



MUDANÇAS CLIMÁTICAS E TECNOLOGIAS SOCIAIS: adaptação ao contexto do semiárido

Autores:

ERIC MATEUS SOARES DIAS - UFRN - erickmateus_sd@hotmail.com

ZORAIDE SOUZA PESSOA - UFRN - zoraidesp@gmail.com

Resumo:

A inserção de tecnologias adequadas para o semiárido está cada vez mais ganhando espaço nas agendas científicas, governamentais e de movimentos sociais, pela emergência do avanço dos processos de desertificação e dos problemas da escassez hídrica. No entanto, essa necessidade é reforçada pelos efeitos das mudanças climáticas, que aumentam a frequência e intensidade de extremos climáticos de secas nas regiões semiáridas. Por isso, as tecnologias simples e adaptadas às realidades locais ganharam mais espaço nas discussões sobre o desenvolvimento regional sustentável, mostrando formas opcionais de um manejo mais adequado dos recursos escassos, dando prioridade para a água. Diante disso, são lançados os seguintes questionamentos: Quanto à possibilidade de maior ocorrência e intensificação das secas com o avanço das mudanças climáticas, do que dispõem a população para se adaptar? De qual forma as políticas públicas, particularmente, as políticas regionais, atuam para reduzir o quadro de vulnerabilidade em relação a seca? Qual a importância de tecnologias adaptadas as condições locais para enfrentamento das mudanças climáticas? Face ao exposto, este artigo pretende discutir e avaliar, em que medida as tecnologias sociais podem contribuir com os novos desafios nas regiões semiáridas, considerando os cenários de mudanças climáticas. O artigo contribui com o debate da adaptação climática e a importância das tecnologias sociais desenvolvidas para a convivência com o Semiárido como estratégias para melhorar a capacidade da população em conviver com as mudanças do clima, para isso adotou-se uma metodologia qualitativa com a revisão bibliográfica e documental. Foi possível avaliar que as tecnologias sociais surgem como um modelo alternativo de desenvolvimento apropriado para o Semiárido, desempenhando um papel importante no Semiárido brasileiro não apenas para o enfrentamento à problemática social e ambiental local, mas também para a minimização dos efeitos das mudanças climáticas. Isso pode ser visualizado no quadro em que mostra algumas tecnologias sociais que podem contribuir para adaptação climática.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E TECNOLOGIAS SOCIAIS: adaptação ao contexto do semiárido

INTRODUÇÃO

A inserção de tecnologias adequadas para o semiárido está cada vez mais ganhando espaço nas agendas científicas, governamentais e de movimentos sociais, pela emergência do avanço dos processos de desertificação e dos problemas da escassez hídrica. No entanto, essa necessidade é reforçada pelos efeitos das mudanças climáticas (MCs), que aumentam a frequência e intensidade de extremos climáticos de secas nas regiões semiáridas.

A região semiárida é caracterizada por uma intensa variabilidade climática, com chuvas irregulares, longos períodos de estiagens e secas recorrentes, com evidências de que essas ocorriam antes mesmo da colonização portuguesa no Brasil. Nesse contexto, a difusão de tecnologias adaptadas se propõe a uma mudança profunda nas formas de produção e uso dos recursos naturais que são desenvolvidos desde a colonização e até hoje não correspondem a dinâmica das condições climáticas da região e as populações continuam sentindo fortemente os impactos das grandes secas. Vale salientar, que esse desafio secular ganha novos agravantes e exige diferentes caminhos para reduzir as vulnerabilidades nessa região, aumentando a capacidade das populações de se adaptar as variações do clima.

Essa assertiva é confirmada pelas projeções climáticas não favoráveis, que indicam riscos de secas mais intensas e reduções de chuva em até 40% e aumentos de temperatura em até 4 a 5 °C, no pior cenário de emissão de gases de efeito estufa até o final do Século XXI. Os relatórios do IPCC, alertam que o semiárido tenderá a tornar-se mais árido e aumentarão o frequência e intensidade das secas e a disponibilidade hídrica ficará ainda mais comprometida (IPCC, 2007).

Por isso, as tecnologias simples e adaptadas às realidades locais ganharam mais espaço nas discussões sobre o desenvolvimento regional sustentável, mostrando formas opcionais de um manejo mais adequado dos recursos escassos, dando prioridade para a água. Quanto à possibilidade de maior ocorrência e intensificação das secas com o avanço das mudanças climáticas, do que dispõem a população para se adaptar? De qual forma as políticas públicas, particularmente, as políticas regionais, atuam para

reduzir o quadro de vulnerabilidade em relação a seca? Qual a importância de tecnologias adaptadas as condições locais para enfrentamento das mudanças climáticas?

