

Vulnerabilidade e Adaptação à Seca nos Sertões Brasileiros

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Inpe

Guilherme Reis Pereira¹

Vânia Heloíse de Oliveira²

Paulo Sobral Escada³

Francisco Fortunato Segundo⁴

RESUMO

Nas últimas décadas as secas têm ocorrido com mais frequência e intensidade nas terras semiáridas e áridas em vários países e no Nordeste brasileiro. A população rural é mais vulnerável às sucessivas secas porque dependem da atividade agropecuária e do regime de chuvas. Este trabalho tem o objetivo de identificar a vulnerabilidade e a capacidade de adaptação às variações climáticas em 300 municípios dos estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte. Os resultados mostram que a seca meteorológica e a vulnerabilidade social são heterogêneas entre municípios. Os municípios mais vulneráveis são aqueles onde a maioria da população reside no campo, mais de 30% dela é dedicada a atividades agropecuárias, a produtividade é baixa e a produção agrícola é pouco diversificada. Os municípios menos vulneráveis estão localizados em regiões abastecidas por bacias hidrográficas e/ou grandes reservatórios, desenvolvem ações de adaptação a partir da organização da sociedade civil, além de contarem com sistema de irrigação que permite a maior diversificação da produção e melhores respostas à seca. Na última seca (2012-2014), houve uma distribuição irregular do volume da precipitação entre municípios e microrregiões, e os impactos na produção agropecuária foram bastante heterogêneos. Não há uma relação linear e proporcional entre a intensidade da seca e perdas socioeconômicas, pois o acesso à água é desigual e a capacidade de adaptação às condições adversas do clima é distinta até na escala municipal.

PALAVRAS-CHAVE

Impactos, Vulnerabilidade, Adaptação, Mudanças Climáticas, Semiárido.

ABSTRACT

In recent decades droughts have occurred more frequently and intensively in several countries and in the Brazilian Northeast. The rural population is the most affected by successive droughts because they depend on agricultural activity and rainfall. This work aims to identify the vulnerability and adaptive capacity to climate variations in 300 semiarid municipalities in the states of Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí and Rio Grande do Norte. The results show that drought and social vulnerability are heterogeneous among municipalities. The most vulnerable are those towns where most of the population lives in the countryside, more than 30% of it devoted to agricultural activities, the productivity is low and the agricultural production little diversified thus the vulnerability indicator tends to be higher. The less vulnerable municipalities of eastern Ceará and western Rio Grande do Norte are located in regions supplied by river basins and/or large reservoirs besides that they count on irrigation systems that allow for greater diversification of production and improved responses to drought episodes. In the last drought (2012-2014), there was an uneven distribution of the rainfall volume among municipalities and micro-regions, and so impacts on agricultural production were quite heterogeneous. There is no linear and proportional relationship between drought intensity and socioeconomic loss because the access to water is crucial to adverse weather condition adaptation.

KEYWORDS

Impacts, Vulnerability, Adaptation, Climate Change, Semi-Arid.

¹ Analista em Ciência e Tecnologia no Inpe, Cientista Social, Dr. em Política Científica e Tecnológica.

² Bacharel em Ciências e Tecnologia e Engenheira Ambiental.

³ Bolsista, Analista em Ciência e Tecnologia no Inpe, Dr. em Ciência Política.

⁴ Bolsista, Analista de Sistemas.

Introdução

A vulnerabilidade à seca no semiárido brasileiro está diretamente relacionada à pobreza⁵ da maioria da população, à distribuição irregular das precipitações e a heterogeneidade econômica com alguns polos dinâmicos nas bacias hidrográficas e indústria de mineração cercados de regiões estagnadas e dependentes. Tais ilhas de prosperidade contaram com investimentos públicos visando à modernização capitalista do campo em nome do desenvolvimento do semiárido na década de 1990.

Até a década de 1960 não havia trabalho assalariado e nem direitos trabalhistas⁶, o que motivou a insurgência das ligas camponesas. Mesmo aqueles que tinham pequenas propriedades rurais viviam em situação de pobreza extrema em função das perdas provocadas pelo fenômeno da seca. As condições sociais são resultado de um processo histórico de integração internacional para exportação de açúcar e algodão e de integração à economia nacional como fornecedor de mão de obra para a industrialização do Sudeste que manteve a região à margem da modernização capitalista ao longo do século XX. Como consequência, foram criadas disparidades sociais e econômicas inter-regionais que se mantêm até os dias atuais. As diferenças da riqueza produzida se mantiveram estáveis durante todo esse período e em 2007 o PIB per capita do Nordeste representava 47% do PIB nacional e 35 % em relação à região Sudeste (BARROS, 2010). Em 2010 a região Nordeste tinha o dobro do percentual da população na pobreza em relação à média do país e mais baixo capital humano, o que a coloca em situação de alta vulnerabilidade social ao lado da região Norte (IPEA, 2015).

A ocupação do sertão a partir do século XVII para o estabelecimento de grandes fazendas de gado tornou a região densamente povoada. O semiárido brasileiro é um dos mais populosos do mundo com uma população de 23,8⁷ milhões de habitantes. A população mais vulnerável à insegurança alimentar devido às secas corresponde às populações da Somália, Etiópia e Kênia em situação semelhante (SIVAKUMAR, 2011, p.6). Os mais de 12 milhões que vivem no campo foram duplamente prejudicados por conta da economia política associada ao modelo agrário-exportador e das perturbações relacionadas às sucessivas secas, o que implica em alta vulnerabilidade da população na região.

A variabilidade climática com regime de distribuição irregular de chuvas e média anual aproximada de chuvas de 800 mm é uma característica do clima semiárido. Apesar da quantidade de precipitação não ser baixa comparada a outras terras semiáridas, as taxas de evapotranspiração são muitas elevadas, atingindo mais de 2.000 mm, o que provoca grandes déficits hídricos (MAGALHÃES e MARTINS, 2011, p. 58). Ademais, o fato de toda essa população estar distribuída em pequenos municípios numa área de 969 mil km² em oito estados do Nordeste e norte de Minas Gerais dificulta o abastecimento de água nos 1133 municípios em tempos de seca. O acesso à água é desigual em virtude da localização de cada município em relação às bacias hidrográficas e os interesses são conflitantes entre os diferentes

⁵ Foram utilizados os dados do Índice de Pobreza Multidimensional do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o qual se baseia na metodologia Alkine & Foster. A metodologia leva em conta as variáveis das privações de direitos sociais, não se limitando ao aspecto econômico da renda.

⁶ Os fazendeiros do Nordeste adotaram um regime em que arrendava parte das suas terras para a subsistência o trabalhador que pagava com trabalho no canavial, sendo que a proporção de dias de trabalho entre o roçado e o canavial era variável. Nos períodos que a economia açucareira estava aquecida piorava as condições sociais dos trabalhadores rurais porque tinham menos trabalho para seus roçados (MARTINS, 1994).

⁷ Dados do Censo Demográfico de 2010 do IBGE.

usuários. Em certos casos, há predomínio do interesse econômico do agronegócio em detrimento de comunidades rurais localizadas em regiões remotas.

No semiárido brasileiro, pelo menos a cada dez anos a população sofre com os efeitos das secas que se prolongam por dois ou mais anos e os cenários climáticos apontam a ocorrência de eventos extremos com mais frequência nas próximas décadas. Há registros de períodos de seca nos anos de 1583, 1710-11, 1723-27, 1744-45, 1777-78, 1808-09, 1824-25, 1835-37, 1844-45, 1877-79, 1982-83, 1997-98, 2003, 2012-15 que resultam em grandes dificuldades ao desenvolvimento das atividades agropecuárias da região. O período de déficit hídrico costuma se estender por 60% do ano (MARENGO, 2008, p.149). Essas grandes perturbações, de certa forma, podem levar as comunidades a tomar consciência dos limites ambientais, desenvolver conhecimento e respostas adaptativas frente à crise de esgotamento de recursos hídricos. De acordo com Berkes e Turner (2006) a criação de conhecimento de conservação não depende necessariamente de crises de esgotamento, mas pode contribuir nesse processo.

