

Tecnologias sociais e adaptação climática: sinergias entre agendas para o enfrentamento das mudanças climáticas no semiárido brasileiro

Social technologies and climate adaptation: synergies between agendas for tackling climate change in the brazilian semiarid region

Eric Mateus Soares Dias¹

RESUMO

O cenário de vulnerabilidades que evidenciam os efeitos das mudanças climáticas no semiárido brasileiro, como os recorrentes e prolongados períodos de seca, revelam o importante desafio de responder a esses eventos climáticos. Medidas de mitigação e adaptação, conhecidas como “tecnologias sociais”, estão sendo consideradas como possíveis alternativas de resposta, possibilitando melhores condições de enfrentamento e adaptabilidade das ameaças climáticas nesta localidade. Nesta perspectiva, este artigo tem como objetivo compreender a contribuição das tecnologias sociais para a adaptação climática na região semiárida brasileira. Para tanto, utilizou-se a metodologia qualitativa fundamentada em levantamento bibliográfico e pesquisa documental. Entre os resultados obtidos, foi compreendido que as tecnologias sociais contribuem para a redução das vulnerabilidades na região semiárida, contudo é necessário refletir sobre os diversos fatores que influenciam esta capacidade adaptativa.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Semiárido. Tecnologias sociais. Adaptação.

ABSTRACT

The scenario of vulnerabilities that evidence the effects of climate change in the Brazilian semiarid, such as recurring and prolonged periods of drought, reveal the important challenge of responding to these climatic events. Mitigation and adaptation measures, known as “social technologies”, are being considered as possible response alternatives, enabling better conditions for coping and adaptability to climate threats in this location. In this perspective, this article aims to understand the contribution of social technologies to climate adaptation in the Brazilian semiarid region. For that, we used the qualitative methodology based on bibliographic survey and documentary research. Among the results obtained, it was understood that social technologies contribute to the reduction of vulnerabilities in the semiarid region, however it is necessary to reflect on the various factors that influence this adaptive capacity.

Keywords: Climate changes. Semiarid. Social technologies. Adaptation.

¹ Doutorando em Estudos Urbanos e Regionais (PPEUR/UFRN). Pesquisador no Laboratório Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Territórios (LISAT/UFRN) e Bacharel em Gestão Ambiental (UERN). Endereço eletrônico: ericmateusemsd@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9347-8932>.

Introdução

Nas últimas décadas, as populações têm vivenciado com maior frequência a exposição a extremos climáticos, sobretudo, ao agravamento das mudanças climáticas globais. Um dos principais desafios deste e dos próximos séculos será responder aos seus efeitos, seja através da mitigação e/ou adaptação.

Nesse contexto, se insere o semiárido brasileiro, uma região marcada por múltiplas vulnerabilidades naturais, como a intensa variabilidade climática, chuvas irregulares, estiagens e secas recorrentes (CORREIA *et al.*, 2011). Recentemente, entre os anos de 2012 a 2017, a região vivenciou um dos mais longos períodos de seca já registrados, certificando as tendências apontadas nos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que alertam para o agravamento das condições de aridez no semiárido. Esses eventos têm se tornado cada vez mais perceptíveis, sobretudo devido a frequência e intensidade das secas, tornando a disponibilidade hídrica ainda mais comprometida (IPCC, 2013).

Diante do cenário de fragilidade, evidencia-se a necessidade imediata de iniciativas para a redução das múltiplas vulnerabilidades da região. Neste contexto, os intentos para as mudanças climáticas vislumbram como alternativas, já que compreendem um conjunto de iniciativas que buscam modificar as características ou o comportamento de um determinado sistema (uma região, por exemplo), de forma a lidar melhor com as vulnerabilidades já existentes (BROOKS, 2003), bem como expandir suas possibilidades de lidar com as futuras e novas condições de vulnerabilidade e situações de riscos relacionados ao clima (EBI *et al.*, 2005).

Na perspectiva da convivência com o semiárido brasileiro, no que diz respeito à variabilidade climática e, principalmente, à deficiência hídrica, houve uma crescente difusão de tecnologias pautadas na adequabilidade a essas condições, as chamadas “tecnologias sociais”. Estas constituem-se em um produto, uma técnica ou uma metodologia replicável, que foi desenvolvido(a) em interação com a comunidade e que representa efetiva solução de transformação social (ITS, 2004).

