, a recente Segunda Comunicação Nacional à UNFCCC abriu espaço para uma discussão mais ampla incluindo vulnerabilidades sociais. Os recentes subsídios do Fórum Brasileiro sobre Mudanças Climáticas (FBMC) e do Grupo de Trabalho Mudanças Climáticas, Pobreza e Desigualdade para um possível Plano Nacional de Adaptação também podem ser mencionados neste contexto. Contudo, estes documentos ainda sofrem da falha de não definir de forma apropriada vulnerabilidade, marcos de referência e potenciais *trade-offs* (OBERMAIER, 2011). Enquanto continua-se com uma visão focada na parte ambiental e tecnológica no lado da mitigação, é importante lembrar que problemas relacionados com o caso do Brasil são enfrentados também em outros países em desenvolvimento, por exemplo, no que se refere à implantação de programas nacionais de ação em adaptação (NAPAs) (EAKIN e PATT, 2011).

Reduzir vulnerabilidade em áreas urbanas é imperativo frente aos impactos previstos da mudança climática. Como a mudança do clima na maioria dos casos reforça somente pressões

existentes sobre sistemas socioambientais (em vez de criar impactos antes desconhecidos) é pertinente integrar tais considerações ao planejamento estratégico. Neste contexto, a discussão não se limita a áreas urbanas, mas também se aplica a outras áreas de risco no Brasil, incluindo os casos da agricultura familiar do semiárido do Nordeste ou da região amazônica.

5. AGRADECIMENTOS

Martin Obermaier gostaria de agradecer ao CNPq pelo auxílio financeiro. As opiniões expressas neste artigo são de responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente a posição das suas respectivas organizações. Agradecemos à Anne Luise de Amorim Bonifácio Pereira pela redação do trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURTON, I. et al. From impacts assessment to adaptation priorities: the shaping of adaptation policy. *Clim Policy*, v. 2, p. 145-159, 2002.
- FUESSEL, H.-M., KLEIN, R. J. T. Climate change vulnerability assessments: An evolution of conceptual thinking. *Clim Change*, v. 75, p. 301-329, 2006.
- FUESSEL, H.-M. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Glob Environ Chang*, v. 17, p. 155-167, 2007.
- EAKIN, H. C., PATT, A. Are adaptation studies effective, and what can enhance their practical impact? *Wiley Interdiscipl Rev Clim Change*, v.2, p. 141-153, 2011.
- HELTBERG, R. et al. Addressing human vulnerability to climate change: Toward a ‘no-regrets’ approach. *Global Environ Change*, v. 19, p. 89-99, 2009.
- PARRY, M. et al. Technical summary. Em: PARRY, M. 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: Cambridge University Press, p. 23-78, 2007.
- NOBRE, C. et al. *Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo*. São Paulo: CCST/INPE, NEPO/UNICAMP, USP, IPT, UNESP, 2010.
- OBERMAIER, M. *Velhos e Novos Dilemas nos Sertões: Mudança Climática, Vulnerabilidade e Adaptação no Semiárido Nordestino*. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: PPE/COPPE/UFRJ, 2011.
- SCHIPPER, E. L. F. Conceptual history of adaptation in the UNFCCC process. *RECIEL*, v. 15, p. 82-92, 2006.

A ABORDAGEM BRASILEIRA SOBRE VULNERABILIDADE EM ÁREAS URBANAS: UMA ANÁLISE CRÍTICA

Obermaier, M.^{1,2,*}; Pereira, A.L.A.B.²; La Rovere, E.L.^{1,2}; Rosa, L.P.^{1,3}

¹ PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 21945-970. * martin@ppe.ufrj.br

² CENTRO CLIMA/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 21949-900

³ IVIG/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 21945-970

INTRODUÇÃO

Áreas urbanas são altamente suscetíveis aos impactos adversos da mudança climática. As cidades brasileiras são particularmente vulneráveis devido à forte urbanização desorganizada e às iniquidades sociais [1].

No presente trabalho, argumentamos que a mudança climática significa mais um reforço das atuais pressões socioeconômicas e da variabilidade climática sobre um dado sistema urbano do que a criação de impactos inteiramente novos [2,3].

Analisamos as abordagens do Governo Federal e de suas instituições frente às vulnerabilidades fatuais e esperadas em áreas urbanas. Com isso, objetiva-se apresentar as principais tendências-chave na redução de vulnerabilidades em áreas urbanas, focando em grupos menos adaptados aos potenciais impactos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão da legislação vigente sobre mudanças climáticas e dos principais documentos oficiais publicados, inclusive pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) e do Grupo de Trabalho Mudanças Climáticas, Pobreza e Desigualdade. Para complementar a análise, foram consultadas as bases ISI Web of Knowledge (WOK) e SCIELO com os termos “climat* chang*” e “Bra?il” para identificar recentes avanços no debate científico sobre vulnerabilidade em áreas urbanas que não foram considerados nos documentos oficiais citados [3].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificamos 5 fatores de preocupação referentes à atual abordagem do Governo Federal que podem impedir uma redução sustentada de vulnerabilidades em áreas urbanas de risco.

1. **Mudança climática como problema ambiental stricto sensu:** foco em medidas de mitigação e em preocupações ambientais como a redução do desmatamento na Amazônia ou questões ligadas à eficiência e fontes alternativas no setor de energia



2. **Vulnerabilidade associada a cenários climáticos e estudos de risco:** poucos estudos consideram as iniquidades sociais embutidas em sistemas urbanos e os efeitos dessas sobre processos de adaptação [2,4]
3. **Avanços na pesquisa de vulnerabilidade não estão sendo considerados:** a ênfase em estudos de impacto mudou para uma visão mais abrangente de vulnerabilidade. Essa inclui questões como capacidades adaptativas, acesso a recursos ou processos de aprendizagem [4]. Precisa-se integrar esses avanços.
4. **Ausência de uma visão sistêmica de redução de vulnerabilidades em áreas urbanas:** isso torna difícil a avaliação de propostas quantitativas e qualitativas sem um marco de referência ou meta final
5. **Ações propostas para reduzir vulnerabilidades podem ser insuficientes:** medidas “no-regrets” oferecem trade-offs e custos de oportunidade reais que precisam ser levados em conta para reduzir a vulnerabilidade em áreas urbanas

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Estudos climatológicos e de risco são relevantes para analisar potenciais impactos, porém chegam em escalas inadequadas
- Certeza em cenários climáticos não é necessária para guiar processos de redução de vulnerabilidades socioambientais atuais

REFERÊNCIAS

- [1] Nobre, C. et al. (2010). Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo: CCST/INPE, NEPO/UNICAMP, USP, IPT, UNESP
- [2] Burton, I. et al. (2002). From impacts assessment to adaptation priorities: the shaping of adaptation policy. *Clim Policy* 2, 145-159
- [3] Obermaier, M. (2011). Velhos e Novos Dilemas nos Sertões: Mudanças Climáticas, Vulnerabilidade e Adaptação no Semiárido Brasileiro. Tese D.Sc., Rio de Janeiro, PPE/COPPE/UFRJ
- [4] Eakin, H.C., Patt, A. (2011). Are adaptation studies effective, and what can enhance their practical impact? *Wiley Interdisc Rev Clim Chan* 2, 141-153

B.2 Sustentabilidade de biocombustíveis

Os dois artigos neste apêndice apresentam o debate atual sobre questões de sustentabilidade no caso dos biocombustíveis. Enquanto que o primeiro artigo [199] dá uma visão ampla sobre biocombustíveis brasileiros e seus potenciais impactos e benefícios socioambientais, o segundo artigo [169] aborda em detalhe o debate sobre segurança alimentar versus produção de combustíveis (*food versus fuel*), incluindo, em particular, um estudo de caso sobre a produção de mamona no NE do Brasil.

Alternativa SUSTENTÁVEL?

Brasil está na vanguarda em bioetanol, mas no biodiesel a situação é diferente. Em 2007, o país não integrava grupo dos cinco maiores produtores. Implantação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel altera essa situação

Por Emilio Lèbre La Rovere e Martin Obermaier

Diante de evidências cada vez mais claras de aquecimento global, devido às emissões antropogênicas dos gases de efeito estufa – principalmente o gás carbônico (CO₂), liberado em sua maior parte pela queima de combustíveis fósseis – o Brasil se encontra na posição privilegiada ao dispor de uma matriz energética baseada num alto uso de energias renováveis.

Uma alternativa particularmente relevante no país é a produção de biocombustíveis, como o bioetanol e o biodiesel, que estão sendo usados em motores internos de combustão, substituindo a gasolina e o óleo diesel minerais no setor de transportes. Ambos são produzidos a partir de matéria-prima agrícola: no caso do etanol, a cana-de-açúcar, e no biodiesel, uma diversidade de oleaginosas como a soja, dendê e mamona. Na queima em motores esses biocombustíveis emitem somente o carbono capturado no crescimento da cana ou das oleaginosas pela fotossíntese, contrariamente ao que ocorre com os combustíveis fósseis, que retiram o carbono de reservatórios da crosta terrestre e o lançam na atmosfera, com impacto no aquecimento global e com mudanças climáticas.

Na realidade, “energia renovável” raramente significa “sem impacto”, tanto sobre o meio ambiente, quanto nos sistemas econômicos ou sociais. De fato, analisar a sustentabilidade dos biocombustíveis é uma tarefa complexa que depende de vários fatores como a região onde a matéria-prima é produzida e quais tecnologias são usadas na fase agrícola e no processamento. Nos últimos anos, vários pesquisadores brasileiros e internacionais tentam classificar e quantificar devidamente os benefícios e impactos do uso dos biocombustíveis, no Brasil e no mundo. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais nessa área, com condições agrícolas e edafoclimáticas favoráveis à ampliação da produção e do consumo.

Sustentabilidade Ameaçada

Até pouco tempo os biocombustíveis eram defendidos como uma alternativa limpa, comparada aos combustíveis fósseis, com perspectivas de contribuir para a mitigação de mudanças climáticas e fortalecer o desenvolvimento no meio rural, além de acenar para a perspectiva de independência da instabilidade política de regiões



CANAL NO ESTADO DE SÃO PAULO, que produz mais da metade do etanol brasileiro.

produtoras de petróleo, caso do Oriente Médio. Mais recentemente, no entanto, os biocombustíveis passaram a sofrer críticas. Inicialmente, pelos impactos do cultivo da matéria-prima sobre o desmatamento acelerado observado em muitas florestas tropicais e por outros danos ambientais devidos ao aumento de produção. Uma nova vertente de críticas é o uso de culturas comestíveis para produção de biocombustíveis. Plantas como a cana-de-açúcar ou o milho – a base principal do bioetanol americano – são também usadas para alimentação humana, diretamente ou processadas, sem falar da mandioca e da soja, esta última utilizada principalmente para ração animal, ingrediente para produção de carne e leite. A maioria dos críticos aos biocombustíveis diz que a produção do bioetanol e do biodiesel compete com o cultivo de alimentos, gerando aumento nos preços dos produtos básicos, afetando particularmente as populações mais pobres.

Em julho de 2008, por exemplo, o Banco Mundial publicou um texto de discussão do economista Donald Mitchell, pesquisador da instituição. Ele calculou que o aumento da produção de biocombustíveis, entre 2002 e 2008, foi responsável por 70 a 75% do aumento do preço de commodities alimentícias. Resultados chocantes como esse foram disseminados de uma forma muito ampla na mídia, incluindo jornais respeitados como o *New York Times*, nos Estados Unidos e o *The Guardian*, na Inglaterra. No debate, organizações internacionais como a Organização das Nações Unidas para a



O ÓLEO EXTRAÍDO DA SEMENTE do dendezeiro (*Elaeis guineensis*) contém 50% de ácidos graxos, o que atende perfeitamente a produção de biodiesel.

Agricultura e a Alimentação (FAO) ou empresas multinacionais, caso da Shell, demonstraram posição crítica em relação ao desenvolvimento acentuado da produção de biocombustíveis. Talvez a crítica mais severa tenha sido a do consultor especial da Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU) sobre o direito à alimentação, Jean Ziegler, que classificou a produção de biocombustíveis de uma “receita para o desastre”.

Conceitos-chave

- Até recentemente, os biocombustíveis eram defendidos como alternativa limpa. Posteriormente, passaram a sofrer críticas.
- É possível que o aumento da produção de biocombustíveis tenha contribuído para a elevação do preço dos alimentos. Biocombustíveis competem diretamente com alimentos por terras férteis, e agricultores podem deixar de plantar alimentos se a produção de matérias-primas para fins energéticos se tornar financeiramente mais interessante.
- No caso do bioetanol, o Brasil tem um papel diferenciado em relação ao resto do mundo. O que faz o álcool brasileiro especial é a grande produtividade e o menor custo de produção.
- Até 2008, as perspectivas globais dos biocombustíveis eram muito promissoras. Após o começo da crise financeira, suas perspectivas são muito menos claras, assim como os possíveis impactos da expansão da produção e uso dos biocombustíveis sobre o meio ambiente.
- A situação excepcional do Brasil vai permitir que o país exporte quantidades substanciais de bioetanol, assim como de biodiesel. Mas será fundamental adotar políticas adequadas para expandir a produção de biocombustíveis de forma sustentável.

Preços Crescentes de Alimentos

Olhando os mercados de alimentos, não há como negar que os preços das commodities agrícolas aumentaram fortemente nos últimos anos. De acordo com Joachim von Braun, diretor do International Food Policy Research Institute, baseado nos Estados Unidos, populações pobres, de forma geral, usam em torno de 50% a 70% de sua renda para comprar alimentos. Assim, a subida dos preços que afetou quase todos os alimentos básicos, tornando-os de duas a quatro vezes mais caros que no início de 2003, certamente diminuiu a disponibilidade de calorias para uma grande parte da população mais carente.

O número de pessoas subalimentadas cresceu de 848 milhões para 923 milhões só entre os anos 2003 e 2005, com sérios impactos sobre a saúde dessa população. Em alguns casos ocorreram protestos contra aumentos de preços, como foi o caso do México, onde o preço da tortilha, prato nacional à base de milho, aumentou em torno de 60% em 2007. A subida do preço foi interpretada, por vários analistas, como resultado do crescimento da produção de bioetanol de milho nos Estados Unidos e estimulou uma série de fortes críticas ao programa americano de biocombustíveis.

É possível que o aumento da produção de biocombustíveis tenha contribuído para essas elevações de preços. Biocombustíveis competem diretamente com alimentos por terras férteis e agricultores podem deixar de plantar alimentos se a produção de matérias-primas para fins energéticos se tornar mais interessante financeiramente. No entanto, é inegável que outros fatores também foram importantes para o aumento dos preços de alimentos básicos nos últimos anos, como as condições meteorológicas desfavoráveis à produção de alimentos em importantes países produtores, o aumento dos preços da energia, elevando os custos de produção dos alimentos, políticas públicas mal implantadas, dólar mais fraco, e crescentes especulações com commodities alimentares. Uma demanda crescente por alimentos, especialmente por produtos como leite e carne, que demandam grandes extensões de terra; baixo investimento em pesquisas de tecnologias agrícolas e pressões mais acentuadas sobre recursos naturais como água e terras agricultáveis, completam esse quadro.

Impactos Ambientais

A expansão da produção de biocombustíveis provocou, nos últimos anos, uma série de pressões sobre florestas tropicais e terras agrícolas. Nos Estados Unidos, pastagens e terras agrícolas integrantes de programas de conservação ambiental estão sendo tiradas do repouso para serem utilizadas na produção de milho. O desmatamento de florestas tropicais aumentou na Indonésia e na Malásia de forma considerável devido ao aumento da produção de óleo de dendê que, além de matéria-prima industrial para exportação, é também fundamental para

O interesse financeiro na produção de combustíveis pode ameaçar a produção de alimentos

produção de biodiesel nesses países. No Brasil, áreas de cerrado vêm sendo utilizadas para aumentar a produção da cana-de-açúcar e soja. O destaque brasileiro na produção de biodiesel carrega a acusação de promover indiretamente o desmatamento na floresta amazônica, ao expulsar a criação de gado para essa região. De modo geral, esses processos provocam perda de biodiversidade, impacto muitas vezes reforçado pela plantação predominante de monoculturas e, assim, afetam a própria função dos ecossistemas como, por exemplo, a reciclagem de resíduos orgânicos ou a melhoria da qualidade do ar.

Esses impactos ambientais adversos certamente variam caso a caso, tornando difícil fazer uma análise crítica abrangente. Vamos então focar, em particular, o impacto dos biocombustíveis sobre o aquecimento global.

Os biocombustíveis emitem em sua queima o carbono que as próprias plantas capturam na fase de crescimento. As emissões líquidas de GEE dos biocombustíveis, que contribuem para as mudanças climáticas, ocorrem em sua produção, transporte e processamento e dependem, particularmente, da fase agrícola. Quando a terra a ser cultivada está sendo preparada para o cultivo da matéria-prima, por exemplo, eliminando árvores e removendo arbustos,

DO TOTAL DA SAFRA de cana-de-açúcar de 2007/2008, 53% foram usadas na produção de 21 bilhões de litros de álcool.





o carbono estocado na cobertura vegetal e nos solos é liberado. Isso muitas vezes acontece imediatamente devido à queima da área a ser plantada, mas pode também acontecer mais tarde, em processos de decomposição orgânica. Claramente, as emissões provenientes desses processos variam muito, dependendo do ecossistema que está sendo alterado. Mas estudos recentes mostram que a liberação de gases de efeito estufa é muito significativa: a conversão em plantações de florestas tropicais ou de manguezais libera tanto carbono durante seu corte ou queima que as emissões provenientes desses processos superam as emissões evitadas pela substituição do combustível fóssil, em muitos casos por muito mais que 50 anos (até 500 anos ou mais) porque o carbono estocado nesses ecossistemas é muito alto.

Etanol e Terras Degradadas

Para dar um exemplo extremo do caso exposto, o cultivo de palmeiras para produção de óleo de dendê, em regiões tropicais úmidas, transformando manguezais no Sudeste da Ásia em terras agrícolas, resultaria num prazo de 4.365 anos para a substituição do combustível fóssil compensar as emissões de GEE na conversão desses ecossistemas em plantações, de acordo com uma pesquisa de três universidades americanas, publicada recentemente. Assim, é fundamental usar terras degradadas ou abandonadas para o cultivo de biocombustíveis, de forma a obter ganhos significativos em termos de redução de emissões de gases de efeito estufa.

UNIDADE DE PROCESSAMENTO de biodiesel instalada no Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (Ivig) da Coppe, com capacidade para produzir 2 mil litros do combustível por dia.

O diferencial do etanol brasileiro é a maior produtividade e custo mais baixo

OS AUTORES

EMILIO LÈBRE LA ROVERE é professor do Programa de Planejamento Energético e Coordenador do Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas do Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – CentroClima/Coppe/UFRJ. **MARTIN DBERMAIER** é doutorando no Coppe/UFRJ.

Uma questão importante é como a produção de biocombustíveis no Brasil se situa no contexto dessas críticas. O país desenvolveu o uso da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de álcool de cana (bioetanol) e seu uso em veículos leves, de forma significativa, já nos anos 70, e hoje é o segundo maior produtor do mundo, seguindo de perto os Estados Unidos. O Brasil já está na vanguarda mundial da produção de bioetanol, mas no caso do biodiesel a situação é diferente. Em 2007, o país não se incluía no grupo dos cinco maiores produtores mundiais. No entanto, a produção vem crescendo rapidamente com a implantação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Além de favorecer várias matérias-primas, o programa inclui um significativo objetivo social, planejando a integração de milhares de pequenos agricultores na produção das oleaginosas, criando empregos e renda para comunidades rurais de baixa renda.

No caso do bioetanol, o Brasil tem um papel diferenciado do resto do mundo. O que faz o álcool brasileiro tão especial é a grande produtividade e o menor custo de produção. Esses fatores foram também decisivos para que o Brasil conseguisse escapar das fortes críticas contra a expansão dos biocombustíveis – por exemplo, o já citado economista Donald Mitchell, do Banco Mundial, escreveu que a produção do bioetanol brasileiro a partir da cana-de-açúcar não contribuiu de modo relevante para o aumento dos preços de commodities agrícolas porque a produção de álcool cresceu, acompanhando a demanda, sem exigir um grande incremento na área usada pela cana.