Face ao exposto, este artigo pretende discutir e avaliar, em que medida as tecnologias sociais podem contribuir com os novos desafios nas regiões semiáridas, considerando os cenários de mudanças climáticas.

O artigo contribui com o debate da adaptação climática e a importância das tecnologias sociais desenvolvidas para a Convivência com o Semiárido como estratégias para melhorar a capacidade da população em conviver com as mudanças do clima, para isso adotou-se uma metodologia qualitativa com a revisão bibliográfica e documental.

O artigo traz as seguintes abordagens: Primeiramente traz-se algumas considerações iniciais sobre o problema global das mudanças climáticas e os cenários apresentados para o Brasil; posteriormente é feita uma discussão teórica com os conceitos de vulnerabilidade, risco e adaptação, que são bastante alinhados no debate das MCs; de fundamental importância para esse trabalho, foi feita uma breve caracterização da problemática das secas no semiárido e seus novos desafios frente aos cenários de mudanças climáticas; apresentou-se também a importância das tecnologias sociais e as estratégias que estão contribuindo para adaptação climática no semiárido; por fim, são destacadas as considerações finais.

CONSIDERAÇÕES SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E SEUS IMPACTOS NO BRASIL

O clima é o “conjunto flutuante das condições atmosféricas, caracterizado pelos estados e evolução do tempo no curso de um período suficientemente longo para domínio espacial determinado” (OMM, 1959). O clima do globo vem sofrendo transformações ao longo do tempo, onde os relevos residuais páleo-solos, depósitos de fósseis, etc. comprovam mudanças significativas nas características climáticas em macro, meso e micro-escalas, decorrente de alterações na dinâmica atmosférica (CONTI, 2008).

O incremento nas temperaturas e precipitações, positivo ou negativo, poderá resultar na intensificação de eventos climáticos extremos, locais e regionais em longo prazo. Entretanto, ainda existem muitas incertezas quanto à magnitude, intensidade e periodicidade das ocorrências. No que tange aos efeitos da mudança do clima, estas poderão induzir a mudanças na frequência, na intensidade, na

dimensão espacial, na duração e no calendário desses eventos, resultando em extremos sem precedentes (IPCC, 2013).

Há um razoável consenso entre os cientistas de que o aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera aumenta a temperatura global (CARTER et al., 2007), e apesar da incerteza significativa associada aos vários cenários climáticos possíveis, a resposta a este desafio deve ser iniciada de imediato, pois, quanto mais tempo demorar a implantação de soluções, mais caro e muito mais difícil será lidar com as mudanças climáticas.

É difícil estimar precisamente todos os impactos causados pela mudança do clima, uma vez que as alterações climáticas regionais observadas nos sistemas naturais e antrópicos são complexas, face à variabilidade do clima natural, e os efeitos provocados por essas interações, inclusive com fenômenos não naturais – ou forçantes não climáticas – como o uso da terra (IPCC, 2007).

Os impactos projetados da mudança do clima afetam de diferentes maneiras e intensidades os diversos sistemas naturais e humanos, e conseqüentemente, os diversos setores da economia. O cálculo do risco climático gerado por estes impactos depende dos graus de exposição e vulnerabilidade dos sistemas em questão.

É neste sentido, que o tema vem ganhando espaço no debate público e ocupando lugar de destaque nas agendas governamentais de vários países (GIDDENS, 2010). No centro das discussões estão as crescentes emissões dos GEE e o desafio de responder aos riscos e ameaças crescentes decorrentes das mudanças que vem ocorrendo no clima e poderão se agravar. Toda essa preocupação, se dá, muito em função dos avanços da ciência climática e dos relatórios divulgados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática das Nações Unidas (IPCC), órgão qualificado no monitoramento das MCs e suas implicações, que já evidenciam elevações progressivas nas temperaturas médias do ar e dos oceanos (GOLDENBERG, 2003; GIDDENS, 2010).

Para Viola e Leis (2001), é primeira vez na história contemporânea que uma questão não relacionada com os clássicos problemas de economia ou segurança ocupa um lugar de destaque na agenda dos principais países do mundo. Para Müller (2002), as mudanças climáticas poderão ser o maior e mais complexo problema, relacionado ao meio ambiente, para a cooperação internacional deste século em diante.

No Brasil, segundo o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (do inglês Fifth Assessment Report – AR5), as projeções oriundas dos modelos climáticos globais regionalizadas para o país revelam um aumento da temperatura média em pelo menos 3°C no fim do próximo século, com uma redução nas

precipitações em até 40% das médias anuais acumuladas nas regiões Norte e Nordeste. Essas projeções também indicam que as temperaturas médias aumentarão em todas as regiões de 3°C a 6°C perto do ano de 2100. Quanto às chuvas, as incertezas são maiores, mas os prognósticos indicam volumes maiores acumulados para as regiões Sul e Sudeste (IPCC, 2013).