Após os efeitos da seca de 1877-79 que provocou a morte de 500 mil pessoas de fome e sede e a maioria do gado, surgiu a primeira política de combate à seca através da construção de um grande reservatório no estado do Ceará entre 1886 e 1906. Em 1909, o governo federal criou a Inspeção Federal de Obras de Combate à Seca, mais tarde foi denominado de Departamento Nacional de Obras de Combate à Seca (DNOCS), que construiu vários açudes. A infraestrutura de armazenamento atenuou a escassez de chuva, mas não foi suficiente para abastecer toda a população e o rebanho. Até meados do século XX as secas provocaram perdas humanas (MAGALHÃES e MARTINS, 2011, pp. 58-9). Mesmo atualmente, a existência de grandes reservatórios não garantem o abastecimento das comunidades em regiões mais remotas e a continuidade do fornecimento de água para as áreas de agricultura irrigada em anos de seca, como ocorreu em 2014 nos perímetros irrigados do Ceará e Rio Grande do Norte, devido ao baixo volume dos reservatórios superficiais e subterrâneos e a priorização do consumo humano (PEREIRA, 2015).

Soma-se às perturbações provocadas pela variabilidade climática, um padrão de produção e acumulação de capital com acentuada desigualdade social que conservou a concentração fundiária e o poder político dos latifundiários. Para entender a vulnerabilidade social do Nordeste, que não se limita aos aspectos biofísicos, é preciso considerar o processo mais amplo de reprodução do capital internacional no qual o Brasil foi inserido de forma subordinada mediante a implantação de empreendimentos baseados no latifúndio, como a economia açucareira, para suprir as demandas dos países centrais. Nesse sentido, o processo de acumulação de capital era compatível com a manutenção do latifúndio, do poder das oligarquias locais e a extrema pobreza da maioria da população. Grande parte dos trabalhadores rurais morava e produzia nas terras de latifundiários e pagavam aluguel com sua força de trabalho.

Para Castro (1994), a existência de populações pobres ou ricas em diferentes regiões semiáridas está relacionada com diferentes padrões de ocupação ao longo da história. O processo histórico de ocupação do semiárido nordestino ganhou impulso com a decadência da economia açucareira. A lavoura de algodão passou a ser a principal economia exportadora da região Nordeste nos séculos XIX e XX. Nas franjas da monocultura voltada para a exportação se desenvolveu a pecuária no sertão e também havia a produção de alimentos para abastecimento interno. A pecuária extensiva provocou o

desmatamento de mais da metade da área da Caatinga⁸, transformada em pastagens com o emprego de técnicas rudimentares como a queimada que empobrece o solo. Com a decadência da economia do algodão na década de 1980, a mineração e as indústrias de cerâmica e gesso se tornaram o novo vetor de degradação ambiental. A manutenção da concentração fundiária, a economia baseada no uso intensivo dos recursos naturais combinado com a variabilidade climática típica do semiárido são os obstáculos à melhoria das condições de vida da população que vive da agropecuária. Além disso, o baixo nível tecnológico e de capital humano são outras facetas do padrão de desenvolvimento no semiárido que aumenta o passivo ambiental e a própria vulnerabilidade à seca.

As projeções dos cenários climáticos para a área do semiárido da região Nordeste é de redução do regime de chuvas entre 15 a 20%, aumento da temperatura e, conseqüentemente, elevação da evaporação dos lagos, açudes e reservatórios, aumento da pobreza e fluxo migratório para as grandes cidades e outras regiões do país. A curta estação chuvosa pode desaparecer na região semiárida do Nordeste brasileiro, correndo o risco de sofrer um processo de desertificação (MARENGO, 2008, p.164).

Há evidências de que a frequência e extensão da seca aumentaram como resultado do aquecimento global em países da África Oriental, China, Estados Unidos, Austrália, entre outros, levando à escassez de alimentos e morte do gado. A fração da superfície terrestre em condições de seca aumentou de 10-15% na década de 1970 para 30% nos anos 2000. Apesar das repetidas ocorrências de seca não há esforços no sentido da formulação de políticas nacionais de seca. Há necessidade de os governos nacionais adotarem políticas que propiciem cooperação e coordenação em todos os níveis de governo para tornar as sociedades mais resilientes e garantir a segurança alimentar (SIVAKUMAR, 2011, p.2,9).

Vulnerabilidade e Capacidade Adaptativa

Na literatura científica, seca pode ser considerada e conceituada sob diferentes perspectivas, como descreve Mishra e Singh (2010). As secas se diferenciam de outras catástrofes naturais devido à longa duração e o seu alcance. A evolução da percepção da seca por diversos setores da sociedade levou à definição de tipos de seca, a saber: meteorológica, hidrológica, agrícola e socioeconômica. A seca meteorológica é definida quando o valor de chuva acumulado é inferior ao valor esperado em um período de um mês ou mais. A seca agrícola está associada à baixa umidade do solo com insuficiência de água para as culturas e é medido no intervalo de 10 dias. A seca hidrológica é a deficiência no volume de água disponível, incluindo os reservatórios, rios e lençol freático. A seca socioeconômica é uma consequência dos demais tipos de seca, sendo representada monetariamente (BLAIN e BRUNINI, 2006, p.518). A seca socioeconômica vai variar em cada região de acordo com a capacidade de auto-organização, adaptação e a implementação de políticas públicas. Em estudo recente sobre índice de vulnerabilidade aos impactos da seca no semiárido do Nordeste (LINDOSO et alli., 2011), em especial na agricultura familiar, é feita uma diferenciação entre estiagem definida como “período breve de diminuição no total de precipitações, em geral abrangendo um espaço temporal de um a seis meses

⁸ De acordo com o mapeamento da caatinga realizado pelo Inpe em uma área equivalente a 13,5% do bioma, existe atualmente 45% de Caatinga preservada, 39% de área degradada, 6% de solo exposto, 8% de lavoura e 1% de corpos d'água. Disponível no endereço: www.geopro.crn.inpe.br

durante o período chuvoso”, e seca, “um longo período de ausência de precipitações, maior que sete meses”.

As pesquisas sobre vulnerabilidade à seca e as estratégias de adaptação dos sistemas socioecológicos têm crescido em vários países onde há regiões semiáridas e áridas em função das mudanças climáticas (ADGER, 2006; LIVERMAN, 1999; ERIKSEN et al, 2005; BRYANT et al, 2015; SAVAFI et al, 2014; PANDEY et al, 2010). Embora existam diferentes abordagens, também há muitas semelhanças nas pesquisas sobre vulnerabilidade na área ambiental. É observado que a vulnerabilidade à mudança ambiental não está isolada da economia política mais ampla no que tange à utilização dos recursos naturais. (ADGER, 2006; LIVERMAN, 1999).

De acordo com Bruno Soares e Gagnon (2010, p.7-10), foram adotadas diferentes perspectivas na avaliação da vulnerabilidade que podem ser classificadas em: biofísica, social e integrada. A perspectiva biofísica foca no risco natural e degradação da condição ambiental que gera impactos sobre os humanos. Nesta abordagem, a vulnerabilidade é considerada como um ponto final. A perspectiva biofísica é limitada porque coloca os fatores naturais como determinantes e não considera os fatores sociais, econômicos, políticos e culturais. Tal perspectiva está relacionada à tradição de pesquisa das ciências naturais. Diferente da perspectiva social a qual concebe a vulnerabilidade como uma condição preexistente do sistema social para o evento perigoso, ou seja, a população com menos recursos sofrem mais com as perturbações e riscos. Entretanto, a ênfase na estrutura social e política negligencia os impactos de riscos e danos físicos. Já a abordagem integrada leva em conta a mútua influência entre o sistema natural e o sistema social. Nesta última abordagem o principal objeto de análise é o sistema humano-ambiente acoplado, também conhecido na Ecologia Política por sistema socioecológico. Isto significa que várias dimensões precisam ser integradas na análise da vulnerabilidade, e não raro, se delimita a um lugar geográfico específico (BRUNO SOARES e GAGNON, 2010). Neste projeto, o objeto é o sistema semiárido nordestino que possui a particularidade de ser vulnerável aos impactos da variabilidade climática com a ocorrência de secas periódicas (MARENGO, 2008).

Os conceitos de vulnerabilidade, adaptação e resiliência foram elaborados para verificar a situação de risco de populações associada aos impactos das mudanças climáticas. O Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento (PNUD) criou o índice de risco de desastre em 2004. Smit *et al* define vulnerabilidade como o “*degree to which a system is susceptible to injury, damage or harm*”. Esta definição não especifica o sujeito da análise, diferente de Blaikie *et al* (1994) que adota uma perspectiva social porque explicita as características do sistema social ou uma dada condição social como sujeito de análise. Para o autor, vulnerabilidade são as características de uma pessoa ou grupo social em termos de sua capacidade para antecipar, lidar e resistir aos impactos de um risco natural. Na definição do Painel Internacional de Mudanças Climáticas vulnerabilidade é concebida como um “*the degree to which a system is susceptible to and unable to cope with, adverse effects of climate change, including climate variability and extremes*” (IPCC, 2014). Autores como Turner dá ênfase à questão da aprendizagem baseada na experiência. Segundo o autor, “*Vulnerability is the degree to which a system, subsystem, or system component is likely to experience harm due to exposure to a hazard, either a perturbation or stress/stressor*” (TURNER *et al*, 2003). Segundo Adger (2006), vulnerabilidade é o estado de susceptibilidade a danos causados por exposição a fatores de stress associados à mudança ambiental e social e da ausência de capacidade de adaptação.