Outro ponto forte do bioetanol brasileiro é que a cana-de-açúcar, em geral, consegue atingir as maiores reduções de gases de efeito estufa devido à alta produtividade do cultivo por hectare. No Brasil, consegue-se produzir aproximadamente 6 mil litros por hectare, e níveis acima de 10 mil litros por hectare já estão sendo alcançados. Esses resultados são bem acima da média global e permitem que o período de tempo para a compensação da quantidade de gases de efeito estufa emitidos, quando a cana substitui pastagens ou outras culturas, seja menor que em quase todas as outras alternativas.

O uso do bagaço da cana – um subproduto da produção de etanol – para a geração

de energia elétrica, melhora ainda mais esses resultados. Uma equipe de cientistas liderada pelo pesquisador Timothy Searchinger, da Princeton University, projeta que esse período seria inferior a 30 anos, um resultado impressionante, segundo os autores. Além disso, como argumentam Searchinger e seus colegas, para evitar os impactos irreversíveis das mudanças climáticas são necessárias soluções para sua mitigação desde agora, e não no futuro distante.

Os benefícios climáticos do uso acelerado do bioetanol brasileiro são, portanto, evidentes, como confirmado por outros pesquisadores; desde que a cana não entre nas florestas tropicais ou leve para essas terras outras atividades, como a produção da soja ou a criação de gado. As chances de evitar esse problema são boas: ainda existem terras agrícolas suficientes para expandir a produção agrícola brasileira sem perturbar as florestas da Amazônia ou a Mata Atlântica. Também se sabe que a cana-de-açúcar precisa ser convertida em álcool rapidamente depois do corte, demandando que as plantações de cana se situem próximo aos complexos industriais onde o etanol está sendo produzido. Como os principais mercados para o bioetanol estão nas regiões metropolitanas, o cultivo da cana provavelmente não vai se expandir em direção à Amazônia, no curto e médio prazos. No entanto, uma grande expansão da área plantada com cana-de-açúcar nas regiões Sudeste e Centro-Oeste poderia aumentar a pressão sobre a Mata Atlântica e o cerrado.

Além disso, outros problemas ambientais persistem, como a queima da cana antes da colheita, o que aumenta a poluição do ar com a emissão de grande quantidade de material particulado e afeta a saúde, principalmente de crianças e idosos. Também alguns pesticidas usados na fase agrícola são nocivos e podem causar impactos ambientais. Por outro lado, a destinação final do vinhoto, resíduo da destilação, que antigamente provocava sérios problemas de poluição nos corpos d'água, por ser lançado diretamente nos rios, foi equacionada através do seu retorno ao solo como biofertilizante.

Também persistem grandes problemas sociais na produção da cana-de-açúcar. A cada ano, milhares de trabalhadores brasileiros migram para os grandes centros de produção de cana, em particular São Pau-

Cultivo de oleaginosas para produzir biodiesel será favorecido se o plantio se der em terras degradadas

lo, para trabalhar na colheita, porque o valor pago pelo serviço é muito superior ao que ganham em sua terra natal. No entanto, as condições de trabalho muitas vezes são extenuantes. Além disso, existem casos isolados de trabalho quase escravo, assim como mortes de trabalhadores devido à excessiva carga de trabalho. Outro grande problema social é a própria migração dos trabalhadores, que deixam suas famílias por meses. A substituição da mão-de-obra pela mecanização da colheita, a melhor tecnologia disponível e que vem sendo introduzida em muitas regiões produtoras, além de acabar com os problemas de saúde devido à queima da cana, provavelmente vai melhorar as condições de trabalho, mas também vai levar à demissão de milhares de trabalhadores pouco qualificados.

Produção de Biodiesel no Brasil

Enquanto o bioetanol é baseado numa única matéria-prima, o biodiesel usa diferentes oleaginosas para sua produção: do óleo de dendê, no Pará, a mamona no Nordeste semi-árido, à soja na região Centro-Oeste e Sul. Há também várias outras alternativas como, por exemplo, o algodão e o babaçu. Hoje, as culturas mais conhecidas são a soja e a mamona, não necessariamente pelas suas qualidades intrínsecas, mas pelo

O BIODIESEL EXTRAÍDO da mamona (*Ricinus communis*) pode ser usado em qualquer motor, de trator a caminhão sem qualquer problema.



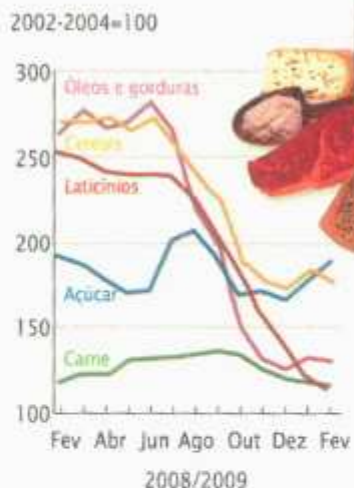
debate público a que essas matérias-primas vêm sendo expostas.

Apesar da euforia que acompanhou o PNPB no início da sua implantação, em 2003, o programa arrefeceu seu ritmo nos últimos dois anos. Problemas financeiros de vários produtores de biodiesel, a pequena participação dos agricultores familiares em contraste com o papel predominante da soja, que fornece quase todo o biodiesel produzido no Brasil, assim como outros fatores desfavoráveis, colocaram muitas dúvidas sobre a viabilidade de atingir os objetivos do programa. Em geral, a mamona é plantada em consórcio com milho ou feijão e é pouco exigente em termos de qualidade de solo ou disponibilidade de água. Pode ser produzida com pequeno uso de fertilizantes à base de petróleo. Já o processo de produção da soja tem características opostas: monocultura, processos mecanizados com predominância de grandes empresas multinacionais do agronegócio, seu cultivo gera poucos empregos e é acusado de produzir uma série de impactos ambientais.

A queda do preço do petróleo com a crise financeira surgida em 2008 torna o biodiesel ainda menos competitivo com o óleo diesel. A diferença de preço entre os dois combustíveis aumentou e a continuação do uso do biodiesel no setor de transportes depende, hoje, essencialmente da obrigatoriedade de sua mistura em 3%, conforme regulamentado no PNPB. Enquanto isso, pequenos agricultores que cultivam mamona no Nordeste do país conseguem vender seu óleo a um preço melhor graças à demanda da indústria química. No caso da mamona há ainda a dificuldade de atendimento à especificação de biodiesel exigida pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), devido à alta viscosidade de seu óleo. O biodiesel produzido a partir de óleo de mamona em mistura com outros óleos vegetais atende a essa especificação da ANP, e assim pode continuar no PNPB.

A mitigação das mudanças climáticas propiciada pela produção e uso de biodiesel parece menor que no caso da cana-de-açúcar, mas não completamente inviável. A pesquisa já citada anteriormente, de três universidades americanas, mostra o potencial do biodiesel para mitigação das mudanças climáticas, incluindo também a soja e a mamona. Para os dois cultivos, o bene-

PREÇO DE COMMODITIES



No início da crise econômica global, o preço das commodities alimentícias começou a cair drasticamente. Tabela abaixo: dados da FAO, ano 2008/2009.

MAIORES PRODUTORES

	BILHÕES DE LITROS	
	Bioetanol	Biodiesel
ESTADOS UNIDOS	18,30	0,85
BRASIL	17,50	0,07
ALEMANHA	0,50	2,80
CHINA	1,00	0,07
FRANÇA	0,25	0,63
MUNDO TOTAL	39,00	6,00

Produção de biocombustíveis no mundo – ano 2006. Enquanto a produção do bioetanol está concentrada em dois países do continente americano (Estados Unidos e Brasil), a grande maioria do biodiesel (75%) vem da União Européia.

fício de capturar carbono será favorável se a plantação se der em terras degradadas. Em outros tipos de mudança de uso do solo, por exemplo, sua produção em áreas anteriormente ocupadas por cerrado, ou mesmo por florestas degradadas, exigiria entre 89 e 588 anos para compensar a emissão de gases de efeito estufa provenientes dessa transformação. Isso é devido exatamente às baixas produtividades da soja, assim como da mamona.

Há ainda o papel da expansão do cultivo de soja como um fator indutor de desmatamento na Amazônia, não diretamente, mas pela compra de terras antes usadas para criação de gado e expansão dessa atividade em direção à floresta amazônica. Caso isso ocorra, levará então entre 48 anos, no caso de savanas, 353 até 645 anos, no caso de desmatamento de florestas virgens da Amazônia, até se obter um benefício para o clima global, o que, nesses casos, inviabilizaria a soja como alternativa de mitigação de mudanças climáticas. Esse balanço de gases de efeito estufa poderá melhorar sensivelmente quando a transesterificação etílica (transformação do óleo vegetal em biodiesel por sua reação com o etanol) se tornar economicamente viável, pois hoje o processo de transesterificação usa metanol produzido a partir de combustíveis fósseis.

Cenários Futuros

Uma pesquisa sobre diferentes cenários globais de demanda de energia, realizada no Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas da Coppe/ UFRJ, em 2008, coordenada pelos autores deste artigo, mostrou que os biocombustíveis num cenário otimista poderiam fornecer 10% da demanda mundial do setor de transportes em 2030. De modo geral, a expectativa é que o Brasil venha a ser o maior fornecedor mundial de biocombustíveis, exportando particularmente bioetanol produzido a partir da cana-de-açúcar. No entanto, as projeções da demanda mundial de combustíveis líquidos para o setor de transportes variam até 40% em 2030, de acordo com os diversos cenários possíveis, mostrando assim uma grande incerteza para o papel futuro dos biocombustíveis. Mas, no caso do bioetanol, o Brasil tem grande vantagem competitiva em relação aos demais países produtores de biocombustíveis,



REUNIÃO DE TÉCNICOS da Embrapa com delegação chinesa para definir diretrizes de cooperação técnica para produção de álcool a partir de mandioca.

tração deverão continuar de modo a consolidar as empresas do setor.

Até 2008, as perspectivas globais dos biocombustíveis eram muito promissoras. Após o começo da crise financeira, que afetou profundamente o setor, suas perspectivas são muito menos claras, assim como os possíveis impactos da expansão da produção e uso dos biocombustíveis sobre o meio ambiente. Biocombustíveis, se não produzidos de forma ecologicamente correta, podem, em conjunto com o crescimento populacional, vir a agravar as crises mundiais de segurança alimentar e de degradação do meio ambiente. A expansão da produção de biocombustíveis deve levar esses critérios em consideração no seu planejamento.

Redução de Impostos

É claro que a produção de biocombustíveis não é intrinsecamente insustentável. Existem tecnologias, zoneamentos e diversas políticas que, implementadas, podem reduzir seus impactos ambientais e sociais negativos e propiciar importante contribuição para a mitigação das mudanças climáticas. Além disso, hoje se percebe com clareza que o impacto dos biocombustíveis sobre os preços dos alimentos não foi tão alto quanto imaginado. Os preços dos alimentos caíram significativamente depois do começo da crise financeira do ano passado e agora estão num nível muito abaixo de antes. A estimativa de que os biocombustíveis teriam provocado de 70% a 75% do aumento dos preços dos alimentos entre 2002 e 2008 foi revisada pelo próprio Banco Mundial.

De qualquer forma, a situação excepcional do Brasil vai permitir que o país exporte quantidades substanciais de bioetanol, assim como de biodiesel para o mercado internacional. Mas, como a demanda global alcança patamares muito mais elevados que no Brasil, será fundamental adotar políticas adequadas para expandir a produção de biocombustíveis de forma sustentável. ■

pois estes ainda não têm complexos industriais autônomos, dependendo ainda de altos subsídios e de apoio político para tornar os combustíveis por eles produzidos financeiramente viáveis.

Obviamente, esse apoio político pode vir a faltar, como se percebe neste momento em que vários países europeus resolveram cortar subsídios para produtores domésticos, afetando a produção de biodiesel. De fato, estima-se que mesmo na União Européia, onde hoje o biodiesel fornece a maior parte dos biocombustíveis, o bioetanol brasileiro entre com força até 2030. Um recente relatório da Universidade de Wageningen (Holanda) também mostra que a produção própria da União Européia será insuficiente para alcançar as metas de uso de biocombustíveis europeus e nota que o Brasil, graças a suas vantagens competitivas, será um exportador importante no futuro.

No que se refere ao etanol, sua produção no Brasil em 2035 é estimada entre 40 bilhões e quase 400 bilhões de litros, ou seja, muito incerta. A evolução do preço do petróleo será o fator decisivo para seu desenvolvimento no futuro. Caso permaneça no nível atual, deprimido pela crise financeira, os biocombustíveis terão um papel mais modesto. Caso o preço do petróleo volte a subir, e haja um progresso técnico significativo na produção de bioetanol e biodiesel, eles poderão ampliar sua participação na matriz energética mundial, com importante participação do Brasil. No momento, o mercado doméstico de biocombustíveis ainda se encontra em fase de consolidação. Vários produtores faliram ou apresentam risco de falência e, nos próximos anos, os processos de fusão e concen-

Situação privilegiada do Brasil permitirá que o país exporte quantidades significativas de etanol e biodiesel

PARA CONHECER MAIS

O novo combustível do Brasil, em <http://www.biodiesel.gov.br/>

Manual de biodiesel. Gerhard Knothe, Jon Van Gerpen, Jurgen Krahl e Luis Pereira Ramos, editores. Ed. Edgard Blücher, 2008.

Tudo sobre biodiesel em www.biodieselbr.com

Revista biodiesel on line, em <http://www.revistabiodiesel.com.br>

Etanol – a revolução verde e amarela. Décio Fischetti e Osires Silva. Bizz Comunicação, 2007.

A expansão dos biocombustíveis e potenciais impactos sobre a segurança alimentar: evidências recentes do Brasil

Martin Obermaier^{1,2}, Daniel Fontana Oberling^{1,2}, Emilio Lèbre La Rovere^{1,2}

¹Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Centro de Tecnologia, Sala C-211, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ 21945-970, tel.: (21) 2562-8760, fax: +55 (21) 2562-8777

²Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA) e Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (Centro Clima), COPPE/UFRJ, Centro de Tecnologia, Sala I-208, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ 21949-900, tel./fax: (21) 2562-8805

Emails: martin@ppe.ufrj.br, daniel.oberling@gmail.com, emilio@ppe.ufrj.br

1. Introdução

Os biocombustíveis vêm sofrendo crescentes críticas da opinião pública. Originalmente vistos como panacéia para mitigação das mudanças climáticas, independência energética e fortalecimento do desenvolvimento rural (Sachs, 2005; Hazell and 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 and Lurance, 2009; King et al., 2009). Além disso, registros de violações de direitos trabalhistas em plantações de matérias-primas para sua produção, 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.

Além das questões já citadas, um foco importante das recentes críticas atinge a dimensão da segurança alimentar, onde o uso crescente de áreas agrícolas para produção de biocombustíveis é acusado de desviar terras produtivas e matérias-primas da produção de alimentos, assim colaborando com o aumento nos preços das principais commodities agrícolas e alimentos básicos. Tais aumentos podem afetar em particular populações pobres que usam em torno de 50 a 70% de sua renda para comprar alimentos. Recentes estimativas mostram que o boom dos preços de commodities, entre 2006 e 2008, tornou os alimentos básicos em 2008 duas a quatro vezes mais caros comparados com o início de 2003. Isso diminuiu a disponibilidade de calorias per capita, e só para o período de 2003 a 2005 estima-se que o número de pessoas subalimentadas aumentou de 848 milhões para 923 milhões, mesmo antes do boom de preços (von Braun, 2008:3).

Um caso bem documentado é o forte aumento do preço da farinha da tortilha no México, em 2006, país que recebe em torno de 80% das suas importações de milho dos Estados Unidos.

O aumento dos preços do milho nos EUA provocou uma gradual mudança na composição de matéria-prima para a fabricação de tortilha, base da alimentação de classes populares no México. Enquanto ela era tradicionalmente preparada a partir da farinha de milho branca, seus produtores industriais tiveram que mudar para farinha amarela importada (usada para produção de ração e alimentos processados), que apresentava preços mais competitivos. Isso puxou, também, o preço da farinha branca para cima. Esse aumento foi ligado ao crescimento da produção de etanol de milho para fins energéticos nos EUA, e acabou gerando clamor público no México, forçando, finalmente, o presidente Felipe Calderón a delimitar os preços para produtos de milho (Runge e Senauer, 2007).

As críticas que ligam o aumento da produção de biocombustíveis à segurança alimentar não são exatamente novas (Brown, 1980; La Rovere, 1981). No entanto, o problema hoje pode alcançar um novo patamar devido ao aumento expressivo de políticas de suporte para biocombustíveis no mundo.¹ Obviamente essas discussões também atingem o Brasil, um dos países com maior experiência na produção de biocombustíveis e dotado de um setor agrícola altamente competitivo em procura de novos mercados. Por outro lado, ainda vivem no país milhares de agricultores familiares com pouco acesso a mercados para os quais a participação na cadeia produtiva de biocombustíveis poderia ser um importante passo para melhorar as suas condições de vida no campo. As principais experiências no Brasil com biocombustíveis são baseadas na cana-de-açúcar, onde a produção de etanol age como oxigenante ou substituto da gasolina desde o início do Proálcool da década 70, e em oleaginosas com a recente introdução do biodiesel na matriz energética dentro do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), incluindo a soja (*Glycerine max*) do agronegócio e na mamona (*Ricinus comunis* L.) oriunda da agricultura familiar.

Os potenciais impactos dos avanços da produção desses biocombustíveis com base em cana-de-açúcar, soja e mamona sobre a segurança alimentar são no foco desse trabalho. A análise do biodiesel está baseada na pesquisa de doutorado do primeiro autor (M. Obermaier), enquanto a análise da cana-de-açúcar apresenta uma síntese atualizada da tese de mestrado do segundo autor (D.F. Oberling) e de um estudo recentemente co-publicado pelos autores do presente trabalho sobre os impactos socioambientais do avanço do cultivo da cana no país até 2035 (La Rovere et al., 2009, 2010).

2. A expansão dos biocombustíveis no Brasil e os potenciais impactos sobre a segurança alimentar

2.1 O biodiesel: a soja do agronegócio e a mamona da agricultura familiar

2.1.1 O PNPB e a inclusão social

O crescimento recente do uso de oleaginosas para fins energéticos dentro do PNPB saiu de uma lógica bastante diferente do que no caso do Proálcool, que foi desenvolvido como resposta para proteger o país contra os fortes impactos dos dois choques de petróleo da década de 70, assim como medida para ajudar a indústria doméstica de açúcar em crise. Enquanto isso, o PNPB

¹ Ver REN21 (2010, pp. 42-44: 63) para mais informações sobre atuais políticas de biocombustíveis.

nasceu com os objetivos explícitos de fortalecer o desenvolvimento regional e de gerar emprego e renda via inclusão social de agricultores familiares. Dessas metas conclui-se que o foco regional do programa seria particularmente o meio rural do semi-árido nordestino, uma das regiões mais carentes do país.

No entanto, o PNPB colocou também em competição sistemas produtivos bastante diferenciados: o da agricultura familiar do semi-árido e o do agronegócio, particularmente o da soja, complexo altamente relevante para o PIB agrícola brasileiro. Assim, a preocupação em vários círculos políticos de que os impactos negativos percebidos no caso do Proálcool, baseado em monocultura e na concentração dos meios de produção, e prejudicial para pequenos produtores (La Rovere, 1981:26-28; Hall et al., 2009:578), poderiam se repetir no caso do PNPB, no caso de uma forte entrada da soja desde o início, e, como veremos, isso se realizou rapidamente depois do lançamento do programa.

A soja hoje contribui com cerca de 80% da matéria-prima para a atual mistura obrigatória de 5% (B5), enquanto a matéria-prima escolhida para a agricultura familiar do Nordeste, a mamona, está basicamente ausente da produção. Este desenvolvimento causou e continua causando impactos socioambientais muito diferenciados, inclusive na questão da segurança alimentar.