Face ao exposto, este artigo objetiva compreender a contribuição das tecnologias sociais para a adaptação climática na região semiárida brasileira. Para isso, adotou-se uma metodologia qualitativa, respaldada em levantamento bibliográfico e pesquisa documental.

Nesse sentido, este artigo segue estruturado em mais três momentos, além deste introdutório. O primeiro momento traz-se algumas considerações iniciais sobre o problema global das mudanças climáticas e seus impactos sobre a região semiárida brasileira; o segundo

é feita uma discussão sobre importância da diminuição de vulnerabilidades e da adaptação para responder aos riscos das mudanças climáticas; em terceiro apresentou-se a importância das tecnologias sociais e as estratégias que estão contribuindo para adaptação climática no semiárido; por fim, são destacadas as conclusões.

As mudanças climáticas globais e seus impactos na Região Semiárida Brasileira

Característica basilar das mudanças climáticas, a volubilidade nas temperaturas e precipitações, de forma negativa ou positiva, precedem impactos significativos e eventos climáticos extremos, tanto no âmbito local quanto regional. Entretanto, ainda existem muitas incertezas quanto à magnitude, intensidade e periodicidade das ocorrências (IPCC, 2013). No que tange aos efeitos das mudanças climáticas, estas poderão induzir alterações na frequência, na intensidade, na dimensão espacial, na duração e no calendário desses eventos, resultando em extremos sem precedentes (IPCC, 2007).

Apesar do desenvolvimento de estudos e pesquisas, a exatidão na previsibilidade de todos os impactos causados pelas mudanças no sistema climático, erguem-se como estorvo, uma vez que as mudanças climáticas regionais observadas nos sistemas naturais e antrópicos são complexas, face à variabilidade do clima natural e aos efeitos provocados por essas interações, inclusive com fenômenos não naturais – ou forçantes não climáticas –, como o uso da terra (IPCC, 2007).

No Quinto Relatório de Avaliação do IPCC, as projeções regionalizadas oriundas dos modelos climáticos globais para o Brasil revelam um aumento da temperatura média em pelo menos 3°C até o fim do próximo século, com uma redução nas precipitações em até 40% das médias anuais acumuladas nas regiões Norte e Nordeste (IPCC, 2014). Essas projeções também indicam que as temperaturas médias aumentarão em todas as regiões do Brasil, de 3°C a 6°C perto do ano de 2100 (IPCC, 2013). Quanto às chuvas, as incertezas são maiores, mas os prognósticos indicam volumes maiores acumulados para as regiões Sul e Sudeste (IPCC, 2013).

A seca é um dos desastres naturais de maior ocorrência e impacto no mundo, principalmente devido à sua persistência temporária e extensa nas áreas afetadas (NEVES, 2010). Também é considerado um fenômeno social por caracterizar uma situação de extrema pobreza e estagnação econômica (BRASIL, 2011). Este processo gera e acentua a escassez de recursos naturais vitais para sobrevivência humana, como água potável, terra agrícola e vegetação (SILVA *et al.*, 2009). As consequências mais óbvias das grandes secas são a fome,

a desnutrição, a miséria e o êxodo rural (MCBEAN *et al.*, 2009). Seus impactos dependem de fatores como as vulnerabilidades locais, a capacidade adaptativa e a resiliência das populações, dos ecossistemas e dos governos.

De modo geral, a economia do semiárido brasileiro apresenta-se “como um complexo de pecuárias extensivas e agricultura de baixo custo que renderam muito, apoiadas nos consórcios de proprietários formados por algodão, milho, feijão e mandioca. Todavia, esse tipo de agricultura de subsistência é altamente vulnerável ao fenômeno das secas” (MARENGO, 2008, p. 149).

No tocante ao gerenciamento dos recursos hídricos na região semiárida, transparece sua dependência da variabilidade do clima, especialmente a distribuição de chuvas. Para Marengo (2008) as projeções de clima são bastante favoráveis, indicam riscos de secas intensas e reduções de chuva em até 40% e aumentos de temperatura estimadas entre 4 e 5°C, no pior cenário de emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), até o final do Século XXI. Esses episódios excedem significativamente a capacidade da região de absorver perdas e recuperarem-se destes impactos.

