

A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico

Jose A. Marengo¹, Ana P. Cunha¹, Lincoln M. Alves²

¹Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), São Paulo, Brasil, ² Centro de Ciências do Sistema Terrestre – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CCST/INPE), São Paulo, Brasil

jose.marengo@cemaden.gov.br

Resumo

Episódios de secas na região têm sido relatados desde o século 16, sendo recorrentes na região. Enquanto algumas medidas foram tomadas pelos governos para atenuar os impactos, ainda há uma percepção de que os moradores, principalmente em áreas rurais no semiárido, ainda não estão adaptados a estes perigos. A seca que assola o semiárido do Nordeste desde 2012 a 2015, teve uma intensidade e impacto não vistos em várias décadas e já destruiu grandes áreas de terras agrícolas, afetando centenas de cidades e vilas em toda a região, e deixando pequenos agricultores que lutam para obter água. Alterações na circulação atmosférica e precipitação detectadas desde o verão de 2012 sugerem um papel ativo das águas superficiais mais frias do que o normal no Pacífico equatorial, e uma zona de convergência intertropical deslocada anormalmente para o norte de sua posição normal, com aumento da subsidência sobre o Nordeste Brasil. No Nordeste do Brasil sinais de seca começaram a aparecer em dezembro de 2011 e se intensificaram durante o verão e outono de 2012, gerando deficiência hídrica em quase todo o semiárido desde o centro-sul da Bahia até o Rio Grande do Norte e Ceará em 2011-14. Desde 2013 até 2015 a maior concentração de déficit hídrico incluiu particularmente o norte da Bahia, oeste do Pernambuco e o leste do Piauí, onde a situação de seca ainda persiste. O evento El Niño em 2015 agravou a situação de seca iniciada em 2012.

Palavras chave: Nordeste, seca, impactos, deficiência hídrica

1. Introdução:

A região semiárida do Nordeste do Brasil (NEB) situa-se entre 2,5 ° S e 16,1 ° S e 34,8 ° W e 46 ° W, com uma área de cerca de 1.542.000 km², ou cerca de 18,26% da área do Brasil (Magalhães et al., 1988), e é a mais densamente populosa entre as terras secas do mundo, com mais de 53 milhões de habitantes, ou aproximadamente 34 habitantes por km². O NEB é vulnerável aos extremos observados da variabilidade climática, e cenários globais e regionais de mudanças climáticas no futuro indicam que a região poderia ser afetada pelo déficit de chuvas e aumento da aridez no próximo século (Marengo et al. 2016, Vieira et al. 2015).

As secas são um fenômeno natural, uma alteração do regime hidrometeorológico, e no NEB elas afetam os moradores, principalmente os mais vulneráveis da região semiárida, criando situações de deficiência hídrica e riscos para a segurança alimentar, energética e hídrica na região (Eakin et al. 2014). As secas fazem parte da variabilidade natural do clima na região, e ocorreram no passado, estão ocorrendo no presente e de acordo com as projeções de mudanças climáticas, é provável que continuem e intensifiquem no futuro (Marengo et al. 2016). A seca não atinge todo o NEB, ela se concentra numa área conhecida como *Polígono das Secas*, que envolve as regiões semiáridas de parte de oito estados nordestinos (AL, BA, CE, PE, PI, RN e SE) e parte do norte de MG.

Eventos de seca no passado nos estados NEB, geraram perdas massivas de produção agrícola e pecuária, perda de vidas humanas pela fome, desnutrição e doenças, e deslocamentos de pessoas, bem como impactos sobre as economias regionais e nacionais. A inclemência das secas há tempo arrasa a terra e a vida do sertanejo. Ainda assim, “apesar das dolorosas tradições que conhece através de um sem-número de terríveis episódios, ele alimenta a todo transe esperanças de uma resistência impossível”, narrou Euclides da Cunha (1866-1909) em *Os sertões*. Esse texto é de 1902.

