

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/311811391>

# No rastro da vulnerabilidade às secas: uma análise da produção de grãos no Semiárido Brasileiro

Article · November 2016

CITATION

1

READS

391

4 authors, including:



**Patricia Verônica Pinheiro Sales Lima**  
Universidade Federal do Ceará

187 PUBLICATIONS 484 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Marcio Oliveira**  
Universidade Federal do Ceará

8 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Distribuição espacial da vulnerabilidade à desertificação nos municípios do semiárido [View project](#)



Modelo de apoio a tomada de decisão em um sistema agroflorestral do bioma Caatinga: uma aplicação da Dinâmica de Sistemas [View project](#)



**REVISTA ELETRÔNICA**

Edição Comemorativa



REDM

**DOCUMENTO**

**19**

**MONUMENTO**

ISSN: 2176-5804 - Vol. 19 - N. 1 - Nov/2016

**NDIHR**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

NÚCLEO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO HISTÓRICA REGIONAL - NDIHR

[www.ufmt.br/ndihr/revista](http://www.ufmt.br/ndihr/revista)

# NO RASTRO DA VULNERABILIDADE ÀS SECAS: UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE GRÃOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

**Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima**

Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Economia Agrícola  
Engenheira Agrônoma, Doutora em Economia Aplicada (ESALQ-USP)  
pvpslima@gmail.com

**Carlos Magno Mendes**

Universidade Federal de Mato Grosso Faculdade de Economia  
Economista, Doutor em Economia Aplicada (ESALQ-USP)  
magno@ufmt.br

**Leonardo Andrade Rocha**

Universidade Federal Rural do Semiárido, Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais  
Economista, Doutor em Desenvolvimento Econômico (IE/UNICAMPI)  
leonardorochoa@yahoo.com.br

**Márcio Regys Rabelo de Oliveira**

Universidade Federal do Ceará  
Engenheiro Agrônomo (UFC)  
marcioregys@yahoo.com.br

## RESUMO

O presente artigo faz uma análise da produção de grãos no Semiárido Brasileiro no contexto da vulnerabilidade das lavouras de feijão, milho, arroz e soja às secas. A partir da estimação das perdas médias na produção em anos secos, para cada um dos 1.133 municípios inseridos no Semiárido Brasileiro, busca-se mostrar que, apesar das secas atingirem todo o território semiárido, seus impactos na produção ocorrem de forma diferenciada em termos espaciais e de intensidade. Ao assumir que o Semiárido Brasileiro não deve ser visto como um espaço homogêneo, o artigo chama atenção para equívocos que podem ser cometidos na implementação de políticas agrícolas voltadas para o agronegócio de grãos.

**Palavras-chave:** Agronegócio de Grãos. Mudanças Climáticas. Semiárido.

## ABSTRACT

The present article makes an analysis of grain production in Brazilian Semi-arid in the context of vulnerability of bean, corn, rice and soybean crops in relation to the drought. From the estimation of the average production loss during dry years for each of the 1,133 municipalities of Brazilian Semi-arid, it seeks to show that despite the drought reaches all semi-arid territory its impact on production occur differently in spatial and intensity terms. By assuming that the Brazilian Semi-arid region should not be seen as a homogeneous space, the article draws attention to mistakes that can be committed in the implementation of agricultural policies for grain agribusiness.

**Keywords:** Grain Agribusiness. Climate Changes. Semi-arid.



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE  
MATO GROSSO

NÚCLEO DE  
DOCUMENTAÇÃO  
E INFORMAÇÃO  
HISTÓRICA REGIONAL  
NDIHR

## INTRODUÇÃO

O governo brasileiro há muitos anos reconhece a seca<sup>1</sup> no Semiárido Brasileiro (SAB)<sup>2</sup> como um problema regional. Essa preocupação encontra-se explícita no documento “Uma Política de Desenvolvimento Econômico para o Nordeste”, elaborado pelo Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento Econômico do Nordeste – GTDN o qual foi organizado com o propósito de criar um plano de desenvolvimento para a região. Relatos históricos<sup>3</sup> sobre as secas levam a percepções de que o fenômeno foi usado para justificar grandes projetos e o aporte de elevados montantes de recursos na região<sup>3</sup>, configurando-se o que se passou a chamar a “Indústria da Seca”<sup>4</sup>.

Nesse sentido, as estratégias para o SAB foram concebidas a partir de uma visão determinista<sup>5</sup> na qual os limites do progresso local são definidos pela ocorrência ou não de precipitação<sup>6</sup>. A seca é colocada como a causa dos baixos níveis de desenvolvimento regional e o alcance desse desenvolvimento só será possível com medidas de combate ao fenômeno.

Na busca do governo federal para estimular o desenvolvimento do SAB é necessário destacar dois pontos. O primeiro deles, referente à adoção de uma delimitação geográfica para a região<sup>7</sup>, com base em três critérios estritamente climáticos: i) precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; ii) índice de aridez de até 0,5 calculado, pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; iii) risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990<sup>8</sup>. O segundo, referente a uma postura reativa quanto à ocorrência de secas que inicialmente deu ênfase a ações de natureza hidrológica para garantir a oferta de água e, mais recentemente, a ações voltadas para o crescimento econômico e redução de pobreza, via programas de geração de emprego e renda.

Na prática, as estratégias adotadas pelo governo têm foco em medidas de mitigação (OBERMAIER e ROSA, 2013). Em termos gerais, estão desvinculadas de um processo de desenvolvimento integrado e foram elaboradas a partir de premissas técnicas (CARVALHO, 2004). Apesar de serem incontestes as mudanças socioeconômicas observadas nos últimos anos<sup>9</sup> e os impactos das secas terem sido atenuados (CAMPOS, 2015), a insegurança hídrica ainda persiste (NASUTI et al., 2013). As intervenções criaram empregos para a população mais pobre, mas não promoveram oportunidades efetivas para inserção de mercado, aumento de competitividade ou qualificação. Essa realidade é observada no agronegócio<sup>10</sup> local.

Passados quase cinco anos de secas intermitentes<sup>11</sup> percebe-se que as estratégias adotadas ainda não foram eficientes para tornar a população rural apta a conviver com a seca. A produção agrícola ainda sofre os impactos de estiagens prolongadas, mesmo quando praticada em sistemas irrigados<sup>12</sup>.

No contexto do agronegócio de grãos<sup>13</sup> no SAB a seca se coloca como uma ameaça ainda maior que em outras regiões, porque há limitação da oferta de recursos hídricos na região. Boa parte das lavouras depende da água das chuvas, ou seja, é cultivada em sistema de sequeiro, e apenas uma pequena parcela do solo está apta à irrigação.

Esse cenário de vulnerabilidade agrícola, no entanto, não deve ser generalizado tampouco fomentar os posicionamentos deterministas comentados anteriormente. Nessa perspectiva, o objetivo deste estudo é analisar como as secas impactam a produção de grãos nos municípios do Semiárido, mais especificamente a produção de feijão, milho, arroz e soja<sup>14</sup>. O argumento que se pretende desenvolver é que o agronegócio de grãos requer estratégias localizadas em cenários de restrição hídrica decorrentes dos períodos de estiagem verificados no SAB. Pretende-se assim, contribuir para uma melhor compreensão da vulnerabilidade do agronegócio às secas, reforçando que o SAB não é um espaço homogêneo e chamando atenção para equívocos que podem ser cometidos na implementação de política agrícolas que consideram a região como um sistema único, com características e demandas comuns.

## ENTENDENDO A VULNERABILIDADE DA PRODUÇÃO DE GRÃOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Segundo Marengo (2006) o SAB será a região mais afetada pelas mudanças climáticas no Brasil, sendo esperadas secas mais frequentes e duradouras, bem como o aumento da temperatura entre 2°C a 5°C. Além disso, estudo de CEDEPLAR e FIOCRUZ (2008) adverte para a perda de fertilidade do solo e o aparecimento de regiões inabitáveis. Pesquisas alertam que

poderá ocorrer queda na produção de alimentos, perda de produtividade e diminuição no número de municípios com potencial agrícola (MARGULIS e DUBEUX, 2010 e ASSAD et al, 2013). Segundo o relatório *Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal*, publicado pelo Banco Mundial, a produção de soja no Brasil poderá ser reduzida em 70% até 2050, em decorrência das mudanças climáticas.

Para que o agronegócio de grãos seja capaz de adaptar-se às mudanças previstas é necessário entender como se dão as relações entre os fatores sociais, econômicos e ambientais que potencializam os impactos das secas e resultam em uma maior vulnerabilidade às secas.