Pesquisas anteriores identificaram que características sociais tais como sexo, idade, estado de riqueza e educação estão associadas ao grau de vulnerabilidade e que o capital social ou as redes de confiança e

reciprocidade são importantes para as estratégias de enfrentamento do problema (ADGER, 2006). Num estudo realizado no Kênia e Tanzânia, Eriksen et al verificaram que a diferença na distribuição de terras e políticas agrícolas entre os dois locais pesquisados implicam em diferentes graus de vulnerabilidade. Tanzânia tem seguido uma orientação socialista tendo mais terras sob o controle do Estado em relação ao Kênia, o que contribui para a geração de alternativas de enfrentamento pelo fato de ter mais acesso a recursos naturais (ERIKSEN et al, 2005, p.290). Liverman avalia se o diferencial da vulnerabilidade à seca no México tem relação com diferentes tipos de propriedades de terras e se a revolução verde e a reforma agrária têm mudado a relação entre clima e sociedade (LIVERMAN, 1999, p.51-2). Liverman verificou que as grandes propriedades tiveram três vezes menos perdas do que a agricultura de sequeiro das terras comunais. A modernização da agricultura com irrigação e utilização de outros insumos é extramente significativa para o diferencial de vulnerabilidade à seca (LIVERMAN, 1999, p.68).

Além dos fatores biofísicos, a posse da terra tem sido apontada por estudos sobre vulnerabilidade no México (LIVERMAN, 1990) e na Tanzânia e Quênia (ERIKSEN et al, 2005) como fator significativo que influencia a vulnerabilidade e a degradação ambiental. Liverman estabelece uma relação entre o diferencial de vulnerabilidade e tipos de propriedades rurais coletivas ou privadas com e sem sistema de irrigação (LIVERMAN, 1990, p.68). As propriedades que empregam tecnologia são menos vulneráveis à seca e isto pode ser observado nos municípios onde há agricultura irrigada. A implantação de perímetros irrigados atraiu empresas nacionais e multinacionais e acaba provocando uma nova concentração de terras nas regiões localizadas em bacias hidrográficas.

Recentemente foram realizados estudos sobre vulnerabilidade à seca em alguns municípios do Piauí e norte da Bahia (PEDROSO, 2013; LINDOSO *et al*, 2011; ANDRADE *et al*, 2013). De acordo com os autores, pesquisas mostram que a vulnerabilidade não é identificada somente por causa da exposição aos riscos e perturbações, mas também reside na sensibilidade e capacidade de adaptação do sistema que convive com tais riscos.

A adaptação ocorre quando há um ajustamento ou adequação de sistemas naturais e humanos em resposta às mudanças climáticas ou a seus efeitos. Para Parry *et al* (2007), adaptação pode ser entendida como ajuste dos sistemas humanos e naturais a estímulos climáticos e seus efeitos para moderar os danos. Como os processos de desenvolvimento entre os países são desiguais, os países subdesenvolvidos e as regiões menos desenvolvidas são mais vulneráveis em função da falta de recursos e capital humano para se adaptar às adversidades colocadas pela variação do clima.

Metodologia

Embora a população residente na área urbana também seja afetada pela seca com a redução da oferta de água para consumo e uso doméstico, optou-se neste estudo por considerar apenas a população rural de 300 municípios dos estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, e Rio Grande do Norte, pelo fato dela ser dependente da atividade agropecuária e por concentrar o maior nível de pobreza em relação a outras regiões do país. A condição social de pobreza, por si só, já é uma condição de vulnerabilidade que associada à dependência das condições climáticas para realização das atividades de plantio, colheita e dessedentação do rebanho torna a população rural mais suscetível aos efeitos da seca. As condições adversas obrigam os produtores rurais a desenvolver mecanismos para se adaptar às perturbações e riscos naturais.

Para o mapeamento da vulnerabilidade da população rural foi criado um índice de vulnerabilidade composto por 14 indicadores que levam em conta os aspectos sociais, econômicos, político-institucionais e naturais. A definição do conjunto de indicadores partiu de trabalhos anteriores (PEDROSO, 2013; LINDOSO *et ali*, 2011; ANDRADE *et ali*, 2013) sobre o semiárido brasileiro que se basearam principalmente nos dados do Censo Agropecuário de 2006. Este censo apresenta um levantamento mais completo sobre a situação dos estabelecimentos agropecuários e seria a melhor fonte para calcular o índice de capacidade adaptativa por ter informações sobre a condição de propriedade, associativismo, acesso à assistência técnica e crédito rural. Contudo, em virtude da descontinuidade da pesquisa do Censo Agropecuário, optou-se por não utilizar estes dados por se tratar de dados desatualizados e, além de que este projeto tem como foco avaliar a vulnerabilidade aos impactos da seca no período de 2011 a 2014. Nesse sentido, este trabalho se diferencia de outros que utilizam dados censitários de 2000 e 2010, mas não adotam indicadores de impacto da seca como a queda de produção agrícola.

Na pesquisa foi adotada a perspectiva *top-down*, ou seja, se baseou em dados quantitativos do IBGE e das agências estaduais de meteorologia de mais de 300 municípios para traçar um mapa da vulnerabilidade à seca, há algumas limitações pela inexistência de dados atuais sobre o panorama atual da agropecuária no semiárido. Foi feito um levantamento dos projetos e ações relacionadas à convivência com a seca através da identificação de organizações da sociedade civil que atuam nos estados pesquisados. Este levantamento possibilita avaliar melhor, sobretudo, os aspectos ligados à capacidade adaptativa e o alcance da organização social. Esta perspectiva *bottom-up* complementa a perspectiva *top-down* porque supri as lacunas deixadas pela falta de dados atuais dos estabelecimentos agropecuários.

Foi necessário fazer adequações na estrutura de indicadores em relação aos estudos anteriores sobre vulnerabilidade no semiárido brasileiro (PEDROSO, 2013; LINDOSO *et ali*, 2011; ANDRADE *et ali*, 2013) em virtude da limitação de dados atuais sobre os municípios pesquisados. Vale salientar que a avaliação da vulnerabilidade foca a última seca prolongada entre 2012 a 2014. No aspecto social será mantido o percentual de pessoas ocupadas na agropecuária e nível de instrução dos agricultores e introduzir-se-á o percentual da população rural, taxa de pobreza e acesso a saneamento adequado. No aspecto econômico, será mantida a diversificação do sistema produtivo e as perdas na agropecuária, porém não foi considerada a situação fundiária de 2006 que indicaria a possibilidade de acesso a crédito. A novidade será a inclusão do percentual da queda da produção agrícola e da redução do rebanho no período da última seca no índice de sensibilidade o qual se refere justamente aos impactos da seca no sistema socioeconômico. No aspecto político-institucional somente foi possível considerar o acesso à informação do produtor rural através da existência de televisão nos domicílios, o que torna a avaliação do aspecto político-institucional subestimada na primeira fase da pesquisa baseada nos dados do IBGE. Porém, a diversificação do sistema produtivo reflete bem as diferenças entre os municípios que cultivam poucas e muitas culturas na criação de alternativas para o enfrentamento dos problemas causados pela seca. Este indicador mostra que os municípios são mais diversificados onde há agricultura irrigada e a produção de frutas compensa a queda da produção de feijão e milho que é predominante na agricultura tradicional.

Na literatura sobre avaliação da vulnerabilidade em diferentes países são adotadas as noções de exposição, capacidade adaptativa e sensibilidade (BRUNO MORAES and GAGNON, 2013). A exposição se refere à distribuição espacial e temporal de chuvas, ou seja, reflete a intensidade da seca que os agricultores estão expostos. Já a capacidade adaptativa trata-se da habilidade dos sistemas

socioecológicos de fazer ajustes, se adequar e se recuperar de distúrbios ambientais. A sensibilidade está relacionada à suscetibilidade do sistema socioeconômico, isto é, prejuízos e impactos em decorrência dos eventos climáticos (IPCC, 2014).