VULNERABILIDADE, RISCO E ADAPTAÇÃO NO CONTEXTO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Os modelos sociais e organizações da sociedade feudal passaram por uma reconfiguração a partir do século XVII, influenciada pelos processos de industrialização e os modos de produção capitalista, passaram para um período entendido como modernidade. Os avanços técnico-científicos da modernidade são inegáveis e facilitou cada vez mais a “dominação” da natureza e dos seus recursos. Porém, acompanhado dos inúmeros benefícios, um encadeamento de problemas socioambientais vem acumulando ameaças potenciais sobre a população, o que Beck (2010) veio a chamar de “sociedade de risco”, onde as ameaças não são mais concebidas como situações de classe, a exemplo do que acontecia na sociedade industrial clássica, trata-se da universalização dos riscos.

A população vive em constante risco por inúmeros fatores, principalmente, pela falta de harmonia entre desenvolvimento e uso sustentável dos recursos naturais e pela baixa capacidade de gestão da expansão de áreas urbanas em ecossistemas frágeis, aumentando a vulnerabilidade da população, que se agravam com implicações para saúde, o meio ambiente e o desenvolvimento econômico. De acordo com Beck (2010) vivemos em uma sociedade de risco onde além dos riscos naturais ou ambientais se apresentam riscos tecnológicos, riscos sociais e econômicos.

Nesta perspectiva, as mudanças climáticas ganham grande visibilidade pelo grau de produção de riscos e vulnerabilidade socioambiental. No entanto, a abrangência dos “riscos modernos”, aí entrando as mudanças climáticas, é pouco percebida e incorporada à dinâmica social em função de seu grau de incerteza e de imprevisibilidade, que para Beck (1998), a percepção de risco pode surgir tanto do reconhecimento de limitações ao lidar com determinados problemas como de seus efeitos colaterais nocivos e consequências perigosas não esperadas, ou seja, os riscos só são sentidos quando, por exemplo, a inundação acontece.

Assim, as ameaças que as alterações do clima suscitam, dificultam ainda mais o desenvolvimento de respostas adequadas aos contextos e situações de vulnerabilidade das populações (Beck, 2010). Para

lidar com os efeitos das alterações climáticas, seja pela variabilidade ou pelos extremos, a adaptação surge como uma forma de sistemas ou 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.

Em meio a essa problemática alguns conceitos teóricos e analíticos passaram a fazer parte de uma ampla discussão, sendo vulnerabilidade, riscos e adaptação alguns que emergiram como bastante importantes para discutir sobre os efeitos das mudanças climáticas. Estudos científicos em vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas vêm se expandindo nas últimas décadas, devido à grande ocorrência de eventos extremos que afetam diretamente a sociedade humana. No entanto, foi observado uma carência de estudos que reflitam de forma interdisciplinar a correlação entre as condições de vulnerabilidade, os riscos socioambientais e as alterações climáticas, com enfoque na busca de redução de desastres, a partir da adaptação climática.

Pensar em adaptação climática parte da reflexão sobre os diversos outros problemas que aumentam a vulnerabilidade das populações. Dessa forma, alguns questionamentos vêm à tona: De que forma os avanços técnico-científicos produzem riscos? Como agir diante de um cenário de mudanças climáticas, em que os modelos de sociedade agravam cada vez mais seus efeitos? Como aumentar a capacidade adaptativa e diminuir as vulnerabilidades das populações?

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 estudada também na vertente do meio ambiente, configurando no que se denomina de vulnerabilidade ambiental, dimensão esta que enfoca na vulnerabilidade do lugar, embora, a terminologia vulnerabilidade venha sendo, também, empregada nos estudos sobre pobreza e exclusão social no âmbito da América Latina (OJIMA, 2014).

Nesse contexto de alterações no clima, assumido e disseminado mundialmente pela academia, como também pela esfera pública e privada, são colocados em questão uma série de termos como vulnerabilidade, exposição, resiliência, adaptação, capacidade adaptativa, risco, perigo e capacidade de resposta, que apesar de bastante populares, muitas vezes, não se apresentam de forma clara e específica para determinados contextos (MARANDOLA JR et al., 2013).

A capacidade adaptativa está diretamente relacionada com o grau de vulnerabilidade, levando em consideração que Marandola Jr et al. (2013) considera que a vulnerabilidade refere-se ao fato de como

“[...] 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 ainda que vulnerabilidade pode ser a maior ou menor capacidade de responder ao perigo e ao risco.