Estudos recentes apontam o semiárido como uma das regiões brasileiras mais vulneráveis às mudanças climáticas (MARENGO, 2008). Os impactos consequentes do aumento de temperatura e anomalias na precipitação afetarão a produção agrícola, os recursos hídricos, a demanda de irrigação, a biodiversidade, a modificação do bioma Caatinga e a aceleração do processo de desertificação (IPCC, 2007).

Os problemas com a disponibilidade de água e as secas devem aumentar em regiões semiáridas em baixas latitudes (IPCC, 2007). Neste sentido, o Nordeste brasileiro, poderá sofrer maiores impactos decorrentes do decréscimo na disponibilidade dos recursos hídricos devido às mudanças climáticas, decorrente da variabilidade nas precipitações com maior ocorrência de secas e, também, do decréscimo na recarga das águas subterrâneas. Além disso, o rápido crescimento populacional e impactando diretamente a demanda por água tendem a aumentar a vulnerabilidade dos sistemas humanos inseridos nessa região (KUNDZEWICZ *et al.*, 2015).

As mudanças climáticas poderão trazer também alterações na distribuição dos recursos energéticos e elétricos no território nacional, sobretudo na geração de energia hidrelétrica, na medida em comprometimento da geração desse tipo de energia, em especial no contexto das regiões Norte e Nordeste, que são regiões altamente suscetíveis às mudanças climáticas (LUCENA *et al.*, 2010) em função de sua vulnerabilidade aos efeitos dessas mudanças (DARELA FILHO *et al.*, 2016). Os riscos climáticos representam ameaças para o

abastecimento de água, a segurança alimentar, a segurança energética, a saúde pública e a biodiversidade, comprometendo a qualidade de vida e o desenvolvimento das atividades econômicas (BARBI, 2014).

Dessa forma, torna-se basilar a adoção de estratégias de adaptação às mudanças climáticas, principalmente no que se refere à conservação dos recursos naturais, produtividade agrícola e qualidade de vida da população.

Adaptação às mudanças climáticas em contexto de múltiplas vulnerabilidades e riscos

Para lidar com os efeitos das mudanças climáticas, seja pela variabilidade ou pelos extremos, a adaptação surge como uma forma de os sistemas ou as populações criarem habilidades para moderar danos. No entanto, é necessário salientar que são múltiplos os fatores e processos (ambientais, sociais, econômicos, políticos e culturais) que influenciam a vulnerabilidade dos indivíduos e sua capacidade de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas.

Pensar em adaptação climática significa refletir sobre os diversos problemas que refletem na vulnerabilidade das populações e dos territórios. As características socioeconômicas das populações nas áreas de risco consistem num elemento relevante quando se discute vulnerabilidade (MARANDOLA Jr. *et al.*, 2013); todavia, a noção de vulnerabilidade não se limita às condições socioeconômicas, podendo ser também associada à vulnerabilidade ambiental (OJIMA, 2014).

Marandola Jr *et al.* (2013) consideram que a vulnerabilidade se refere ao fato de como “[...] os grupos populacionais, lugares ou instituições poderão suportar os impactos do perigo [...] revela as fragilidades e as capacidades das pessoas e sistemas de passar pela experiência do perigo” (p.37) ou que pode ser a maior ou menor capacidade de responder ao perigo e ao risco.

O fato é que o desenvolvimento de uma resposta às mudanças climáticas, mesmo no âmbito local, é caracterizado por decisões sobre incertezas e riscos. Por isso, é indispensável o planejamento antecipado, diagnosticar as vulnerabilidades e criar condições de capacidade adaptativa para resistir e reagir às mudanças climáticas ou aos choques externos causados por essas mudanças (GIDDENS, 2010).

Posto isto, é primordial identificar as principais atividades e alternativas para minimizar os efeitos das mudanças climáticas. Neste sentido, destaca-se a possibilidade de influenciar ao risco por meio da redução da vulnerabilidade e/ou exposição dos sistemas. Para

tanto, o desenvolvimento econômico e a redução da pobreza, fazem o papel de condutores, incorporando-se ao desenvolvimento mais amplo e a iniciativas de planejamento setoriais, regionais e locais, tais como gerenciamento de recursos hídricos, gerenciamento costeiro, planejamento energético mais justo, além do desenvolvimento de planos e programas que garantam acesso equitativo a recursos e tecnologias direcionadas à realidade do semiárido, como as tecnologias sociais.