O Quadro 01 apresenta a lista de indicadores utilizados para o cálculo do índice de vulnerabilidade (definido como Índice V) considerado. Desse modo, o índice sensibilidade foi composto por percentual da população rural, percentual da população ocupada na agropecuária, percentual de domicílios sem acesso a saneamento adequado, redução da produção agrícola e do rebanho entre 2011 e 2013, período da última seca. O índice capacidade adaptativa considera a diversificação do sistema produtivo, situação fundiária do produtor, associativismo, nível de escolaridade e acesso à energia elétrica, televisão e assistência técnica. Os números percentuais foram transformados em decimais que variam de 0 a 1, sendo que os valores próximos de 0 representam baixa vulnerabilidade e próximos de 1 significa alta vulnerabilidade.

Quadro 01: Lista de indicadores utilizados para o cálculo do índice de Vulnerabilidade

Indicadores utilizados para o cálculo do índice de vulnerabilidade	Fontes
Índice de Exposição	
Chuvas acumuladas no ano de 2012	Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC)
Chuvas acumuladas no ano de 2013	Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME)
Chuvas acumuladas no ano de 2014	Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMPARN)
Taxa de desmatamento da caatinga	Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA)
	Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos
	INPE/CRN
Índice de Capacidade Adaptativa	
Diversificação do sistema produtivo	Pesquisa Agrícola Municipal/IBGE
Renda média em domicílios rurais	
Domicílios particulares permanentes rurais com existência de Televisão	
Pessoas de 10 anos ou mais de idade, por alfabetização, segundo a situação do domicílio e a condição no domicílio (%)	Censo Demográfico 2010/IBGE
Índice de Sensibilidade	
% população rural	
% pop. ocupada na agropecuária	Censo Demográfico 2010/IBGE
% Domicílios rurais sem saneamento adequado	
Taxa de pobreza	PNUD
% redução da produção agrícola entre 2011 e 2013	Pesquisa Agrícola Municipal/IBGE
% redução da produção pecuária entre 2011 e 2012	Pesquisa Pecuária Municipal/IBGE

No cálculo do índice V, utilizar-se-á a mesma fórmula empregada nos trabalhos da Rede Clima (PEDROSO, 2013; LINDOSO et alii, 2011; ANDRADE et alii, 2013), que é a média simples dos índices: exposição, incapacidade adaptativa e sensibilidade. Para o cálculo da exposição é considerada a média de chuvas acumuladas entre 2012 e 2014 subtraída por 1000 mm, que seria uma situação ideal para a atividade agropecuária, e normalizada. Isto quer dizer que, se a média de um determinado município foi de 400 mm nos três anos, o valor referente à exposição é de 0,6.

$$\text{Índice V} = E + S + (1-CA)/3$$

A capacidade adaptativa é inversamente proporcional à vulnerabilidade. Isto quer dizer que quanto menor é a capacidade adaptativa mais alta é a vulnerabilidade. A partir dessa amostra é possível avaliar comparativamente o grau de vulnerabilidade nas diferentes microrregiões e estados do

Nordeste, bem como o nível de auto-organização e capacitação de adaptação ao clima seco das comunidades dos municípios.

RESULTADOS

Os efeitos da seca são muito heterogêneos entre os municípios do semiárido por vários fatores, entre os quais se destacam a distribuição irregular das chuvas entre as microrregiões e municípios, a disponibilidade de infraestrutura hídrica, a localização do município em relação às regiões de bacias hidrográficas, a posse da terra e de outros meios de produção e a organização social com difusão do conhecimento. A questão agrária associada à economia política precisa ser considerada na avaliação da vulnerabilidade social no semiárido. As terras nas regiões das bacias hidrográficas tendem a ser mais disputadas entre o agronegócio, o movimento dos trabalhadores sem terra e os pequenos produtores por causa da fertilidade do solo e acesso à água para o sistema produtivo.

A figura 1 mostra variações no acumulado anual de chuva entre 2012 e 2014 com distribuição irregular entre municípios e microrregiões. A seca meteorológica varia até entre municípios vizinhos e microrregiões. O sudeste do Ceará aparece com a região com menor exposição e a maioria dos municípios de Pernambuco e Rio Grande do Norte os dados apontam que a seca foi mais intensa. Municípios que estão localizados em regiões serranas como o Polo de Borborema na Paraíba, Garanhuns e Lagoa de Ouro em Pernambuco têm um volume de chuva próximo na média histórica. Cabe ressaltar que os dados são coletados através de plataformas instaladas em diversos municípios pelas agências estaduais de meteorologia que nem sempre fazem a manutenção das PCDs, o que pode comprometer alguns dados recebidos sobre o volume real de chuva.

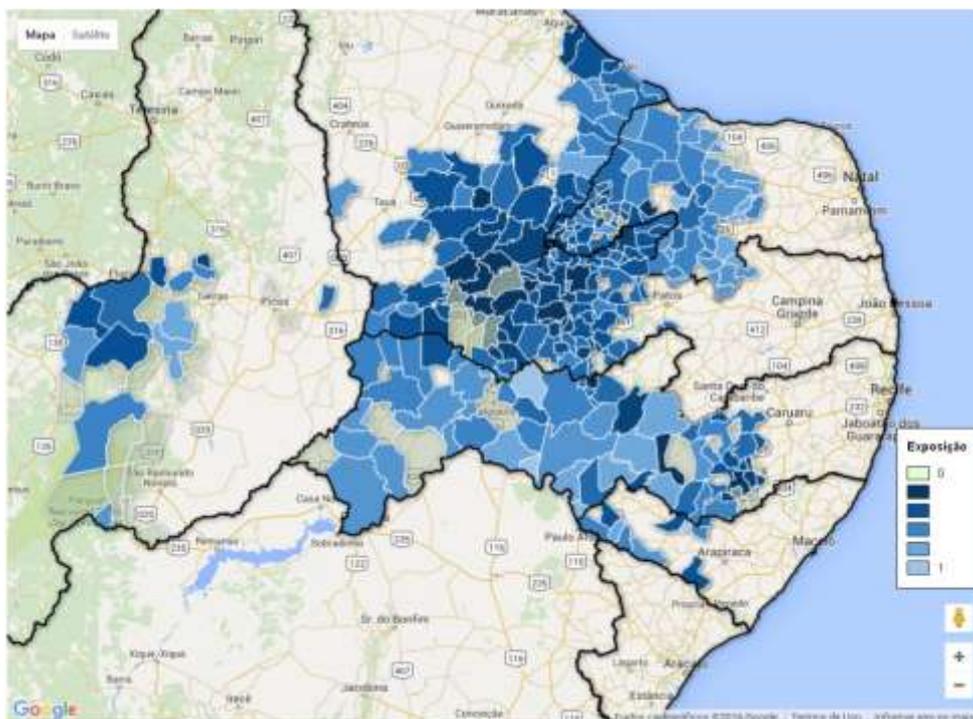


Figura 1: Mapa da exposição à seca no semiárido brasileiro

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das agências estaduais: APAC, FUNCEME, EMPARN, AESA, SEMAR/PI, 2015.

Os resultados dos índices de sensibilidade, adaptação, exposição e vulnerabilidade por estado são apresentados na figura 2. Os trinta municípios do Piauí têm os maiores índices de sensibilidade e vulnerabilidade porque tem a maior média da população residindo na área rural. São 53% morando no campo e em alguns municípios são mais de 70%, conseqüentemente, a maioria da população depende das atividades agropecuárias e se encontra em situação de pobreza. Além disso, estes municípios têm pouca diversificação produtiva dos quais vinte municípios tiveram uma redução da produção agrícola maior que 70%. Apenas 13 municípios dispõem de dados acumulados de chuva que mostram uma forte seca entre 2012 e 2014. Contudo, a parte sudoeste do Piauí se tornou a nova fronteira agrícola com a migração de gaúchos para uma região serrana para o plantio de soja e milho. O sudoeste do estado teve um crescimento maior que outras regiões do Nordeste e os efeitos da seca não afetaram a produção de milho e soja que tiveram uma redução de apenas 5% em 2013 em relação a 2011 no município Uruçuí. Entre os municípios pesquisados, Colônia do Gurgéia foi onde teve a menor queda de produção agrícola e pecuária e é menos vulnerável em relação aos municípios vizinhos. Além do uso de maquinário no manejo do solo, os gaúchos utilizam o conhecimento adquirido na atividade agrícola no sul do país. Isto revela a importância do capital humano para o manejo da terra e superação das limitações impostas pelas condições climáticas. Em 2015 foi decretado estado de emergência em 201 municípios pelo Governo Federal, entre eles estava Colônia do Gurgéia.