Ainda Hogan e Marandola (2009), salientam a importância da adaptação por meio do conceito de resiliência, que é totalmente relacionado a capacidade de resposta de um sistema “resiliência é a capacidade de um sistema – na base de condições naturais ou do resultado de intervenção humana – retornar a um estado original (sem necessidade de adaptação) depois de enfrentar um perigo” (p. 75). Vale ressaltar que, a resiliência, nesse sentido, refere-se com a capacidade dos sistemas em se recuperarem e retornarem ao estado do pré-evento e de que em termos práticos as estratégias de aumento da resiliência tendem a implicar em menor vulnerabilidade frente às mudanças climáticas. “Autores, que escrevem em linhas mais gerais sobre os riscos, e não apenas sobre o aquecimento global, sugeriram que estamos vivendo uma “era de pavores”, um dos quais é a mudança climática” (GIDDENS, 2010, p.44).

Giddens (2010), salienta o papel do Estado como Estado assegurador, onde sua função principal deve ser a de agir como catalisador, como facilitador e, principalmente, no que concerne às mudanças climáticas, ele também tem de se esforçar por obter garantias. “Essas são áreas em que simplesmente tem que ser encontradas soluções e nas quais há prazos envolvidos” (p.120). De fato, não há como revelar como será o futuro, mas se faz necessário pensar futuras opções e objetivos das políticas adotadas. Com isso, planejamento deve ser pensado sistematicamente a curto prazo, tendo em vista os casos em que as tendências atuais, em certa medida, estão solidamente estabelecidas.

Considerando a gravidade dos impactos, os passos dados para uma governança global do clima ainda não são capazes de dar resposta a essa dimensão. Em meio aos desafios para mitigar o aquecimento global, em 2007, reuniões sediadas em Bali, passam a discutir um novo termo que ganhou bastante importância para o debate das mudanças climáticas, a “adaptação”, que se configura em uma medida antecipatória e preventiva para responder aos riscos (GIDDENS, 2010).

O fato é que o desenvolvimento de uma resposta às mudanças climáticas, mesmo no âmbito local, é caracterizado por decisões sobre incertezas e riscos. Daí surge nas discussões sobre mudanças climáticas, a necessidade de adaptação, que segundo GIDDENS (2010), diz respeito a

Diagnosticar vulnerabilidades e responder a ela. A vulnerabilidade, mais uma vez, tem tudo a ver com o risco – o risco de que sejam prejudicados uma atividade, um

estilo de vida ou um recurso valioso. (...) não podemos discuti-la sem nos concentrarmos também em seu inverso, a resiliência. Esta pode ser definida como capacidade adaptativa, a capacidade não apenas de resistir a mudanças ou choques externos, mas também, sempre que possível, de reagir a eles de maneira ativa e positiva (p.203).

Percebe-se, então, a complexidade de dar resposta as mudanças climáticas e esse mesmo autor salienta a importância da participação social nesse processo, para promover a adaptação, os governos devem ajudar a estimular as inovações e a criatividade nos diversos mundos dos negócios e da sociedade civil.

Um dos grandes problemas políticos é o fato de que o financiamento para projetos de adaptação inevitavelmente concorrerá, em certa medida, com os investimentos necessários para a mitigação. Contudo, a adaptação pode promover as inovações, exatamente como podem fazê-lo as estratégias de mitigação, uma vez que envolve a reflexão antecipada e sistemática. “Deve ser compreendida não apenas como uma busca de vulnerabilidades e seu bloqueio, mas também como uma investigação de quais tenderão a ser as consequências secundárias das estratégias de mitigação” (GIDDENS, 2010, p.205).

Para Ojima, um cenário de apoio a projetos de adaptação está sendo encaminhado:

Independente das cidades ou dos países, no âmbito da política pública as mudanças já se instalaram. Financiamentos, recursos, legislações e planos de manejo ou gestão já estão prevendo e/ou exigindo a contemplação dos cenários de mudanças climáticas. A vulnerabilidade, um pouco antes, já havia sido incorporada à dimensão da gestão e, muito em breve, se passará da atual ênfase da mitigação para a adaptação (OJIMA, 2014, p. 23).

Os projetos de mitigação são paliativos que não reveem o modelo de produção, uma necessidade premente não apenas para enfrentar as mudanças climáticas, mas, sobretudo, de adaptação e ajuste ao ambiente. Isso significa que os governos não só devem ter estruturas institucional e governança adequadas, mas também serviços e infraestrutura, planos de gestão ambiental e gestão de riscos. Na realidade, algumas comunidades não terão oportunidade de se adaptar.