Tecnologias sociais e sua interface com a adaptação climática no semiárido brasileiro

Os avanços científicos, tecnológicos e da sociedade trouxeram consigo as tecnologias sociais “uma forma de criar, desenvolver, implantar e administrar uma tecnologia orientada a resolver problemas sociais e ambientais, gerando dinâmicas sociais e econômicas de inclusão social e de desenvolvimento sustentável” (THOMAS, 2009, p. 27). Essas tecnologias buscam se antepor às tecnologias convencionais, amplamente difundidas nas sociedades contemporâneas, que possuem características de grande escala de produção, impactos adversos sobre o meio ambiente, produção acelerada etc. (DAGNINO, 2004). Para tal, o autor apresenta no quadro 1 as principais diferenças entre os modelos adotados pelas tecnologias convencionais e sociais.

Quadro 1 - Diferenças entre tecnologias convencionais e tecnologias sociais

Tecnologias Convencionais	Tecnologias Sociais
Produção em larga escala	Adaptada a pequenos produtores
Degradação ambiental	Cooperação; solidariedade; e respeito às diversidades políticas, sociais e ambientais
Controle sobre os trabalhadores	Autonomia dos trabalhadores
Uso intensivo de máquinas e insumos externos	Incentiva o potencial e a criatividade do produtor direto e dos usuários
Desenvolvidas para grandes empresas	Desenvolvidas pela/para a comunidade
Visão fragmentada	Visão holística

Fonte: Adaptado de Dagnino (2004).

No tocante à região semiárida brasileira, constata-se que as tecnologias convencionais foram amplamente difundidas pelos Europeus desde o processo de ocupação do Nordeste.

Com foco na exploração dos recursos naturais de forma extrativista e desordenada, as populações indígenas foram expulsas ou escravizadas perdendo muitos dos conhecimentos tradicionais sobre o manejo adequado dos ecossistemas sensíveis como a Caatinga (PONTES, 2010). Os novos habitantes trouxeram técnicas e espécies de outros continentes para esta região, desconsiderando as adaptações e danos às características dos ecossistemas locais.

Com o tempo, a exploração e o manejo inadequado levaram ao empobrecimento dos solos, à desertificação e à perda da biodiversidade (KUSTER *et al.*, 2006). Para a autora, outro fator foi:

a industrialização da agricultura no século XX trouxe um novo modelo do Sudeste para o Nordeste, basicamente europeu e adaptado para o clima mais ameno do Sul. São os círculos viciosos dos sistemas de produção agropecuária, que as iniciativas da sociedade civil e alguns programas governamentais procuram modificar. Por isso, as tecnologias simples e adaptadas às realidades locais ganharam mais espaço nas discussões sobre o desenvolvimento rural sustentável, mostrando formas opcionais de um manejo mais adequado dos recursos escassos, dando prioridade para a água (KUSTER *et al.*, 2006 p. 16).

Uma das principais características do semiárido brasileiro é o déficit hídrico, que está diretamente relacionado à irregularidade das chuvas e ao grau elevado de evapotranspiração (SÁ *et al.*, 2012). Nesse sentido, o armazenamento da água da chuva nesse território é fundamental. No entanto, por muitas décadas os projetos de desenvolvimento para a região semiárida do Brasil estavam pautados em práticas descontextualizadas e voltadas a grandes obras de combate à seca. A primeira ideia referente à vivência com o semiárido, parte justamente desse pressuposto, tendo em vista que as políticas implementadas buscavam basicamente o “combate à seca”, perdurando durante décadas, e que só reafirmaram o subdesenvolvimento da região e a dependência ao sudeste, centro oeste e sul do Brasil (SÁ *et al.*, 2012). Nessa perspectiva considera-se que o problema da escassez hídrica no Nordeste brasileiro não é a falta de chuva, mas de políticas públicas voltadas para o armazenamento, distribuição e gestão, com o emprego de tecnologias adequadas, e que integre os saberes/conhecimentos populares.

Dessa maneira, as tecnologias sociais focalizam alternativas que facilitam a convivência com o semiárido e evitam o deslocamento das populações para outras regiões, com estratégias simples de aproveitamento ou reaproveitamento de recursos naturais de fácil acesso no dia a dia das famílias (SÁ *et al.*, 2012). Algumas dessas tecnologias são verdadeiras pérolas, muitas vezes inventadas por pessoas do povo, sendo replicadas sem que ninguém detenha direitos de propriedade sobre elas, no semiárido, a maioria delas está relacionada ao manejo dos recursos hídricos (MALVEZZI, 2007).