No presente, a migração devido à seca não ocorre mais nas proporções dramáticas. A seca que se intensificou em 2012 e ampliou em 2015 é considerada a mais grave das últimas décadas e tem tido um impacto em muitos distritos das regiões semiáridas nos estados do NEB, afetando quase 9 milhões de pessoas (Marengo et al. 2016). Políticas públicas para mitigar os impactos da seca, tais como linhas de crédito disponíveis aos pequenos agricultores e a distribuição de água por meio de carros pipa) fez diminuir um pouco os impactos, mas, as políticas de gestão de crises, podem ter sido insuficientes para suportar a seca plurianual excepcional de 2012 -2015. A sobreposição de secas às tensões sócio-econômico-políticas pré-existentes coloca uma intensa pressão sobre a disponibilidade de água doce e de qualidade na região e ameaça a água, energia e segurança alimentar (por exemplo, Gutiérrez et al. 2014).

A perspectiva de aumentos na frequência e duração dos períodos secos e secas em climas futuros no NEB tem gerado preocupação entre os gestores de recursos naturais, agricultores, especialistas em desenvolvimento, pesquisadores e formuladores de políticas, os quais tentam entender a extensão em que essas mudanças vão afetar os recursos hídricos, produção de alimentos, renda e subsistência. A longo prazo, os déficits projetados de chuvas na região, juntamente com o aumento da temperatura e secas mais frequentes e períodos de seca podem exacerbar a degradação ambiental. Portanto, neste artigo apresentamos um histórico de secas passadas e presentes e discutimos algumas das causas físicas envolvidas, incluindo o papel de El Niño e o Oceano Atlântico tropical na seca de 2012-15.

2. Secas: aspectos históricos, variabilidade interanual e causas físicas no NEB

De acordo com a Universidade do Nebraska (drought.unl.edu), no sentido mais geral, uma seca origina-se a partir de uma deficiência de precipitação durante um período prolongado de tempo - geralmente uma estação ou mais - resultando em uma escassez de água para alguma atividade, grupo ou setor ambiental. Seus impactos resultam da interação entre o evento natural (menos precipitação do que o esperado) e a demanda de pessoas para uso de água, no abastecimento de água para a população, agricultura e pecuária. Assim, as atividades humanas podem exacerbar os impactos da seca.

Em termos físicos, mudanças na temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico tropical que se manifestam com os extremos em casos de El Niño-Oscilação Sul (ENOS) podem afetar precipitação sobre o NEB através de mudanças na circulação Walker orientada zonalmente (Ambrizzi et al., 2004). No entanto, ENOS explica apenas uma parte da variabilidade da precipitação na região. Kane (1997) mostra que de 46 eventos de El Niño (fortes e moderados), durante 1849-1992, apenas 21 foram associados com as secas no norte do Nordeste do Brasil. A partir das mais recentes secas de 1992, 1998, 2002, 2010 e agora 2012-2015, apenas os de 1998, 2002 e, recentemente, em 2015 as secas aconteceram durante um evento El Niño. Em 2015 a situação foi agravada pela deficiência que já existia pelo menos há 3 anos (Figura 1). Na verdade, a chuva no NEB é marcada por uma forte variabilidade interanual, parte da qual tem sido atribuída ao ENOS, enquanto outros eventos de seca são devidos a uma posição anormalmente mais ao norte da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o setor do Atlântico, devido a um Oceano Atlântico Tropical Norte mais quente (Moura e Shukla 1981; Hastenrath 1990, 2012, Andreoli et al. 2012, Nobre e Shukla 1996, Marengo et al. 2013, 2016).

As secas têm sido relatadas no NEB desde o século 16. A história das secas na região, como coletados de várias fontes (Araújo 1982, Magalhães et al., 1988, Gutierrez et al. 2014, Wilhite et al. 2014) e atualizada neste estudo pode ser resumida nesta lista: 1583, 1603, 1624, 1692, 1711, 1720, 1723-1724, 1744-1746, 1754, 1760, 1772, 1766-1767, 1777-1780, 1784, 1790-1794, 1804, 1809, 1810, 1816- 1817, 1824-1825, 1827, 1830-1833, 1845, 1877-1879, 1888-1889, 1891, 1898, 1900, 1902-1903, 1907, 1915, 1919, 1932-1933, 1936, 1941-1944, 1951- 53, 1958, 1966, 1970, 1976, 1979-1981, 1982-1983, 1992-1993, 1997-1998, 2001-2002, 2005, 2007, 2010 e 2012-2015.