Existem diferentes interpretações para o termo vulnerabilidade (FÜSSEL, 2007; HINKEL, 2011) as quais são discutidas em grande número de estudos (WILHELMI e WHILHITE, 2002; EAKIN e LUERS, 2006; O'BRIEN et al, 2007; SOARES et al, 2012). No entanto, de um modo geral há ideias que convergem para uma tentativa de descrever a capacidade de um sistema socioecológico em lidar com um estressor, geralmente associado a um evento climático (seca, inundação, terremoto, furacão,...). Nesse sentido, vulnerabilidade costuma ser conceituada a partir de três termos: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa (ADGER, 2006; SMIT e WANDEL, 2006; EL ZEIN e TONMOY, 2015). A exposição diz respeito à natureza e grau com que o sistema vivencia o estresse (ADGER, 2006), a sensibilidade refere-se ao grau com que o sistema responde ou é afetado por alterações climáticas (BROOKS, ADGER e KELLY, 2005) e capacidade adaptativa representa a habilidade do sistema para se ajustar às mudanças climáticas (IPCC, 2001).

A caracterização do SAB no contexto teórico da vulnerabilidade permite colocá-lo como um sistema socioecológico composto por subsistemas social e biofísico (GALLOPÍN, 2006) e, a partir daí, destacar alguns aspectos-chaves que o tornam a região mais vulnerável às mudanças climáticas no Brasil (BAETTIG, WILDS e IMBODEN, 2007; IPCC, 2014).

As principais características climáticas locais são precipitação média de 600 mm/ano e déficit hídrico de pelo menos 70% ao ano (MARENGO et al, 2011). A Temperatura média varia entre 23°C e 27°C e a taxa de evapotranspiração, correspondente a 70% ao ano (Cirilo et al, 2010), geralmente é superior às precipitações (CARVALHO, 2004; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Em alguns anos, embora raros, há excesso de chuvas, mas os anos de estiagem são bem mais frequentes e prolongados. Como agravante, a predominância de solos com baixa fertilidade, rasos e formados por rochas cristalinas faz com que pouca água seja retida, sendo grande parte perdida por percolação. A escassez de chuvas não é tão grave quanto à variabilidade temporal e espacial com que ocorrem e às elevadas taxas de evapotranspiração, as quais são responsáveis pela perda de água dos mananciais hídricos, plantas e solo (KROL et al, 2001; ANDRADE e NUNES, 2014).

Apesar da seca ser um problema crônico com sérias consequências socioeconômicas, o seu enfrentamento sempre esteve relacionado à garantia de oferta de recursos hídricos (SIETZ et al, 2006; LEMOS, 2007). Isso se deu por meio de diferentes soluções: construção de açudes, perfuração de poços, adutoras, construção de cisternas, barragens subterrâneas (CARVALHO, 2004; BRANCO, SUASSANA e VAINSENER, 2005). Essas estratégias transformaram o SAB em uma das regiões com maior capacidade de armazenamento de água do mundo (SUASSUNA, 2006; SILVA, 2007), mas não foram capazes de resolver o problema da escassez de água, tampouco criar capacidade adaptativa na população ou torná-la menos vulnerável às secas (OBERMAIER, 2011). Ao contrário, favoreceram uma organização geoeconômica das mais desiguais.

As consequências das secas no SAB tendem a ser mais graves em decorrência de características socioeconômicas e políticas. Em muitos municípios a participação da renda do trabalho na renda domiciliar total é pequena (CACCIMALI e BARBOSA, 2014). Muitas famílias dependem das transferências de renda do governo federal, via Programa Bolsa Família, e das aposentadorias (ARAÚJO e LIMA, 2009). A economia é pouco dinâmica e a agropecuária é a principal fonte de emprego<sup>15</sup>, o que confere uma baixa diversidade de renda na região<sup>16</sup>. Nota-se, ainda, o avanço do que se convencionou chamar "economia sem produção"<sup>17</sup>, composta por aqueles que não participam do processo de produção de renda, ou seja, não dão uma contrapartida produtiva, mas se apropriam de parte riqueza gerada (GOMES, 2001). A "economia sem produção" contribui para a manutenção dos péssimos indicadores de desenvolvimento do SAB (ARAÚJO e LIMA, 2009).

Sob um enfoque socioeconômico, o baixo nível de desenvolvimento do Semiárido<sup>18</sup> é reflexo das elevadas taxas de analfabetismo, mortalidade infantil e pobreza. Acrescente-se, ainda, indicadores de desigualdade social e uma estrutura agrária injusta que impede o acesso à terra a milhares de pequenos agricultores (AB'SÁBER, 2003). O problema da concentração de

terras no SAB remonta ao período de ocupação da região, no século XVI, e está associado a um processo histórico no qual grandes extensões de terra foram distribuídas entre ricos fazendeiros ligados à realeza. Essas terras passaram a formar os latifúndios, principal caracterização da desigualdade no meio rural da região até hoje.

Atualmente ainda existem grandes latifúndios com mais de 1.000 hectares concentrados nas mãos de poucas pessoas, o que vem a ser motivo de graves conflitos (MALVEZZI, 2007; FIGURELLI, 2007; PAULA ANDRADE, 2008). Os latifúndios são explorados de duas formas: por proprietários de grandes empreendimentos agrícolas, que empregam os agricultores sem terra (MARIANO e NEDER, 2006) em condições de informalidade e recebendo baixos salários (DUARTE, 2001), ou subutilizados na forma de arrendamentos e parcerias economicamente desvantajosas para aqueles que não detêm a posse da terra. A posse legal da terra, não impede que muitos produtores rurais permaneçam na condição de pobreza, mas a sua falta reduz ainda mais as suas possibilidades econômicas, pois restringe o acesso ao crédito e a programas de apoio à produção.

Os latifúndios concentram terra e também as principais fontes de água (ANDRADE e NUNES, 2014)<sup>19</sup>. Em muitas áreas, o poder conquistado com a posse da terra e da água confunde-se com o poder político local estabelecendo relações sociais degradantes nas quais o pequeno agricultor é o mais fragilizado. Os grandes proprietários usam a exposição às secas e a população carente para a obtenção de recursos que são empregados em benefício próprio, quando deveriam investir em ações para promoção de melhor condição de vida para os pequenos agricultores. Essa configuração de poder é conhecida como “indústria da seca”, comentada anteriormente (VILLA, 2001; MALVEZZI, 2007) e, embora esteja perdendo espaço no SAB, ainda existe e alimenta a vulnerabilidade da população mais pobre.

A falta de recursos humanos e financeiros limita a capacidade da população em lidar com os perigos ambientais (ANDRADE, SOUZA e SILVA, 2013) e favorece processos de degradação ambiental (REYNOLDS et al, 2007). Nos últimos anos a região vem enfrentando mudanças nos recursos naturais da região: i) perda da biodiversidade, com o desaparecimento de espécies da flora que eram usadas como plantas medicinais e serviam de alimento para pequenos animais. Também é observado o desaparecimento de espécies de aves, caso da ararinha azul (LEAL et al, 2005); ii) redução da fertilidade do solo em decorrência de práticas agrícolas inadequadas como queimadas, sistemas pecuários de criação extensiva e desmatamentos (BRASILEIRO, 2009); iii) poluição dos mananciais devido do uso exacerbado de agrotóxicos e iv) avanço da desertificação (CARVALHO et al, 2005; MMA, 2011). Os desdobramentos das alterações no ecossistema local convergem para o agravamento da vulnerabilidade agrícola da região.

Outro importante fator de vulnerabilidade agrícola no SAB é a pobreza rural. Relacioná-la com a vulnerabilidade é assumir o seu caráter cíclico que torna muito complexa qualquer tentativa de reduzi-la. Por um lado, observa-se que a maior proporção de pobres encontra-se no meio rural, onde a restrição de renda e meios de produção tem levado ao uso irracional dos recursos naturais, degradação ambiental, perda da fertilidade do solo e da biodiversidade. Em um contexto no qual a agricultura é a principal fonte de renda, a conjunção desses fatores potencializa os impactos das secas. Nessa situação a pobreza é interpretada como causa da vulnerabilidade. Por outro lado, a condição de vulnerabilidade à qual está exposta a população reduz sua capacidade de obter maior renda, ou seja, a pobreza passa a ser consequência. Nesse ambiente, no qual a pobreza rural adquire um caráter ambíguo, as alternativas de renda não agrícola surgem como uma forma de melhorar a condição de vida da população. No entanto, as opções disponíveis são poucas e pouco relevantes, pois atingem uma parcela muito pequena da população (CHACON e BURSZTYN, 2012; LINDOSO, 2013). Geralmente estão concentradas em empregos públicos e organizações não governamentais. A parcela significativa da renda não agrícola vem de programas de transferência de renda e as aposentadorias rurais (ARAÚJO e LIMA, 2009).