Com base na linha de pensamento de Carvalho (2010, p. 8), “Pensar, agir e conduzir os debates acerca de um modelo de desenvolvimento apropriado para o Semiárido”, é que as Organizações Não Governamentais (ONGs), os sindicatos, as igrejas e as associações passaram a discutir a viabilidade da região e analisar propostas de alternativas de convivência com o clima da região, com o resgate e a divulgação de experiências nascidas do saber popular, aprimoradas através do diálogo com o saber científico, ultrapassando o apoio ao agronegócio, na busca pela inclusão social dos pequenos produtores e não apenas de melhores tecnologias para monocultores (VENTURA *et al.*, 2013).

Recentemente um novo olhar vem sendo lançado sobre essas tecnologias, demonstrando que elas desempenham um papel importante no Semiárido brasileiro não apenas para o enfrentamento dos problemas socioambientais, por exemplo, a falta de acesso a água, mas também para diminuição das vulnerabilidades às mudanças climáticas (SANTOS, 2011). Os estudos sobre tecnologias sociais destacam a importância do envolvimento de atores sociais distintos e da promoção do diálogo de saberes para a concretização de soluções eficientes para os problemas locais onde são desenvolvidas ou replicadas (FERNÁNDEZ *et al.*, 2013).

No que se diz respeito à adaptação climática, o Brasil deu seu primeiro passo em direção a uma agenda de discussão da temática da criação do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), instituído em 11 de maio de 2016 (BRASIL, 2016). O Plano busca, sobretudo, orientar a implementação de medidas adaptativas para os diversos setores e temáticas no território brasileiro, designando 11 setores chaves para avaliação e criação de diretrizes de adaptação: Agricultura, Biodiversidade e Ecossistemas; Cidades; Desastres Naturais; Indústria e Mineração; Infraestrutura (Energia, Transportes e Mobilidade Urbana); Povos e Comunidades Vulneráveis; Recursos Hídricos; Saúde; Segurança Alimentar e Nutricional e; Zonas Costeiras (BRASIL, 2017). Para cada setor, o documento sintetiza e orienta um conjunto de ações, estratégias e prioridades do governo junto à sociedade civil e ao setor privado, para promover a adaptação à mudança climática.

O fortalecimento da capacidade das populações e dos setores para convivência com as condições climáticas futuras é apontada como demanda urgente, que deve ser colocada em prática o quanto antes. Neste contexto, a região semiárida do Brasil deve aproveitar todo o conhecimento oriunda de ações exitosas até o momento para dar respostas às variabilidades climáticas naturais, expandi-las e aperfeiçoá-las para elucidar um problema maior, as mudanças climáticas.

Para isso, existe a compreensão de que há uma convergência entre as agendas do paradigma da convivência com o Semiárido com a agenda de adaptação climática,

principalmente pelas contribuições das tecnologias sociais para diminuição das vulnerabilidades da região semiárida em questão. O quadro 2 apresenta algumas contribuições das tecnologias sociais para a adaptação às mudanças climáticas.

Quadro 2 - Contribuição das tecnologias sociais para adaptação climática

Setor	Tecnologias Sociais	Diretrizes para Adaptação Climática	Diminuição de Vulnerabilidades
<i>Recursos Hídricos</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Cisternas (domiciliar, cisterna calçadão e cisterna enxurrada) -Barreiros trincheira -Barragem subterrânea -Reuso de água -Poços artesianos -Bomba d'água popular -Recuperação de nascentes -Coletar e reciclar os resíduos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> -Redução de perdas -Racionalização do uso -Monitoramento da quantidade e qualidade de água dos mananciais -Incrementar os investimentos em coleta e tratamento de esgoto -Preservação da qualidade Ambiental dos mananciais 	<ul style="list-style-type: none"> -Melhoria Acesso à água -Aumento da Quantidade e qualidade -Diminuição de doenças de veiculação hídrica -Aumento da produção e da renda
<i>Agricultura</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Sistemas de Agroflorestas -Aproveitamento de madeiras -Recuperação de áreas degradadas -Técnicas de pousio -Leiras -Reflorestamento com vegetação nativa -Utilização de compostos/fertilizantes orgânicos -Sementes crioulas 	<ul style="list-style-type: none"> -Desenvolvimento e/ou adequação de tecnologias para uso sustentável da água e produção agrícola -Estratégias de conservação de solo, da vegetação e consequentemente da água. 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento da produção agrícola e criação de animais -Melhoria na segurança alimentar -Alimentos orgânicos -Conservação dos ecossistemas -Ativação da economia local

Fonte: Autores, 2021.