Desde a década de 1950 o governo começou a tomar medidas contra as secas, incluindo a construção de cisternas e canais e criação de programas sociais para as pessoas afetadas. Desde 1970 não há mais registro de mortes devido à seca, embora o êxodo do semiárido durante as secas continua ainda que em grau muito menor. Talvez a seca mais cara durante o século 20 foi em 1979-1983, quando as despesas do governo atingiram cerca de US \$ US 7,8 bilhões.

3. A Seca de 2012-2015: características, causas e impactos

A Figura 1 mostra que 2010 já foi um ano seco, e que no período 2010-15, somente 2011 teve chuvas acima da média, mas este foi seguido pelos déficits de precipitação mais graves em 2012. Isto sugere uma natureza multianual da atual seca, dos quais os primeiros sinais começaram em 2010. Segundo Marengo et al. (2013, 2016), as estações chuvosas de fevereiro a maio no NEB em 1998 e 2012 foram as mais secas entre 1961 e 2012,

caracterizadas pelo percentil muito seco. Vários estudos têm indicado que a maior parte do NEB tende a receber mais precipitação durante episódios La Niña, mas o ano de 2012 não seguiu o padrão. Durante o evento La Niña de 2012, o mesmo ano em que houve inundações recorde no leste da Amazônia, o NEB declarou estado de emergência na maioria dos distritos na região devido a uma seca considerada a mais grave nas recentes décadas.

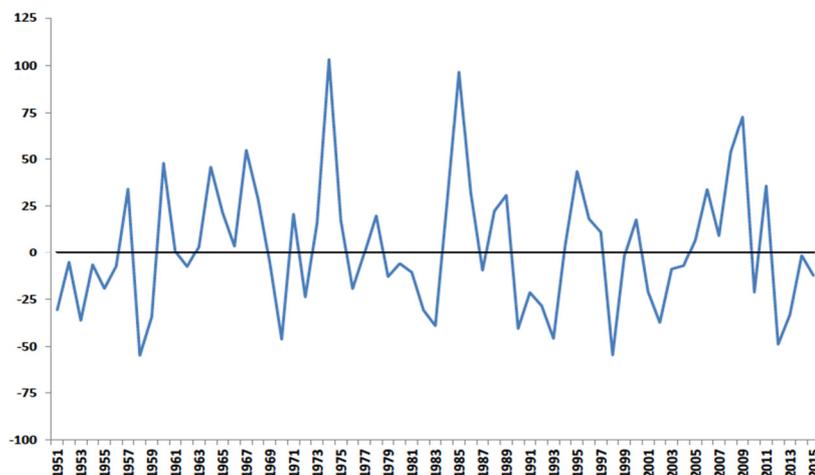


Figura 1. Série de tempo das anomalias de chuva (mm mês^{-1}) durante a quadra chuvosa FMAM (Fevereiro-Maio) no NEB de 1951 a 2014. (Fonte: Marengo et al. 2016)

As causas meteorológicas do início da seca de 2012 são apresentadas por Marengo et al. (2013). Em 2012 e 2013, mudanças na circulação atmosférica e precipitação são consistentes com a atuação de águas superficiais mais frias que o normal no Pacífico equatorial, com movimento ascendente acima do normal e precipitação no leste da Amazônia a uma resposta típica de convecção atmosférica à SST fria no Pacífico tropical. Na alta atmosfera, a circulação apresentou maior divergência sobre a Amazônia e uma maior convergência na região Nordeste do Brasil, com um movimento ascendente intenso no leste da Amazônia durante o verão austral e subsidência anômala sobre NEB durante o outono austral de 2012.