Os fatores de vulnerabilidade discutidos nessa seção mostram a existência de uma estrutura social, econômica, ambiental e política que contribui para potencializar impactos da seca sobre a produção agrícola e, conseqüentemente, sobre o agronegócio de grãos. Sem a sua existência, a ocorrência de secas, por si só, não traria conseqüências socioeconômicas mais sérias. Como argumentam Simelton et al (2009), se existem boas condições socioeconômicas em uma região, essas condições podem agir como um “tampão” capaz de absorver os impactos das secas. Como forma de reforçar esse argumento, apresenta-se na seção a seguir uma análise

descritiva do comportamento da produção agrícola de grãos no Semiárido em anos secos e não secos.

## AS SECAS E A PRODUÇÃO DE GRÃOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A agricultura no SAB é caracterizada pelos baixos níveis tecnológicos e de capital econômico e pelo cultivo de lavouras de subsistência como feijão, mandioca e milho (CGEE, 2016). No entanto, existem polos agrícolas onde se desenvolvem grandes projetos, especialmente projetos de irrigação voltados para a produção de commodities como soja e frutas, direcionadas à exportação (ELIAS e PEQUENO, 2011). Grande parte dessas “ilhas” foi financiada pelo governo e possui acesso a informações e tecnologias que possibilitam a sua inserção ao mercado (CARVALHO, 2004). Os polos agrícolas representam a maior parte do agronegócio da região.

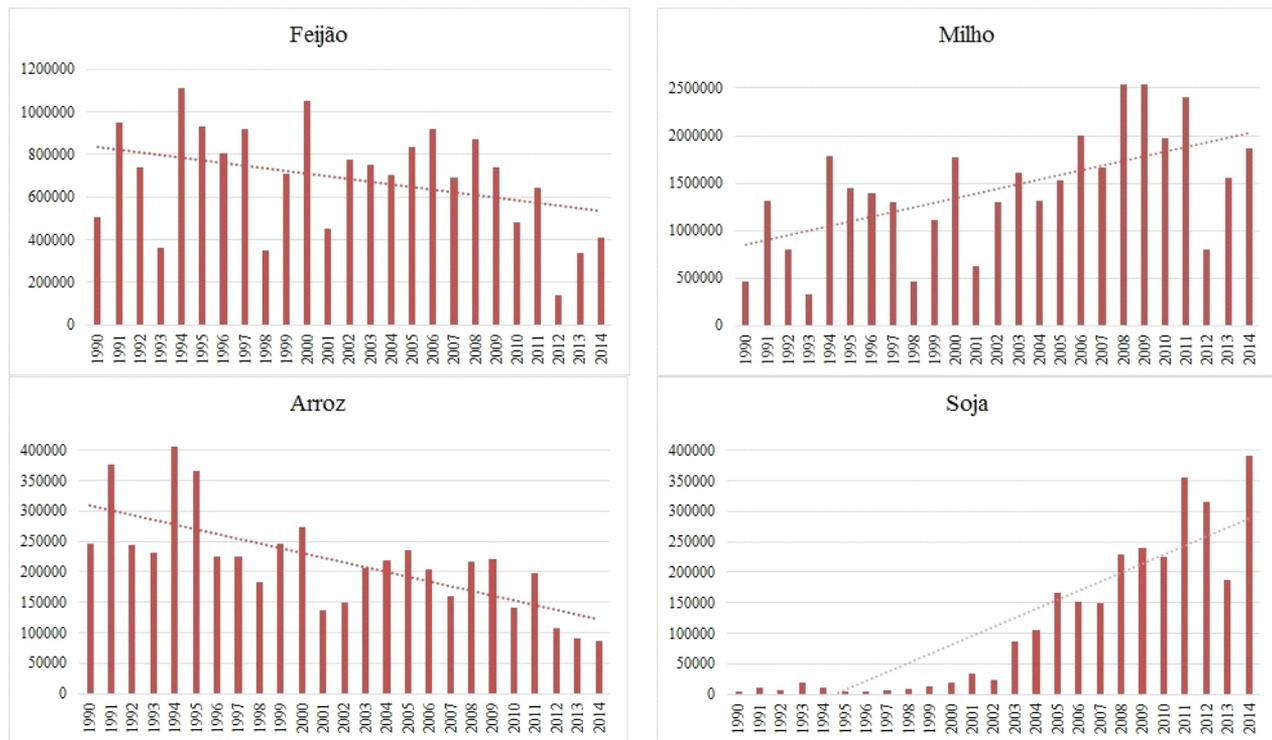
O agronegócio de grãos no SAB, por um lado gera emprego e é responsável pela maior parte da renda agrícola, o que contribui para o crescimento econômico e mostra que é possível alcançar elevados níveis de produtividade e competitividade. Por outro, é fator de vulnerabilidade porque reproduz e ajuda a perpetuar o ciclo de desigualdade na região<sup>20</sup>. As lavouras de feijão e milho costumam ser cultivadas por pequenos produtores compondo o agronegócio de base familiar<sup>21</sup>, enquanto a soja e boa parte do arroz são produzidos sob irrigação, em um ambiente característico do agronegócio empresarial, onde prevalecem as grandes propriedades e o emprego de tecnologias sofisticadas.

O agronegócio de grãos está inserido em uma nova configuração agrícola que vem se consolidando no SAB desde o início dos anos 2000. O espaço antes destinado a atividades tradicionais, como cajucultura e cotonicultura, está sendo dividido, com segmentos praticados com maior grau de inovação e maior valor agregado, como a soja. Embora ainda seja produzida em apenas 21 dos 1.133 municípios da região, entre 1991 e 2014 observou-se um aumento de 2.932,3% na área plantada e 8.329,3% na quantidade produzida de soja<sup>22</sup>. Por outro lado, as lavouras de feijão e arroz, fornecedoras dos alimentos mais frequentes na dieta dos brasileiros<sup>23</sup>, apresentam direção inversa, com queda na produção no mesmo período. Essa tendência na produção de grãos no SAB reflete mudanças no mercado de commodities agrícolas e na relação homem-natureza. No entanto, sabe-se que o avanço do segmento demanda uma grande quantidade de água e pode agravar os conflitos pelo uso dos recursos hídricos<sup>24</sup>.

Assim como em outras regiões do Brasil e do mundo a ocorrência de chuvas encontra-se relacionada com o desempenho da produção das lavouras de grãos no SAB (GOLDBLUM, 2009; RODRIGUES et al., 2015; CARMELLO e SANTANNA NETO, 2016). Considerando-se a classificação de Marengo et al (2011) e da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME - na qual no período 1990 a 2016, os anos 1991, 1992, 1997, 1998, 2001, 2002, 2012 a 2016 foram classificados como secos e os demais como anos “não secos”, nota-se que a ocorrência de seca geralmente acarreta queda na produção de feijão, milho e arroz, demonstrando que os produtores, de um modo geral, encontram-se vulneráveis à ocorrência do fenômeno (Figura 1). De fato, apesar de a seca ser um fenômeno certo, recorrente e esperado, a agricultura e a pecuária ainda sofrem seus impactos, fato este comprovado recentemente (anos 2012-2016) quando se verifica uma das maiores secas dos últimos trinta anos<sup>25</sup>.

No entanto, pode-se observar que a soja é uma exceção ao comportamento padrão observado, em anos secos. Outra diferença relativa a essa lavoura é o fato de que costuma ser cultivada por grandes proprietários que adotam sistemas irrigados. A junção dessas duas peculiaridades dos plantios de soja refuta o discurso determinista, que coloca a seca como a causa do insucesso da agricultura no SAB. É possível manter uma produção contínua, mesmo em anos secos, se houver infraestrutura para o enfrentamento de períodos de estiagem.

**Figura 1** - Comportamento da produção das lavouras de grãos no Semiárido Brasileiro. Período 1990-2014. (Toneladas).



**Fonte:** Autores, a partir de dados da Produção Agrícola Municipal – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Estudos mostram que em áreas consideradas vulneráveis às secas existem grupos mais e menos vulneráveis (KASPERSON e DOW et al 2005; BARNETT, LAMBERT e FRY, 2008; TONMOY e EL-ZEIN, 2013). De fato, as restrições climáticas impostas à produção de grãos no SAB atingem todos os municípios da região, contudo, de forma diferenciada no tempo e no espaço. Além disso, cada lavoura apresenta uma fisiologia própria quanto à resistência ao estresse hídrico, o que pode torná-la mais ou menos resistente à ocorrência de secas. Como comentado anteriormente, fatores socioeconômicos e ambientais também podem interferir na forma como os produtores reagem a períodos de estiagem. Nessa perspectiva duas questões tornam-se bastante pertinentes na presente análise: i) Qual das quatro lavouras de grãos é a mais vulnerável às secas? ii) Quais municípios do SAB são mais vulneráveis às secas? A resposta pode auxiliar os tomadores de decisão e planejadores de políticas agrícolas, em nível municipal, estadual ou federal, quanto à escolha de qual lavoura produzir em um cenário de seca, bem como quanto ao direcionamento de recursos para regiões prioritárias.