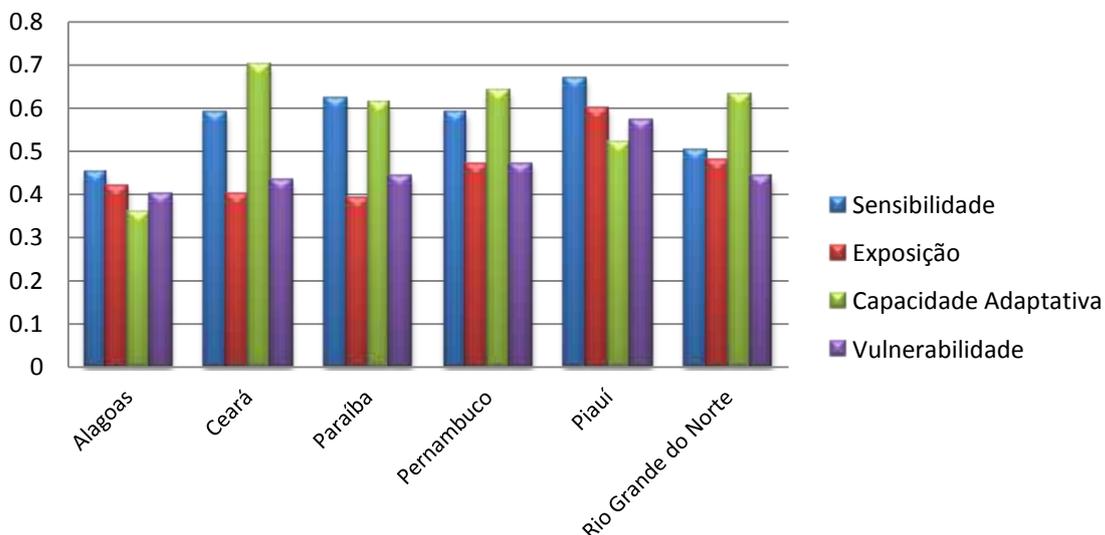
Os sessenta municípios pesquisados do oeste da Paraíba também têm alto índice de sensibilidade com 44% da população residindo no campo, a maioria esta em situação de pobreza, houve queda de 77% da produção agrícola entre 2011 e 2013 e perda de 33% do rebanho por causa da seca que assolou a região. A Paraíba foi o estado que mais perdeu rebanho entre os estados pesquisados. A alta vulnerabilidade está associada à redução do volume dos 124 açudes públicos do estado ao longo período de seca, sendo que no final de 2014 havia 61 açudes com volume abaixo de 10% da sua capacidade e no início de 2016 aumentou para 71 açudes que estão quase secos (AESA, 2016)⁹, e por não contar com recursos hídricos suficientes para a implantação de projetos de irrigação como Ceará e Rio Grande do Norte. Desde julho de 2015, está proibida a utilização de água dos reservatórios para irrigação.

Com relação aos municípios do estado de Pernambuco, dos 73 pesquisados 25 têm vulnerabilidade muito alta. Estes municípios têm mais de 60% da população residindo na área rural, a maioria vive em situação de pobreza e tiveram queda da produção agrícola acima de 80%. Na média geral, 48% vivem no campo, a maioria é pobre e tiveram queda de produção de 46%, combinada com uma elevada exposição à seca faz com que os municípios de Pernambuco tenham uma alta vulnerabilidade. Por outro lado, municípios como Petrolina, Salgueiro, Petrolândia, Garanhuns e Floresta apresentam sensibilidade moderada por ter um percentual menor de população rural e pequena queda de produção agrícola e do rebanho. O grau de exposição à seca foi desigual entre os municípios, tendo municípios com exposição muito baixa como Lagoa do Ouro, Palmeirinha, Sanharó, Brejão, Correntes, Angelim, Garanhuns, Jupi, São João, Tupanatinga, Triunfo e Terezinha, mas prevaleceu a exposição alta para a maioria dos municípios, o que coloca os municípios de Pernambuco como a segunda mais alta vulnerabilidade entre os estados.

⁹ Estes dados são coletados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba que faz o monitoramento diário de todos os açudes do estado.

Foram levantados dados de 81 municípios do Rio Grande do Norte que revelam uma sensibilidade aos efeitos da seca um pouco menor que os outros estados. Isto se deve a uma população rural média de 33%, muitos municípios têm menos de 30% da população dependente da agropecuária, 40 municípios têm a maioria da população em situação de pobreza e os outros 41 municípios tem menos de 50% da população na pobreza. A queda da produção agrícola é bastante variável entre os municípios, sendo que 37 municípios tiveram uma quebra de safra maior que 70%. Foram 36 municípios que tiveram uma exposição à seca igual ou maior que 0.6, isto quer dizer que a média de chuva nos três anos de seca foi inferior aos 400 mm. Mas não existe uma relação direta entre os municípios que tiveram maior queda de produção com maior exposição à seca. Há casos em que a exposição foi baixa, mas a queda de produção agrícola foi alta, como os municípios de Luís Gomes, Viçosa, Rafael Godeiro, São Francisco do Oeste, São Miguel e Martins.¹⁰ A insuficiência de infraestrutura hídrica é um dos principais fatores que dificultam o abastecimento da população urbana e rural. Além de haver poucos reservatórios para abastecer dezenas de municípios, a evaporação das águas contidas pelas barragens é muito elevada. Apenas alguns municípios no noroeste do Rio Grande do Norte que possuem sistema de irrigação conseguem compensar as perdas da agricultura de sequeiro com o cultivo de frutas para exportação como são os casos de Assu, Areia Branca, Alto dos Rodrigues, Ipanguaçu, Carnaubais e Baraúna, que não tiveram queda de produção agrícola, e Afonso Bezerra, Mossoró, Serra do Mel que registraram pequena queda de produção em relação a 2011. As bacias hidrográficas permitem que os produtores da fruticultura irrigada resistam por um período maior, mas no quarto ano consecutivo de seca foi priorizado o abastecimento da população, restando apenas os recursos hídricos subterrâneos que requer um gasto maior com energia para bombeamento da água. Entretanto, a agricultura de sequeiro e a pecuária sofrem com a alta exposição. As culturas de milho e feijão tiveram queda superior a 70%.

Figura 2: Comparativo da vulnerabilidade por estados do Nordeste



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE, PNUD, APAC, FUNCEME, EMPARN, AESA, SEMAR/PI.

A Figura 3 mostra que os 60 municípios da Paraíba sofreram maiores perdas tanto na produção agrícola quanto na morte do rebanho. No oeste da Paraíba se concentra o maior número de municípios

¹⁰ Na verificação da situação de cada um destes municípios conclui-se que os dados obtidos na agência estadual de meteorologia não refletem a realidade, pois vários municípios no sudoeste do Rio Grande do Norte como São Miguel, Luís Gomes e Paraná entraram em colapso por causa da falta de abastecimento dos reservatórios que secaram.

que tiveram alta redução da produção agrícola que reflete, na média, 78% de perdas. Os municípios também têm o terceiro maior contingente populacional que reside na área rural com mais de 50%, semelhante aos estados de Pernambuco e Alagoas. Há ainda diferenças na queda de produção agrícola entre as microrregiões do Ceará. Enquanto no leste do estado a redução agrícola foi de 44%, no sul, foi de 75%. Esta diferença se deve à maior disponibilidade de água em virtude da existência dos rios Jaguaribe e Banabuiú e dos reservatórios Orós e Castanhão e de três perímetros irrigados no médio e baixo Jaguaribe. Neste caso o aumento da produção da fruticultura irrigada compensa as perdas da agricultura de sequeiro.

No Rio Grande do Norte, os impactos também são heterogêneos entre as microrregiões. No oeste do estado e no vale do Açu a queda de produção é menor, por causa do acesso aos recursos hídricos para fruticultura irrigada, que na microrregião do Seridó, considerada área suscetível à desertificação. Mesmo sendo uma área mais degradada, Seridó se destaca pela produção de leite. No grupo de municípios do Piauí houve maior redução naqueles localizados no sul do estado. Os 81 municípios de Pernambuco aparecem com uma redução da produção agrícola de 46%, a menor média entre os seis estados.