Sobre o Atlântico Sul, águas anormalmente mais frias durante Setembro de 2011 e, mais tarde, durante Março-Maio 2012 induziram uma intensificação da pressão no Atlântico Sul, e quando as águas anormalmente frias no Atlântico Sul migraram para o norte ($10\text{-}20^{\circ}\text{S}$). Subsequentemente, esta alta pressão interagiu com a subsidência induzida pelo forte movimento ascendente na Amazônia, determinar condições de menos chuva no NEB. As condições de menos chuva começaram a aparecer em dezembro de 2011 no setor norte e depois se estenderam a todo o NEB durante a quadra chuvosa FMAM 2012. Devido a um papel ativo da alta pressão subtropical do Atlântico, a qual esteve mais intensa e mais perto do continente, isso determinou subsidência de baixo nível que afetou negativamente o regime das chuvas NEB.

As Figuras 2 e 3 apresentam a evolução temporal e o padrão espacial da seca considerando o número de dias com déficit hídrico (NDDH, Fig. 2) e o percentual de anomalia do índice de suprimento de água para vegetação (VSWI, Fig. 3) entre os anos hidrológicos (outubro-setembro) de 2011 até 2016. O NDDH é calculado a partir do modelo de balanço hídrico (Souza et al., 2001; Rossato et al., 2005) desenvolvido pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE). O NDDH estima o número de dias em que o crescimento da vegetação é restrito em razão da insuficiência de água no solo (umidade do solo abaixo de um valor crítico). De modo geral, quando as chuvas no trimestre chuvoso são bem distribuídas e suficientes, o número de dias com déficit tende a ser pequeno, e contrário ocorre quando as chuvas são escassas ou mal distribuídas no tempo (veranicos), em que o número de dias com déficit é maior. O VSWI relaciona o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) com a temperatura da superfície em forma de razão. O índice indica condição de seca quando o valor do NDVI é baixo (baixa atividade fotossintética) e a temperatura da vegetação é alta (estresse hídrico). Portanto, o índice é inversamente proporcional ao conteúdo de umidade do solo e fornece uma indicação indireta do suprimento de água para a vegetação (Cunha et al., 2015). O índice VSWI é calculado utilizando imagens de NDVI e temperatura do sensor MODIS a bordo dos satélites AQUA e TERRA (NASA EOS). A resolução espacial do produto final é de 1 km e a resolução temporal é de 8 dias (composição Terra/Aqua).

Pode-se observar que nos períodos desde 2011 até 2014 o semiárido apresenta uma grande área com deficiência hídrica, áreas onde o balanço hídrico é negativo em razão da falta de chuva, temperatura elevadas e

secura do ar. No ano hidrológico de 2011-2012, a região com deficiência hídrica compreende quase toda a região semiárida desde o centro-sul da BA até o RN, CE e PI (Figura 2a). Nesse período, o acumulado de precipitação na região, não ultrapassou os 500 mm, resultando no estresse hídrico vegetativo e consequentemente na baixa produtividade vegetal (anomalia positiva de VSWI, Figura 3a). Já em 2012-13 a 2014-15 a maior concentração de dias com déficit hídrico é identificada em parte dos Estados localizados na região central do semiárido, os quais incluem o norte da BA, oeste do PB, leste do PI e oeste do CE (Figuras 2b,c,d).