Considerando-se que um impacto direto das secas pode ser verificado na quantidade produzida das lavouras, uma forma de medir tal impacto em uma região, no caso um município do SAB, é verificar a diferença entre a produção média da lavoura em ano não seco (precipitação anual abaixo da média esperada para a região) e a produção média em ano seco (precipitação anual igual ou acima da média esperada para a região), uma vez que precipitação é a variável crítica em termos de fatores climáticos que impactam a produção agrícola (ANTWI-AGYEI et al, 2012).

Assim, a partir da classificação de Marengo et al (2011) e FUNCEME para anos secos e não secos e dados anuais referentes à variável “Quantidade Produzida” no período 1990 – 2014<sup>26</sup>, estimou-se o “PPMP ou percentual de perdas médias da produção” para cada uma das quatro lavouras e em cada um dos 1.133 municípios do SAB<sup>27</sup>. Assume-se que quanto maior o PPMP, menor a capacidade dos produtores para lidar com a exposição às secas e, portanto, maior a vulnerabilidade da lavoura e do município.

Na Tabela 1 consta uma síntese dos resultados. As lavouras de feijão e milho são produzidas em todos os municípios da região, enquanto o arroz é menos frequente. Como é possível observar, a ocorrência de anos de seca não implica necessariamente em perda de produção. Embora isso aconteça na maioria dos municípios do SAB, alguns apresentam ganhos

de produção. Isso ocorre mesmo nas lavouras de feijão e milho tradicionalmente cultivadas em regime de sequeiro.

**Tabela 1.** Número de municípios do Semiárido Brasileiro, por classe de perdas percentuais médias na produção de feijão, milho, arroz e soja ocorridas em anos de seca. Municípios do Semiárido, período 1990 – 2014.

Condição observada quanto às perdas médias na produção	Feijão	Milho	Arroz	Soja
Municípios sem produção	0	0	485	1.112
Municípios com ganho médio de produção em períodos de seca	223	213	220	9
Municípios com perda percentual média de produção entre 0,01 e 25,0	288	215	132	7
Municípios com perda percentual média de produção entre 25,1 e 50,0	393	355	151	3
Municípios com perda percentual média de produção entre 50,1 e 75,0	207	301	111	1
Municípios com perda percentual média de produção entre 75,1 e 100,0	22	49	34	1
Total de Municípios do SAB	1.133	1.133	1.133	1.133

**Fonte:** Autores, a partir de dados da Produção Agrícola Municipal – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Considerando-se apenas os dados dos municípios que apresentaram perdas de produção, a lavoura mais vulnerável é o arroz, com queda na produção correspondente a 39,9% em média, em anos secos. Em seguida observa-se o feijão com perdas médias estimadas em 36,1%. Os valores das medianas mostram que na metade dos municípios que sofrem perdas de produção em anos de secas, essas perdas são superiores a 38,6% e 34,7% para arroz e feijão, respectivamente. Os elevados percentuais de perdas médias nessas lavouras são preocupantes, pois representam redução na oferta de alimentos e elevação de seu preço, com conseqüente agravamento das condições de pobreza da população rural (MARGULIS e DUBEUX, 2010).

No caso do milho as perdas médias observadas são inferiores em relação ao arroz e ao feijão, no entanto, segundo Mesquita (2016) as conseqüências são igualmente preocupantes, haja vista os desdobramentos possíveis da interrupção da oferta deste grão que serve de matéria prima para diferentes setores da economia (indústrias de alimentos, ração animal, entre outros).

**Tabela 2.** Estatísticas descritivas do Percentual de Perdas Médias da Produção em anos de seca, das lavouras de feijão, milho, arroz e soja. Municípios do Semiárido, período 1990 – 2014.

Lavoura	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Percentual de municípios com perdas <sup>28</sup>	Coefficient e de Variação
Feijão	36,1	34,7	0,02 Caatiba – BA	88,9 Cabaceiras -PB	80,3	54,7
Milho	26,5	35,3	0,03 Canarana - BA	95,3 Boa Vista - PB	81,2	169,1
Arroz	39,9	38,6	0,04 Encruzilhada - BA	100,0 Catunda – CE Lagoa do Barro do Piauí – PI Paulistana - PI	65,6	59,0
Soja	21,0	9,2	0,48 Januária - MG	89,9 São Felix do Coribe - BA	19,0	132,5

**Fonte:** Autores, a partir de dados da Produção Agrícola Municipal – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

A análise das perdas médias quanto a sua ocorrência entre os municípios do SAB aponta o feijão e o milho como as lavouras mais vulneráveis. Assim, do total de municípios com produção dessas lavouras 80,3% sofrem perdas de produção em anos secos no caso feijão e 81,2%, no caso do milho. Por outro lado, verifica-se que ocorrem perdas na produção de soja em apenas 19% dos municípios produtores.

Uma última informação a ser extraída da Tabela 2 chama atenção para a heterogeneidade existente entre os municípios do SAB, medida por meio do Coeficiente de Variação<sup>29</sup>. Como se observa, é um equívoco assumir que as lavouras de grãos são igualmente vulneráveis às secas ao longo de toda a extensão do SAB (969,6 mil km<sup>2</sup>). Essa variabilidade é extremamente alta entre os municípios quando se analisa as perdas médias na produção de milho e soja.

Apesar das perdas estimadas estarem associadas a uma característica climática da região, a heterogeneidade entre os municípios reflete as desigualdades do meio rural no SAB. No caso específico do milho, o cultivo se dá de formas variadas, tanto por agricultores, que empregam sistemas de produção, com menores níveis tecnológicos e que têm como objetivo o auto consumo ou a comercialização em mercados locais, quanto por agricultores que, embora não se enquadrando na categoria de grandes produtores, apresentam-se mais capitalizados e com condições mais reais de se adaptarem e defenderem dos impactos das secas<sup>30</sup>. Em relação à soja, trata-se de uma lavoura que requer maiores recursos financeiros e tecnológicos, sendo estas características necessárias, porém, não suficientes para a melhor absorção de impactos climáticos.

A heterogeneidade entre os municípios justifica a elaboração de mapas temáticos com o objetivo de rastrear a vulnerabilidade das lavouras segundo quanto às secas. O mapeamento de áreas mais e menos vulneráveis permite avançar na avaliação da vulnerabilidade no SAB e é fundamental para a definição de alternativas de gestão (PRESTON, YUEN e WESTAWAY, 2007; CHALLINOR et al, 2009). Assad et al (2013) ressaltam que um dos principais desafios do Brasil, no âmbito das mudanças climáticas é o mapeamento das áreas agrícolas mais impactadas.

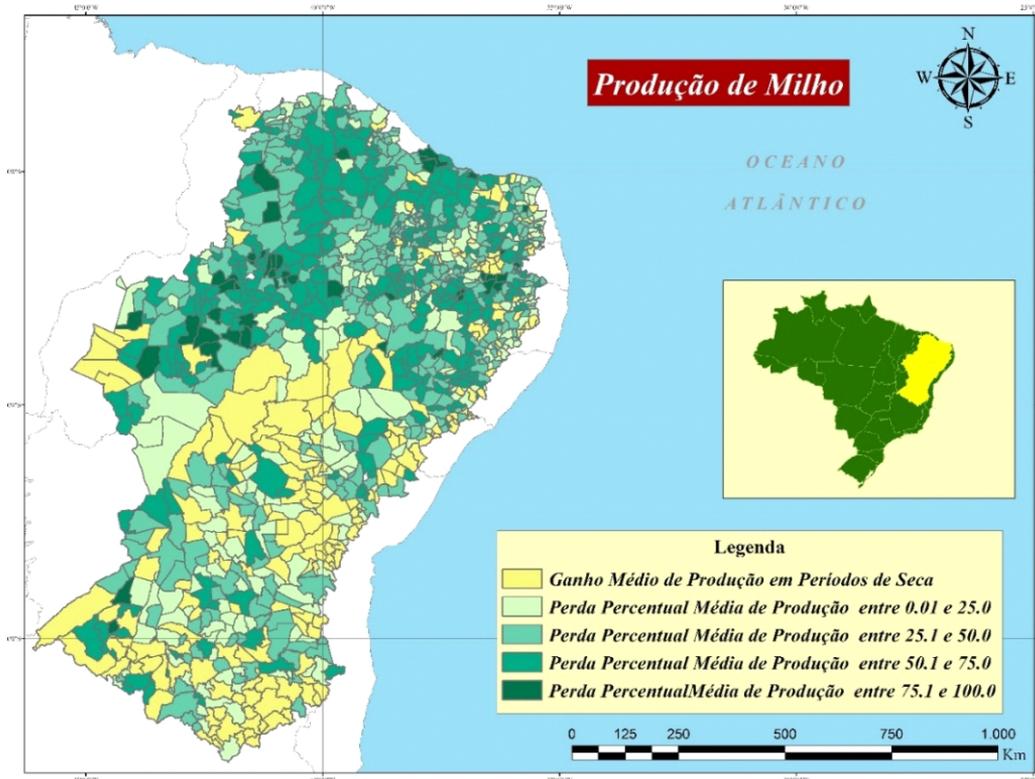
As Figuras 2, 3, 4 e 5 mostram a distribuição espacial das perdas percentuais médias na produção das lavouras de feijão, milho, arroz e soja, respectivamente, em anos de secas. Marengo et al (2011) identificaram que as maiores secas costumam ocorrer na parte Norte do SAB. Uma análise dos quatro mapas mostra que, de fato, nessa área ocorrem as maiores perdas das lavouras de feijão e milho. No entanto, conforme nota-se nos respectivos mapas, também existem municípios com perdas médias baixas nessa região. Da mesma forma, existem municípios com perdas médias elevadas também ao Sul do SAB. Portanto, as perdas médias na produção não são necessariamente maiores onde as secas são mais intensas.