Em síntese, as tecnologias sociais visam o amplo envolvimento da comunidade, garantem uma perspectiva holística e permitem que, com uma única solução integrada, se enfrentem diversos problemas sociais e ambientais encontrados no semiárido brasileiro. Essas tecnologias, associadas à formulação de políticas públicas e ações de desenvolvimento

sustentável, vêm contribuindo para mudança da realidade da região, alcançando grandes conquistas para o desenvolvimento dos territórios.

Nesta perspectiva, alguns programas do governo federal ganharam destaque na diminuição de vulnerabilidades, entre eles o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf (1995); o Programa Sertão Cidadão - convívio com o Semiárido e inclusão social (2001); Programa Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC (2003); o Programa Conviver - desenvolvimento sustentável do Semiárido (2003); Programa de Aquisição de Alimentos – PAA (2003); Programa Bolsa Família (2003); Programa Água Doce (2004); e o Programa Uma Terra e Duas Águas - P1+2 (2007) (CAMPOS, 2012). Essas estratégias, por exemplo, estão articuladas à disponibilização de linhas de crédito como o Agroamigo; a auxílios emergenciais pela seca como o seguro safra; e a ações de educação e de assistência técnica para desenvolvimento de metodologias e tecnologias de manejo (DIAS, 2011; CAMPOS, 2012).

Conforme exposto, embora haja uma grande efetividade dessas políticas, os índices de pobreza na região semiárida brasileira ainda são altos, o desenvolvimento regional ainda requer grandes investimentos e as políticas de acesso à água ainda precisam avançar consideravelmente. Ressalta-se ainda, a ausência de novas propostas nos últimos anos que viessem a preencher essas lacunas de forma vultosa.

Em um cenário de múltiplas incertezas sobre os impactos das mudanças climáticas, é essencial implementar estratégias de adaptação “sem arrependimento” (MILLY *et al.*, 2008), ou seja, a adoção de estruturas flexíveis e capazes de se adaptar mesmo com a indubitabilidade precisa quanto a ocorrência de um aumento de 2°C ou 3°C, mas sim que um aumento de temperatura vai ocorrer e que comprometerá significativamente a segurança hídrica (EAKIN *et al.*, 2014). Deste modo, ressalta-se a importância das tecnologias sociais, mesmo inteirados da existência de diversos outros fatores fundamentais para a construção da capacidade adaptativa, a exemplo, da necessidade de mudanças nos arcabouços institucionais, em que será preciso ir além do tradicional para gerenciar os riscos das mudanças climáticas (HILL; NATHAN, 2013).

Conclusões

Diante do cenário de avanço das mudanças climáticas e das ameaças que suscitam sobre a região semiárida, este artigo buscou demonstrar a sinergia entre o desenvolvimento das tecnologias sociais e as estratégias para a adaptação climáticas. Amplamente difundidas

no semiárido, essencialmente, para minimizar os impactos das secas recorrentes, a diminuição das vulnerabilidades das populações e a maior garantia da segurança hídrica e alimentar, reforçam a necessidade de ampliação dessas tecnologias para minimizar os efeitos das mudanças climáticas em curso.

A emergência da adoção de medidas de adaptação às mudanças climáticas, realça-se, principalmente, pela necessidade de conservação dos recursos naturais, o manejo adequado do solo e da água, com processos produtivos sustentáveis e a diminuição das vulnerabilidades socioeconômicas das populações. No entanto, o modelo de desenvolvimento culturalmente posto para região é divergente com o contexto das populações e das condições climáticas, amplificando cada vez mais a vulnerabilidade dos ecossistemas e das sociedades. É nesse sentido que as tecnologias sociais surgem como um modelo alternativo de desenvolvimento apropriado para o semiárido brasileiro, desempenhando um papel importante na região. Isso foi demonstrado no quadro em que mostra algumas tecnologias sociais que podem contribuir para a adaptação climática.