2.1.2 A soja do agronegócio: segurança alimentar num contexto global e regional

A importância econômica do complexo da soja

A discussão do impacto da soja sobre a segurança alimentar se dá particularmente em cima do seu peso na economia brasileira e sua extensão territorial no país. Em 2007, o valor das exportações da cadeia da soja (incluindo a torta e o óleo de soja) alcançou US\$ 11.4 bilhões, sendo, atualmente, responsável por cerca de 10% da renda proveniente das exportações do país todo (Smaling et al., 2008:195; FAO, 2010a). O Brasil também é um importante consumidor da sua própria produção de soja: em termos de volumes, o país consome mais do que exporta, não somente em grãos, mais também em farelo e óleo (USDA, 2010:25).

Devido à crescente demanda interna e mundial, a área plantada da soja no Brasil praticamente dobrou, passando de 11.5 milhões ha em 1990 para 21.3 milhões de ha em 2008 (FAO, 2010a). Assim, a soja ocupa hoje no Brasil a maior área maior de plantio agrícola. Esse crescimento acelerado do complexo da soja ocorrido nas últimas duas décadas está previsto para continuar no futuro devido às crescentes demandas do mercado asiático oriental, especialmente pela China que importa em particular grão de soja (FAO, 2010b:28-34; USDA, 2010:13).

O óleo da soja está sendo usado *inter alia* na indústria de alimentos, ração e cosméticos, mas crescentemente também na produção de biocombustíveis (Smaling et al., 2008:185), particularmente nos EUA e no Brasil onde fornece hoje em torno 80% da matéria-prima para produção de biodiesel. Vale destacar que os dois países ficam em terceiro e quarto lugar do ranking global da produção de biodiesel, respectivamente (REN21, 2010:13). O óleo de soja também é um dos óleos vegetais mais comercializados no mundo, o Brasil atrás dos EUA, sendo

o Brasil o segundo produtor mundial nas últimas quatro safras, atrás dos EUA (USDA, 2010:6-7).²

Contudo, é importante entender que o valor da soja hoje não se define principalmente pelo valor do seu óleo, mas sim pela produção do farelo de soja, produto extremamente rico em proteínas e, assim, excelente para ração animal. O farelo é usado principalmente na alimentação de suínos e de aves. A produção do óleo vegetal da soja por si mesmo, que é a matéria-prima da produção do biodiesel, é considerada como co-produto do complexo da soja. Isso se deve também ao baixo teor de óleo na soja (em torno de 20%) comparado com outras oleaginosas que conseguem rendimentos maiores por ha (Macedo e Nogueira, 2005:38).

Potenciais impactos da soja sobre a segurança alimentar

Vários fatores de mercados podem afetar a segurança alimentar, não somente diretamente pela ocupação territorial no Brasil, mas também de forma indireta pelos efeitos preço-demanda, causando particularmente aumentos de preços nos mercados internacionais de commodities.

Enquanto o óleo da soja não pode ser considerado como o fator decisivo da expansão da soja, o consumo de biodiesel pode sim melhorar as margens de lucro da soja pelo melhor preço para o óleo devido à demanda adicional para fins energéticos (competindo com as indústrias de alimentos, ração e cosméticos). Um melhor preço para o óleo de soja pode ser um importante diferencial nos períodos em que preços do farelo ou do grão estão baixos. De fato as cotações de mercado para o farelo de soja diminuam recentemente (FAO, 2010b:27) e o preço do óleo por tonelada superou os do farelo em torno de duas a quatro vezes, em média (ABIOVE, 2010a; FAO, 2010b:91). O interesse de produtores em conseguir grãos especificamente adaptados para a produção de biodiesel tem levado a pesquisas agrícolas que tentam aumentar o teor de óleo no grão, mostrando que o óleo de soja pode ter um papel de importância crescente para o complexo da soja.

Devido à possibilidade de substituição entre diferentes óleos vegetais nos mercados internacionais, preços mais altos da soja, e.g. devido ao aumento da mistura obrigatória do biodiesel no Brasil ou ao crescimento do setor de transporte, eventualmente se difundiram nos preços de outros óleos comestíveis. No caso da soja este efeito se complica, pois o seu óleo é um dos mais baratos no mercado internacional. Isso não somente favorece a inserção da soja na cadeia produtiva do biodiesel e complica a inserção de alternativas, mas também exerce fortes pressões sobre os preços do óleo da soja e dos seus substitutos diretos (Baffes e Hanioto, 2010:17, 24), tendo, assim, um potencial de afetar a segurança alimentar, particularmente em mercados que dependem do óleo barato para fins alimentícios.

Finalmente, a expansão do cultivo da soja no Brasil (e em outros países) pode substituir outras lavouras temporárias e permanentes para produção de alimentos. Enquanto a ABIOVE³ afirma

² A soja divide o lugar de mais importante óleo vegetal importante com o óleo de palma (*dendê*), que é produzido quase exclusivamente na Ásia Oriental.

³ A Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE) é a maior associação do complexo da soja e reúne nove empresas associadas que são responsáveis por aproximadamente 72% do volume de processamento de soja no Brasil. (Ver http://www.abiove.com.br/abiove_br.html, último acesso em 31 de agosto de 2010).

que não há a necessidade de aumentar as áreas de cultivo da soja para atender a demanda interna futura por biodiesel (ABIOVE, 2010b:1), essa constatação se baseia na hipótese que seria possível de suplantarem exportações do óleo de soja ou de grão pela produção de biodiesel, sem considerar conflitos com mercados consolidados, incluindo os mercados internacionais de alimentos (ver também EPE, 2008:621-624). No contrário, a pesquisa de Lapola et al. (2010:3389) indica que seriam necessários 108,100 km² para atender os metas de biodiesel no país para 2020.

Energia versus alimentos: evidências da soja

A tabela 1 sumariza oito estudos, as suas metodologias, hipóteses, assim como impactos previstos sobre a segurança alimentar. Constata-se que mesmo o complexo da soja tendo destinado sua produção preponderantemente para fins alimentícios e não energéticos, o crescente mercado de biodiesel tem potencial de afetar a segurança alimentar. Particularmente a ligação direta com os mercados internacionais de alimentos poderá aumentar as ameaças, já que em curto prazo vendedores podem recolocar o óleo da soja do mercado de alimentos para o setor de transporte, em função de margens de lucros mais favoráveis.

Estudo	Metodologia/hipóteses	Foco	Resultados
Mitchell (2008)	<i>Ad hoc</i> , análise dos principais fatores críticos	Global	Produção de biocombustíveis (incluindo oleaginosas) nos EUA/UE e consequências relacionadas (baixos estoques, mudanças uso da terra, especulação e barreiras de exportação) causam 70-75% do aumento dos preços de commodities alimentícias 2002-2008
FAO (2008)	Dois cenários: <i>cenário base</i> (produção de biocombustíveis dobra até 2018); <i>cenário alternativo</i> (produção constante em níveis de 2007)	Global	<i>Cenário alternativo</i> comparado com linha de base com <i>preços mais baixos</i> : 12% (cereais), 7% (trigo) e <u>15% no caso de óleos vegetais</u>
OECD (2008)	Dois cenários: <i>cenário base</i> versus <i>cenário alternativo</i> (impactos de cortar políticas de suporte para biocombustíveis)	Global	No <i>cenário alternativo</i> (sem subsídios) <u>preços dos óleos vegetais ficam 16% abaixo</u> do cenário base. No caso de cereais grossos e trigo, os valores são 7% e 5% respectivamente
Rosegrant (2008)	Dois análises: (1) simulação dos desenvolvimentos nos mercados 2000-2007 sem considerar o aumento da produção de biocombustíveis; e (2) comparação produção constante em níveis de 2007 versus produção conforme as misturas obrigatórias estabelecidas	Global	(1) Crescimento dos biocombustíveis responsável por 30% dos aumentos nos preços de alimentos entre 2000-2007. Impactos sobre preços do milho 39% de aumento até 21% no caso do arroz; (2) Preços para milho seriam 14% menores em 2015 e 6% menores em 2020 se produção ficaria nos níveis de 2007
Banse et al. (2008)	Três cenários (2020): <i>cenário base</i> (sem misturas obrigatórias); <i>cenário UE</i> (misturas obrigatórias só na UE); e <i>cenário todos</i> (misturas obrigatórias UE, EUA, Brasil e Japão)	Global	No <i>cenário base</i> <u>preços de oleaginosas</u> e de cereais <u>diminuem 7% e 12% respectivamente</u> . <i>Cenário UE</i> : <u>preços de cereais diminuem 7% e das oleaginosas aumentam 2%</u> . <i>Cenário total</i> : <u>preços das cereais e das oleaginosas aumentam 5% e 19%</u> respectivamente
Taheripour et al. (2008)	Simulação dos mercados de biocombustíveis 2001-2006 isolando o impacto econômico de fatores	Global	<i>Fatores críticos ao crescimento dos biocombustíveis aumentam os preços de cereais grossos</i> : 14% (EUA), 16% (EU) e <u>9.6% (Brasil)</u>

	críticos para biocombustíveis (preços de petróleo, subsídios nos EUA e na UE) de outros na escala global		
USDA e USDE (2008)	Não especificado	EUA	<i>Se os volumes do milho (etanol) e do óleo comestível (biodiesel) nos EUA não tivessem aumentados dos seus níveis em 2005/2006, os preços em 2007/2008 seriam menores: 15% (milho), 18% (grão de soja) e 13% (óleo de soja). Impacto da produção de biocombustíveis em 2007: aumento de 3-4% nos preços de varejo e aumento de 0.1-0.15% no índice de preços de consumidores “alimentos” (all-food CPI)</i>
Lapola et al. (2010)	Modelo espacial explícito para projetar mudanças no uso da terra causadas pela expansão de biocombustíveis no Brasil até 2020	Brasil	<i>Para atender a demanda de biodiesel em 2020 a soja precisa de adicionais 108,100 km²; Áreas cultivadas para produção de alimentos substituídos por biocombustíveis atingem; 14,300 km². As áreas substituídas não necessariamente serão cultivadas em terras mais distantes de cidades</i>

Fontes: Com base na revisão de Baffes e Hanoito (2010:11-12), adaptação própria.

Tabela 1: Impactos identificados em pesquisas sobre a segurança alimentar devido ao aumento no uso de oleaginosas para produção de biodiesel

2.1.3 A mamona da agricultura familiar: problemas locais com segurança alimentar

A indústria brasileira da mamona

Diferente da soja, a mamona é uma commodity com menor mercado, porém bem definido, tendo o Brasil como terceiro produtor mundial, com 149 mil t (Azevedo e Beltrão, 2007:27). O seu óleo responde por somente 0.15% do mercado internacional de comércio em oleaginosas, e assim aparece somente nas margens das estatísticas (Scholz e Silva, 2008:97). Ele é usada principalmente na fabricação de tintas, polímeros e lubrificantes para motores de alta rotação. Exportações do óleo puro ou da baga não são comuns. As indústrias domésticas dão preferência à produção de derivados com maior valor agregado (Azevedo e Beltrão, 2007:24-29, 399, 419-445). A mamona é plantada principalmente na região semi-árida nordestina, geralmente por agricultores familiares.

A baga da mamona contém em torno de 43% a 49% de óleo, um valor bem mais alto do que no caso da soja. No entanto, devido à sua toxicidade, ela não pode entrar na cadeia alimentícia e fica estritamente para usos industriais (Azevedo e Beltrão, 2007:399, 445, 457-461). No caso da mamona, o óleo assim vira o principal produto do cultivo, diferente do que acontece com a soja, afetando diretamente o seu potencial de comercialização nos mercados internacionais de commodities.

A mamona como política de desenvolvimento rural e a questão da segurança alimentar

A realidade da agricultura familiar do semi-árido nordestino, caracterizada pelo uso de tecnologias rudimentares, a pouca capacitação em boas práticas agrícolas e o acesso limitado a

terras agrícolas (Obermaier et al., 2010; César e Batalha, 2010) limitou a expansão da produção da mamona nas últimas décadas. Mesmo assim, a mamona foi defendida desde o início como enorme oportunidade para a agricultura familiar do Nordeste, já que é um cultivar com alto teor de óleo vegetal, pouco exigente em nutrientes, resistente à seca e já conhecida pelos agricultores da região (CAEATC, 2003; Parente, 2003), onde o PNPB seria ligado a uma estratégia para retomar a prestação assistência técnica no meio rural, particularmente na região do Nordeste onde somente 8.6% dos estabelecimentos agrícolas recebiam alguma assistência em 2006 (IBGE, 2009:536).

A tabela 2 abaixo mostra em detalhes alguns indicadores de produção da mamona nos últimos anos. Percebe-se um entusiasmo no início do PNPB (2005) quando a produção aumentou significativamente devido a aposta na mamona. Pouco depois, no entanto, a produção caiu pela metade, e até hoje não se recuperou, mesmo com crescentes preços pagos aos agricultores. Mostra-se, também, as baixas e flutuantes produtividades na produção, particularmente quanto ao potencial da mamona em sequeiro que, segundo a Embrapa Algodão, poderia atingir até 1,500 kg por ha. De qualquer forma, não é possível concluir se há uma tendência de crescimento da produção da mamona no futuro.

		2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Produção mamona no Brasil em mil toneladas	209,8	103,9	93,7	123,3 ^a	92,5 ^a	110,4 ^a
2	Produção mamona no Nordeste (% de 1)	96.3	92.1	92.7	92.0 ^a	87.0 ^a	89.0 ^a
3	Área colhida da mamona no Brasil (ha)	230,911	151,060	163,034	157,626		
4	Produtividade no Brasil (kg/ha) (1/3)	908.6	687.8	574.7	782.2 ^a		
5	Preços reais recebidos pelo produtor (R\$/60kg, Irecê, média anual) ^b	41.71	38.75	63.47	77.71	63.67	71.83
6	Preço reais do óleo de mamona (US\$/t, Roterdão, média anual) ^c	1,128	1,039	1,308	1,646	1,365	1,576

^aEstimativas (CONAB, 2010).

^bDados para 2010 incluem até maio.

^cDados para 2010 incluem até abril.

Fonte: CONAB (2010:1-3), IBGE (2010). Própria adaptação.

Tabela 2: Produção e preços reais da mamona e do seu óleo, janeiro 2005-maio 2010

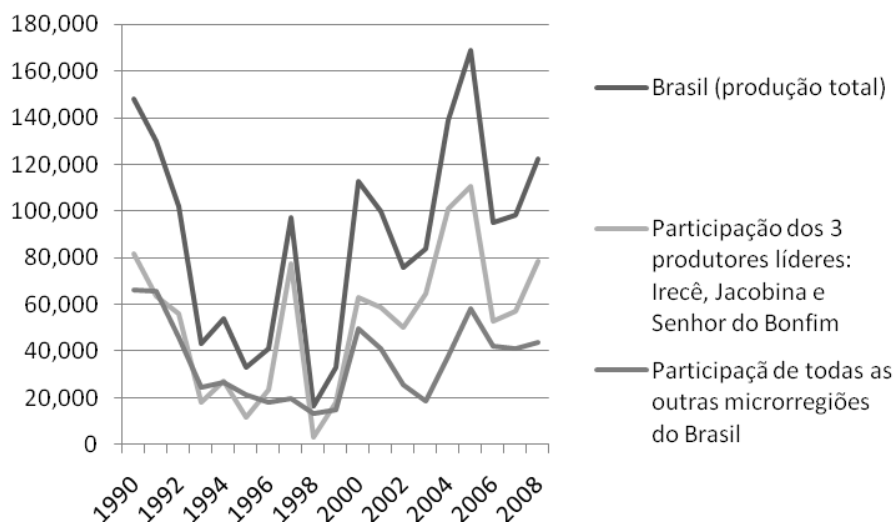
A atual pouca significância econômica do óleo de mamona e seus altos preços, aproximadamente o dobro que o óleo da soja (ABIOVE, 2010a; CONAB, 2010), tira o cultivo da mamona das discussões sobre as mudanças dos preços relativos nos mercados internacionais ou substituições de terras agrícolas com fins alimentícios, diferentemente do caso da soja. No entanto, a segurança alimentar pode ser afetada no nível da propriedade do agricultor familiar que frequentemente depende da sua produção para própria subsistência: plantio exagerado da mamona substituindo alimentos, colheitas ruins devido à secas durante o período crítico do crescimento da mamona, falta de uso de boas práticas agrícolas ou preços menores do que esperados afetam não somente a *disponibilidade de alimentos* na propriedade, mas também a *capacidade de comprar alimentos* nos mercados locais.

Evidências empíricas sobre o impacto do cultivo da mamona sobre a segurança alimentar local

Finco e Doppler (2010), baseando-se numa análise com uma amostra de 25 pequenos produtores no estado de Tocantins, mostram tendências de substituição do cultivo de culturas de subsistência como milho, arroz ou mandioca por oleaginosas, incluindo a mamona, em 11 famílias. Ligado a este resultado, 56% dos agricultores de mamona relataram algum tipo de déficit alimentar durante o ano. Enquanto os autores interpretam estes dados no sentido de que o cultivo de oleaginosas pode agravar a insegurança alimentar (Finco e Doppler, 2010:6), é importante considerar a existência de uma insuficiência metodológica do estudo: a falta do uso de um grupo de controle, nesse caso, agricultores com propriedades semelhantes que não se envolveram com a produção de oleaginosas durante o mesmo período. Tendências como a substituição de culturas de subsistência ou insegurança alimentar podem estar presentes também nessa parte da agricultura familiar, o que torna difícil avaliar claramente o papel do plantio de oleaginosas no aumento de déficits alimentares na região.

Informações do Repórter Brasil (2009) indicam que não houve impactos na segurança alimentar. Agricultores familiares parecem ver a mamona mais como um complemento da base da economia familiar (milho e feijão), onde a mamona consorciada age como “seguro” da safra (permitindo uma renda mínima quando os outros cultivos morrem). Enquanto a permanência de consórcios não-recomendados como a combinação de mamona com o milho ou o sorgo pode também causar problemas, a assistência técnica ligado ao PNPB está em geral avisando os pequenos agricultores sobre as desvantagens de tais práticas. Contratos atuais com produtores de biodiesel garantem, ainda, preços mínimos, logística e a entrega de sementes de mamona, milho e feijão, assim, minimizando os riscos para os agricultores participantes (Repórter Brasil, 2009:48-53).

A segurança alimentar, assim, parece estar ligada principalmente aos problemas estruturais da agricultura familiar da região. A forte concentração da produção da mamona em três microrregiões, entre 1990 e 2008 (Irecê, Jacobina e Senhor do Bonfim estavam responsável para 60.1% da produção brasileira, ver figura 1), não permite constatar que o cultivo da mamona agrava a segurança alimentar, já que a vasta maioria das regiões produtoras teve produção quase irrisória. Assim, o problema da segurança alimentar parece se restringir a casos isolados ou em regiões onde há uma menor organização social.



Fonte: IBGE (2010).

Figura 1: Produção da mamona no Brasil (t de bagas) e papel das três regiões líderes, 1990-2008

Impactos de outras iniciativas sobre a segurança alimentar

É importante analisar a vulnerabilidade da segurança alimentar não somente sob o ponto de vista da produção de biocombustíveis, mas também sob os aspectos das políticas governamentais e mudanças sociais nas regiões produtoras. Isso é particularmente importante onde o cultivo de matérias-primas para biocombustíveis teria mais impactos na propriedade agrícola, como é o caso da mamona.