**Figura 2.** Mapeamento das perdas percentuais na produção de feijão, nos municípios do Semiárido Brasileiro.



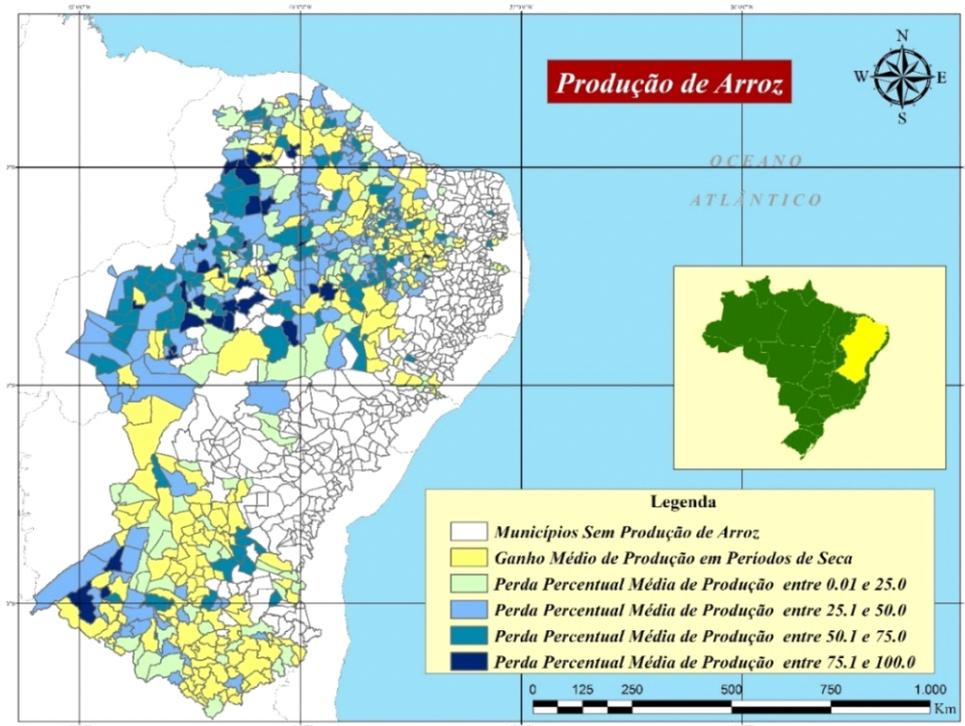
**Fonte:** Autores, a partir de dados da Produção Agrícola Municipal – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

**Figura 3.** Mapeamento das perdas percentuais na produção de milho, nos municípios do Semiárido Brasileiro.



**Fonte:** Autores, a partir de dados da Produção Agrícola Municipal – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

**Figura 4.** Mapeamento das perdas percentuais na produção de arroz, nos municípios do Semiárido Brasileiro.



**Fonte:** Autores, a partir de dados da Produção Agrícola Municipal –

**Figura 5.** Mapeamento das perdas percentuais na produção de soja, nos municípios do Semiárido Brasileiro.



**Fonte:** Autores, a partir de dados da Produção Agrícola Municipal – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

As diferenças espaciais percebidas nas perdas médias na produção de cada lavoura estudada, especialmente aquelas verificadas entre municípios vizinhos, sugerem a possibilidade de enfrentamento das secas. Tal enfrentamento, no entanto, requer a implementação de medidas de adaptação. No caso dos grãos podem ser consideradas diferentes possibilidades de manejo da cultura, o que envolve o planejamento da época de plantio, o uso de sementes resistentes, a gestão do uso e distribuição da água. Trata-se, no entanto, de um esforço conjunto que envolve a participação de diferentes atores. Nesse contexto, em concordância com Heredia, Palmeira e Leite (2010), destaca-se o importante papel do Estado na adoção de políticas setoriais capazes de captar as distintas configurações sociais que caracterizam a chamada “sociedade do agronegócio” e as suas especificidades, mesmo diante de um fenômeno comum a todos como é o caso das secas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O agronegócio de grãos nos municípios do Semiárido Brasileiro é composto principalmente pela produção de feijão, milho e arroz, sendo válido destacar o crescimento das lavouras de soja. A análise das perdas médias, na produção dessas lavouras, mostrou três aspectos importantes da sua vulnerabilidade às secas. O primeiro deles diz respeito ao fato de que a ocorrência de secas não significa, necessariamente, perda de produção. Embora tais perdas ocorram em muitos municípios, especialmente nas lavouras de feijão e milho, é possível obter ganhos de produção em anos secos. Sob esse prisma, assumir a posição determinista de que as secas causam as perdas agrícolas é uma visão reducionista da vulnerabilidade das lavouras de grãos na região. Existem fatores a serem explorados que devem explicar conjuntamente tais perdas. Esses fatores, no entanto, merecem ser analisados em uma perspectiva micro, pois envolvem características perceptíveis apenas em escala local. Em segundo lugar, outro aspecto a ser destacado é que, dentre as quatro lavouras analisadas, o feijão e o arroz mostraram-se as mais vulneráveis. Essa informação é um alerta no contexto da segurança alimentar uma vez que a falta desses produtos acarretaria em escassez de alimentos e elevação de preços. Por último, o terceiro aspecto, decorrente da elevada variabilidade verificada entre os municípios, ressalta a importância de

reconhecer o Semiárido como uma região heterogênea, com especificidades locais. Essa visão é imprescindível para o direcionamento de políticas agrícolas adequadas às necessidades de cada município e para a definição de áreas prioritárias.

Por fim, foi possível observar que a vulnerabilidade às secas é uma característica das lavouras de grãos no Semiárido Brasileiro. No entanto, não deve ser assumida como fator limitante da expansão da produção de grãos. Considerando-se o conjunto de fatores sociais, econômicos e ambientais sedimentados desde o povoamento da região, fica clara a necessidade de um modelo de desenvolvimento agrícola, capaz de contemplar a complexidade existente na região. Modelo este que ultrapassa os ditos problemas climáticos locais e não coloca o homem como vítima da natureza semiárida local. Acredita-se que o exemplo dos municípios capazes de produzir grãos em anos de secas deve instigar o interesse de pesquisadores sobre quais mecanismos locais motivam essa capacidade de reagir às condições climáticas adversas.

## NOTAS

<sup>1</sup> Existem diferentes conceitos para seca. Campos e Studart (2008) citam a seca climatológica (redução das chuvas em um determinado lugar e um dado espaço de tempo, em relação a um padrão normal de precipitação), a seca edáfica (é uma consequência da persistência da seca climatológica e consiste na redução da umidade do solo, que leva a consideráveis perdas de produção agrícola, especialmente nas lavouras de sequeiro) e a seca hidrológica (quando a água dos reservatórios já não é suficiente para atender às necessidades da população).

<sup>2</sup> SAB será usado no texto para designar Semiárido Brasileiro.

<sup>3</sup> Os relatos históricos aqui referidos podem ser encontrados em Greenfield (1992), Castro (1999), Brant (2007) e Neves (2007), Campos (2014).