Figura 3: Comparativo dos indicadores de sensibilidade por estado

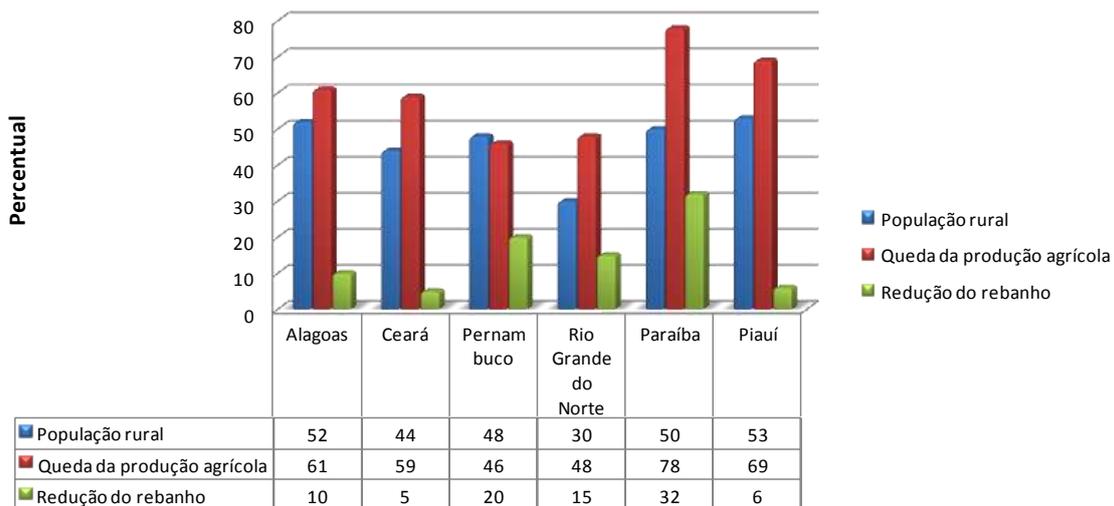


Figura 3: Comparativo dos indicadores de sensibilidade por estado.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (Censo demográfico de 2010 e Pesquisa Agrícola Municipal de 2011 a 2013, Pesquisa Pecuária Municipal)

Capacidade Adaptativa

A descontinuidade do censo agropecuário, o último ocorreu em 2006, dificulta a utilização de indicadores como condição da propriedade, acesso à assistência técnica, associativismo, acesso ao crédito rural que são fatores que contribuem para resistir às dificuldades impostas pela seca. A capacidade adaptativa é desenvolvida a partir do acúmulo de conhecimento ecológico e adoção de novas práticas de manejo que dificilmente podem ser quantificados em indicadores por falta de base de dados mais abrangente. Na falta de dados mais atualizados sobre o perfil do produtor, a análise sobre as estratégias de adaptação à seca utilizou indicadores sobre a diversificação da produção, percentual

de pessoas de 10 ou mais anos de idade alfabetizadas e domicílios rurais com existência de televisão. Como os dados censitários do IBGE são insuficientes para analisar a capacidade adaptativa, sobretudo a questão do grau de organização social e política das comunidades, foi feito um levantamento de projetos, tecnologias e ações de adaptação ao clima semiárido, que são mais conhecidos pelos atores locais como convivência com o semiárido. Num levantamento inicial percebe-se que existem ações de adaptação em todos os estados que estão na região semiárida. As estratégias de adaptação vão desde seleção e armazenamento de sementes nativas resistentes à seca, implantação de sistema agroflorestal que combina lavoura com manutenção de espécies da Caatinga, criação de abelhas nativas, caprinos e ovinos, plantio de forrageiras típicas da caatinga como a palma, armazenamento de plantas forrageiras em silos para o período de estiagem, construção de cisternas e barreiros para armazenamento de água da chuva, produção de hortaliças com irrigação, cultivo de plantas frutíferas e comercialização de polpa.

Muitos municípios apresentam experiência de transição para a agroecologia que envolve a recuperação de espécies da caatinga e não utilização de agrotóxicos. A maioria das ações é promovida por organização da sociedade civil e, em alguns casos, há parceria com governo federal e estadual, como o projeto Dom Helder Câmara que fornece assistência técnica permanente baseado nos princípios da agroecologia e o Programa 1 Milhão de Cisternas da Articulação do Semiárido (ASA) que beneficiou mais de 1,5 milhões de pessoas. Recentemente o governo federal criou o Programa Água para Todos que tem como meta universalizar o acesso à água, mas está muito distante de alcançar a meta porque são mais de 12 milhões de habitantes da área rural na região semiárida.

O avanço na capacidade adaptativa depende da organização social e política no âmbito local. Nas microrregiões onde há organizações da sociedade civil atuando, os produtores estão mais adaptados à seca. Há uma diversificação do sistema produtivo, não se limitando apenas ao plantio de feijão, milho e criação de bovinos como é comum entre os agricultores tradicionais. A transição para a agroecologia tem o protagonismo das mulheres que se dedicam à produção de hortaliças, de processamento de alimentos, criação de aves e a venda em feiras de produtos orgânicos em alguns municípios de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. A mobilização da sociedade civil resultou na criação de um Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica em 2013 pelo governo federal. De modo geral, os projetos voltados para adaptação à seca são iniciativas pulverizadas promovidas em sua maioria por organizações não governamentais, universidades e institutos de pesquisa sem o papel estruturante de uma política nacional para mitigar os impactos da seca. Sivakumar (2011) observa que a falta de políticas nacionais ocorre em vários países da África, América do Norte que sofrem a seca.

Os municípios do leste e sul do Ceará são os que apresentam as melhores condições de adaptação em virtude da maior disponibilidade de recursos hídricos com a existência da bacia do rio Jaguaribe com extensão de mais de 600 km, grandes reservatórios de água como Orós e Castanhão e três perímetros irrigados, o que permite a maior diversificação produtiva, principalmente a produção de frutas. As melhores condições de adaptação também decorrem da implantação de políticas no âmbito estadual. Em 1992 foram instituídos a Política de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Recursos Hídricos que previa a participação dos diferentes segmentos de usuários nas decisões através do Conselho Estadual e dos Comitês das Bacias (PINHEIRO et al, 2011, p.4-5). Além da implantação de infraestrutura hídrica, a Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), ligada ao governo estadual, desenvolveu um sistema de previsão climática adaptado para o sector dos recursos hídricos, que fornece previsões mensais e sazonais de afluência para os principais reservatórios no estado do Ceará. O monitoramento da seca através de uma rede de pluviômetros permite identificar quais são os

municípios mais vulneráveis Isto contribui para o gerenciamento dos reservatórios (MAGALHÃES e MARTINS, 2011, p. 66).

Na última década a agroecologia¹¹ foi implantada em alguns assentamentos rurais dos municípios de Mossoró e Apodi com atividades de apicultura, agricultura de sequeiro, caprinocultura, hortas agroecológicas, quintais produtivos e manejo que visa a recuperação da caatinga (DANTAS, 2007). As comunidades de municípios da Paraíba recebem capacitação de ONGs para desenvolver a agroecologia e estabelecer mecanismos de adaptação às condições ambientais, como a criação do banco de sementes crioulas que foram selecionadas de geração para geração conforme a produtividade em tempos de seca. Numa pesquisa realizada pela Embrapa Tabuleiros Costeiros constatou-se que as variedades crioulas apresentaram um desempenho melhor que as variedades comerciais. O ensaio ocorreu em 2010 quando houve seca na região do Cariri e demonstra que as sementes crioulas estão mais adaptadas aos períodos de seca (LONDRES, 2014, p.34).