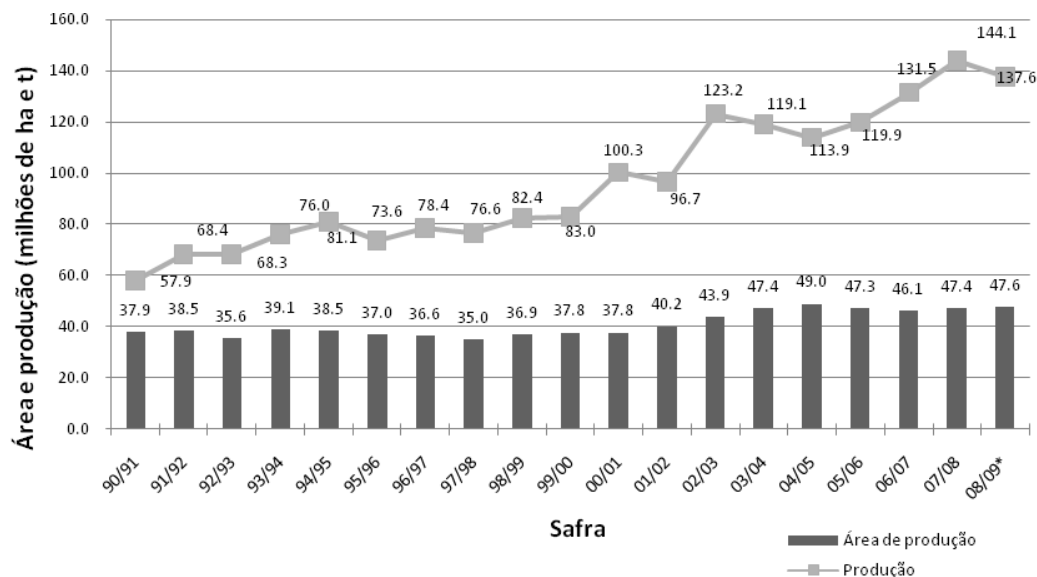
O Nordeste do Brasil virou importante receptor de transferências de renda, particularmente pelo programa *Bolsa Família* (PBF) que tem como público alvo famílias em situação de pobreza e de extrema pobreza. Além disso, percebe-se uma crescente importância das aposentadorias e de empregos públicos na economia do semi-árido, a chamada *economia sem produção* (Maia Gomes, 2001:145-175). A renda apropriada somente pela economia dos aposentados na região, em 1996, era de R\$ 4,097 bilhões, quase superando o valor do produto agropecuário da região no mesmo ano (Maia Gomes, 2001:114, 174-175). Desde as estimativas originais de Maia Gomes a economia sem produção mais do que dobrou até 2007. Curioso notar que a contribuição do PBF na economia sem produção é pequena (13%), particularmente quando comparada aos benefícios dos aposentados (64%), reconhecendo ainda que o público alvo do PBF é muito maior (10 milhões beneficiários) que o número dos aposentados (3 milhões) (Araújo e Lima, 2009:71-72). Outros programas, incluindo programas de seguro contra perdas de safra e o crédito rural também têm a tendência de reduzir a vulnerabilidade da agricultura familiar no Nordeste (Campos e Carmelio, 2006:52-54) e, conseqüentemente, também problemas de segurança alimentar.

2.2 O etanol da cana-de-açúcar e impactos sobre a segurança alimentar

No caso do etanol o Brasil tem um papel bastante diferenciado do resto do mundo pelas vantagens comparativas oferecidas do cultivo (Kojima e Johnson, 2006; Walter et al., 2010). O aumento da produção brasileira de cana parece ter acompanhado a crescente demanda global até 2008, assim tendo pouco impacto sobre o crescimento dos preços das commodities agrícolas mesmo durante o período de boom entre 2006 e 2008 (Mitchell, 2008:9). Tal fator foi decisivo para que o Brasil conseguisse, de certa forma, superar as fortes críticas contra a expansão dos biocombustíveis e os impactos sobre a segurança alimentar, particularmente quando ligados ao aumento dos preços de commodities alimentícias (La Rovere e Obermaier, 2009).

No entanto, o setor sucroalcooleiro brasileiro não está fora da discussão sobre biocombustíveis e segurança alimentar. Recentemente, exportações de etanol brasileiro caíram fortemente devido à crise econômica global (REN 21, 2010:25), e a crescente demanda interna por açúcar da Índia, em função das quebras de safra na região (incluindo Paquistão). Comparado com o início de 2010, quando os preços de açúcar atingiram a média mais alta em 30 anos, no segundo semestre de 2010 os preços diminuíram até a metade, principalmente devido às expectativas de aumentos na produção no Brasil e na Índia (FAO, 2010:34-36). Enquanto a situação não se estabiliza, é fácil perceber que a divisão entre fins energéticos e alimentícios pode causar impactos nos mercados internacionais de alimentos, particularmente se a demanda nos dois setores aumentar futuramente. O desejo do setor sucroalcooleiro brasileiro de poder escolher livremente entre produção de açúcar e álcool sem depender de deliberações governamentais colocaria ainda mais incerteza no mercado (The Economist, 2 de setembro de 2010).

Os números da produção de alimentos no Brasil mostram uma trajetória de crescimento consistente, mesmo após a explosão de crescimento da cana-de-açúcar, a partir de 2003, corroborando a idéia de que o desenvolvimento do etanol da cana-de-açúcar não causou, ao menos até 2008, desequilíbrios no fornecimento de alimentos em nível nacional e mundial. Isso se deve aos investimentos em tecnologias agrícolas feitos pelos produtores e a incorporação de áreas de pasto pouco produtivas (La Rovere et al., 2009; Walter et al., 2010:5-6). Indicadores de produção e área ocupada por grãos em nível nacional mostram que, apesar do aumento da produção a área utilizada pouco variou (figura 2).



Fonte: IBGE (2010).

Figura 2: Evolução da produção de grãos e área ocupada no Brasil

Segundo Assis et al. (2007) e Oberling (2008), no Brasil, a expansão da cana através do modelo monocultural pode desencadear uma complexa alteração nos tipos de produção e na oferta de alimentos em nível local. Dentre os principais aspectos, destacam-se as vantagens econômicas para a produção de cana-de-açúcar frente à agricultura de subsistência ou de poucos excedentes, que tendem a substituir boa parte das lavouras de alimentos para a cana que, na maioria das vezes, mostra-se mais rentável e com menor risco. Uma consequência plausível é que a produção de alimentos para o abastecimento dos centros urbanos próximos as áreas de produção poderá diminuir, aumentando a necessidade de importação de outras localidades, pressionando a inflação local. No entanto, esses efeitos são de difícil captação por indicadores.

Entre 2000 e 2007, a expansão da cana-de-açúcar não apresentou um padrão único de substituição de lavouras ao longo das áreas de expansão. No caso de São Paulo, maior produtor de etanol do país, houve uma acentuada mudança no perfil de produção agrícola, o que não necessariamente levou um maior risco à segurança alimentar. O que se vê é um movimento dinâmico envolvendo troca de culturas e variações de produtividade. Nesse caso, não houve somente a substituição de áreas destinadas à produção de alimentos por cana-de-açúcar, mas uma generalizada migração das áreas de pecuária e lavouras permanentes para temporárias. Esse fato também fica evidenciado na análise de Smeets et al. (2008), que destacaram alguns rearranjos ocorridos no centro-sul do país. O crescimento da produção de cana-de-açúcar na safra de 2005-2006 causou uma forte diminuição na produção de tomates, amendoim e laranja em SP, ao mesmo tempo em que houve uma forte diminuição na área plantada de café em Minas Gerais, Espírito Santo e SP. Além disso, o forte aumento nos preços da terra no Oeste de SP ocorrido no período de 2002 a 2005, importante região produtora de etanol, sugere que também seja reflexo da expansão do etanol.

O padrão de substituição das lavouras permanentes por temporárias (inclusive cana-de-açúcar) é visto em quase todas as regiões estudadas, salvo as exceções onde, no início do período analisado, a agricultura tinha pouca expressão e agora apresentam crescimento considerável de todos os tipos de lavouras. A análise de tais dados não permite que se faça uma perfeita correlação entre a entrada da cana e a diminuição das lavouras para alimentação. O efeito do crescimento de outras culturas como a soja, algodão, girassol etc., tem grande influência nessa dinâmica. No entanto, o que todas as culturas têm em comum é o modelo da monocultura, intensiva em capital e voltada para a exportação, o que pode estar potencializando os desequilíbrios estruturais na produção de alimentos para consumo local.

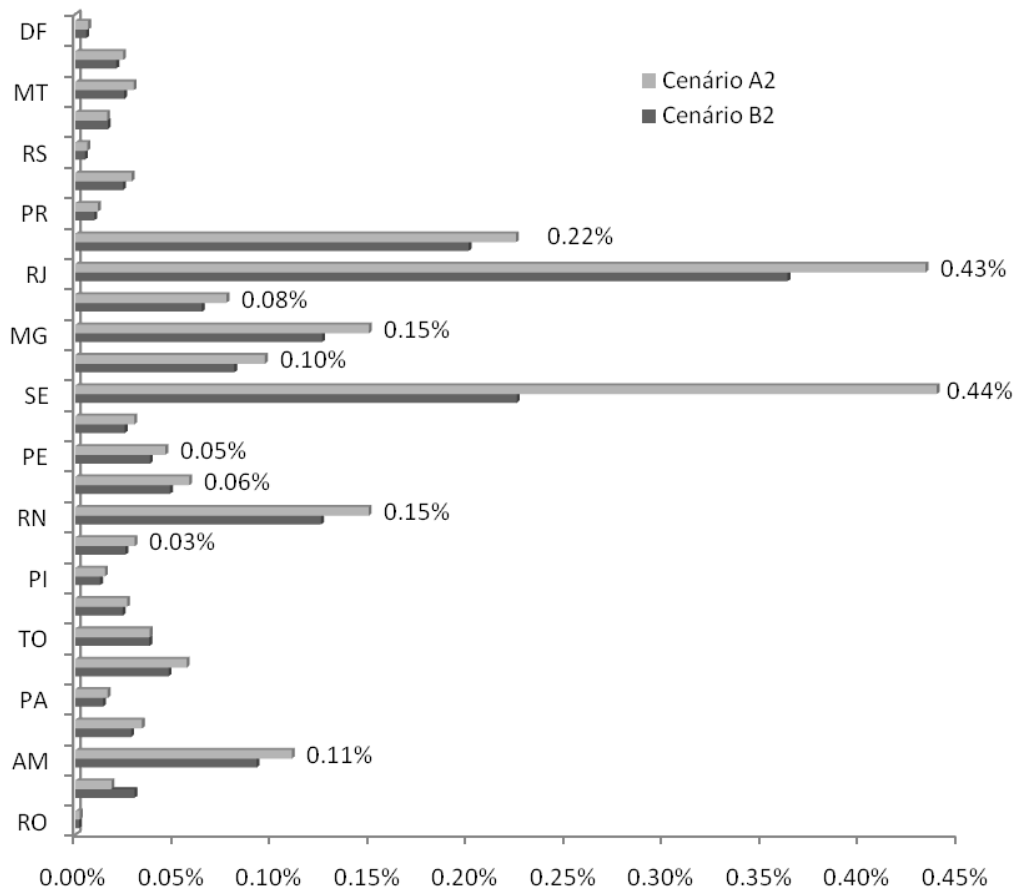
Nesse sentido, cenários de expansão de etanol podem levar a desequilíbrios estruturais na produção de alimentos, elevando os níveis de insegurança alimentar das novas regiões produtoras. Em estudo recente (La Rovere et al., 2010) co-autorizado pelos autores do presente trabalho calculou-se que entre 1996 e 2035 seriam incorporadas, no Brasil, entre 18,7 e 23 milhões de hectares em novas áreas de cana seguindo dos cenários (A2-BR e cenário B2-BR). Esses cenários representam “*trajetórias futuras da economia brasileira caso o mundo se desenvolva globalmente segundo as premissas (econômicas) do IPCC do cenário climático A2 e do cenário climático B2*” (Margulis et al., 2010:6). Assim, a área total de cana no Brasil, em 2035, sumaria-se à 23,4 (A2-BR) e 27,8 milhões (B2-BR) de hectares, com a maior parte do aumento concentrado nas regiões Sudeste e Nordeste do país.

Uma forma de antecipar essas possíveis pressões é avaliar o comportamento da produção de alimentos de uma região vis-à-vis a expansão da monocultura da cana. Tal análise justifica-se na hipótese de que a diminuição da oferta local de alimentos obriga essas regiões, outrora produtoras de alimentos, a tornarem-se importadoras, despertando um efeito inflacionário local. Perde-se, portanto, a diversidade produtiva da região.⁴ A consequência pode ser um empobrecimento da cesta de consumo da parte da população mais vulnerável, ou seja, a de menor poder aquisitivo. Esse tipo de análise não tem caráter determinístico, mas somente a intenção de indicar as regiões do Brasil que sofreriam maior pressão em função de cenários futuros de expansão. Os casos mais críticos seriam os que possuem a combinação de queda na produção de lavouras temporárias (excluindo-se a soja e a cana-de-açúcar) e da produção da lavoura permanente combinada com a expansão da cana-de-açúcar. Dessa forma, as pressões relacionadas à expansão do cultivo da cana-de-açúcar sobre a segurança alimentar foram medidas pela variação das áreas de culturas alimentares entre 1996 e 2035, por estado, de acordo com os resultados do modelo econométrico aplicado no estudo. As culturas avaliadas foram arroz, feijão, mandioca, milho e banana.

Os resultados do modelo indicam um pequeno aumento das áreas de todas as culturas em todo o Brasil (figura 3). Nos estados do Nordeste e em São Paulo, onde ocorre forte expansão da cana, o crescimento das lavouras seria muito pequeno que, combinado com o crescimento da população, poderia acarretar problemas para a segurança alimentar nesses estados, obrigando-os ao aumento

⁴ Já no Brasil como um todo parece que o avanço da cana dificilmente afetará a produção de alimentos no país. Baseando-se em três cenários Gauder et al. (2010) calculam que até 2020 não haverá conflitos entre a produção de etanol e de alimentos em nível *nacional*. Isso se deve principalmente a aumentos em produtividade nos dois setores e à disponibilidade de terras ainda não cultivadas no país. Isso, no entanto, não implica que em níveis *regionais* ou *locais* não poderá ter impactos sobre a segurança alimentar, como argumentamos em seguida.

do fluxo de importação de alimentos. Os valores atingidos pelo modelo não permitem concluir se a reorganização produtiva gerará conflitos com a agricultura familiar, principalmente no Nordeste do país, que terá um crescimento da área das culturas analisadas infinitamente menor que a área de cana.



Fonte: La Rovere et al. (2009).

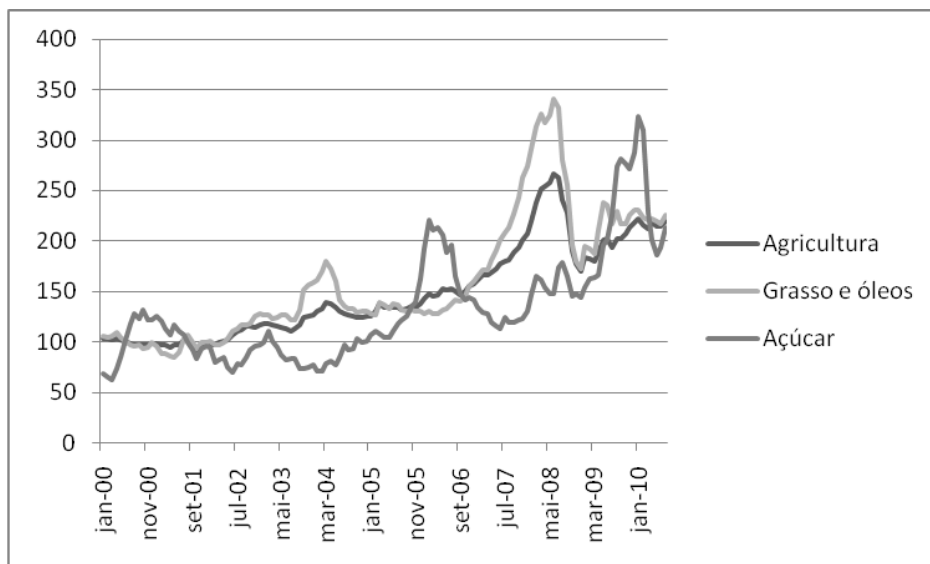
Figura 3: Variação da área plantada em 3035 das culturas alimentares para os cenários A2 e B2, frente às áreas plantadas em 1996

Cabe destacar que a ótica econômica do modelo permitiu visualizar que, mesmo com a forte entrada da cana, os preços relativos das outras lavouras permitirão a manutenção das suas áreas em alguns estados. Nesse sentido, não há como ser conclusivo de que não haverá risco de queda na qualidade da dieta das camadas sociais com menor poder aquisitivo nos estados de Pernambuco, Alagoas e Paraíba, já que essas regiões poderiam sofrer um pouco mais com o menor crescimento das culturas alimentares e conseqüente aumento dos preços desses alimentos. Da mesma forma, pouco se pode inferir do modelo no que tange aos efeitos sobre a segurança alimentar das novas áreas produtoras. A grande ameaça está na substituição das pequenas propriedades agrícolas, geralmente agricultores familiares e responsáveis pela produção de alimentos, para a produção de cana, seja via aquisição dessas terras pelas usinas, ou pelo

arrendamento, ou ainda pela desestruturação das cadeias produtivas locais, que levaria a um efeito falência em cascata dos pequenos agricultores.

3. Discussão

O boom dos preços das commodities entre 2006 e 2008 se encerrou com o começo da crise financeira nos EUA e a desaceleração econômica global. Muito rápido a situação nos mercados internacionais de commodities normalizou-se (Baffes e Hanriotis, 2010:4), onde os principais índices de preços mostravam fortes quedas já a partir de setembro de 2008. As reduções nos preços das principais commodities, no entanto, não foram permanentes, e recentemente houve um novo ressurgimento nos preços dos principais grupos de commodities alimentícias (Baffes e Hanriotis, 2010:6 e figura 4 embaixo). Qual então o impacto real do avanço dos biocombustíveis nos últimos anos sobre a segurança alimentar?



Fonte: World Bank, 2010

Figura 4: Índices de preços de commodities agrícolas e gorduras e óleos, preço do açúcar, US\$ nominais (2000 = 100)

Para começar, é interessante destacar que análises publicadas sobre esse tópico depois do início da crise econômica de 2008 mostram, de maneira geral, um panorama muito mais conciliador (Baffes e Hanriotis, 2010; Ajanovic, 2010) do que pesquisas publicadas anteriormente (Rosegrant, 2008; Mitchell, 2008). As novas pesquisas apresentam evidência que ligações entre os preços de commodities energéticas e alimentícias, assim como crescentes especulações nos mercados de alimentos, provavelmente seriam fatores mais críticos do que o próprio papel dos biocombustíveis (Baffes e Hanriotis, 2010:18-19; Ajanovic, 2010:6).

Obviamente uma análise dos fatores que influenciam os preços internacionais das commodities agrícolas é extremamente complexa, pois dependem de uma série de variáveis, incluindo estoques, preços de energia, condições meteorológicas em países produtores, políticas públicas

de suporte, valorização do dólar, especulações, investimento em pesquisas de tecnologias agrícolas e outros (Mitchell, 2008; La Rovere e Obermaier, 2009; Ajanovic, 2010; Baffes e Haniotis, 2010).

No entanto, a relação *energia versus alimentos* não só pode criar impactos via variações dos preços relativos nos mercados internacionais, mas também regionalmente ou até localmente, quando a oferta da região em alimentos der espaço à produção de matérias-primas para biocombustíveis. No caso brasileiro, alguns estudos analisados apontam indícios de impactos da expansão da soja, potencializado pelo seu uso para biocombustíveis, que tendem a ser maiores no futuro se políticas de suporte ao biocombustíveis continuarem a crescer. Por seu turno, a mamona com seu mercado reduzido mundial e o alto preço, dificilmente vai penetrar no mercado de biodiesel sem que haja um enorme incremento na oferta para reduzir o preço (Scholz e Lima, 2008:99). Assim, seu impacto sobre a segurança alimentar provavelmente permanecerá pequeno. Finalmente, a cana-de-açúcar conseguiu fugir, de certa forma, das críticas internacionais sobre a discussão energia versus alimentos, mas o aumento dos preços do açúcar nos mercados internacionais até final do ano passado mostrou que existe um potencial para afetar a oferta de alimentos no caso da cana.

Existem riscos assim como possibilidades, e suas implicações sobre o fornecimento de alimentos variarão em função do espaço e tempo, dependendo diretamente da rota tecnológica, da forma como as áreas serão ocupadas e das forças de mercado (CEPAL, 2007), assim como de estratégias de desenvolvimento até políticas sociais, como mostramos no caso do programa Bolsa Família.

É importante repetir que mesmo impactos menores são relevantes, particularmente para países que importam significativa parte dos alimentos que consomem e que tem na maioria da sua população classes pobres que gastam a parte significativa da sua renda com a compra de alimentos. Segurança alimentar é ainda distante para a maior parte da população global. Assim, aumentos marginais nos preços de alimentos básicos já podem causar impactos fortes para pessoas pobres devido ao seu menor poder de compra. Que os principais índices de preços das commodities alimentícias continuam atualmente em níveis duas vezes mais elevados (em preços reais) comparado com o ano 2000 assim continua ser um problema grave.