<sup>4</sup> Sobre esse assunto ver Faoro (1976), Bursztyn (1985), Coelho (1985), Oliveira (1993), Castro (1999), Menezes e Morais (2002), Albuquerque Jr. (2011).

<sup>5</sup> Segundo Ribeiro (1999) o termo determinismo expressa uma relação de causa e efeito. Assim, os fatos são consequência de uma integração de leis implacáveis, externas a eles e sempre que determinadas condições se repetirem, se repetirão também os resultados.

<sup>6</sup> Mais detalhes sobre a visão determinista entre seca e desenvolvimento do Semiárido podem ser encontrados em Castro (1992), Carvalho (1988) e Ribeiro (1999), Menezes e Morais (2002), Scoville (2011).

<sup>7</sup> De acordo com o decreto Nº 89/2005, o município que apresentar pelo menos um dos três critérios é inserido no SAB (MIN, 2005). Este é o caso de 1.133 municípios, distribuídos nos estados brasileiros da região Nordeste (com exceção do Maranhão) e em Minas Gerais.

<sup>8</sup> Ao adotar essa delimitação o governo teve como objetivo direcionar políticas específicas para a região. No entanto, o SAB apresenta uma vasta diversidade cultural, social e econômica não contemplada nos três critérios, ou seja, a delimitação adotada pode inibir a visão de sub-espacos regionais com demandas diferenciadas.

<sup>9</sup> Uma análise dos indicadores econômicos e sociais entre 2000 e 2010 mostra, de forma incontestável, que os esforços governamentais provocaram mudanças positivas na região. As estatísticas oficiais apontam que o PIB da região cresceu, cresceram o número de empregos e a pobreza foi reduzida (BUAINAIN e GARCIA, 2013).

<sup>10</sup> A concepção de agronegócio foi elaborada pelos pesquisadores da Universidade de Harvard, John Davis e Ray Goldberg. Para ambos, trata-se de um conjunto de operações envolvendo basicamente três segmentos: a produção e distribuição de insumos agrícolas, a produção agrícola propriamente dita e ações de estocagem, processamento e distribuição dos produtos (DAVIS e GOLDBERG, 1957). Neste artigo dá-se ênfase ao segmento da produção das lavouras de grãos, haja vista ser o mais afetado pela ocorrência das secas.

<sup>11</sup> O período 2012–2016, ano de elaboração desse artigo, tem-se caracterizado como uma das maiores secas dos últimos 50 anos no SAB.

<sup>12</sup> Com o passar do tempo, com a crescente especialização da agropecuária e o advento do agronegócio, a idéia ainda persiste e serve de argumento para a concepção de que a atividade no semiárido só é viável desde que desenvolvida por meio de sistemas de irrigação. No entanto, nota-se que a irrigação apresenta desdobramentos que vão além da redução dos riscos em anos de seca, da geração de empregos e do aumento na produção agrícola. A adoção da irrigação tem causado o avanço de processos de degradação ambiental e há denúncias de desperdício de água, salinização e erosão do solo em muitos perímetros de irrigação no Ceará e vale do São Francisco (CGEE, 2016).

<sup>13</sup> A produção de grãos como segmento do agronegócio no SAB merece atenção do ponto de vista econômico, mas também por apresentar apelo socioambiental: demanda menos água relativamente ao agronegócio de frutas, emprega grande número de pessoas e abrange um grupo de agricultores com dificuldades de inserção no mercado (pequenos produtores de feijão e milho, principalmente).

<sup>14</sup> Essas lavouras foram escolhidas devido a sua importância para o dinamismo do agronegócio de grãos no Semiárido. Elas representam dois aspectos distintos do agronegócio na região: i) a produção agrícola associada à prática de irrigação, que é particularmente observada no contexto do agronegócio de base empresarial, voltado para a produção de soja, e em muitos casos, de arroz e ii) a produção em sistemas de sequeiro, totalmente dependente da água das chuvas, que caracteriza o agronegócio de base familiar e é responsável pela grande maioria dos cultivos de feijão e milho.

<sup>15</sup> A baixa escolaridade da população rural no SAB reduz as chances de qualificação e limita as oportunidades de emprego (MELLO, 2004; RESAB, 2006). Pessoas com baixos níveis gerais de educação são mais propensas a depender de atividades econômicas sensíveis ao clima, como a agricultura (ADGER et al, 2004). Essa relação é observada no SAB. Nesse sentido, Buainain e Garcia (2013) colocam que a elevada absorção de mão de obra, pelo setor agropecuário, é um reflexo de distorções estruturais, como baixa qualificação da população rural e baixa produtividade do trabalho existentes no SAB. A baixa qualificação observada impede, ainda, a obtenção de alta produtividade capaz de gerar a renda necessária para alterar a condição de pobreza dos empregados rurais (BUAINAIN e GARCIA, 2015).

<sup>16</sup> Ellis e Freeman (2005) argumentam que um menor portfólio de atividades de subsistência, leva à menor capacidade de resistência às mudanças climáticas e, conseqüentemente, ao aumento da vulnerabilidade.

<sup>17</sup> Para Gomes (2001) "economia sem produção" consiste nas aposentadorias, salários de funcionários públicos. Araújo e Lima (2009) acrescentam ao termo os benefícios pagos por meio de programas de transferência de renda como o bolsa-família. Significa uma condição em que há renda e pouco produto.

<sup>18</sup> O Índice de Desenvolvimento Humano médio dos municípios do SAB correspondeu a 0,592 em 2010, bem abaixo da média do Brasil que foi de 0,727 (PNUD, 2013)

<sup>19</sup> Muitos açudes encontram-se contruídos em grandes propriedades ou latifúndios, pertencentes aos ricos e poderosos que detêm, dessa forma, os dois bens essenciais ao morador rural, a terra e a água (ANDRADE e NUNES, 2014)

<sup>20</sup> Estudos mostram que os grandes empreendimentos agropecuários do SAB são responsáveis pela formação de latifúndios estabelecidos a partir da compra de terras de pequenos produtores que não têm como enfrentar as secas (ANDRADE, 2005; PORTO-GONÇALVES e ALENTEJANO, 2009). Os grandes empreendimentos agrícolas também são criticados pelo uso elevado dos recursos hídricos, pela elevação dos conflitos pelo uso da água e por provocar impactos ambientais como desmatamentos, erosão em decorrência da mecanização agrícola (FERRACINI et al, 2001; MILHOME, 2009; BUAINAIN e GARCIA, 2015) e salinização do solo devido à manejo inadequado da irrigação (CIRILO, 2008). As monoculturas cultivadas são exigentes em nutrientes, esgotam o solo e tornam as plantações mais susceptíveis ao ataque de pragas e doenças, o que leva ao uso exacerbado de defensivos agrícolas e contaminação de mananciais.

<sup>21</sup> O agronegócio familiar de feijão, milho ou arroz, não significa agricultura de subsistência. Atualmente esses produtos são cultivados em bases familiares com tecnologia e voltados para mercados, ou seja, não apenas para garantir a alimentação da família (GUANZIROLI, 2013).

<sup>22</sup> Dados extraídos da Pesquisa Agrícola Municipal, publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Esses percentuais correspondem a 18,1 vezes o aumento da área plantada e 24,8 vezes o aumento da quantidade produzida de soja no Brasil.

<sup>23</sup> De acordo com dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009, publicada pela Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, do IBGE. A referida pesquisa estima que o consumo alimentar médio *per capita* de feijão e arroz no Brasil é de 182,9 g/dia e 160,3 g/dia, respectivamente.

<sup>24</sup> Segundo Christofidis (1999) são necessários 2 mil litros de água para produzir um 1 quilo de soja ou arroz.

<sup>25</sup> É importante reconhecer que os impactos das secas já não provocam fome e deslocamentos. As intervenções voltadas aos pequenos produtores rurais no semiárido, caso do PRONAF, dos programas de distribuição de sementes mais resistentes e algumas medidas mitigadoras como as cisternas de placa, conseguiram atenuar os impactos da seca (CAMPOS e STUDART, 2008).

<sup>26</sup> Dados extraídos da pesquisa Produção Agrícola Municipal publicada pelo IBGE. Período referente à disponibilidade de dados em nível municipal. Ver: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=11>

<sup>27</sup> A fórmula para o cálculo foi:  $PPMP = DM * 100 / QNS$ , sendo PPMP = Percentual de Perdas Médias da Produção; DM = Diferença entre a média da quantidade produzida em anos não secos (referente aos anos 1990, 1993 a 1996, 1999, 2000, 2003 a 2011) e a média da quantidade produzida em anos secos (referente aos anos 1991, 1992, 1997, 1998, 2001, 2002, 2012 a 2014); QNS = Média da quantidade produzida em anos não secos.