Espera-se com essa discussão, contribuir com o debate da adaptação climática, especialmente no contexto das regiões semiáridas. Aponta-se para necessidade de incorporação dos riscos das mudanças climáticas no âmbito das estratégias de desenvolvimento regional e das políticas públicas que objetivam diminuir as vulnerabilidades desse território.

Contudo, o artigo evidenciou a convergência das agendas de convivência com o semiárido e de adaptação climática, porém, há a necessidade de estudos empíricos que avaliem essas considerações e que apontem diretrizes e estratégias para melhor responder ao agravamento dos problemas vivenciados historicamente pela variabilidade climática natural, pelas mudanças no clima.

Referências

BARBI, Fabiana. **Governando as mudanças climáticas no nível local: riscos e respostas políticas**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Campina – SP, 2014.

BRASIL. **Índice de vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados às secas no contexto da mudança do clima** / Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Integração Nacional, WWF-Brasil. – Brasília, DF: MMA, 2017.

_____. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**: volume 2: Estratégias setoriais e temáticas. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudança do Clima e Florestas. – Brasília, DF, 2016. Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao> > Acesso em: Jan. 2019.

_____. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais**. 1991-2010. Florianópolis-SC: CEPED UFSC, 2011.

BROOKS, N. **Vulnerability, risk and adaptation**: a conceptual framework. Tyndall Centre for Climate Change Research. Working Paper, n.38, 2003.

CAMPOS, José Nilson Bezerra. **A evolução das políticas públicas no Nordeste**. MAGALHÃES, AR a questão da água no Nordeste. Brasília: CGEE, 2012. p. 261-87.

CARVALHO, L. D. **Ressignificação e reapropriação social da natureza**: práticas e programas de “convivência com o semiárido” no território de Juazeiro-Bahia. (Tese de Doutorado em Geografia). Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de Sergipe. 2010. 342 p.

CORREIA, R. C. et al. **A região semiárida brasileira**. Embrapa Semiárido, 2011. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54762/1/01-A-regiao-semiarida-brasileira.pdf-18-12-2011.pdf> >. Acesso em: Jan. 2019.

DAGNINO, R.; BRANDÃO, F.C.; NOVAES, H.T. **Sobre o marco analítico conceitual da tecnologia social**. In: LASSANCE Jr...et al. Tecnologia Social – uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004, p.15 a 64.

DARELA FILHO, J. P.; LAPOLA, D. M.; TORRES, R. R.; LEMOS, M. C. Socio-climatic hotspots in Brazil: how do changes driven by the new set of IPCC climatic projections affect their relevance for policy? **Climatic Change**, 136, 413-425, 2016.

DIAS, Rafael de Brito. Tecnologias sociais e políticas públicas: lições de experiências internacionais ligadas à água. *Inclusão Social*, v. 4, n. 2, 2011.

EAKIN, H. et al. Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. **Global Environmental Change**, v. 27, p. 1-8, 2014.

EBI KL, HARTMAN J, CHAN N, MCCONNELL J, SCHLESINGER M, WEYANT J. Climate suitability for stable malaria transmission in Zimbabwe under different climate change scenarios. **Clim Change**. 2005;73:375–393.

FERNÁNDEZ, L., Ventura, A. C., Lumbreras, J., Andrade, J. C. S. **Synergies and trade-offs between climate change mitigation and adaptation strategies:** lessons from Social Technologies in the semiarid region of Bahia, Brazil. *Climate and Development*. 2013.

GIDDENS, A. **A política da mudança climática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

HILL, M., NATHAN, C. **Adaptive Capacity of Water Governance Arrangements: A Comparative Study of Barriers and Opportunities in Swiss and US States**. *Regional Environmental Change*, 2013.

ITS - INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Caderno de debate Tecnologia Social**. São Paulo: ITS Brasil, 2004. Disponível em: < http://itsbrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/02/ebook_TSintroducao.pdf> Acesso em: Jan. 2019.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Fifth Assessment Report: Climate Change 2013**. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge. Press, 2013.

_____. **Four Assessment Report: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007.

IPCC. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by C. B. Field et al. Cambridge/New York, Cambridge University Press/IPCC, 2014.