Finalmente, é importante lembrar que a segurança alimentar é somente um fator, embora muito relevante, para avaliação dos biocombustíveis. Impactos sobre a biodiversidade, as mudanças climáticas, particularmente ligadas a questões de mudanças diretas e indiretas no uso do solo (LUC e ILUC em siglas inglês), questões de condições de trabalho nas plantações e outras, como os balanços hídricos da produção ou perdas de solo são de importância imensa, particularmente no horizonte de uma crescente demanda mundial por biocombustíveis líquidos.

4. Conclusões

O debate sobre a competição energia versus alimentos estava em seu auge durante 2008, ano também do começo da crise econômica-financeira mundial. Como vimos no exemplo dos óleos vegetais e do açúcar, houve um forte aumento nos preços das commodities alimentícias até

meados do mesmo ano. Em seguida, os preços das principais commodities caíram violentamente, de certa forma acalmando a situação global da segurança alimentar, assim como a força do debate sobre o impacto negativo dos biocombustíveis sobre a subida dos preços.

Recentes pesquisas mostram um papel menos relevante da expansão de biocombustíveis sobre o mercado de alimentos. Tais resultados indicam, de maneira geral, que ainda há espaço para a expansão de biocombustíveis, contanto que forneçam regras claras para o aumento da produção no futuro. As principais questões seriam *como* e *onde* serão os processos produtivos, dependendo, assim, de questões como da introdução de próximas gerações de biocombustíveis ou da persistência de matérias-primas ineficientes energeticamente (p.ex., soja), da produção em condições edafoclimáticas favoráveis, investimentos em P&D, incluindo soluções viáveis e sustentáveis para pequenos produtores, assim como da persistência de subsídios ineficientes ou barreiras tarifárias.

A expansão dos biocombustíveis analisados para o caso do Brasil – o etanol da cana-de-açúcar e o biodiesel das cadeias da soja e da mamona – mostra que as ameaças precisam ser diferenciadas de forma clara para chegar a conclusões objetivas. Não existe apenas um caso *energia versus alimentos*. O importante, no futuro, será levar em conta potenciais conflitos com a segurança alimentar num planejamento integrado e diferenciado da expansão de biocombustíveis. Tal planejamento também deve levar em conta outros potenciais conflitos socioambientais, incluindo impactos sobre a biodiversidade, desenvolvimento rural, assim como potencial para mitigação da mudança do clima, problema que por si só deve agravar a produção de alimentos no futuro.

5. Agradecimentos

Essa pesquisa foi em parte financiada pela Embaixada Britânica do Brasil dentro do projeto “Economia do Clima.” Os autores gostariam de agradecer ao William Wills pelos comentários e sugestões e a Camila Garcia Neves pela assistência de pesquisa neste trabalho. Daniel F. Oberling e Martin Obermaier também agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro.

6. Bibliografia

- ABIOVE, 2010a. Cotações da soja. ABIOVE, São Paulo, disponível em www.abiove.com.br/cotacoes_br.html (último acesso em 13 de agosto de 2010).
- ABIOVE, 2010b. ABIOVE discorda de estudo sobre os efeitos do biodiesel sobre o uso do solo no Brasil. ABIOVE, São Paulo, disponível em www.abiove.com.br (último acesso em 29 de agosto de 2010).
- Araújo, L.A.d., Lima, J.P.R., 2009. Transferências de renda e empregos públicos na economia sem produção do semiárido nordestino. *Planejamento e Políticas Públicas* 33: 45-77.
- Ajanovic, A., 2010. Biofuels versus food production: does biofuels production increase food prices? *Energy*, doi:10.1016/j.energy.2010.05.019.
- Azevedo, D.M.P.d., Beltrão, N.E.d.M. (org.), 2007. *O Agronegócio da Mamona no Brasil*. 2a versão, Embrapa Algodão, Campina Grande.

- Baffes, J., Haniotis, T., 2010. Placing the 2006/08 commodity price boom into perspective. Policy Research Working Paper 5371, World Bank, Washington, D.C.
- Brown, L.R., 1980. Food or fuel: new competition for the world's cropland. Worldwatch Paper 35, Worldwatch Institute.
- Butler, R.A., and Laurance, W.F., 2009. Is oil palm the next emerging threat to the Amazon? Tropical Conversation Science 2, 1-10.
- CAEATCD, 2003. O biodiesel e a inclusão social. Relatório técnico, Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, Brasília.
- Campos, A., Carmelio, E.d.C., 2006. Biodiesel e agricultura familiar no Brasil: resultados socioeconômicos e expectativa futura. Em J.R. Ferreira e C.M.P.N. Cristo (org.). O Futuro da Indústria: Biodiesel. MDIC/IEL, Brasília: 49-65.
- César, A.d.S., Batalha, M.O., 2010. Biodiesel production from castor oil in Brazil: a difficult reality. Energy Policy 38, 4031-4039.
- CEPAL, 2007. Assessment of the World Food Security Situation. Third session CFS: 2007/2, Committee on World Food Security, Roma, disponível em www.fao.org (último acesso em 15 de dezembro de 2008).
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), 2010. Conjuntura Mensal Mamona, CONAB/MAPA, Brasília.
- De La Torre Ugarte, D.G., 2006. Developing bioenergy: economic and social issues. Em P. Hazell e R. K. Pachauri (eds.). Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges. No. 14 in 2020 Focus, cap. 2, IFPRI, Teri, Washington, D.C.
- EPE, 2008. Plano Decenal de Expansão de Energia 2008-2017. Dois volumes, EPE/MME, Rio de Janeiro.
- FAO, 2010a. FAOSTAT. FAO, Roma, disponível em <http://faostat.fao.org/> (último acesso em 31 de agosto de 2010).
- FAO, 2010b. Food Outlook: Global Food Analysis. FAO, Roma.
- Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S., Hawthorne, P., 2008. Land clearing and the biofuel carbon debt. Science 319, 1235-1238.
- Finco, M.V.A., Doppler, W., 2010. Bioenergy and sustainable development: The dilemma of food security and climate change in the Brazilian savannah. Energy for Sustainable Development, doi:10.1016/j.esd.2010.04.006.
- Gauder, M., Graeff-Hönninger, S., Claupein, W., 2010. The impact of a growing bioethanol industry on food production in Brazil. Applied Energy, doi:10.1016/j.apenergy.2010.08.020
- Hall, J., Matos, S., Severino, L., Beltrão, N., 2009. Brazilian biofuels and social exclusion: established and concentrated ethanol. Journal of Cleaner Production 17, 577-585.
- Hazell, P., Pachauri, R.K., (2006. Overview. in P. Hazell and R. K. Pachauri (eds.) Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges. Em P. Hazell e R. K. Pachauri (eds.). Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges. No. 14 in 2020 Focus, cap. 1, IFPRI, Teri, Washington, D.C.
- IBGE, 2009. Censo Agropecuário 2006. IBGE, Rio de Janeiro.
- IBGE, 2010. Agricultura. Banco de Dados Agregados, IBGE, Rio de Janeiro, disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br> (último acesso em 10 de setembro de 2010).
- King, C.W., Webber, M.E., Duncan, I.J., 2009. The water needs for LDV transportation in the United States. Energy Policy 38, 1157-1167.

- Kojima, M., Johnson, T., 2006. Potential for biofuels for transport in developing countries. Knowledge Exchange Series 4, ESMAP, Washington, D.C.
- Lapola, D.M., Schaldach, R., Alcamo, J. Bondeau, A. Kocha, J., Koelking, C. Priess, J.A., 2010. Indirect land-use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil. Proceedings of the National Academy of Sciences 107, 3388-3393.
- La Rovere, E.L., 1981. Les impacts sociaux e écologiques du plan alcool brésilien. Problèmes Économiques 1743, 24-29.
- La Rovere, E.L., Obermaier, M., 2009. Alternativa sustentável? American Scientific Brasil Edição Especial 32, 68-75.
- La Rovere, E.L., Oberling, D.F., Obermaier, M., Solari, R., Wills, W., 2009. Avaliação da Sustentabilidade da Expansão do Etanol da Cana-de-açúcar no Brasil. Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA), COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- La Rovere, E.L., Oberling, D.F., Obermaier, M., Solari, R., Wills, W., 2010. Aspectos socioambientais da expansão da cana-de-açúcar. Em: Margulis, S., Dubeux, C.B.S., Marcovitch, J. (Org.). Economia da Mudança Climática no Brasil: Custos e Oportunidades. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010: 62-67.
- Macedo, I.C., Nogueira, L.A.H., 2005. Biocombustíveis. Cadernos NAE no 2, NAE/Governo do Brasil, Brasília.
- Maia Gomes, G., 2001. Velhas Secas em Novos Sertões: Continuidade e Mudanças na Economia do Semi-árido e dos Cerrados Nordestinos. IPEA, Brasília.
- Margulis, S., Dubeux, C.B.S., Marcovitch, J. (Eds.), 2010. Economia da Mudança Climática no Brasil: Custos e Oportunidades. IBEP Gráfica, São Paulo.
- Mitchell, D., 2008. A note on rising food prices. Policy Research Working Paper 4682, World Bank, Washington, D.C.
- Oberling, D. F., 2008, Avaliação Ambiental Estratégica da Expansão de Etanol no Brasil: Uma Proposta Metodológica e sua Aplicação Preliminar. Tese M.Sc., Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- Obermaier, M., Herrera, S., La Rovere, E. L., 2010. Análise de problemas estruturais da inclusão da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel. Em: Inclusão Social e Energia: Anais. Embrapa Algodão, João Pessoa: 326-331.
- Assis, W.F.T., Zucarelli, M.C., Ortiz, L.S., 2007. Despoluindo as Incertezas: Impactos Locais da Expansão das Monoculturas Energéticas no Brasil e Replicabilidade de Modelos Sustentáveis de Produção e Uso de Biocombustíveis. Núcleo Amigos da Terra / Brasil, Instituto Vitae Cívica e ECOA.
- Parente, E. J. d. S., 2003. Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado. Editora Unigráfica, Fortaleza.
- REN21, 2010. Renewables 2010 Global Status Report. GTZ/REN21 Secretariat, Paris.
- Repórter Brasil, 2009. O Brasil dos Agrocombustíveis: Impactos das Lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade – Soja e Mamona. Vol. 4, Repórter Brasil, São Paulo.
- Rosegrant, M. (2008). Biofuels and grain prices: impacts and policy responses. Testimony for the U.S. Senate Committee on Homeland Security and Government Affairs, Washington, D.C.
- Runge, C.F., Senauer, B., 2007. How biofuels could starve the poor. Foreign Affairs, maio/junho, 86, 41-53.
- Sachs, I., 2005. Biofuels are coming of age. Palestra no seminário internacional “Assessing the Biofuels Options,” 20 de junho.

- Scholz, V., Silva, J.N.d., 2008. Prospects and risks of the use of castor oil as a fuel. *Biomass and Bioenergy* 32, 95-100.
- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R.A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D., Yu, T., 2008. Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change. *Science* 319, 1238-1240.
- Smaling, E.M.A., Roscoe, R., Lesschen, J.P., Bouwman, A.F., Comunello, E., 2008. From forest to waste: assessment of the Brazilian soybean chain, using nitrogen as a marker. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 128, 186–197.
- Smeets, E., Junginger, M., Faaij, A., Walter, A., Dolzan, P., Turkenburg, W.. The sustainability of Brazilian ethanol – An assessment of the possibilities of certified production. *Biomass and Bioenergy* 32, 781–813, 2008.
- The Economist, 2 de setembro de 2010. Ethanol's mid-life crisis - The sugar industry produces food, fuel and environmental benefits. How fast it grows may depend on an argument about how it should be regulated. Disponível em http://www.economist.com/node/16952914?story_id=16952914 (último acesso em 10 de setembro de 2010).
- USDA, 2010. Oilseeds: World Markets and Trade. Agosto 2010, Foreign Agricultural Service/USDA, Washington, D.C.
- von Braun, J., 2008, Food and Financial Crisis: Implications for Agriculture and the Poor. Brief prepared for the CGIAR Annual General Meeting, Maputo.
- Walter, A., Dolzan, P., Quilodrán, O., Oliveira, J.G.d., Silva, C.d., Piacente, F., Segerstedt, A., 2010. Sustainability assessment of bio-ethanol production in Brazil considering land use change, GHG emissions and socio-economic aspects. *Energy Policy*, doi:10.1016/j.enpol.2010.07.043.
- World Bank, 2010. Commodity prices. World Bank, Washington, D.C., disponível em <http://externalization.worldbank.org/external/default/main?theSitePK=2880771&pagePK=64691887&contentMDK=21344314&menuPK=3806914&piPK=64691875> (último acesso em 9 de setembro de 2010).

B.3 Problemas estruturais na cadeia produtiva de biodiesel

Dado os significantes problemas com a produção da mamona no sertão durante os primeiros do PNPB, várias chamadas foram feitas em favor da sua substituição por outras matérias-primas, em particular o pinhão manso [166, 236]. Neste artigo argumenta-se que os problemas estruturais na agricultura familiar, bem como a inexperiência dos atores que participam no PNPB, são mais relevantes para os atuais problemas do que explicações meramente técnicas, por exemplo, a escolha das matérias-primas.



ANÁLISE DE PROBLEMAS ESTRUTURAIS DA INCLUSÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR NA CADEIA PRODUTIVA DE BIODIESEL¹

Martin Obermaier^{1,2}; Selena Herrera^{1,2}; Emilio Lèbre La Rovere^{1,2}

¹Programa de Planejamento Energético (PPE) e ²Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA) da COPPE/UFRJ, martin@ppe.ufrj.br, selena@lima.coppe.ufrj.br, emilio@ppe.ufrj.br

RESUMO – Anos depois do seu lançamento, a inclusão da agricultura familiar do semi-árido nordestino dentro do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) está praticamente estagnada. Um dos principais alvos das críticas continua sendo a baixa produtividade dos agricultores familiares, frequentemente ligada ao uso da *Ricinus communis* L. ou mamona como principal oleaginosa usada na agricultura familiar, e especialistas cada vez mais promovem substituições por outros cultivos como solução. Neste trabalho, analisando a cadeia produtiva do biodiesel a partir da mamona, identificamos não só questões técnicas a serem resolvidas, mas também problemas inerentes ao PNPB, principalmente no contexto de mal-entendidos entre diferentes atores ao longo da organização vertical da produção de biodiesel, que também precisam ser resolvidas. Assim, simples respostas a questões técnicas não vão resolver o problema da baixa participação dos agricultores familiares. Este artigo é parte da pesquisa de doutorado do primeiro autor (Martin Obermaier), e a discussão aqui apresentada deve ser aprofundada futuramente..

Palavras-chave – Biodiesel, agricultura familiar, cadeia produtiva, mamona, pinhão-mansão, sustentabilidade

INTRODUÇÃO

No momento do seu lançamento em 2004, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) foi avaliado de forma bastante positiva devido à tentativa de incluir agricultores familiares em sua cadeia produtiva (Abramovay e Magalhães, 2007). Sendo inicialmente promovido como uma das grandes soluções para os pequenos agricultores do semi-árido (MDA, 2007), região mais precária em termos de níveis de subsistência e possibilidades de geração de renda, em poucos anos a opinião favorável quase se reverteu. Atenção particular está sendo dada à escolha supostamente errada das matérias-primas apoiadas pelo PNPB no Nordeste, o que inviabiliza a participação da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel. Isso se refere particularmente à

¹ Martin Obermaier agradece ao CNPq pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho.





Ricinus communis L. (conhecida no Brasil como mamona): alto teor de óleo vegetal, pouco exigente em nutrientes, resistente à seca e já conhecida pela agricultura familiar do Nordeste (Carvalho et al., 2007), a mamona inicialmente foi defendida como uma escolha inteligente. No entanto, as experiências feitas com o seu cultivo mostram resultados decepcionantes, com rendimentos baixíssimos por área, altos preços que chegam a inviabilizar a inserção da mamona dentro do PNPB, e o problema da adição do biodiesel à partir da mamona ao diesel mineral devido à sua alta viscosidade sendo alguns dos problemas atualmente enfrentados (ver Rovere e Obermaier, 2009, Wilkinson e Herrera, 2008a,b e Repórter Brasil, 2009a para discussões mais amplas).

Como parte da solução está sendo cada vez mais discutida a substituição da mamona por outros cultivos, por exemplo *Jatropha curcas* L. (pinhão-mansão) ou dendê, ou seja oleaginosas com supostamente melhores características para a sua aplicação na agricultura familiar – mesmo tendo em alguns casos (pinhão-mansão) qualificações semelhantes à mamona em termos, por exemplo, de adaptação a climas mais secos, requerimento de nutrientes, ou até teores de óleo (BiodieselBR, 2010). Do ponto de vista da nova microeconomia ou da sociologia rural, parece ao menos duvidoso que somente trocas nos fatores de produção possam explicar os atuais problemas da inclusão da agricultura familiar no PNPB: problemas estruturais e de transação mais complexos dentro da cadeia produtiva do biodiesel parecem ter um peso maior para explicar sua estagnação.

Para qualificar essa questão recorreremos à análise da cadeia produtiva (CCA em sigla inglês), onde usamos a questão da substituição por outras matérias-primas supostamente melhores somente de forma ilustrativa para enfatizar os problemas relativos à coordenação ou governança da cadeia produtiva do biodiesel, e em particular, a participação da agricultura familiar dentro do PNPB. Este trabalho faz parte da pesquisa de doutorado do primeiro autor deste trabalho (Martin Obermaier) no estado da Bahia, e pretende ampliar o presente quadro teórico em futuras publicações.

METODOLOGIA

A CCA é um método que permite ao pesquisador analisar em detalhe a geração de benefícios e custos realizados por diferentes atores dentro da cadeia produtiva de uma commodity, aqui o biodiesel. Ele considera explicitamente questões de relações e poderes entre os atores, e assim sai do ponto de partida normativo de mercados transparentes, e portanto eficientes, das análises tradicionais da economia clássica. A CCA leva em consideração processos dinâmicos e incorpora uma metodologia





pluralística, incluindo, entre outras, análises históricas, quantitativas, qualitativas e institucionais. Assim, ela não está ligada a somente uma disciplina, mas envolve um método essencialmente transdisciplinar.

No nosso caso, a análise da cadeia produtiva pode, no melhor dos casos, permitir identificar os gargalos da participação da agricultura familiar dentro do processo produtivo, além de facilitar o entendimento das principais demandas e exigências para elaborar e implantar programas e políticas apropriadas para fortalecer a sua inclusão. É neste sentido que a CCA pode oferecer interessantes resultados para o presente estudo.

De forma simplificada, a cadeia produtiva do biodiesel a partir de matérias-primas cultivadas pela agricultura familiar inclui os pequenos produtores rurais no lado esquerdo da cadeia (o começo), que vendem a sua produção às empresas de biodiesel, diretamente ou via cooperativas que atuam de certa forma como distribuidoras. Para viabilizar este processo, empresas de biodiesel frequentemente fazem contratos de médio prazo com as cooperativas para garantir a futura entrada da matéria-prima – as cooperativas em retorno registram os agricultores participantes que se comprometem a fornecer a sua colheita à cooperativa. Existe, no entanto, outra possibilidade para escoar a produção para os agricultores via atravessadores, que em geral vendem a produção para a indústria ricinoquímica. Outros atores participam da cadeia, como trabalhadores assalariados rurais sem terra, fornecedores de insumos agrícolas e empresas de assistência técnica e de extensão rural, mas o papel destes será tratado futuramente, e não no presente trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para entender quais os impactos uma substituição de cultivos na produção de matérias-primas teria para os agricultores familiares do semi-árido nordestino, temos em primeiro lugar a tarefa de qualificar os presentes problemas ligados ao uso da mamona. Tais problemas envolvem simples escolhas tecnológicas, mas também estão ligados a problemas estruturais da agricultura familiar. Os resultados apresentados aqui vêm principalmente de uma pesquisa de campo na Bahia, mas incluem também a revisão cuidadosa da bibliografia existente sobre o Nordeste, em geral (entre outros Wilkinson e Herrera, 2008a,b; Repórter Brasil, 2009a,b; Siniscalchi, 2010).