<sup>28</sup> O cálculo do percentual de municípios com perdas médias de produção em anos de seca considerou apenas o total de municípios com produção.

<sup>29</sup> O Coeficiente de Variação de Pearson é uma medida descritiva que mede o grau de variabilidade dos dados em relação a um valor médio. Valores acima de 30% indicam uma alta variabilidade ou heterogeneidade dos dados (FÁVERO et al, 2009).

<sup>30</sup> Há também os grandes produtores de milho. Estes geralmente produzem com elevado nível tecnológico, em sistemas irrigados e não dependem da água da chuva.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, Aziz Nassib. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ADGER, W. Neil et al. *New indicators of vulnerability and adaptive capacity*. Vol. 122. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research, 2004.
- ADGER, W. Neil. *Vulnerability*. *Global environmental change*, v. 16(3), p. 268-281. 2006.
- ALBUQUERQUE JR., Durval Muniz. *A invenção do Nordeste e outras artes*. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- ANDRADE, Ana Jessica Pinto de; SOUZA, Cimone Rosendo de; SILVA, Neusiene Medeiros de. A vulnerabilidade e a resiliência da agricultura familiar em regiões semiáridas: o caso do Seridó Potiguar. *Campo-Território: Revista de Geografia Agrária*, v. 8(15), p.1-30. 2013.
- ANDRADE, Jucilaine Aparecida de; NUNES, Marcos Antônio. Acesso à água no SAB: uma análise das políticas públicas implementadas na região/Water access in Brazilian Semi-Arid: an analysis of regional public policies. *Revista Espinhaço (UFVJM)*, v. 3(2), p. 28-39. 2013.
- ANDRADE, Manuel Correia de. *A terra e o homem no Nordeste: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste*. 7. ed. rev. e aumentada. São Paulo: Cortez, 2005.
- ANTWI-AGYEI, Philip, et al. Mapping the vulnerability of crop production to drought in Ghana using rainfall, yield and socioeconomic data. *Applied Geography*, v. 32, p. 324-334. 2012.
- ARAÚJO, Leonardo Alves de; LIMA, João Policarpo R. Transferências de renda e empregos públicos na economia sem produção do semiárido nordestino. *Planejamento e Políticas Públicas*, v. 33, p.45-77. 2009.
- ASSAD, Eduardo et al. *Impacts of Climate Change on Brazilian Agriculture. International*. Bank for Reconstruction and Development /International Development Association - The World Bank. 2013.
- BAETTIG, Michele; WILDS, Martin; IMBODEN, Dieter. A climate change index: where climate change may be most prominent in the 21st century. *Geophysical Research Letters*, v. 34, p. 1-6. 2007.
- BARNETT, Jon; LAMBERT, Simon; FRY, Ian. The hazards of indicators: insights from the environmental vulnerability index. *Annals of the Association of American Geographers*, v. 98(1), p. 102-119. 2008.
- BRANCO, Adélia de Melo; SUASSANA, João; VAINSENER, Semira, Adler. "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, p. 393-409, 2005.
- BRANT, Simone. *Assessing vulnerability to drought in Ceará, Northeast Brazil*. Ann Arbor: University of Michigan, 2007. 55p. Dissertação (Mestrado) - Master of Science (Natural Resources and Environment), University of Michigan, Ann Arbor, 2007.
- BRASILEIRO, Robson Soares. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. *Scientia Plena*, v. 5, n. 5,

- p. 1-12. 2009.
- BROOKS, Nick, ADGER, W. Neil; KELLY, P. Mick. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global environmental change*, v. 15(2), p.151-163. 2005.
- BUAINAIN, Antonio Marcio; GARCIA, Junior Ruiz. Desenvolvimento rural do SAB: transformações recentes, desafios e perspectivas. *Confins. Revue Franco-Brésilienne de Géographie/Revista Franco-Brasileira de Geografia*, v. 19, p. 1-24, 2013.
- BUAINAIN, Antonio Marcio; GARCIA, Junior Ruiz. Polos de Irrigação no Nordeste do Brasil. desenvolvimento recente e perspectivas. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, v. 23, 2015. <http://confins.revues.org/10031>
- BURSZTYN, Marcel. *O poder dos donos - planejamento e clientelismo no Nordeste*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1985. 117p
- CACCIAMALI, Maria Cristina; BARBOSA, Alexandre. *Desigualdades econômicas e sociais no Nordeste. Análise temática dos Estudos prospectivos sobre o desenvolvimento do Nordeste para o BNB*. Fortaleza: IICA/BNB, 2014.
- CAMPOS, José Nilson B. Paradigms and Public Policies on Drought in Northeast Brazil: A Historical Perspective. *Environmental management*, v.55, p. 1052-1063, 2015.
- CAMPOS, José Nilson B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. *Estudos Avançados*, v. 28, n. 82, p. 65-88, 2014.
- CAMPOS, José Nilson B.; STUDART, Ticiano Marinho de Carvalho. Drought and water policies in Northeast Brazil: backgrounds and rationale. *Water Policy*, v. 10, n. 5, p.425-438, 2008.
- CARMELLO, Vinicius; SANT'ANNA NETO, João Lima. Rainfall Variability and Soybean Yield in Paraná State, Southern Brazil. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, v. 2(1), p. 86-97, 2016.
- CARVALHO, Luzineide Dourado. *A emergência da lógica da "convivência com o Semi-Árido" e a construção de uma Nova Territorialidade*. Juazeiro: Secretaria Executiva da Rede de Educação do Semi-Árido Brasileiro (RESAB), 2004.
- CARVALHO, Otamar de. *A economia política do Nordeste (seca, irrigação e desenvolvimento)*. Rio de Janeiro, Brasília: Campus, ABID. 1988.
- CARVALHO, Paulo Gonzaga M. de et al. Gestão local e meio ambiente. *Ambiente & sociedade*, v. 8, n. 1, p. 121-140, 2005
- CASTRO, Iná Elias de. *Natureza, Imaginário e a Reinvenção do Nordeste*. São Paulo: Cortez, 1999.
- CASTRO, Iná Elias de. *O Mito da Necessidade*. Discurso e Prática do Regionalismo Nordestino. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1992.
- CEDEPLAR; FIOCRUZ. *Mudanças Climáticas, Migrações e Saúde: Cenários para o Nordeste Brasileiro, 2000-2050*. Relatório de Pesquisa. Belo Horizonte: 2008.
- CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. *Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil*. Brasília: 2016. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/DesertificacaoWeb.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2016.
- CHACON, Suely Salgueiro; BURSZTYN, Marcel. Análise das políticas públicas para o sertão semi-árido: Promoção do desenvolvimento sustentável ou fortalecimento da pobreza? In: VI ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 2005. *Anais do VI Encontro ECOECO - Pobreza e Meio Ambiente*. Brasília: ANPUR, 2005. p.1-25.
- CHALLINOR, Andrew et al. Crops and climate change: progress, trends, and challenges in simulating impacts and informing adaptation. *Journal of Experimental Botany*, v. 60, (10) p. 2775-2789, 2009.
- CIRILO, José Almir. NORDESTE SEMI-ÁRIDO, O. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008.
- COELHO, Jorge. *As Secas no Nordeste e a Indústria das Secas*. Petrópolis: Vozes, 1985.
- DAVIS, John Herbert; GOLDBERG, Ray Allan. *A Concept of Agribusiness*. Boston: Harvard University, Division of Research. Graduate School of Business Administration, 1957. 136 pp.
- DUARTE, Renato. Seca, pobreza e políticas públicas no nordeste do Brasil. In: *Pobreza, desigualdad social y ciudadanía: los límites de las políticas sociales en América Latina*. Buenos Aires: CLACSO, 2001. p. 425-440.
- EAKIN, Hallie; LUERS, Amy Lynd. Assessing the Vulnerability of Social-Environmental Systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, v. 31, p. 365-94. 2006.
- ELIAS, Denise; PEQUENO, Renato. Desigualdades socioespaciais nas cidades do agronegócio. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 9, n. 1, p. 25-39, 2011.
- ELLIS, Frank; FREEMAN H. Ade. *Rural Livelihoods and Poverty Reduction Policies*. London and New York: Routledge, 2005.
- EL-ZEIN, Abbas; TONMOY, Fahim Nawroz. Assessment of vulnerability to climate change using a multi-criteria outranking approach with application to heat stress in Sydney. *Ecological Indicators*, v. 48, p. 207-217, 2015.
- FAORO, Raymundo. *Os donos do Poder*. Porto Alegre: Ed. Globo, 1976.
- FÁVERO, Luiz Paulo et al. *Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Primeira Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- FERRACINI, Vera Lúcia et al. Análise de risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais da região de petrolina (PE) e Juazeiro (BA). *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, v. 11, p. 1-16, 2001
- FIGURELLI, Mônica Fernanda. *Decompondo registros*. Conflitos de terra em Pernambuco. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007. 126p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- FÜSSEL, Hans-Martin. Vulnerability: a generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change*, v.17, p. 155-167. 2007
- GALLOPÍN, Gilberto. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global environmental change*, v.16(3), p. 293-303. 2006.
- GOLDBLUM, David. Sensitivity of corn and soybean yield in Illinois to Air temperature and precipitation: the potential impact of future climate change. *Phys Geogr*, v. 30(1), p.27-42. 2009. doi: 10.2747/0272-3646.30.1.27.
- GOMES, Gustavo Maia. *Velhas secas em novos sertões: continuidade e mudanças na economia do semi-árido e dos cerrados nordestinos*. Brasília: Ipea, 2001.
- GREENFIELD, Gerald Michael. The great drought and elite discourse in imperial Brazil. *The Hispanic American Historical Review*, v. 72, n. 3, p. 375-400, 1992.
- GUANZIROLI, Carlos. Mercados viáveis para a inserção econômica dos agricultores familiares. In: *A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE, 2013, p. 101-132.
- HEREDIA, Beatriz; PALMEIRA, Moacir; LEITE, Sérgio Pereira. Sociedade e Economia do "Agronegócio" no Brasil. *RBCS*, v.25 (74), p.159-196, 2010.
- HINKEL Jochen. Indicators of vulnerability and adaptive capacity: towards a clarification of the science-policy interface. *Global Environmental Change*, v. 21, p.198-208. 2011.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2001. Climate change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policymakers*, WMO. 2001.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. Mac Cracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. pp. 1499 -1566. 2014.
- KASPERSON, Roger; DOW, Kirstin. Vulnerable Peoples and Places. In: *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*. Washington, DC: Island Press, 2005. p 143-164.
- KROL, Maarten et al. The semi-arid integrated model (SIM), a regional integrated model assessing water availability, vulnerability of ecosystems and society in