Para Ojima (2014), o cenário atual demonstra que é a relativa previsibilidade ou certeza/incerteza de que mudanças no clima ocorrerão nas próximas décadas, que as medidas de adaptação poderiam ser planejadas com antecedência, portanto, a questão não é se é necessário ou não medidas de adaptação,

a questão verdadeira é como e de que maneiras as cidades irão adaptar-se. Seguindo uma perspectiva aberta da vulnerabilidade e da adaptação, o fundamental é buscar no próprio devir e no pacto social urbano as respostas para cada caso. A imposição de agenda e os pacotes de adaptação na forma de intervenções urbanas não terão a mesma efetividade em todos os contextos. É necessário compreender a multidimensionalidade da vulnerabilidade, e pensar medidas adaptativas igualmente múltiplas (p. 23).

Fica claro que os padrões do desenvolvimento social e ambiental podem ampliar a exposição e vulnerabilidade e então ampliar o risco. Isso significa que os governos devem implementar ações em favor dos grupos mais vulneráveis. Já que, para se adaptarem às condições de alto grau de vulnerabilidade influenciam na habilidade de um sistema lidar com os efeitos das alterações climáticas, principalmente, se tratando de extremos, que dependem totalmente das capacidades institucional e individual em enfrentar e/ou agir para redução do risco.

Duas comunidades submetidas ao mesmo estresse climático pode responder de formas distintas aos seus efeitos, pois será o grau de vulnerabilidade intrínseca da comunidade que vão defini-los. Alterações do clima e seus impactos ocorrerão de forma desigual no território brasileiro. No que diz respeito a grupos de pessoas, às alterações climáticas, os impactos e as consequências desses impactos formam uma rede complexa de interações que podem ser potencializadas. Alguns exemplos de impactos são (Brasil, 2016):

- Redução de volume de lagoas e redução dos níveis dos rios, comprometendo a subsistência e isolamento de ribeirinhos.
- Calor excessivo, que afeta principalmente populações carentes com dificuldades de adaptação às novas condições devido à falta de recursos.
- Aumento de vetores de doenças devido ao aumento de temperatura.
- Comprometimento da agricultura, prejudicando a subsistência e a produção de alimentos.

- A improdutividade agrícola pode levar a população a migrar para as grandes cidades da região ou para outras regiões em busca de trabalho, gerando ondas de “refugiados ambientais”.
- Novos furacões poderão atingir a costa sul do Brasil (exemplo Furacão Catarina), e o regime dos ventos também poderá ter padrões distintos em outras regiões do Brasil (a exemplo do que já se observa no Parque Indígena do Xingu).
- O aumento da ocorrência de enchentes, deslizamentos e alagamentos por conta de extremos de chuva pode provocar perdas econômicas e de vidas.
- Construções à beira-mar poderão desaparecer, portos poderão ser destruídos e populações podem ter que ser remanejadas.
- Os incêndios florestais poderão ser mais intensos em determinadas regiões, comprometendo a saúde, a subsistência e a moradia de pessoas que vivem nos ecossistemas afetados.
- Pode haver alterações na fenologia das espécies de plantas e animais importantes do ponto de vista nutricional e cultural.

O desafio parece residir na necessidade e na capacidade da sociedade se adaptar de forma sustentável no longo-prazo, tanto à mudança do clima, quanto a um futuro alternativo, diferente, que limite a quantidade e magnitude de mudanças globais ao planeta, garantindo a continuidade da sociedade no futuro. Nesse sentido, a principal necessidade é diminuir a vulnerabilidade, tanto dos ecossistemas, como das sociedades. Como parte da mudança climática, essa é uma premissa fundamental, para as ações de adaptação que começam a ser discutidas agora e que certamente têm que ser implementadas ao longo deste século.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM REGIÕES SEMIÁRIDAS

A seca é um dos desastres naturais de maior ocorrência e impacto no mundo, principalmente devido à sua persistência temporária e extensa áreas afetadas (NEVES, 2010). Também é considerado um fenômeno social, por caracterizar uma situação de extrema pobreza e estagnação econômica (ATLAS, 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, desnutrição, miséria e êxodo rural (MCBEAN; RODGERS, 2009). Seus impactos dependem das vulnerabilidades locais e da capacidade adaptativa e resiliência da população, ecossistemas e governos.

De modo geral, a economia da zona do semiárido 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. Esse tipo de agricultura de subsistência é altamente vulnerável ao fenômeno das secas” (MARENGO, 2008, p. 149).