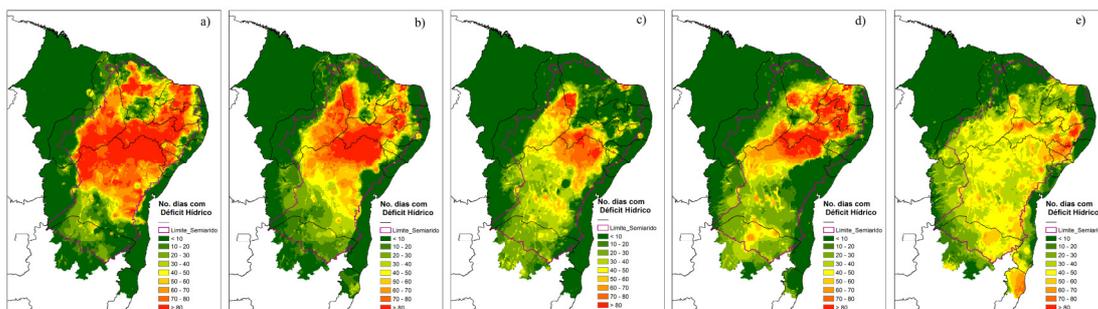


Figura 2. Número de dias com déficit hídrico para os anos hidrológicos 2011-2012 (a), 2012-2013 (b), 2013-2014 (c), 2014-2015 (d) e 2015-2016 (e).

Ainda sob o enfoque nos impactos da seca na produtividade vegetal, de acordo com as anomalias de VSWI, no ano 2012-2013, a maior parte da região semiárida foi submetida a uma extensiva e intensiva seca vegetativa (aproximadamente 85% da área), principalmente nas porções norte e central da região. No ano hidrológico de 2013-2014, o acumulado de precipitação na região semiárida foi maior do que nos anos anteriores (700 mm, ainda abaixo da média climatológica). Com isso, os impactos da seca também foram menos intensos (Figuras 2c e 3c), principalmente na porção norte da região semiárida. Nesse período, o total de áreas impactadas foi reduzida para 40 %.

Tabela 1. Precipitação acumulada nos anos hidrológicos na região semiárida. Fonte dos dados de precipitação CPTEC/INPE.

| Ano Hidrológico | Acumulado de precipitação |
|----------------------------|---------------------------|
| 2011-2012 | 496 mm |
| 2012-2013 | 611 mm |
| 2013-2014 | 706 mm |
| 2014-2015 | 631 mm |
| 2015-2016 | 588 mm |
| Média Climatológica | 650 mm |

Conforme destacado acima, o impacto da seca atingiu a sua máxima intensidade durante o ano hidrológico de 2012-2013, continuando em menor grau nos anos de 2013-2014 e 2014-2015. No entanto, no ano hidrológico 2015-2016, em razão do déficit pluviométrico observado (Tabela 1), a seca voltou a impactar a produtividade vegetal.

A longa duração bem como a recorrência desses episódios de seca, tem afetado a economia do semiárido do NEB em mais de 1.100 municípios, provocando agitação social no meio rural. Uma vez que nessa região predomina a pecuária extensiva e áreas de atividade de agricultura familiar de sequeiro, a ocorrência da seca em intensidade e extensão, como a ocorrida, teve implicações na produção agropecuária. A região mais afetada foi o semiárido nordestino, principalmente a porção norte do estado da BA, onde houve muito prejuízo para as principais fontes de renda da região: pecuária e agricultura de milho e feijão. Diante de tal cenário, o Governo Federal declarou estado de emergência em 997 dos 1794 municípios da região devido à seca severa.

A seca de 2012- 2015 é considerada a pior nas últimas décadas, e tem se mostrado devastadora para os setores agrícola, pecuária, produtores industriais, e de acordo com o Ministério da Integração, estima-se perdas da ordem de 6 bilhões de dólares devido aos impactos da seca no setor agrícola até 2015.