Bem documentados são os problemas relacionados ao preparo de solo, incluindo a falta da aplicação de calcário. Em várias áreas visitadas, o uso repetitivo de maquinário pesado como tratores, usados na construção de estradas, também causa problemas pois aumenta a compactação dos solos, dificultando assim à mamona colocar suas raízes profundas. Esse quadro se completa com a falta de





conhecimento sobre o método de semeadura com espaçamentos recomendados e de rotações de culturas, ou seja, a aplicação de técnicas agrônomas adequadas. Em geral, tais lacunas diminuem de forma significativa a produtividade do cultivo da mamona, comparada à produtividade tecnicamente possível sob condições agrônomas ótimas, como nas áreas de teste da Embrapa Algodão.

Enquanto estes problemas são graves para o sucesso do PNPB, e mais precisamente em relação à inclusão da agricultura familiar dentro do programa, já se pode enfatizar que mudanças na escolha das matérias-primas, por exemplo a adoção do pinhão-manso, não transformarão de forma relevante a baixa produtividade. O fundamental desconhecimento de boas práticas agrícolas por grande parte da agricultura familiar não é ligado a um cultivo específico, mas é generalizado e portanto estrutural dentro da agricultura familiar do Nordeste. Sem uma divulgação efetiva de melhores práticas, outros cultivos também irão enfrentar sérios problemas.

Sem entrar muito em detalhes aqui, vale destacar que os gargalos na cadeia do biodiesel não estão limitados somente ao setor da agricultura familiar, mas incluem também as características e relações dos outros atores. Para exemplificar usamos a quebra de contratos verificada entre as partes (ver também Repórter Brasil, 2009): o agricultor familiar pode decidir vender a sua produção de mamona para atravessadores, mesmo sendo contratado por uma empresa de biodiesel. Duas razões frequentes são que o prazo de pagamento de empresas de biodiesel pode atingir até 30 dias após o recebimento das bagas da oleaginosa, um prazo que em determinados casos pode ser inviável para os agricultores, e que atravessadores na época da colheita podem ter incentivos para oferecer melhores preços, devido por exemplo a preços altos nos mercados spots. Em consequência, a empresa tem de arcar com os custos de transação para o fechamento dos contratos e com os custos pagos pela assistência técnica (ATER) que teve que fornecer devido aos requisitos do Selo Social do PNPB, sem, no entanto, receber em contrapartida a matéria-prima para produção. Vale destacar que a falta de comprometimento por parte das empresas de biodiesel na hora da compra da matéria-prima também ocorre. Tais ocorrências impactam de forma fundamental o funcionamento do PNPB, devido à desconfiança gerada entre os atores, podendo comprometer ainda mais a inclusão dos agricultores familiares no futuro, assim como levando a novas críticas sobre a viabilidade de sua participação no PNPB.

Existem muitos outros conflitos que não serão discutidos neste artigo devido ao espaço limitado. Porém, é importante notar que numa análise mais completa deve-se ainda levar em conta as exigências provenientes de demandas institucionais hierarquicamente superiores à cadeia do biodiesel, envolvendo, entre outras: a questão da competitividade comparativa entre oleaginosas do agronegócio





e da agricultura familiar, inerente nos leilões de biodiesel; os programas de fortalecimento da agricultura familiar, como o acesso a crédito via PRONAF; e outras exigências do próprio PNPB e do Selo Social. Agricultores familiares também se incorporam neste quadro institucional e assim estão submetidos a suas regras e condições, além de enfrentar os problemas inerentes da cadeia produtiva que acabamos de mostrar.

CONCLUSÃO

A aplicação da CCA nos permitiu mostrar que os problemas presentemente enfrentados pela agricultura familiar em sua tentativa de inserção na cadeia produtiva do biodiesel não podem ser reduzidos a simples escolhas tecnológicas, usando aqui como exemplo a substituição da mamona por outros cultivos como o pinhão-manso, mas que essas dificuldades fazem parte de um conjunto de problemas da agricultura familiar, ligados a questões estruturais de pobreza e de acesso de recursos no semi-árido nordestino. Constata-se significativa ausência de ações de coordenação e/ou governança na cadeia produtiva, o que fortalece ainda mais os problemas tecnológicos já existentes. Assim, um complexo conjunto de obstáculos parece ser responsável pela baixa participação da agricultura familiar no PNPB, e essas questões têm de ser levadas em conta na proposição e implementação de soluções que mudem esse quadro de forma efetiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramovay, R., Magalhães, R. (2007). O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel: parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais. Apresentação na Conferência da Associação Internacional de Economia Alimentar e Agroindustrial AIEA2, Londrina.

BiodieselBR (2010). *Jatropha Curcas L. – Pinhão Manso*. Disponível em <http://www.biodieselbr.com/plantas/pinhao-manso/jatropha-curcas-pinhao-manso.htm> (último acesso 9 de maio 2010).

Carvalho, R.L.d., Potengy, G.F., Kato, K. (2007). PNPB e sistemas produtivos da agricultura familiar no Semi-árido: oportunidades e limites. Em *Anais do VII Congresso da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção*, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza.

MDA (2007). *Biodiesel no Brasil: Resultados Sócio-Econômicos e Expectativa Futura*. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasília.

Repórter Brasil (2009a). *O Brasil dos Agrocombustíveis: Impactos das Lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade – Soja e Mamona*. Repórter Brasil, São Paulo.

Repórter Brasil (2009b). *O Brasil dos Agrocombustíveis: Impactos das Lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade – Gordura Animal, Dendê, Algodão, Pinhão-Manso, Girassol e Canola*. Repórter Brasil, São Paulo.





Rovere, E.L.L., Obermaier, M. (2009). Alternativa Sustentável? Scientific American Brasil Edição Especial, v. 32, p. 68-75, 2009.

Siniscalchi, C.R. (2010). Análise da Viabilidade para Inserção da Agricultura Familiar do Semiárido no PNPB – O Caso do Ceará. Tese de Mestrado, PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

Wilkinson, J., Herrera, S. (2008b). Subsídios para a discussão dos agrocombustíveis no Brasil. In: K. Maia e Beghin. (org.). Agrocombustíveis e a Agricultura Familiar e Camponesa. REBRIP/FASE, Brasília, pp. 22-58.

Wilkinson, J., Herrera, S. (2008a). Os Agrocombustíveis no Brasil. 1. ed., Oxfam, Brasília.



B.4 Adaptação à base comunitária

Os dois documentos neste anexo apresentam o projeto Adapta Sertão e particularmente o seu processo de implementação [158, 169].

Adaptation To Climate Change In Brazil: The Pintadas Pilot Project And Multiplication Of Best Practice Examples Through Dissemination And Communication Networks

Martin Obermaier,^{a,1} Maria Regina Maroun,^a Debora Cynamon Kligerman,^a Emilio Lèbre La Rovere,^a Daniele Cesano,^b Thais Corral,^b Ulrike Wachsmann,^c Michaela Schaller,^c Benno Hain^c

^aCentro Clima, COPPE/UFRJ, Centro de Tecnologia, Bloco I, sala 208, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, CEP: 21949-900

^bREDEH, Rua Álvaro Alvim 21, 16 andar, Centro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, CEP: 20031-010

^cUmweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau, Germany

Abstract

The semi-arid Northeast is already one of the most vulnerable regions to climate variability in Brazil due to a strong seasonal hydrological deficit, low adaptive capacity, and persistent poverty. Long-term climate change scenarios for this region show a progressive increase in temperature and the extension of periods of hydrological deficit, leading to a possible change towards a more arid climate in large areas. Researchers thus agree that urgent adaptation strategies are required for the semi-arid Northeast, particularly for family farmers who will be severely affected as a “hot spot” in terms of climate and social vulnerability. Between 2006 and 2008, a pilot project aimed at strengthening adaptive capacity to these vulnerabilities was implemented in the Northeastern municipality of Pintadas. The project provided a concrete example how community-based adaptation strategies may look like and combined adaptation with poverty alleviation measures by installing efficient irrigation systems. Starting with 2008, a joint ongoing cooperation project between Brazil and Germany is now to assess practices and develop possible implementation strategies to transfer the Pintadas project’s experience to other municipalities and regions, as well as to identify and multiply other successful adaptation projects in Brazil through dissemination and communication networks. This paper presents the preliminary results of the first project phase (2006-2008) and briefly explains how the second project phase (2008-2012) is to proceed. It is hoped that results in 2010 will provide valuable examples and recommendations for Brazilian national adaptation policies as well as transnational activities under the UNFCCC.

Keywords

Climate change, adaptation, rural poverty, Brazil, Semi-arid, Pintadas, Northeast, efficient irrigation, sustainable agriculture, communication networks, climate policy

1 Introduction

Recent scientific evidence confirms that global warming is a reality, and that mitigation alone is insufficient for mankind to cope with the predicted adverse impacts. Longevity of many greenhouse gases (GHG) in the atmosphere implies that today’s emissions will continue to warm the earth for the coming decades (IPCC, 2007). Many researchers thus call for integrated adaptation strategies that decrease vulnerability and raise resilience with regard to these impacts. Such strategies are especially important for the poorest of the poor, as these are expected to suffer hardest from global warming (Pielke et al., 2007, IPCC, 2007).

¹Corresponding author. tel/fax: +55 (21) 2562-8805, e-mail address: martin@ppe.ufrj.br. The opinions expressed in this paper are those of the authors and do not necessarily reflect the views of their respective organizations.

In Brazil, only few experiences exist with adaptation strategies and practices, despite the urgency of the problem. It is predicted that one of the most vulnerable regions regarding climate change will be the semi-arid Northeast (Marengo et al, 2007; Governo Federal, 2008). To address these problems, a number of NGO-initiatives now aim to understand what makes local adaptation projects successful. Unfortunately, lack of financial means and support as well as capacity often prohibits development of such projects and/or communication of their results, thus impeding a collective learning for adaptation and adaptive capacity building. In recognition of this, an ongoing joint cooperation project between the German Federal Environment Agency and Centro Clima aims at identifying and multiplying successful adaptation projects in Brazil through dissemination and communication networks. This paper presents the first results of the project.

Accordingly, in section 2 we briefly summarize the main climate and socio-economic vulnerabilities in the semi-arid Northeast, and show that the region is a climate “hotspot” particularly for poor smallholder farmers, thus urgently requiring adaptation strategies. In the following section 3, we begin by (1) presenting a concrete community-based adaptation pilot project that was implemented between 2006 and 2008 in the Northeastern municipality of Pintadas. As we show, the project combines efficient irrigation technologies and poverty reduction as a means for family farmers to adapt to social and climate vulnerabilities. In the following, we (2) briefly discuss the joint ongoing cooperation project between Brazil and Germany which started with the second project phase (2008-2010), and is to assess practices and develop possible implementation strategies to transfer the Pintadas project’s experience to other municipalities and regions, as well as to identify and multiply other successful adaptation projects in Brazil through dissemination and communication networks. Section 4 presents the concluding remarks and recommendations.

2 Climate Change and Impacts in the Brazilian Northeast

Of particular importance in the semi-arid Northeast is the question of water scarcity and access to water (de Carvalho and Egler, 2002; Krol and Bronstert, 2007). Agriculture and livestock rising are already strongly limited due to marginal low sufficiency of rainwater (Krol and Bronstert, 2007). Recent research (Marengo et al, 2007; IPCC, 2007) indicates that this hydrological deficit will increase – either due to declining rainfalls or increased evaporation – if average temperatures in the Northeast rise due to climate change. In particular, the frequency of droughts that affect the region may increase and provoke desertification processes (Marengo et al., 2007). Otherwise, future regional summer average temperatures (i.e. temperatures in the growing season) are found to most likely (> 90% likelihood) exceed the most extreme seasonal temperatures recorded from 1900 to 2006 by end of this century (Battisti and Naylor, 2009).

These climate vulnerabilities may affect about 2 million rural families of smallholder farmer that currently live in the Brazilian Northeast (INCRA and FAO, 2000) under very high levels of poverty (Silveira et al., 2007). Climate change may in fact accentuate or reinforce these existing vulnerabilities and socio-economic inequalities (Adger et al., 2003) so that, taken together, climate and social vulnerabilities hold a tremendous potential to adversely affect poor family farmers in the semi-arid Northeast, especially as these – generally speaking – are assumed to have a low adaptive capacity with regard to such impacts (Adger et al., 2003; Morton, 2007). These considerations make clear that the Brazilian Semi-arid is a “hotspot” for adaptation, where development strategies require a clear focus on increasing adaptive

capacity as well as alleviating poverty of poor family farmers, and efficient water use and/or irrigation plays a crucial part.

3 The Pintadas Adaptation Project

3.1 Project Background

Based on the findings regarding social and climate vulnerability in the Semi-arid as well as a general lack of experiences in the field of adaptation, Brazilian partners of the network-based NGO SouthSouthNorth (SSN) began in 2006 to identify potential adaptation projects in the region which would combine community-based adaptation with poverty reduction.² During this process, 9 projects were identified and appraised using SWOT³ analysis (SSN, 2008). This assessment showed that the implementation of efficient irrigation technologies in the semi-arid Northeast could provide ample benefits for smallholder farmers, both regarding increased family income (via increased agricultural productivity) and the building of adaptive capacity (regarding hydrological deficit and climate change). Despite decade-long efforts to expand irrigation infrastructure and its use in the semi-arid Northeast, especially for agriculture (de Carvalho and Egler, 2002), most family farmers continue to rely on highly inefficient irrigation techniques such as hand irrigation or water trenches for subsistence crops, thus limiting their agricultural production (both qualitatively and quantitatively) as well as wasting scarce water resources.

It was decided that the pilot project would be implemented in the community of Pintadas, which lies some 300 km West of Salvador. Pintadas falls well into the picture of limited adaptive capacity to climate and social vulnerabilities: the entire municipality displays a strong hydrological deficit and poverty levels are very high. The main economic activity in the region is subsistence farming. Despite this, however, Pintadas is also a privileged case as the community has a history of social mobilization and active leadership that is known well beyond municipality borders. This observation and the fact that from early on the community embraced the idea of the efficient irrigation project supported project implementation in Pintadas.⁴

3.2 First Project Phase (2006-2008): Implementing the Pilot Project

From the early planning phase the Pintadas efficient irrigation project was designed to expand into other regions of the semi-arid Northeast. Therefore, careful attention was to be given to identify those factors which could turn the pilot stage into a long-term sustainable project. Potentially viable areas in Pintadas were sought for pilot system installation and potential partners were selected based on pre-defined criteria (among other: low income, entrepreneurial spirit, young and female). The exact technical design of each irrigation system was then based on the necessities of each beneficiary. Following this process, a total of 7 efficient irrigation systems were installed in 7 properties, these being in detail:

- 1 drip irrigation system with 1,800 m² capacity and regulated beaks, run by a diesel pump;

²Many researchers now highlight that adaptation and sustainable development can be complementary and that such synergies should not go unused (see, for example, Pielke et al., 2007).

³SWOT stands for the analysis of Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats.

⁴Successful expansion of the Pintadas experiences to other municipalities or regions – as aimed by the second project phase (2008-2010) – may require similar social organization. This point will be analyzed by the project team.

- 4 drip irrigation systems with 500 m² capacity and automatic dripping. 3 of the systems run with a diesel pump, and 1 with a PV pump;
- 2 organoponic systems⁵ run by manual pumping (conventional pumps are not required as only 1,000 l of water per week are required at this system size).⁶

To assess project progress farmers were directed to record information regarding their cultivation, such as cultivated area, types of crops planted, number of irrigation-hours, weather conditions, and productivity and income received. While efforts were made to increase awareness among farmers on the importance of recording production and technical data, participants gradually lost interest to do so because they could not see the practical uses for recording data. Following, initial project assessment could only be based on 5 months of data. Based on this limited information, the results nevertheless show that participating family farmers managed to receive additional monthly incomes ranging from R\$60 to R\$200.⁷ Due to these differences, estimated payback times were calculated to vary between 1 to over 6 years.

The observations made underline that community-based adaptation is an extremely difficult process. In the case of Pintadas, however, many potential problems and conflicts were avoided by providing information and technical assistance, while simultaneously incorporating local stakeholders and representatives of the municipality into the implementation process.⁸ In order to extend the project within the community a mutual credit fund (*fundo rotativo*) is now being installed, an approach that may also be adopted for the second project phase described below.

3.3 Second Project Phase (2008-2010): Expansion and Communicating Best Practices

By installing and implementing 7 efficient irrigation systems in Pintadas a strategic horizon for longer term adaptation has been opened. In addition to testing the proposed technologies, the main advantage of the pilot phase was to prepare an infrastructure and a partnership of local organizations that could support a possible expansion of the project. The objective of the second project phase – which is a joint ongoing cooperation project between Brazil and Germany – is now to assess practices, and strengthen and expand the project's components in the Semi-arid through multiplying and communication of best practices. As next steps, the project is to:

- Consolidate and expand the experiences in Pintadas by installing 15 new systems (5 organoponic and 10 drip irrigation systems);
- Expand project in 2 municipalities near Pintadas (Quixabeira and Baixa Grande) by installing total of 10 systems (4 drip irrigation and 1 organoponic system in each municipality);

⁵Organoponics is an efficient irrigation system that uses very small amounts of water cultivation without any use of soil. The main difference to hydroponics is that organoponics relies on compost or organic fertilizer.

⁶Both organoponics and drip irrigation are technologically mature systems which can provide for large crop yield increases while requiring far less water than conventional systems (especially the case for organoponics), making both systems extremely attractive for the semi-arid Northeast.

⁷In January 2009, R\$1 is approximately US\$0.40.

⁸This observation is partly evidenced by the fact that the Pintadas pilot project has recently won the SEED award for Entrepreneurship in Sustainable Development, which explicitly praised the implementation process and the adaptation-development focus of the project.

- Expand and/or test other technologies in another municipality in the semi-arid Northeast.⁹

These experiences are to form part of a communication network of municipalities and organizations interested in exchanging successful practices for adaptation to climate change in Brazilian regions particularly vulnerable to climate change impacts. This network is also to incorporate experiences from the Amazon and Mata Atlântica biomes which are currently collected and formalized in another ongoing project. Together, the results are expected to form a general methodology for adaptation project implementation in rural communities and to provide input to the country's national adaptation policies, as targeted by the National Climate Change Policy Plan (Governo Federal, 2008) recently put forward by the President to the Congress. Furthermore, the project outcomes are expected to support international adaptation discussions and platforms.

4 Conclusions

Adaptation to climate change has become a hotly debated topic throughout the past few years. The poorest of the poor are predicted to carry most hardship of the expected impacts, especially because they are the ones least capable to adapt (Adger et al., 2003; Pielke et al., 2007). We started our analysis by showing that the semi-arid Northeast is a climate "hotspot" where high indices of poverty coincide with large climate vulnerabilities. The Pintadas project presented in the following can be viewed as a concrete example of how to raise adaptive capacity of family farmers by combining efficient irrigation technologies with poverty alleviation measures. In this specific case, sustainability of the Pintadas project will likely be guaranteed only through the creation of local capacity in efficient irrigation. This means that local farmers will need to be trained in efficient irrigation and be supported with adequate capacity and technical assistance.

Adaptation has now become a priority on the Brazilian government agenda, as evidenced by the National Climate Change Policy Plan (Governo Federal, 2008) recently put forward by the President to the Congress. The second phase of the ongoing Pintadas project aims at expanding efficient irrigation systems in Pintadas and other municipalities as well as to identify and implement other potential local adaptation projects in the Northeast. These will consequently be used to form a communication network that will disseminate lessons learned and best practices on local adaptation projects. It is hoped that these results will provide important examples for the current debate on the country's national adaptation policies, as well as for international processes such as the Nairobi Programme of Work on Adaptation under the UN Climate Convention (UNFCCC).

A workshop in Salvador in November 2008 provided the starting point for this second phase. Smallholder farmers from Pintadas and surrounding municipalities, technology providers, NGO staff, government representatives from various agencies and countries, and scientists discussed for two days possible technological solutions, capacity building and technical assistance, and broader socio-environmental implications of adaption projects. These and other results will be published throughout the coming years on the project website (<http://pintadas-solar.org>).

⁹The number of systems to be installed should be viewed as a minimum number which may still increase.

5 Acknowledgments

We thank all participating families in Pintadas for their help and generous hospitality. The second project phase (2008-2010) is substantially financed by the German Federal Environment Ministry under the International Climate Change Initiative and led by the German Federal Environment Agency.