- NE-Brazil. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*, v. 26(7), p. 529-533. 2001.
- LEAL, Inara, et al. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. In: *Conservação Internacional do Brasil* (ed.). *Megadiversidade*, v. 1, p. 139-146. 2005.
- LEMOS, Maria Carmen. Drought, Governance and Adaptive Capacity in North East Brazil: a Case Study of Ceará. In: **Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World, Human Development Report 2007/2008**. New York: UNDP for Human Development Report Office Occasional Paper, 2007. p. 1-25.
- LINDOSO, Diego Pereira. *Vulnerabilidade e Adaptação da Vida às Secas: desafios à sustentabilidade rural familiar nos semiáridos nordestinos*. Brasília: Universidade de Brasília, 2013. 519 p. Tese (Doutorado) - Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- MARENGO, José Antonio et al. *Variabilidade e mudanças climáticas no Semiárido Brasileiro. Recursos Hídricos em regiões áridas e semiáridas*. Campina Grande: 2011.
- MARENGO, José Antonio. *Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI: sumário técnico*. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Rio de Janeiro: 2006.
- MARGULIS, Sergio; DUBEUX, Carolina Burtel Schmidt. *Economia da mudança do clima no Brasil*. Rio de Janeiro: Synergia Editora, 2010.
- MARIANO, Jorge Luiz; NEDER, Henrique Dantas. Renda e Pobreza entre Famílias no meio Rural do Nordeste. *Economia e Desenvolvimento*, Recife (PE), v. 5, n. 2, p. 221-242, 2006.
- MELLO, Helena Oliveira de. *Educação no contexto do Semiárido Brasileiro*. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2004.
- MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.
- MENEZES, Edith Oliveira de; MORAIS, José Micaelson Lacerda. *A seca no Nordeste: desafios e soluções*. São Paulo: Atual Editores, 2002.
- MESQUITA, Daiane Feliz Santiago. *Vulnerabilidades das lavouras de subsistência no Semiárido Brasileiro*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2016. 156p. Dissertação (Mestrado) - Mestrado Acadêmico em Economia Rural, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- MILHOME, Maria Aparecida Liberato et al. Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, CE. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 14, n. 03, p. 363-372, 2009.
- MIN - Ministério da Integração Nacional. *Portaria nº 89, de 16 de março de 2005. Atualiza a relação dos municípios pertencentes à região Semiárida do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste – FNE*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: 17 de março de 2005.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. *Mapas Temáticos*. Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)> Acesso em: 13 jul. 2016.
- NASUTI, Stéphanie; EIRÓ, Flávio; LINDOSO, Diego. *Os Desafios da Agricultura no SAB. Sustentabilidade em Debate*, v. 4, n. 2, p. 276-298, 2013.
- NEVES, Frederico de Castro. "A miséria na literatura: José do Patrocínio e a seca de 1878 no Ceará". *Revista Tempo*, v. 11, n. 22, p. 80-97. 2007.
- O'BRIEN, Karen et al. Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, Vol. 7, pp. 73-88. 2007.
- OBERMAIER, Martin. *Velhos e novos dilemas nos sertões: mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação no Semiárido Brasileiro*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011. 154p. Tese (Doutorado) – COOPE – Programa de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- OBERMAIER, Martin; ROSA, Luiz Pinguelli. Mudança climática e adaptação no Brasil: uma análise crítica. *Estudos Avançados*, v. 27(78), p. 155-176. 2013.
- OLIVEIRA, Francisco. *Elegia para uma região: Sudene, Nordeste: planejamento e conflitos de classes*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.
- PAULA ANDRADE, Maristela de. *Os gaúchos descobrem o Brasil. Projetos agropecuários contra a agricultura camponesa*. São Luís: GERUR/EDUFMA, 2008.
- PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter; ALENTEJANO, Paulo Roberto Raposo. A violência do latifúndio moderno-colonial e do agronegócio nos últimos 25 anos. *Rn*, v. 11, p. 109-118, 2009.
- PRESTON, Benjamin; YUEN, Emma; WESTAWAY, Richard. *Mapping Climate Change Vulnerability in the Sydney Coastal Council*. Group: Report prepared for the Australian Greenhouse Office. 2007.
- RESAB - Rede de Educação do Semiárido Brasileiro. *Educação para a convivência com o Semiárido: reflexões teórico-práticas*. Juazeiro, BA: Selo Editorial, 2006.
- REYNOLDS, James F. et al. *Global desertification: building a science for dryland development*. *Science*, v. 316, n. 5826, p. 847-851, 2007.
- RIBEIRO, Rafael Winter. Seca e determinismo: a gênese do discurso do semi-árido nordestino. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 22, p. 60-91, 1999.
- RODRIGUES, Fabiana Aparecida et al. Daytime soybean transcriptome fluctuations during water deficit stress. *BMC Genomics*, v. 16(1), p. 1-19. 2015. doi: 10.1186/s12864-015-1731-x
- SCOVILLE, André Luiz Martins Lopes de. *Literatura das Secas: Ficção e História*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2011. 240p. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Letras – Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- SIETZ, Diana et al. "Smallholder agriculture in Northeast Brazil: assessing heterogeneous human-environmental dynamics", *Regional Environmental Change*, v. 6, p. 132-146, 2006.
- SILVA, Roberto Marinho Alves da. "Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: políticas públicas e transição paradigmática", *Revista Econômica do Nordeste*, v. 38, p. 466-485, 2007.
- SIMELTON, Elisabeth et al. Typologies of crop-drought vulnerability: an empirical analysis of the socioeconomic factors that influence the sensitivity and resilience to drought of three major food crops in China (1961-2001). *Environ. Sci. Policy* (2009), doi:10.1016/j.envsci.2008.11.005
- SMIT, Barry; WANDEL, Johanna. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, v. 16(3), p. 282-292. 2006.
- SOARES, Marta Bruno; GAGNON, Alexandre; DOHERTY, Ruth. Conceptual elements of climate change vulnerability assessments: a review. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, v. 4(1), p. 6-35. 2012.
- SUASSUNA, João. AS ÁGUAS DO NORDESTE E O PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*, v. 3, p. 30-44. 2006.
- TONMOY, Fahim Nawroz; EL-ZEIN, Abbas. Assessment of vulnerability to climate change using indicators: methodological challenges. In: *Causes, Impacts, and Solutions to Global Warming*. New York: Springer, 2013. p. 143-156.
- VILLA, Marco Antonio. *Vida e morte no sertão: história das secas no Nordeste nos séculos XIX e XX*. São Paulo: Ática, 2001.
- WILHELMI, Olga; WILHITE, Donald. Assessing vulnerability to agricultural drought: a Nebraska case study. *Natural Hazards*, v. 25(1), p. 37-58. 2002.