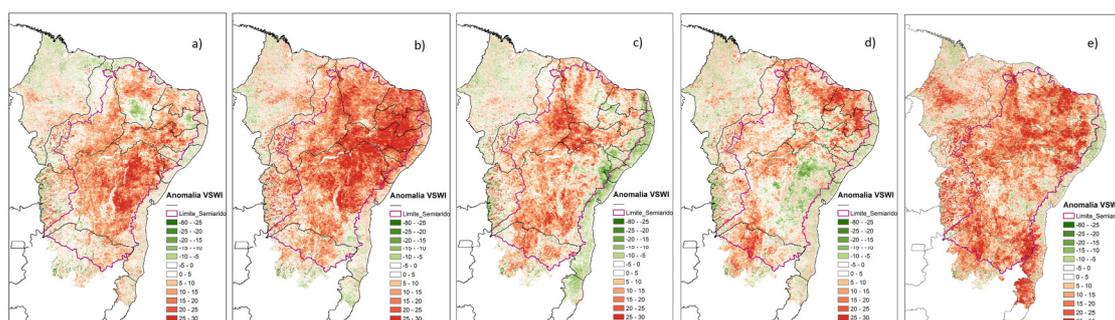


Figura 3. Percentual de anomalia de VSWI para os anos hidrológicos 2011-2012 (a), 2012 – 2013 (b), 2013 -2014 (c), 2014-2015 (d) e 2015-2016 (e).

A seca que afeta o NEB desde 2012 provocou uma nova série de discussões sobre a melhoria da política sobre seca e mitigação da seca, com uma melhor gestão nos níveis federais e estaduais da região. Embora haja uma rica história de gestão das secas em todo o NEB e outras regiões, existem, a curto prazo e longo prazo, lacunas e oportunidades que os tomadores de decisão podem considerar focando na redução da vulnerabilidade, na construção de resiliência. Além disso, podem melhorar o monitoramento e sistemas de previsão e alerta precoce de secas, assim como realizar análises de impacto e promover medidas de mitigação e de planejamento.

4. Conclusões

Este artigo apresenta uma visão geral histórica da situação de seca no NEB, e fornece alguma informação que poderia ser útil para o desenvolvimento de políticas e planos para melhorar o nível de preparação para a ocorrência de secas no curto, médio e longo prazo. A seca que afeta atualmente o Nordeste, teve uma intensidade e impacto, não vistos em várias décadas, afetando centenas de cidades e vilas em toda a região, e deixando pequenos agricultores lutando para alimentar gado e cultivar a terra. Grandes cidades da região semiárida no NEB estão sofrendo escassez de água potável para a população e fornecimento de energia em áreas urbanas. As secas são recorrentes na região e enquanto algumas medidas foram tomadas pelos governos para atenuar os impactos, ainda há uma percepção de que os moradores, principalmente em áreas rurais, ainda não estão adaptados a estes perigos.

Considerando as dimensões humanas da seca no NEB, notamos que há uma necessidade de desenvolver e institucionalizar as abordagens proativas de longo prazo para a gestão da seca e tomada de decisão em processos, voltada para a adaptação da população local, e para lidar com o risco de futuras secas na região. Além da necessidade de melhorar a coleta de dados e organização da informação, uma articulação da preparação para as secas no contexto das áreas de gestão de bacias hidrográficas, a nível estadual e federal é necessária.

Vários estados do NEB têm feito grandes avanços na expansão da infraestrutura hidráulica que têm aumentado muito a sua segurança de água e resistência contra a seca. Com mais medidas como estas, estaríamos em uma posição melhor para desenvolver avaliações de vulnerabilidade nos níveis médio e longo prazo sazonal e no longo prazo. Outras opções seriam adaptação de sistemas de cultivo e criação de gado, adaptação baseada nos ecossistemas, gestão sustentável dos solos e medidas de diversificação de renda.

A previsão sazonal de clima representa uma melhor maneira de avaliar a intensidade e extensão da seca, que são necessárias para depois conhecer os impactos da variabilidade climática e da mudança, identificando vulnerabilidades e permitindo uma melhor tomada de decisões em termos de medidas de adaptação à seca.

Os governos federal e estaduais no NEB muitas vezes tentaram combater os efeitos das secas incentivando e construindo grandes açudes, a perfuração de poços tubulares, distribuição de cisternas e a criação das chamadas frentes de trabalho. Estas atitudes têm sido paliativas, pois movimentam capital, geram subempregos e evitam, de certa forma, a migração e o êxodo rural.

Assim, apesar desta história institucional longa e detalhada na gestão e adaptação às secas no Brasil, a extensão dos impactos das secas de 2012-2015, no Nordeste, indica que ainda existe uma necessidade de melhorar as medidas de preparação e de resposta ao risco de seca, sugerindo que a região NEB ainda não está adaptada à seca.