6 Bibliography

- Adger, W.N., Huq, S., Brown, K., Conway, D., Hulme, M., 2003. Adaptation to climate change in the developing world, *Progress in Development Studies* 3, 179-195.
- Battisti, D.S., Naylor, R.L., 2009. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat, *Science* 323, 240-244.
- Carvalho, O.d., Egler, C.A.G., 2003. Alternativas de Desenvolvimento para o Nordeste Semi-árido, Banco do Nordeste, Fortaleza.
- Centro Clima, 2008. Projeto Pintadas: Desenvolvimento Local e Adaptação as Mudanças Climáticas Empregando-se Técnicas de Irrigação Eficientes e Energia Solar no Semi-árido Brasileiro, Centro Clima, Rio de Janeiro.
- Governo Federal, 2008. Plano Nacional Sobre Mudança do Clima. Versão para Consulta Pública Setembro, 2008, Governo Federal, Brasília.
- INCRA, FAO, 2000. Novo Retrato da Agricultura Familiar – O Brasil Redescoberto, FAO, INCRA, Brasília.
- Krol, M.S., Bronstert, A., 2007. Regional integrated modelling of climate change impacts on natural resources and resource usage in semi-arid Northeast Brazil. *Environmental Modelling & Software* 22, 259-268.
- La Rovere, E.L., Valle Costa, C.d., Maroun, M.R., Avzaradel, A.C, 2007. Diagnóstico Sobre o Potencial de Projetos de Adaptação e Mitigação e Viabilidade de Implantação na Serra do Teixeira, Estado de Paraíba, Brasil, Centro Clima, Rio de Janeiro.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Geneva.
- Marengo, J.A.; Nobre, C.A.; Salati, E.; Ambrizzi, T., 2007. Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI, Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Morton, J.F., 2007. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, 19680-19685.
- Pielke Jr, R., Prins, G., Rayner, S., Sarewitz, D., 2007. Lifting the taboo on adaptation, *Nature* 445, 597-598.
- Silveira, F.G., Carvalho, A.X.Y., Azzoni, C.R., Campolina, B., Ibarra A., 2007. Dimensão, Magnitude e Localização das Populações Pobres no Brasil, Texto para Discussão 1278, IPEA, Brasília.
- SSN, 2008. *SouthSouthNorth and the Climate Challenge: Work 2000-2008*, CD and website (www.southsouthnorth.org).

available at www.sciencedirect.comjournal homepage: www.elsevier.com/locate/envsci

Review

Enhancing adaptive capacity to climate change: The case of smallholder farmers in the Brazilian semi-arid region

André Felipe Simões^{a,*}, Debora Cynamon Kligerman^{b,c}, Emilio Lèbre La Rovere^{b,c},
 Maria Regina Maroun^{b,c}, Martha Barata^{b,c}, Martin Obermaier^{b,c}

^a School of Arts, Sciences and Humanities (EACH) of the State University of São Paulo (USP), Brazil

^b Energy Planning Program, Graduate School of Engineering, Federal University of Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia, Sala C-211, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ 21941-972, Brazil

^c Environmental Sciences Laboratory (LIMA) and Center for Integrated Studies on Climate Change and the Environment (Centro Clima), Graduate School of Engineering, Federal University of Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia, Sala I-208, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ 21949-900, Brazil

ARTICLE INFO

Published on line 8 October 2010

Keywords:

Climate change
 Adaptive capacity
 Adaptation project implementation
 Brazil

ABSTRACT

Climate change is one of the main challenges faced by mankind in this century. Although developing countries have little historical responsibility for climate change, they are likely to be most affected by it since they lack resources to cope with or to adapt to its effects. Studies show that the semi-arid northeast region of Brazil – where the country's poorest populations are concentrated – is one of the most vulnerable to climate change and thus likely to suffer its impacts more severely. The present paper addresses these problems by presenting a concrete initiative for strengthening adaptive capacity in the rural community of Pintadas as a first step in the development of a comprehensive methodology to help smallholder farmers in the region adapt to climate change. Based on the project results this paper highlights the integration of development, adaptive capacity and adaptation strategies. Furthermore, the necessity of vulnerability studies and concrete local experiences is highlighted in order to develop adaptation strategies that can alleviate poverty and minimize climate change impacts for the poor.

© 2010 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

The Fourth Assessment Report (AR4) from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) has provided the clearest scientific analysis yet available on the potential impacts from changing average global surface temperatures. Such impact will be felt worldwide, and although positive consequences are expected in some cases (e.g. increases in soybean yields in some temperate areas of Latin America), most climate change impacts are likely to be negative, including significant risks of biodiversity loss, changes in precipitation patterns,

higher occurrence of extreme weather events, and decreases in yields of other crops (IPCC, 2007). It is believed that poor people in developing countries will be particularly affected by such changes as their vulnerability to climate change impacts will be exacerbated by prevalent stresses, such as population increase, diseases (HIV/AIDS and other), current climate hazards and lack of access to basic services such as sanitation and clean energy (IPCC, 2007; Morton, 2007). Climate change is thus a direct threat to sustainable development in these countries.

To minimize the consequences of global climate change, the United Nations Framework Convention on Climate

* Corresponding author. Tel.: +55 11 4721 6032.

E-mail addresses: andre@lima.coppe.ufrj.br, afsimoes@usp.br, a.fsimoes@uol.com.br (A.F. Simões).
 1462-9011/\$ – see front matter © 2010 Elsevier Ltd. All rights reserved.
 doi:10.1016/j.envsci.2010.08.005

Change (UNFCCC) has for a long time focused on mitigation of greenhouse gas (GHG) emissions. However, as GHG emissions trends currently follow those of the worst case scenarios of the IPCC (Richardson et al., 2009), researchers increasingly point at the urgent need to implement adaptation strategies in order to prevent large-scale adverse impacts in particularly vulnerable regions (IPCC, 2007; Pielke et al., 2007).

In Brazil, one of the most vulnerable regions to climate change is the rural semi-arid northeast. Adaptation strategies in this region have been primarily implemented through local development initiatives without clear integration into broader development or even climate change policies. Integration between these local experiences and national climate change strategies, however, could provide important synergies between the building of adaptive capacity and sustainable development practice and policies (Ayers and Huq, 2008).

In this paper, we present a concrete example of an initiative to strengthen the adaptive capacity of rural communities in the semi-arid region of Brazil. The ongoing initiative tries to link the issue of adaptive capacity with that of sustainable rural development in an initial stage of developing an adaptation methodology for smallholder farmers in that region. This paper discusses the main difficulties and achievements since project inception as well as its implications for climate change policy in Brazil and other developing countries.¹

Accordingly, the remainder of this paper is organized as follows: Section 2 presents a brief review of the most important climate and socio-economic vulnerabilities in the semi-arid northeast of Brazil and discusses the links between adaptation, adaptive capacity and sustainable development. Section 3 then describes the selection and implementation process of the Pintadas initiative, before Section 4 concludes this paper with a discussion of the main findings.

2. Vulnerabilities in semi-arid northeast Brazil and the imperative for adaptation

2.1. Climate and social vulnerabilities

While there have been only few experiences with planned adaptation strategies to future climate change in Brazil, it is recognized that the semi-arid northeast is one of the most vulnerable regions in the country in terms of expected adverse climate change impacts and prevalent social vulnerabilities. This observation particularly applies to smallholder farmers in the region that have to cope with strong hydrological deficits (Carvalho and Egler, 2003; Marengo et al., 2007).

¹ The present work was developed under SouthSouthNorth2 (SSN2), an international network of NGOs and academic institutions established to assist communities and municipalities in the design and implementation of climate change mitigation and adaptation projects that include sustainable development targets. The current paper synthesizes the methodology developed and used by the Brazilian SSN2 adaptation research team, and the results and conclusions here presented do not necessarily represent the opinions of all project partners and institutions. For more information about SSN2 see the project website at <http://www.southsouthnorth.org>.

Agriculture in the semi-arid northeast is today already strongly limited due to low marginal sufficiency of rainwater (Krol and Bronstert, 2007). Recent research (IPCC, 2007; Marengo et al., 2007, 2009) indicates that this hydrological deficit will increase – either due to declining rainfalls or increased evaporation – if average temperatures in the northeast continue to rise due to climate change. In particular, the frequency of the droughts that affect the region may increase and result in or increase desertification processes (Marengo et al., 2007).² More frequent and intense El Niño Southern Oscillation (ENSO) years could further increase water deficits. As noted by Lemos (2007), extreme droughts occurred in northeast Brazil during the strong ENSO years of 1911–1912, 1925–1926, 1982–1983, and 1997–1998. Furthermore, there is a strong (>90%) likelihood that future regional summer average temperatures (i.e. temperatures in the growing season) will, by the end of this century, exceed the most extreme seasonal temperatures recorded from 1900 to 2006 (Battisti and Naylor, 2009).

Several recent studies (see Jones and Thornton, 2003; Lobell et al., 2008; Margulis et al., 2010) have addressed the question of how these increasing hydrological deficits may impact smallholder farming activities in Brazil. Although differing in their estimates, all authors report declining crop yields for subsistence crops such as beans, corn and manioc.³ This is a particularly relevant result as current per hectare productivities are already very low in the Brazilian semi-arid smallholder agriculture (Margulis et al., 2010).

The identified climate vulnerabilities may affect about 2 million rural family farmer families currently living in the Brazilian northeast (INCRA and FAO, 2000), frequently under conditions of extreme poverty. Silveira et al. (2007) calculate that between 10% and 30% of the non-metropolitan and rural population in the northeast is considered to be poor or extremely poor, which is the largest share for Brazil (Silveira et al., 2007). Furthermore, access to basic services in this region remains very low (IBGE, 2007), so that fundamental preconditions for rural development are missing. Combined with recurrent droughts, these conditions aggravate and intensify the processes of rural exodus towards larger metropolitan centers, leading to precarious and disorganized land use and huge social problems in the latter. These processes are likely to intensify with climate change (NAE, 2005; Barbieri and Confalonieri, 2008).

2.2. The Brazilian semi-arid as a climate change hotspot

While it is clear that poverty cannot be strictly equated with vulnerability, it nevertheless strongly limits the ability to cope

² The semi-arid Northeast is already most vulnerable to desertification where new desertification areas have been found in the States of Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte and Ceará (NAE, 2005).

³ Jones and Thornton (2003) report declining corn yield of 25% by 2055 in semi-arid parts of northeast Brazil. Decreasing production yields for subsistence crops in Brazil are also projected by Lobell et al. (2008): rice, corn and cassava are estimated to have on average about 5% lower yields by 2030. Margulis et al. (2010) report losses up to 20–30% for beans, rice and corn in the semi-arid northeast.

with or adapt to climate change. Climate change may in fact accentuate or reinforce existing vulnerabilities and socio-economic inequalities (Adger et al., 2003) so that, taken together, climate and social vulnerabilities have a tremendous potential to adversely affect poor family farmers in the semi-arid northeast, especially as these – generally speaking – are assumed to have a low adaptive capacity with regard to such impacts (Adger et al., 2003; Morton, 2007).

A rapid appraisal to identify vulnerable regions to climate change is to simply overlay the percentages of poor people in a given region, taken from PNUD et al. (2003) and other relevant statistical sources on regional poverty, with relevant climate sectoral vulnerabilities (in the perspective of geographical localization of the most susceptible areas to the climate change).⁴ This allowed for the identification of priority areas with overlapping social and climate change vulnerabilities, the so-called hotspots.⁵

By using this approach it becomes evident that the Brazilian semi-arid region is a hotspot for climate change adaptation: large rural areas are extremely vulnerable to interlinked and growing social and climate vulnerabilities, with access to water becoming a crucial question to be resolved if smallholder farmers in the region are to adapt to even less favorable climatic conditions in the future.

2.3. Adaptation, adaptive capacity and development

Adaptation describes longer-term activities that take into account the threat of environmental extremes or changes (Cutter and Mitchell, 2001) and is, whether analyzed for purposes of assessment or practice, intimately associated with the concepts of vulnerability and adaptive capacity (Smit and Wandel, 2006). Attributing adaptation to climate change, however, is not a simple process. Naturally, the uncertainties involved in the assessment and in its theoretical systematization (degree of vulnerability and adaptive capacity) are not less than the uncertainties involved in global climate projections (Adger and Vincent, 2005). This is particularly true for regional and local adaptation processes where, in many cases, no vulnerability mapping is available.

It is also difficult to separate climate change adaptation decisions or actions from other actions triggered by economic or social events (Adger et al., 2005). In developing countries, even the boundary between rural development projects and projects for adaptation to climate change for smallholder farmers is not clear or precise. There are dimensions of

conventional rural development that cannot be overlooked when seeking the sustainability of such initiatives. Ayers and Huq (2008) raise this issue when proposing that “good (or sustainable) development (policies and practice) can (and often does) lead to building adaptive capacity. Doing adaptation to climate change often also means doing good (or sustainable) development.” Finally, it seems obvious that adaptation to the marginal adverse impacts of climate change alone will not be sufficient to enable smallholder farmers to cope with their increasingly precarious livelihood, and would also be morally difficult to accept as non-climate stressors are currently responsible for much larger impacts on poor people in affected regions such as semi-arid Brazil (Pielke et al., 2007).

In spite of all uncertainties, it can be verified as axiomatic that the inhabitant of the semi-arid region has been suffering for a long time as a result of the natural variability of climate and everything indicates that this tendency will only get worse. Initiatives envisaged for this region are thus essential and urgent.

The case study presented in the following section was conceived within the theoretical background discussed here. As such, the experiment falls within categories (a) and (b) of adaptation projects proposed by the UNFCCC (2008),⁶ linking the project to climate-proofing of current and future socio-economic activities as well as to adaptive capacity building within such activities.

In this context, the overall objective of the project can be summarized as the gradual development of a methodology for the implementation of an adaptation program for smallholder farmers in the semi-arid region, where the improvement of local adaptive capacity would be a first step in that direction. Only careful monitoring, as determined by adaptation indicators (another goal of the experiment), will eventually clarify exactly how the project can contribute to adaptation to climate change by smallholder farmers in that region, for example by providing information on necessary adjustments, strategic changes or additional actions.

3. Selection and implementation of the Pintadas initiative

3.1. Basic principles and criteria used in the selection and design of the project

In order to identify appropriate strategies for smallholder farmers to adapt to climate change in rural semi-arid areas of Brazil, the project based its approach loosely on the Adaptation Policy Frameworks (APF) (UNDP, 2004). Introduced in 2004 by the United Nations Development Programme (UNDP) on behalf of the Global Environment Facility (GEF), the APF is a set of guidelines for the development and implementation of

⁴ Cutter et al. (2008) show that social vulnerability depends on a variety of factors rather than exclusively poverty. However, poverty and marginalization are considered to be “key driving forces of vulnerability” that “constrain individuals in their coping and long-term adaptation” (Adger et al., 2003, p. 182). Therefore, the rapid appraisal applied here is still useful as a starting point for identification of climate change hotspots.

⁵ It should be noted that vulnerabilities have been identified based not only on peer-reviewed literature review (Jones and Thornton, 2003; Krol and Bronstert, 2007; IPCC, 2007; Marengo et al., 2007 and other), but also by review of gray literature and official reports as well as by conducting in-depth interviews with a variety of stakeholders, including smallholder farmers, government officials, and entrepreneurs.

⁶ According to this proposal adaptation actions can be grouped into three broad categories: (a) Actions that climate-proof socio-economic activities by integrating future climate risk; (b) Actions that expand the adaptive capacity of socio-economic activities to cope with future and not only current climate risks; (c) Actions that are purely aimed at adapting to impacts of climate change and would not otherwise be initiated.

adaptation strategies. The APF aims to help countries to integrate adaptation concerns into the broader goals of national development and to support adaptation processes to protect and enhance human well-being in the face of climate change, including climate variability. The main steps of the APF are:

1. Careful application of the scope of works and design processes.
2. Strong stakeholder participation: this requires an active and sustained dialogue among affected individuals and groups.
3. Assessing and enhancing adaptive capacity: this depends on the level of information regarding the current vulnerability of the country, but implementing the APF does not require an abundance of high quality data, or extensive expertise in computer-based models; rather, it relies upon a thoughtful assessment and a robust stakeholder process.
4. Analysis of adaptation to cope with current and future climate change.
5. A program to monitor, evaluate and improve the impact of the adaptation activity (UNDP, 2004).

For the present case, the project team made minor adjustments to APF requirements in order to facilitate project identification and implementation of regional adaptation projects, maintaining, however the major steps of the APF process. The adapted methodology of the project is known as the *SSN Adaptation Project Protocol (SSNAPP)*.⁷

Based on this methodology, nine potential adaptation projects were identified in climate change hotspot areas. The project's potential to contribute to poverty reduction and sustainable development was then considered (Ayers and Huq, 2008), followed by an evaluation of the project's feasibility. The SWOT methodology was applied in order to identify and assess the main Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. Specific consideration was thereby given to projects which had the actual capacity of showing concrete results within 2 years, the time during which funding for the project partners was available.

From application of the APF/SSNAPP framework it was decided that the pilot initiative would be implemented in the community of Pintadas, situated in the semi-arid region of the Brazilian northeast about 300 km West of Salvador, capital of the state of Bahia. Increasing efficiency of water resource use for productive applications⁸ via small-scale irrigation was identified by the project team as a potential strategy for smallholder farmer adaptation to climate change. Further-

more, the project design included strategies to increase and diversify family production (including horticulture) as means to generate income as well as build adaptive capacity of smallholder farmers in the region. As such, the initiative presented in this paper intends to take a step forward by optimizing water uses particularly for productive uses and thus going beyond pure subsistence needs.

3.2. Project background

Pintadas falls well into the picture of limited adaptive capacity to climate and social vulnerabilities: the entire municipality displays a strong hydrological deficit and poverty levels are very high (cf. Section 2.1). The main economic activity in the region is subsistence farming of mainly corn, beans and manioc – all crops that are generally resistant to drought but have shown low and decreasing yields, mostly due to lack of knowledge about best agricultural practices and adverse climate impacts in the region. Additionally, productive uses of water resources in agriculture and livestock raising are increasingly limited as a result of growing hydrological deficits, not only due to physical scarcity of water resources, but also due to ill-use of existing water sources (e.g. inefficient irrigation by water trenches or by hand).

Despite this picture Pintadas is also known as a privileged case. The community has a history of social mobilization and active leadership that is known well beyond municipality borders⁹ which, added to the fact that the community embraced from early on the idea of efficient irrigation projects, greatly helped implementation of the project in Pintadas.

3.3. Case study: the Pintadas project

The initial stages of the Pintadas project, as developed by the Brazilian SSN2 team, consisted in irrigation optimization in a small farming community of the municipality. The actual field work (identification of needs, installation of systems, capacity building, contact with local stakeholders) was mainly carried out by a national NGO (REDEH, *Network for Human Development*) while scientific support was supplied by researchers from the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ). The technologies used aimed at improving the agricultural productivity of the selected family farms and serving as a demonstration model for other families in the region. Given the social and climate vulnerabilities found in semi-arid northeast Brazil, photovoltaic solar water pumps and drip irrigation systems were seen as an effective strategy to tackle poverty and adapt the region's communities to the impact of climate change. Benefits from irrigation, and such productive systems could, under the best circumstances, make the community more resistant to droughts and future climate variability, generating income, diversifying production, stimulating entrepreneurship and helping to maintain food security (Obermaier et al., 2009).

According to Adger et al. (2005), actions associated with building adaptive capacity can include communication of climate change information, build awareness on potential

⁷ For more information on SSNAPP see *SSN Capacity Building Team (2006)* and *SSN (2007)*.

⁸ Given the expected climate change impacts in semi-arid Brazil, increasing water storage capacity, e.g. the construction of cisterns for human and animal consumption, is an initial step required for reducing vulnerability of small farmers. Such programs have been implemented in several regions of the semi-arid northeast (Hirschman, 1965; Carvalho and Egler, 2003). However, our evaluation has shown that under more severe droughts caused by climate change this is not enough for ensuring food security and income generation, which require the productive use of water, e.g. through small drip irrigation schemes.