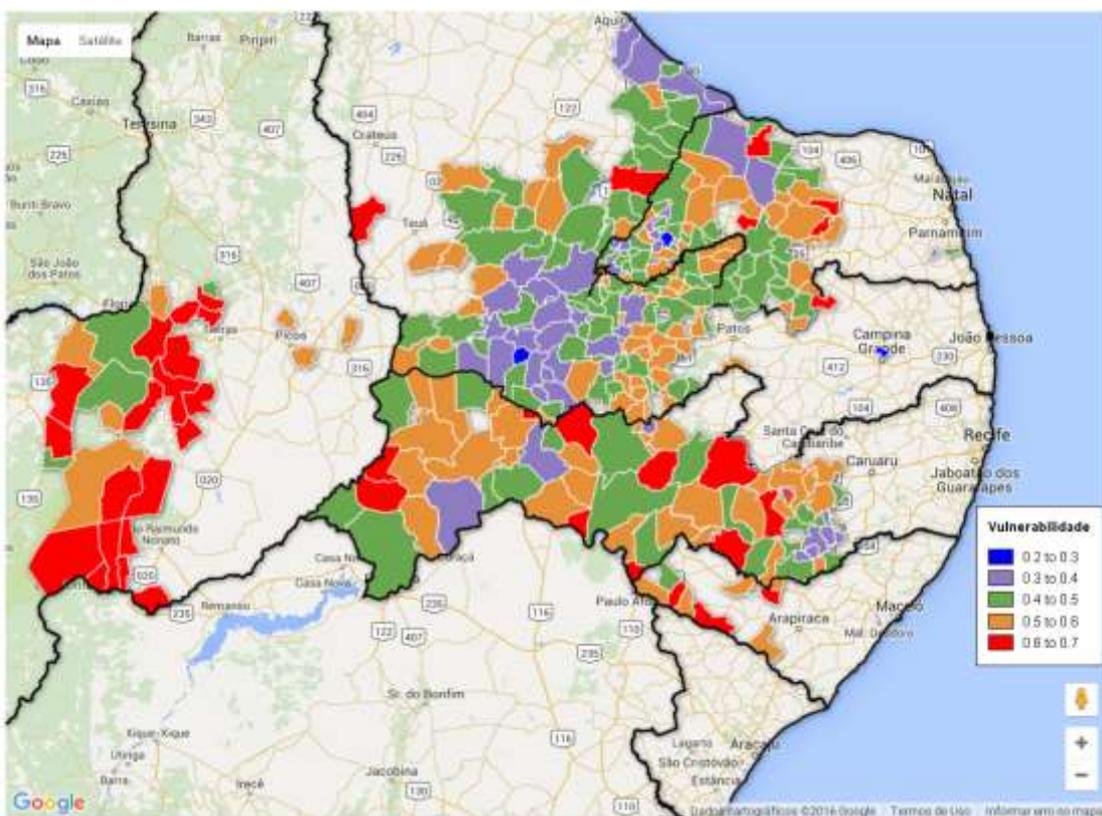


Figura 4: Mapa da vulnerabilidade à seca no semiárido brasileiro

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE, APAC, FUNCEME, EMPARN, AESA, SEMAR/PI, 2015.

O mapa de vulnerabilidade na Figura 4 aponta grande variação entre municípios, uma alta vulnerabilidade na maioria dos municípios pesquisados do Piauí, Pernambuco e região central do RN. O oeste da Paraíba apresentou grande perda da produção agrícola e redução de 30% do rebanho.

¹¹A agroecologia ou agricultura de base ecológica faz parte de um movimento que busca a construção de novos conhecimentos e aplicação de métodos e técnicas numa perspectiva ecológica que dê suporte a uma transição para estilos de agricultura sustentáveis, se distinguindo da forma convencional conhecida como Revolução Verde. Para Caporal e Costabeber, “a agroecologia é entendida como um enfoque científico destinado a apoiar a transição dos atuais modelos de desenvolvimento rural e de agricultura convencionais para estilos de desenvolvimento rural sustentáveis” (LONDRES, 2004, p.11).

Pernambuco apresenta diferenças no grau de vulnerabilidade até entre municípios vizinhos. De modo geral, há variação da vulnerabilidade na escala municipal e grande variabilidade espacial de chuva. Não há uma relação linear entre a maior intensidade da seca e as perdas, porque a vulnerabilidade nos municípios varia em função de quanto o sistema produtivo está adaptado à seca ou seu grau de dependência à agropecuária. Os municípios onde a população rural é a maioria e tem um percentual da população ocupada na agropecuária acima de 30%, o índice sensibilidade tende a ser mais alto, como é o caso dos municípios do Piauí. A queda da produção agrícola é elevada na maioria dos municípios pesquisados. O índice de vulnerabilidade é menor, principalmente, nos municípios que tem irrigação, diversificação de produtos e ou onde houve regularidade de chuva acima dos 500 mm por ano. Nestes municípios a queda da produção agrícola não foi tão elevada entre 2011 e 2013. No município de Lagoa Seca na microrregião da serra da Borborema, localizado na região central do estado da Paraíba, a queda da produção agrícola e pecuária foi muito baixa em razão de uma média de chuva de 800 mm no período. Além disso, as comunidades deste município recebem capacitação de ONGs para desenvolver a agroecologia e estabelecer mecanismos de adaptação às condições ambientais, como o banco de sementes nativas que foram selecionadas conforme a produtividade em tempos de seca. A partir dessas experiências, o governo da Paraíba criou, em 2002, o Programa Estadual de Bancos de Sementes Comunitários.¹²

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos sobre os efeitos da seca no semiárido brasileiro enfocam mais a seca meteorológica usando dados mais agregados, o que impede captar a diversidade das realidades locais. A pesquisa revela que não existe um sertão homogêneo, mas vários sertões resultantes de diferentes variáveis físicas, socioeconômicas e políticas. A pesquisa feita em escala municipal possibilitou identificar diferenças sobre o grau de vulnerabilidade à seca entre municípios, microrregiões e estados. Os efeitos da seca são heterogêneos por causa da distribuição irregular das chuvas, da localização do município em relação às bacias hidrográficas, da infraestrutura hídrica e do nível de auto-organização e capacidade de adaptação às condições climáticas. As microrregiões que têm mais acesso aos recursos hídricos provenientes de rios perenes e grandes reservatórios, mesmo no período de seca, podem adotar sistema de irrigação e tem garantido o abastecimento por mais tempo como é o caso do leste do Ceará, do noroeste do Rio Grande do Norte e Petrolina que fica às margens do Rio São Francisco. Entretanto, isto mostra apenas que a produção do agronegócio de fruticultura irrigada não sofre os mesmos efeitos da agricultura de sequeiro. A agricultura familiar é mais afetada mesmo nos municípios que tiveram aumento de produção devido ao agronegócio baseado na irrigação.

Por outro lado, do ponto de vista político, onde há organização da sociedade civil com mobilização das comunidades rurais através de projetos e tecnologias de adaptação são criadas alternativas para o enfrentamento do problema da escassez de água. A diversificação do sistema produtivo entre os agricultores familiares seja através da criação de ovinos, caprinos e abelhas nativas para produção de

¹² Antes disso, em 1995, o governo Itamar Franco instituiu uma política de banco de sementes dentro da Campanha Contra a Fome no Nordeste em resposta aos movimentos sociais que cobravam políticas estruturantes para mitigar os efeitos da seca (LONDRES, 2014, p.20 - 23). De acordo com dados da Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (AS-PTA), o Polo da Borborema é a microrregião onde havia maior número de bancos de sementes em 2014, são 67 bancos com 36 variedades de sementes e 999 famílias envolvidas (LONDRES, 2014, p.28). Até 2015 o número de beneficiados pelas atividades de transição agroecológica da AS-PTA em 15 municípios da região central da Paraíba foi de cinco mil pessoas, sendo que Lagoa Seca teve 930 pessoas atendidas e Queimadas, 1041. Estes dados foram obtidos diretamente com os gestores da AS-PTA em maio de 2015.

mel, plantio de hortaliças e seleção e armazenamento de sementes resistentes à seca tem permitido que parcela da população em alguns municípios resista às condições desfavoráveis do semiárido. Mas as experiências de adaptação alcançam um número limitado de municípios e comunidades rurais em um universo de mais de 12 milhões de pessoas que vivem na área rural do semiárido. A grande maioria das propriedades rurais é de agricultores familiares cujo manejo tradicional os colocam em situação de vulnerabilidade frente às sucessivas secas.

A baixa densidade demográfica em muitos municípios pequenos e um elevado percentual da população residente no campo leva à situação de alta vulnerabilidade em virtude da dificuldade de abastecimento de água tanto para o consumo humano quanto para as atividades produtivas. Houve a criação de muitos municípios com menos de dez mil habitantes como estratégia de sobrevivência por meio da captação de recursos federais do Fundo de Participação do Município (FPM). A maioria dos municípios de pequeno porte é dependente do FPM e de outros programas sociais. A baixa densidade demográfica e o manejo tradicional mantém parcela significativa da população em uma economia estagnada e vulnerável aos períodos de seca. Somente municípios que têm atividade industrial, ou empregam tecnologias de irrigação porque têm acesso permanente à água são menos vulneráveis.

As políticas de mitigação dos efeitos da seca como frentes de trabalho e distribuição de água por caminhão-pipa são apenas ações reativas e paliativas. Não há uma política nacional de seca que leve em consideração a heterogeneidade da vulnerabilidade por microrregião ou município a fim de mitigar os efeitos da seca e garantir o abastecimento da população e setor produtivo e nem uma governança envolvendo os diferentes níveis de governo e sociedade civil. Mesmo no estado do Ceará que tem um arranjo institucional de gestão de recursos hídricos e políticas de melhoria da infraestrutura, há muitos municípios que sofreram com a última seca. É possível reduzir os efeitos da seca com o estabelecimento de governança e políticas de investimentos em grandes obras hídricas para ampliar o acesso à água, como a transposição do rio São Francisco, construção de usinas de dessalinização, juntamente com outras políticas de estímulo à migração para regiões de bacias hidrográficas, à adoção de tecnologias de armazenamento, irrigação e a diversidade ecológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADGER, W. Neil. *Global Environmental Change*, August 2006, Vol.16 (3), pp.268-281.