5. Referências

- Aceituno P, Prieto MR, Solari ME, Martinez A, Poveda A, Falvey M. 2009. The 1877–1878 El Niño episode: Associated impacts in South America. *Clim Change*, **92**:389–416.
- Ambrizzi T, Souza EB, Pulwarty RS. 2004. The Hadley and Walker regional circulations and associated ENSO impacts on the South American seasonal rainfall. In: Diaz HF; Bradley RS. (eds). *The Hadley Circulation: Present, Past and Future*. Kluwer, Dordrecht, **21**, pp 203-235.
- Andreoli R, de Souza F, Kayano MT, Candido LA. 2012. Seasonal anomalous rainfall in the central and eastern Amazon and associated anomalous oceanic and atmospheric patterns. *Int J Climatol* **32**(8):1193–1205.
- Araujo J (1982) Barragens no Nordeste do Brasil: Experiência do DNOCS em Barragens na Região Semi-Árida. Departamento Nacional de Obras contra as Secas, Ministério do Interior, pp 158.
- Cunha, A. P. M. A., Alvalá, R. C. S., Nobre, C. A., Carvalho, M. A. 2015. Monitoring vegetative drought dynamics in the Brazilian Semiarid Region. *Agric. For. Meteorol.* (**214**): 494-505.
- Eakin HC, Lemos MC, Nelson DR. 2014. Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. *Global Environmental Change* **27**:1-8.
- Gutiérrez APA, Engle NL, De Nys E, Molejon C, Martins ES. 2014. Drought preparedness in Brazil. *Weather and Climate Extremes* **3**:95-106.
- Hastenrath S .1990. Prediction of Northeast Brazil rainfall anomalies. *J Climate* **3**:893–904.
- Hastenrath S. 2012. Exploring the climate problems of Brazil's Nordeste: a review. *Climatic Change*, **112**:243-251.
- Kane RP .1997. Prediction of droughts in Northeast Brazil: Role of ENSO and use of periodicities. *Int J Climatol* **17**:655–665.
- Magalhaes A, e Coauthors .1988. The effects of climate variations on agriculture in Northeast Brazil. In: Parry M, Carter T, Konijn N (eds) *The Impact of Climate Variations on Agriculture*. vol 2. assessments in semiarid regions, Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, pp 277–304
- Marengo JA, Alves LM, Soares WR, Rodriguez DA, Camargo H, Riveros MP, Pablo AD .2013. Two Contrasting Severe Seasonal Extremes in Tropical South America in 2012: Flood in Amazonia and Drought in Northeast Brazil. *J Clim* **26**:9137-9154.
- Moura AD, Shukla J .1981. On the dynamics of the droughts in Northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. *Journal Atmospheric Science*, **38**:2653-2673
- Nobre P, Shukla J. 1996. Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America. *J Clim* **9**: 2464–2479.
- Rossato, L., Tomasella, J., Alvalá, R.C.S. 2005. Avaliação da Umidade do Solo no Brasil durante o Episódio El Niño (1982/83). *Rev. Bras. Agromet. Santa Maria*. **13** (1), 143-153.
- Souza, S.S., Tomasella, J., Gracia, M.G., Menezes, P.C.P., Amorin, M.C., Pinto, C.A.M., 2001. O Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real na área de atuação da SUDENE: PROCLIMA. *Bol. Soc. Bras. Meteor.* **25**, 15–24.
- Vieira RMSP, Tomasella J, Alvala RCS, Sestini MF, Affonso AG, Rodriguez DA, Barbosa AA, Cunha APMA, Valles GF, Crepani E, de Oliveira SBP, de Souza MSB, Calil PM, de Carvalho MA, Valeriano DM, Campello FCB, Santana MO .2015. Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian north-east. *Solid Earth* **6**:347–360
- Wilhite DA, Sivakumar MVK, Pulwarty R .2014. Managing drought risk in a changing climate: The role of national drought policy. *Weather and Climate Extremes* **3**, 4–13.