⁹ Again, the short time for project implementation (2 years) made it necessary to find partners with a strong level of social organization in order to facilitate its execution.

impacts, contribute to well-being and economic growth, and help exploit new opportunities. The project thus did not only focus on adequate technology provision (installation of hardware), but included significant capacity building and climate change education components (software). Furthermore, the Pintadas project also sought to provide for the organization of local and regional discussion forums involving politicians, representatives of universities and research institutions, equipment manufacturers as well as the proper smallholder farmers. The idea was to create and consolidate a network for the identification and dissemination of good practices for smallholder farming in the semi-arid region in the light of climate change. Such an integrated strategy for building adaptive capacity was expected to make the project more sustainable and thus its effectiveness as an initial step for creating an adaptation strategy for smallholder farmers in the region.

From the early planning phase, the Pintadas efficient irrigation project was designed to expand into other regions of the semi-arid northeast. A partnership was established between REDEH, a local NGO, and Pintadas Women's Association. This partnership was instrumental in getting the SSN adaptation project underway. Several potentially viable areas in Pintadas were scouted for the pilot system's installation, and potential partners were selected based on predetermined criteria (e.g. low income, entrepreneurial spirit, youth and gender) to strengthen social dynamization. The precise technical design of each irrigation system was based on the specific needs of each beneficiary. Following this process, a total of seven efficient irrigation systems were installed on seven properties:

- 1 drip irrigation system with 1800 m² capacity and regulated nozzles, powered by a diesel pump;
- drip irrigation systems with 500 m² capacity and automatic drip delivery. Three of these systems are powered by diesel pumps, and the other by a PV (solar powered) pump;
- 2 organoponic¹⁰ systems with manual pumping (conventionally powered pumps are not needed for systems of this size since only 1000 liters of water per week are required).

Both organoponic and drip irrigation are technologically mature systems which can provide crop yield improvement while simultaneously requiring less water resources than conventional systems, making both systems extremely attractive for the semi-arid northeast.

In order to assess project progress farmers were directed to record information such as cultivated area, type of crops planted and number of irrigation-hours, weather conditions, productivity and income earned. While efforts were made to increase awareness among farmers on the importance of recording production and technical data, some participants gradually lost interest in doing so because they could not see the practical use of recording data. For that reason, the initial project assessment was based on only 5 months worth of data.

¹⁰ Organoponics is a system which uses compost or organic fertilizer to take nutrients to the roots, using very small amounts of water. It is an *efficient irrigation system*, in contrast to hydroponics' extensive use of water.

Despite such limited information, the results nevertheless show that participating family farmers managed to earn additional monthly income ranging from R\$ 60.00 to R\$ 200.00,¹¹ or up to about half a minimum wage (IBGE, 2007). While such improvements may seem small, compared to the low average incomes in semi-arid Brazil they may constitute an important improvement in rural livelihood if the positive changes of the project can be maintained or even expand in the future.

The project presented has recently changed its name to *Adapta Sertão*¹² and has significantly widened its activities and regional scope based on substantial financing from the German Federal Environment Ministry under the International Climate Change Initiative (2008–2010). At this time, continuity of the project is secured via funding from CNPq, the Brazilian National Council of Technological and Scientific Development. The project's focus is now on monitoring smallholder farmer activities in the region – especially during drought periods – with the specific target of seeking to systematize the results of the installed systems for a potential inclusion in future strategies to strengthen smallholder farmers against increasingly severe droughts. The project team is currently in dialogue with national government representatives (in particular the Brazilian Ministry of the Environment) regarding the potential dissemination of efficient irrigation systems on an experimental scale in the semi-arid region as part of a public policy, e.g. within the Brazilian National Plan on Climate Change or the National Program for the Prevention of Desertification.

4. Discussion and final observations

The Pintadas adaptation project – after the first implementation phase – is still under development. In addition to an increase in income due to surplus production being sold on the local market, data obtained from the field (before and after the project start-up) has shown an initial improvement in agricultural productivity as well as in diversity of production. Some participating families have become strongly conversant with the technology installed on their properties, as well as more aware of climate change and efficient water use issues. Three key factors for project sustainability have been identified:

1. Build awareness on current climate variability and future climate change and their potential impacts → induce farmers to monitor rainfalls and economic variables such as yields on their property, and to make use of more reliable information on climate variability and change.
2. Build capacity at local (community) level for technology diffusion and technical assistance → for smallholder farmers often relying on inefficient and obsolete agricultural practices.
3. Social dynamization as key factor for success → human resources formation for technological innovation and

¹¹ In May 2010, R\$1.00 was valued at approximately US\$0.53.

¹² See project website at: <http://www.adaptasertao.net> for more information.

continued interest in project activities, focusing particularly on young and female participants as project multipliers.

In short, the project did not focus only on implementing adequate technologies (*hardware*), but to an even larger degree on building local capacity for introducing innovations and supplying technical assistance (*software*) as well as increasing the economic opportunities for participating farmers and thus also their self-interest and dedication to make the project a success. This included the integration of components such as teaching organic farming practices, help with commercialization channels as well as beginning courses on planning and implementation of irrigation systems for local technicians.¹³ Therefore, the uniqueness of the project relies in the combination of the three factors above mentioned (climate change adaptation component, diffusion of small-scale irrigation techniques and social organization), associated with an innovative scheme of stakeholder integration (smallholder farmers, local communities, equipment manufacturers, technology providers, credit cooperatives, municipality government, NGOs, university researchers and financial institutions).

Adaptation strategies in the semi-arid region have been often implemented through local development initiatives without clear integration into development or even climate change policies. The Pintadas project is one of the first to link such “unplanned” experiences with adaptation to climate change issues, making the farmers in the region more conscious on expected future impacts.

Of course, all project results have yet to be analyzed with great care since the project started only recently. It is clear the ultimate success of the project will depend on whether the technological choices prove in fact to be adequate in front of climate change impacts, particularly regarding potential future droughts and related hydrological deficits. It is thus also too early to state that the approach adopted will effectively strengthen the adaptive capacity of farmers with regard to climate change. However, by focusing particularly on extensive project *software* provision it is believed that farmers can reduce their vulnerability to these impacts via income generation, diversification of production, stimulation of rural entrepreneurship, and better food security as well as simultaneously serving as potential example for other smallholder farmers in the region. The occurrence of the El Niño this year may provide interesting results for project effectiveness as rainfalls are expected to be below long-term averages in the project region.

The experiences with Pintadas have shown that adaptation within communities is an extremely difficult process. In the case of Pintadas, however, many potential problems and conflicts were avoided by providing information and technical assistance, while simultaneously bringing local stakeholders and municipality representatives to the implementation

process.¹⁴ However, even with such support, the need to address cultural skepticism, to build local capacity or repeatedly explain good agricultural practices and optimal irrigation methods in participative dialogues became evident.

It is clear that the question of adaptation to climate change must be viewed as more than a simple response to environmental emergencies or disasters. Many adverse climate impacts will take decades to come to full effect and therefore cannot be reduced to emergency-response scenarios. Furthermore, it is essential that government, society and companies establish and strengthen a dialogue on issues pertaining to climate change if policies are to succeed in reducing Brazil's vulnerability and increasing its adaptive capacity.

It will be necessary to improve knowledge about all the factors that comprise Brazil's vulnerability in relation to global climate change before a broad governmental policy aiming at minimizing adverse impacts caused by global environmental problems can be implemented. The magnitude of risks associated with climate change warns against inaction. No time should be lost in attaining full knowledge regarding regional impacts of climate change so that national policy measures on adaptation can be initiated and implemented.

In terms of social vulnerability and despite recent surveys pointing to a reduction in poverty (IBGE, 2007; Neri, 2008) large parts of the Brazilian population is still living in poverty, especially in the semi-arid northeast. It is precisely in these semi-arid areas that climate change is expected to produce its greatest impacts, due to the prospect of reductions in the frequency and intensity of the rains or increased evaporation due to temperature increases (Marengo et al., 2007, 2009). The Pintadas project idea, involving the introduction of efficient irrigation technologies, strengthening local capacity and raising climate change awareness, arose exactly as a response to the expected impacts of climate change in this region.

The effectiveness of adaptation strategies is related to two issues – assessing impacts and vulnerabilities, and developing response options. The project under consideration, being located in a semi-arid area, had water scarcity as one of its criteria; the response option, which took into account the badly managed water availability of the region, was the optimization of water resources through the use of more efficient irrigation systems such as drip irrigation and organoponics. However, what appears successful in the short term may turn out to be less successful in the longer term (Adger et al., 2005). Furthermore, the period of implementation of the Pintadas project is as yet too short to permit the drawing of conclusions about the full efficiency of the strategy involved or its extension over a larger scale since future local and regional water availability is still unknown.

Smit and Wandel (2006) highlight that for agricultural systems facing water shortage exposures; a simple adaptation might be to use more drought resistant cultivars. A more

¹³ The current project stage involves the introduction of a revolving fund for project consolidation and possible expansion as well as the introduction of drought-resistant seeds for subsistence and energy crops. These issues will be discussed in a forthcoming publication of the authors.

¹⁴ This observation is partly evidenced by the fact that the Pintadas pilot project has recently been selected as one of the five winners of the SEED award for Entrepreneurship in Sustainable Development (out of 400 projects), which explicitly praised the implementation process and the adaptation-development focus of the project.

substantial adaptation might be to shift away from crop farming to pastoralism. An even more substantial adaptation might be to abandon farming altogether. Seeing the semi-arid northeast as a great “edaphoclimatic patchwork” it becomes clear that the region as a whole needs to be better known, explored and analyzed regarding the particular vulnerabilities so that a consistent adaptation methodology can be developed according with each specific socio-environmental context. Mapping vulnerabilities to future climate change impacts more precisely and linking these to existent non-climate stressors will be essential for future strategy implementation.

Brazil has so far undertaken very few efforts on climate change adaptation, and what has been done is not yet sufficient in view of the sheer magnitude of possible large-scale climate change impacts. These impacts will not be limited to the semi-arid regions or smallholder farmers, but include scenarios such as erosion in densely populated coastal areas, biodiversity losses, health impacts in cities or losses in hydropower electricity generating capacity (Margulis et al., 2010).

These multiple facets of potential adaptive capacity and adaptation strategies will need to be considered. Based on the experiences from the Pintadas project, initiatives that combine poverty reduction and adaptation components may gain considerable support for mainstreaming into national policies due to local acceptance, while simultaneously providing an important component for regional development. Because of the multidimensional natures of resilience and adaptive capacity and inherent uncertainties (Adger and Vincent, 2005; Cutter et al., 2008), the expansion and continuity of regional pilot projects on adaptive capacity such as Pintadas will be essential so that problems can be identified and potential response strategies can be tested and assessed against social vulnerabilities as well as current and future climate variability.

Supporting concrete actions and bringing these to the mainstream can prove an important effort to alleviate poverty and minimize the adverse impacts of climate change for poor people, not only in Brazil, but also in other developing countries. The question, however, remains how implementation of similar activities could be achieved in regions that cannot rely on the efficient action of public authorities or that of reputable external entities. A proposal that aims to involve popular participation in such contexts, in the light of its implementation in Pintadas, deserves careful study of its purposes and of its acceptance by the participants (Maroun, 2007).

Acknowledgments

This research is partly financed by the German Federal Environment Ministry under the International Climate Change Initiative and led by the German Federal Environment Agency. We would like to thank Thais Corral and Daniele Cesano (both from REDEH) and all participating farmers for making Pintadas a reality in the field, and two anonymous reviewers for their very constructive comments on an earlier version of this paper. Martin Obermaier acknowledges financial support from CNPq (National Counsel of Technological and Scientific Development).

REFERENCES

- Adger, W.N., Huq, S., Brown, K., Conway, D., Hulme, M., 2003. Adaptation to climate change in the developing world. *Progress in Development Studies* 3, 179–195.
- Adger, W.N., Arnell, N.W., Tompkins, E.L., 2005. Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change* 15, 77–86.
- Adger, W.N., Vincent, K., 2005. Uncertainty in adaptive capacity. *External Geophysics, Climate and Environment* 337, 399–410.
- Ayers, J.A., Huq, S., 2008. Supporting Adaptation to Climate Change: What role for Official Development Assistance? Paper presented at DSA Annual Conference 2008 “Development’s Invisible Hands: Development Futures in a Changing Climate.” 8th November 2008, London.
- Barbieri, A.F., Confalonieri, U.E.C., 2008. In: Barbieri, A.F., Confalonieri, U.E.C. (Eds.), *Mudanças Climáticas, Migrações e Saúde: Cenários para o Nordeste, 2000–2050*. CEDEPLAR, UFMG and FIOCRUZ Available at http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/migracoes_saude/MIGRACAO_E_SAUDE_NORDESTE.pdf (last access April 2010).
- Battisti, D.S., Naylor, R.L., 2009. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. *Science* 323, 240–244.
- Carvalho, O., Egler, d.C.A.G., 2003. *Alternativas de Desenvolvimento para o Nordeste Semi-árido*. Banco do Nordeste, Fortaleza.
- Cutter, S.L., Mitchell, J.T., 2001. Environmental adaptation and adjustments. In: Smelser, N.J., Baltes, P.B. (Eds.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Elsevier Science, New York, pp. 4576–4580.
- Cutter, S.L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., Webb, J., 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change* 18, 598–606.
- Hirschman, A., 1965. *Política Econômica na América Latina*. Fundação de Cultura, Rio de Janeiro.
- IBGE, 2007. *Pesquisa Nacional de Amostragem por Domicílios*. IBGE, Rio de Janeiro.
- INCRÁ and FAO, 2000. *Novo Retrato da Agricultura Familiar—O Brasil Redescoberto*. FAO, INCRÁ, Brasília.
- IPCC, 2007. *Climate Change (2007) vol. 1. The Physical Science Basis. vol. II: Impacts Adaptation and Vulnerability. vol. III: Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge and New York.
- Jones, P.G., Thornton, P.K., 2003. The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055. *Global Environmental Change* 13, 51–59.
- Krol, M.S., Bronstert, A., 2007. Regional integrated modeling of climate change impacts on natural resources and resource usage in semi-arid Northeast Brazil. *Environmental Modelling & Software* 22, 259–268.
- Lobell, D.B., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P., Naylor, R.L., 2008. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science* 319, 607–610.
- Lemos, M.C., 2007. *Drought Governance and Adaptive Capacity in North East Brazil: A Case Study of Ceará*. Human Development Report 2007/2008. Human Development Report Office Occasional Report. UNDP Available at <http://hdr.undp.org> (last access June 2009).
- Marengo, J.A., Nobre, C.A., Salati, E., Ambrizzi, T., 2007. *Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século*

- XXI—Sumário Técnico. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Marengo, J.A., Jones, R., Alves, L.M., Valverde, M., 2009. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. *International Journal of Climatology* 30, 1–15.
- Margulis, S., Dubeux, C.B.S., Marcovitch, J., 2010. In: Margulis, S., Dubeux, C.B.S., Marcovitch, J. (Eds.), *Economia da Mudança Climática no Brasil: Custos e Oportunidades*. IBEP Gráfica, São Paulo.
- Maroun, M.R., 2007. *Adaptação às Mudanças Climáticas: Uma Proposta de Documento de Concepção de Projeto (DCP) no Âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)*. M.Sc. thesis, Energy Planning Program (COPPE/UFRJ), Rio de Janeiro.
- Morton, J.F., 2007. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, 19680–19685.
- NAE, 2005. *Mudança do Clima*. vol. 1. NAE/Brazilian Government, Brasília, D.F. Available at <http://www.nae.gov.br/mudancasdoclima01.htm> (last access July 2009).
- Neri, M.C., 2008. *A Nova Classe Média*. Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro.
- Obermaier, M., Maroun, M.R., Kligerman, D.C., Rovere, E.L.L., Cesano, D., Corral, T., Wachsmann, U., Schaller, M., Hain, B., 2009. Adaptation to climate change in Brazil: the Pintadas pilot project and multiplication of best practice examples through dissemination and communication networks. In: *RIO 9 World Climate & Energy Event Book of Proceedings*, Rio Solar Ltd., Rio de Janeiro, pp. 185–190.
- Pielke Jr., R., Prins, G., Rayner, S., Sarewitz, D., 2007. Lifting the taboo on adaptation. *Nature* 445, 597–598.
- PNUD, Fundação João Pinheiro, IPEA, 2003. *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil*. United Nations Program, CD-ROM Version.
- Richardson, K., Steffen, W., Schellnhuber, H.J., Alcamo, J., Barker, T., Kammen, D.M., Leemans, R., Liverman, D., Munasinghe, M., Osman-Elasha, B., Stern, N., Wæver, O., 2009. *Climate Change—Global Risks, Challenges and Decisions—Synthesis Report*. University of Copenhagen, Copenhagen.
- Silveira, F.G., Carvalho, A.X.Y., Azzoni, C.R., Campolina, B., Ibarra, A., 2007. *Dimensão Magnitude e Localização das Populações Pobres no Brasil*. Texto para Discussão 1278. IPEA, Brasília, D.F..
- Smit, B., Wandel, J., 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change* 16, 282–292.
- SSN Capacity Building Team, 2006. *The SouthSouthNorth Capacity Building Module on Poverty Reduction: Approaches for achieving sustainable development and poverty reduction*. SouthSouthNorth, Cape Town. Available at <http://www.southsouthnorth.org> (last access May 2010).
- SSN, 2007. *SSN New Methodology for Community Based Adaptation – SSNAPP*. SouthSouthNorth, Cape Town. Available at <http://www.southsouthnorth.org> (last access May 2010).
- UNDP, 2004. *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne and Madrid.
- UNFCCC, 2008. *Investment and financial flows to address climate change: an update*. Technical paper, UNFCCC.
- André Felipe Simões** has a B.A. in Metallurgical Engineering at Papal Catholic University of Rio de Janeiro - PUC/RJ (1994), Master's Degree in Metallurgical and in Science of the Material at Papal Catholic University of Rio de Janeiro (1997) and D.Sc. in Energy Planning at the Federal University of Rio de Janeiro - UFRJ (2003). Actually, he is Professor at the School of Arts, Sciences and Humanities of the University of São Paulo - EACH/USP. His experience is in Energy and Environmental Planning, mainly in Climate Change, Electric Power Universalization, Transportation Sector and Environment, Carbon Credits Market, Renewable Energies, Mitigation and Adaptation Alternatives, and Environmental Engineering.
- Debora Cynamon Kligerman** has a B.A. in Civil Engineering from the State University of Rio de Janeiro and a Master's Degree and D.Sc. from the Federal University of Rio de Janeiro (2001). She is a researcher at the Department of Sanitation and Environmental Health of the National School of Public Health of the Oswaldo Cruz Foundation, having experience in Sanitary Engineering, particularly Environmental Legislation related to environmental sanitation, public health, solid residue, environmental education, environmental administration, and adaptation to climate change.
- Emilio Lèbre La Rovere** has a B.A. in Systems and Industrial Electric Engineering at Papal Catholic University of Rio de Janeiro, B.A. in Economy and Master's Degree in Systems and Computation Engineering at the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), and D.Sc. in Economic Techniques at École des Hautes Études en Sciences Sociales de Paris. He is Associated Professor of the Energy Planning Program at UFRJ, where he coordinates the Interdisciplinary Laboratory of Environment (LIMA) and the Center of Integrated Studies on Environment and Climate Change (Centro Clima).
- Maria Regina Maroun** has a B.A. in Mechanical Engineering and Master's Degree in Energy Planning at UFRJ (2007). Now she works in the Third Sector (OSCIPOP Popular Water Services), as president of the organization and is technically responsible for Socio-environmental projects. She has professional experience in consultancy of hydroelectric power stations projects.
- Martha Macedo de Lima Barata** has a B.A. in Actuarial Sciences at UFRJ (1983), B.A. in Economical Sciences at the Cândido Mendes University (1983), Master's Degree in Energy Planning and D.Sc. in Energy and Environmental Planning at the UFRJ. Now she is coordinating the Commission of Environmental Administration of the Oswaldo Cruz Foundation.
- Martin Obermaier** obtained his Master's Degree in Economics from the Freie Universität in Berlin. He is currently working on his PhD thesis at the Energy Planning Program of the Federal University of Rio de Janeiro in which he analyzes the problems of family farmer inclusion within the Brazilian National Program on Biodiesel (PNPB). His further research areas include rural electrification, climate change and social investments.