ANDRADE et ali. *A Vulnerabilidade e a Resiliência da Agricultura Familiar em Regiões Semiáridas: o Caso do Seridó Potiguar*. *Campo-Território: revista de geografia agrária*, v.8, n.15, p.1-30, 2013.

BARROS, Alexandre Rands. *Desigualdades Regionais no Brasil*. Editora Campus, 2010.

BERKES, F. *Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management*. Philadelphia: Taylor & Francis, 1999.

BERKES, F. and TURNER, N. *Knowledge, Learning and the Evolution of Conservation Practice for Social-Ecological System Resilience*. *Human Ecology*, Vol. 34, No. 4, August, 2009.

BLAIKIE, P., CANNON, T., Davis, I. and Wisner, B. (1994), *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerabilities and Disasters*, Routledge, London.

BLAIN, G. e BRUNINI, O. Quantificação da Seca Agrícola pelo Índice Padronizado de Evapotranspiração Real (IPER) no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v.65, n.3, p.517-525, 2006.

BRYANT, Christopher: Action Research and Reducing the Vulnerability of Peri-Urban Agriculture: A Case Study from the Montreal Region. *Geographical research* [1745-5863] , 2015.

BRUNO SOARES, M. and GAGNON, A. Conceptual elements of climate change vulnerability assessments: a review. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* Vol. 4 No. 1, 2012, pp. 6-35.

CEDEPLAR/UFMG e FIOCRUZ. Mudanças Climáticas, Migrações e Saúde: Cenários para o Nordeste Brasileiro, 2000-2050, 2008.

CAPORAL, F. R. e COSTABEBER, J.A. Agroecologia: alguns conceitos e princípios. Brasília, MDA/SAF/DATER-IICA, p.11,2004.

DANTAS, Belchior L. et al. Agroecologia nos Assentamentos de: Moaci Lucena, Sítio do Góis e Vila Nova em Apodi – RN. Informativo Técnico do Semiárido Grupo Verde de Agricultura Alternativa. Mossoró, v.1,n.1, p.01-12 de janeiro/março de 2007.

EIRÓ, F. e LINDOSO, D. Mudança climática, percepção de risco e inação no Semiárido brasileiro: como produtores rurais familiares percebem a variabilidade climática no Sertão do São Francisco – Bahia. *Rev. Econ. NE*, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 137-150, out./dez., 2014.

Eriksen, S., Brown, K., Kelly, P.M., 2005. The dynamics of vulnerability: locating coping strategies in Kenya and Tanzania. *Geographical Journal* 171, 287–305.

FREIRE, R. Sustentabilidade de sistemas socioecológicos sob a lente da resiliência: o caso de uma associação agroecológica na Amazônia ocidental. Tese de doutorado, Unicamp, Campinas, 2009.

FOLHES, M.T.; DONALD, N. Previsões Tradicionais de Tempo e Clima no Ceará: o conhecimento popular à serviço da ciência. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 19 (2): 19-31, dez., 2007.

FOLKE, C. *et al*. Adaptive Governance of Social-Ecological Systems *Annu. Rev. Environ. Resour.* 30:441–473, 2005.

Articulação Nacional de Agroecologia (ANA). Soberania e segurança alimentar na construção da agroecologia : sistematização de experiências / [organização Silvia do Amaral Rigon... et al.] ; Grupo de Trabalho em Soberania e Segurança Alimentar da Articulação Nacional de Agroecologia - GT SSA/ANA. - 1.ed. - Rio de Janeiro : FASE, 2010.

GUIMARÃES, R. P.; FONTOURA, Y. S.R. Natureza Ético-Política das Dimensões Humanas das Mudanças Ambientais Globais, *Revista da ANPEGE*. v. 6 , p. 73-87, jan./dez., 2010.

HOGAN, D. *et al*., Urbanização e Vulnerabilidade Sócio-ambiental: o caso de Campinas, Campinas, SP, 2002.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC WGII AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for Policymakers, 2014.

INSA. Sistema de Gestão da Informação e do Conhecimento do Semiárido Brasileiro. Disponível no endereço:

[http://www.insa.gov.br/sigsab/static/themes/v1/lib/elfinder/Arquivos/Publica%C3%A7%C3%B5es/Estabelecimentos%20agropecu%C3%A1rios%20do%20Semi%C3%A1rido_S%C3%ADntese%20\(2006\).pdf](http://www.insa.gov.br/sigsab/static/themes/v1/lib/elfinder/Arquivos/Publica%C3%A7%C3%B5es/Estabelecimentos%20agropecu%C3%A1rios%20do%20Semi%C3%A1rido_S%C3%ADntese%20(2006).pdf). Acesso em 10 de abril de 2015.

LINDOSO *et ali*. Agricultura Familiar e Mudanças Climáticas: Avaliando a Vulnerabilidade à Seca no Semiárido Nordeste em Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios. Brasília : Ipea 2011.

LIVERMAN, D.M., 1990. Drought impacts in Mexico: climate, agriculture, technology, and land tenure in Sonora and Puebla. *Annals of the Association of American Geographers* 80, 49–72.

LONDRES, F. -As sementes da paixão e as políticas dedistribuição de sementes na Paraíba- Rio de Janeiro: AS-PTA, 2014.

MAGALHÃES, A.R. e E.S. MARTINS. Drought and Drought Policy in Brazil in Towards a Compendium on National Drought Policy. Proceedings of an Expert Meeting on the Preparation of a Compendium on National Drought Policy, July 14-15, 2011, Washington DC, USA: World Meteorological Organization.

MARENGO, J. A..Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil em Mudança do Clima no Brasil: Vulnerabilidade, impactos e adaptação, Parcerias Estratégicas, Brasília, DF, nº27, p. 149 - 176, dez. 2008.

MARTINS, José de Souza. O Poder do Atraso: Ensaio de Sociologia da História Lenta. Cap. 1 e 2. Editora Hucitec, São Paulo, 1994.

MELLO, A. et. alli Abordagem quantitativa em estudos sobre percepção de riscos às mudanças climáticas e ambientais: proposta no Litoral Norte de São Paulo. VI Encontro Nacional da Anppas 18 a 21 de setembro de 2012, Belém.

MISHRA, A. K., V. P. SINGH, 2010, A review of drought concepts, *Journal of Hydrology* 391, pp. 202–16.

NOBRE, C. A. Mudanças Climáticas e o Brasil – Contextualização em Mudança do Clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação, Parcerias Estratégicas, Brasília, DF, nº27, p.7-18, dez. 2009.

OLIVEIRA, Francisco de. Elegia para uma Re(li)gião: SUDENE, Nordeste, Planejamento e Conflito de Classes. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS - Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, Brasília, DF, 2013.

PARRY, M. et al. 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 UK, New York: Cambridge University Press, 2007.

PEDROSO, C. P. Novas Ameaças a uma Adversidade Histórica: clima e agricultura familiar no sertão nordestino. Dissertação de mestrado, UNB, Brasília, DF, 2013.

PEREIRA, G. R.; CUELLAR, M. D. Z.. Conflitos pela água em tempos de seca no Baixo Jaguaribe, Estado do Ceará. *Estudos Avançados*, São Paulo , v. 29, n. 84, p. 115-137, ago. 2015.

SILVA, N. M. Experiências de Inverno no Seridó Potiguar. Dissertação de Mestrado, UFRN, Natal, RN, 2013.

SIVAKUMAR, Mannava V.K., RAYMOND P. MOTHA, Donald A. WILHITE, and John J. Qu (Eds.). 2011. Towards a Compendium on National Drought Policy. Proceedings of an Expert Meeting on the Preparation of a Compendium on National Drought Policy, July 14-15, 2011, Washington DC, USA: Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization. AGM-12; WAOB-2011. 135 pp.

SMIT, B., Burton, I., Klein, R. and Wandel, J. (2000), "An anatomy of adaptation to climate change vulnerability", *Climatic Change*, Vol. 45, pp. 223-51.

TURNER, B. L.; KASPERSON, R. E.; CHRISTENSEN, L.A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proc Natl AcadSci*, Washington, p.8074-8079, 2003.