O gerenciamento dos recursos hídricos na região semiárida depende muito da variabilidade do clima, especialmente a distribuição de chuvas. O semiárido nordestino, vivenciou desde 2012, a maior seca dos últimos 50 anos, evidenciando o grau de vulnerabilidade da região, com inúmeros prejuízos sociais e econômicos.

As projeções de clima não são favoráveis, indicam riscos de secas intensas e reduções de chuva em até 40% e aumentos de temperatura em até 4 a 5°C, no pior cenário de emissão de gases de efeito estufa até o final do Século XXI (MARENGO, 2008). Os relatórios do IPCC, alertam que o semiárido tenderá a tornar-se mais árido e aumentarão o frequência e intensidade das secas e a disponibilidade hídrica ficará ainda mais comprometida (AMBRIZZI et al, 2007). Esses episódios excedem a capacidade da região de absorverem perdas e recuperarem-se dos impactos.

Estudos recentes apontam o semiárido como uma das regiões brasileiras mais vulneráveis às mudanças climáticas. 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). Estudos mostram que muitas dessas áreas, entre elas o Nordeste brasileiro, poderão sofrer decréscimo na disponibilidade dos recursos hídricos devido a alterações climáticas, com aumento da variabilidade da precipitação com mais veranicos e secas e, também, um decréscimo na recarga das águas subterrâneas. Além disso, o rápido crescimento populacional e a consequente demanda por água, intensificaria a vulnerabilidade dos sistemas humanos inseridos nesta região (KUNDZEWICZ; MATCZAK, 2015).

A região semiárida é caracterizada, principalmente, pelos períodos prolongados de baixa pluviosidade e elevadas temperaturas, que acarretam altos índices de evaporação da água presente nos reservatórios (SANTOS & SILVA, 2009). Essas condições naturais associadas a degradação ambiental, que vem se dando desde o início do povoamento nordeste brasileiro, principalmente, ao binômio gado-

algodão em solos recobertos por caatinga, cerrado e/ou carrasco, baseado em uma estrutura fundiária rígida e agricultura predatória (SALES, 2002).

Contudo, esse problema pode ser ainda mais agravado, levando em consideração as tendências climáticas para o semiárido. Dessa forma, se faz necessário a adoção de medidas de mitigação e possíveis formas de adaptação às mudanças climáticas, principalmente no que se refere à conservação dos recursos naturais, produtividade agrícola e qualidade de vida da população.

TECNOLOGIAS SOCIAIS E SUA INTERFACE COM A ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA NO SEMIÁRIDO

O processo de ocupação pelos europeus iniciou pelo Nordeste, onde se começou a exploração dos recursos naturais, de forma extrativista e desordenada, em que as populações indígenas foram expulsas ou escravizadas e deixaram poucos e pequenos grupos remanescentes, que hoje ainda insistem na sua cultura original, mas perderam muitos dos conhecimentos tradicionais sobre o manejo adequado dos ecossistemas sensíveis como a caatinga. Os novos habitantes trouxeram técnicas e espécies de outros continentes para estas regiões, sem considerar ou conhecer melhor a natureza dos ecossistemas locais. Com o tempo, a exploração e o manejo inadequado levaram ao empobrecimento dos solos, e até à desertificação e à perda da biodiversidade (KUSTER et al. , 2006). Outro fator foi segundo a autora 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).

O déficit hídrico no semiárido é uma de suas principais características, que está diretamente relacionado a irregularidade das chuvas e ao grau elevado de evaporação comparada a quantidade de chuva que cai (SÁ & SOUZA, 2012). É o que cita Malvezzi (2007):

Mesmo sendo irregular no tempo e no espaço, existe chuva. A quantidade de água que cai, somada às águas de superfície – principalmente os rios São Francisco e Parnaíba – e às águas de subsolo, faz com o que a região seja perfeitamente viável para a vida humana. Entretanto, a infraestrutura de armazenamento da água de chuva, construída ao longo de séculos, é capaz de armazenar apenas 36 bilhões de metros cúbicos. Aproximadamente 720 bilhões de metros cúbicos são desperdiçados por ano (MALVEZZI, 2007, p.12).

O armazenamento da água da chuva para esse território é de fundamental importância. No entanto, por muitas décadas os projetos de desenvolvimento para a região semiárida no 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 & SOUZA, 2012).