KUNDZEWICZ, Z.W.; Matczak, P. **Hydrological extremes and security**. In: *Hydrological Sciences and Water Security: Past, Present and Future* (ed. by Cudennek, C. et al.), PIAHS 366, 2015, 44–53. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/276901531_Hydrological_extremes_and_security > Acesso em: Jan. 2019.

KÜSTER, A.; Martí, J. F.; Melchers, I. **Tecnologias Apropriadas para Terras Secas -** Manejo sustentável de recursos naturais em regiões semiáridas no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTZ, 2006. 212p. Disponível em: < https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=f074f040-a439-bfa5-e249-c19d6be9c259&groupId=252038 > Acesso em: Jan. 2019.

LUCENA, A.F.P., SZKLO, A.S., SCHAEFFER, R., 2010b, “Least-cost adaptation options for global climate change impacts on the Brazilian electric power system”. **Global Environ. Change**, Article in Press, 01.004, 2010.

MALVEZZI, R. **Semi-árido: uma visão holística**. Brasília: Confea, 2007. (Série Pensar o Brasil e Construir o Futuro da Nação).

MARANDOLA Jr., Eduardo et al . **Crescimento urbano e áreas de risco no litoral norte de São Paulo**. *Rev. bras. estud. popul.*, São Paulo , v. 30, n. 1, p. 35-56, June 2013 . Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-30982013000100003&script=sci_abstract&tlng=pt > Acesso em: Jan. 2019.

MARENCO, J. A. **Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil**. Parcerias Estratégicas. Brasília, v.13, n. 27, p.149-176, 2008. Disponível em: < http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/329 > Acesso em: Jan. 2019.

MCBEAN, G.; Rodgers, C. **Climate Hazards and Disasters: the need for capacity building**. *Wiley Interdisciplinary Reviews*, v. 1, n. 6, p. 871-884, 2009. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wcc.77> > Acesso em: Jan. 2019.

MILLY, P. C. D.; et al. **Stationarity Is Dead: Whither Water Management?** SCIENCE Vol 319. 2008.

NEVES, J. A. **Um índice de susceptibilidade ao fenômeno da seca para o Semiárido nordestino**. Tese de Doutorado em Matemática Computacional. UFPE, Recife-PE, 2010.

OJIMA, Ricardo. **A vulnerabilidade socioambiental como conceito interdisciplinar: avanços e potencialidades para pensar mudanças ambientais**. *Revista Cronos*, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 110 - 120, ago. 2014. Disponível em: < <https://periodicos.ufrn.br/cronos/article/view/5627> > Acesso em: Jan. 2019.

PONTES, Emílio Tarlis Mendes. **Transições paradigmáticas: do combate à seca à convivência com o semiárido nordestino, o caso do programa um milhão de cisternas no município de Afogados da Ingazeira PE.** 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SÁ, V. C. ; Souza, B. I. . **Convivência com o semiárido:** Desafios e possibilidades de uma comunidade rural. *Revista de Globalizacion, Competitividad y Gobernabilidad* , v. v.6, p. 46-65, 2012. Disponível em: < <https://gcg.universia.net/article/download/427/553>> Acesso em: Jan. 2019.

SANTOS, J. E. **Estratégias de convivência para a conservação dos recursos naturais e mitigação dos efeitos da desertificação no semiárido.** In: BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Campina Grande, PB: Insa-PB, 2011.

SILVA, N. P. N. et. al. **Dinâmica espaço-temporal da vegetação no semi-árido de Pernambuco.** Revista Caatinga, v. 22, n. 4, 2009. Disponível em: < <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/download/1405/pdf/> > Acesso em: Jan. 2019.

THOMAS, H. E. **Tecnologias para Inclusão Social e Políticas Públicas na América Latina.** IN: OTTERLOO, Aldalice. Tecnologias sociais: caminhos para a sustentabilidade. Brasília-DF: Rede de Tecnologia Social, 2009.

VENTURA, A. C.; Fernández, L.; Andrade, J. C. S. **Tecnologias Sociais para Enfrentamento às Mudanças Climáticas no Semiárido:** Caracterização e Contribuições. *Rev. Econ. NE*, Fortaleza, v. 44, n. especial, p. 213-238, jun. 2013. Disponível em: < <https://ren.emnuvens.com.br/ren/article/view/29> > Acesso em: Jan. 2019.