O problema da escassez hídrica no Nordeste não é a falta de chuva, mas de políticas de armazenamento, distribuição e gestão, além de tecnologias adequadas para a captação de chuva, por exemplo:

Bombas d’água populares ou cisternas não trazem os benefícios dos megaprojetos de abastecimento de água, que beneficiam na maioria das vezes a agroindústria, como é criticado no caso da polêmica transposição do rio São Francisco. As tecnologias para a captação de água de chuva e de poços profundos, entretanto, podem aumentar o abastecimento de água a um custo relativamente baixo. Além disso, passam para as comunidades a responsabilidade de gerenciar seu próprio abastecimento de água e contribuem desta forma para a sua organização social e a auto-gestão (KUSTER et al., 2006, p.17).

A falta de integração das políticas com os saberes da população nordestina e da valorização do homem e da mulher do campo, também representa um dos fatores que merece destaque. Afinal, a principal justificativa da migração das pessoas do Nordeste para outras regiões era justamente a estiagem, não existindo perspectiva a continuação no próprio “habitat”, havendo assim a necessidade do descolamento.

Nesse contexto emerge a necessidade de ser pensado e implementado um conjunto de ações que trabalhe a valorização e inclusão dos saberes da população residente, de forma a promover uma ação integrativa entre o ser e o seu habitat, de posse dessa constatação algumas entidades iniciaram um trabalho minucioso de desenvolver ações que possibilitassem esse inter-relacionamento, nesse diapasão, entrou em voga o conceito de convivência com o semiárido, doravante começou a ser difundido um rol de ações que promovessem essa convivência, partindo do pressuposto de que estiagem não se combate, se convive (SÁ & SOUZA, 2012, p.).

Dessa maneira, buscando alternativas que facilitem a convivência com o semiárido, surgem as tecnologias sociais, sendo elas “as estratégias oportunas de aproveitamento ou reaproveitamento de recursos naturais que estão no dia a dia das famílias e que muitas vezes não eram visualizadas pela comunidade” (SÁ & SOUZA, 2012, p.). Segundo Malvezzi (2007, p. 105), 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, elas dizem respeito, sobretudo, à questão hídrica.

Atualmente, o conceito de tecnologia social compreende produto, técnica ou metodologia reaplicável, desenvolvida na interação com a comunidade, e que represente efetiva solução de transformação social (INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL, 2004), e nessa interação com a comunidade possa haver o empoderamento das pessoas no desenvolvimento de práticas ecológicas sustentáveis. Para Thomas (2009, p.27) é possível definir as tecnologias sociais como “uma forma de criar, desenvolver, implantar e administrar tecnologia orientada a resolver problemas sociais e ambientais, gerando dinâmicas sociais e econômicas de inclusão social e de desenvolvimento sustentável”. O quadro abaixo, resume as diferenças entre os modelos adotados pelas tecnologias convencionais e as tecnologias sociais.

Quadro 1: Tecnologias Tradicionais x Tecnologias Sociais

TECNOLOGIAS TRADICIONAIS	TECNOLOGIAS SOCIAIS
Produção em larga escala	Adaptada a pequenos produtores
Degradação ambiental	Cooperação, solidariedade, 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	Desenvolvida pela/para a comunidade
Visão fragmentada	Visão holística

Fonte: Adaptado de DAGNINO (2004)

“Pensar, agir e conduzir os debates acerca de um modelo de desenvolvimento apropriado para o Semiárido” (CARVALHO, 2010, p. 8). É nessa linha de pensamento, que ONGs, sindicatos, igrejas e associações passaram a discutir a viabilidade da região e analisavam propostas de alternativas de convivência com o clima da região, com o resgate e 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).

O ano de 1999 culminou na institucionalização das organizações que trabalhavam pelo desenvolvimento do Semiárido brasileiro, com a criação da rede Articulação do Semiárido no Brasil (ASA Brasil), englobando, à época, cerca de cinquenta organizações não-governamentais (ASA, 2009).

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 à problemática social e ambiental local, mas também para a minimização das 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 principais problemas sociais e ambientais dos locais onde são desenvolvidas ou reaplicadas (FERNÁNDEZ et al., 2013). O Quadro 2 apresenta algumas opções de tecnologias sociais que contribuem para adaptação às mudanças climáticas.

Quadro 2: Tecnologias que contribuem para adaptação às mudanças climáticas

TECNOLOGIA SOCIAL	ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
<p>AGRICULTURA FAMILIAR SUSTENTÁVEL (Manejo e técnicas de produção e conservação dos recursos naturais)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustes no período e variedade dos plantios • Rotação de culturas • Melhorias no gerenciamento e conservação dos solos • Utilização de sistemas de irrigação que promovam eficiência energética • Processamento de alimentos para segurança alimentar • Recuperação de solos e terras degradadas • Utilização de compostos/fertilizantes orgânicos • Dedicção a culturas com potencial energético para substituir utilização de combustíveis fósseis • Redução da prática de queimadas • Práticas agroflorestais em terras degradadas
<p>ARMAZENAMENTO E MANEJO DA ÁGUA (Cisterna domiciliar, cisterna calçada e cisterna enxurrada; barreiros trincheira; barragem subterrânea; reuso de água; poços artesianos; bomba d'água popular; recuperação de nascentes)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de técnicas de estocagem com pouca perda por evaporação • Considerações sobre fatores de mudanças do clima para a gestão do recurso • Menor desperdício de água, com reaproveitamento de águas com qualidades inferiores para outras demandas possíveis
<p>ENERGIA (Biodigestor Coletivo; Fogões Ecológicos; produção de insumos para biodiesel; secador de alimentos solar)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Considerações sobre fatores de mudanças do clima para a gestão do recurso • Utilização de fontes renováveis de energia
<p>FLORESTA (Sistemas de Agroflorestas; aproveitamento de madeiras; recuperação de áreas; Técnicas de pousio; leiras; reflorestamento com vegetação nativa)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adoção de práticas de manejo sustentável • Considerações sobre fatores de mudanças do clima para a gestão dos recursos • Redução de deflorestação • Adoção de práticas de manejo sustentável
<p>GESTÃO DE RESÍDUOS (Saneamento rural; coleta e reciclagem)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adoção de práticas de reutilização ou reciclagem • Controle de tratamento de água • Controle de tratamento de resíduos sólidos

Fonte: Elaboração própria, adaptada de Fernández et al. (2013); RTS (2016); VENTURA Et al. (2013).

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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo contribui para o debate da adaptação climática e a importância das tecnologias sociais desenvolvidas para melhorar a capacidade da população em conviver com as mudanças do clima.

O déficit hídrico no semiárido, diretamente relacionado a irregularidade das chuvas e ao grau elevado de evaporação comparada a quantidade de chuva que cai, pode ser ainda mais agravado, levando em consideração as tendências climáticas para o semiárido, não são favoráveis, indicam riscos de secas intensas e reduções de chuva.

Dessa forma, se faz necessário a adoção de medidas de adaptação às mudanças climáticas, principalmente no que se refere à conservação dos recursos naturais, produtividade agrícola e qualidade de vida da população. No entanto, o modelo de desenvolvimento posto para região é divergente com o contexto das populações e das condições climáticas, dessa forma, aumentando ainda mais a vulnerabilidade, tanto dos ecossistemas, como das sociedades.

É nesse sentido, que as tecnologias sociais surgem como um modelo alternativo de desenvolvimento apropriado para o Semiárido. Desempenhando um papel importante no Semiárido brasileiro não apenas para o enfrentamento à problemática social e ambiental local, mas também para a minimização dos efeitos das mudanças climáticas. Isso pode ser visualizado no quadro em que mostra algumas tecnologias sociais que podem contribuir para adaptação climática.

REFERÊNCIAS

AMBRIZZI, T. et al. *Cenários regionalizados de clima no Brasil para o século XXI: Projeções de clima usando três modelos regionais*. Relatório 3. Ministério do Meio Ambiente – MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas – SBF, Diretoria de Conservação da Biodiversidade – DCBio. Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade – Subprojeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, fevereiro 2007.

ASA - ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. *ASA 10 Anos: Construindo Futuro e Cidadania no Semiárido*. Recife: ASA, 2009.

BECK, U. *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. São Paulo: Ed 34, 2010.

BECK, Ulrich. *Políticas ecológicas en la edad del riesgo: antídotos. La irresponsabilidade organizada*. Barcelona, ES: El Rouse, 1998, p. 65-104.

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

_____. *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.

CARTER, T. R et al. *General guidelines on the use of scenario data for climate impact and adaptation assessment*. Intergovernmental Panel on Climate Change – Task group on data and scenario support for impact and climate assessment (TGICA), 2007.

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.

CONTI, José Bueno. Considerações sobre mudanças climáticas globais. *Sociedade e Território*. V1, n.1, 2008.

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

GOLDEMBERG, José. *O Caminho até Joanesburgo*. In: TRIGUEIRO, A. (Coord) *Meio Ambiente no Século 21*. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

HOGAN, Daniel J.; MARANDOLA JR., Eduardo (Orgs.). *População e Mudança Climática: dimensões humanas das mudanças globais*. Campinas, SP: Núcleo de Estudos Populacionais (NEPO) /UNICAMP; Brasília: UNFPA, 2009, p.75-106.

ITS - INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. *Caderno de debate Tecnologia Social*. São Paulo: ITS Brasil, 2004.

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.

KUNDZEWICZ, Z.W.; MATCZAK, P. *Hydrological extremes and security*. In: *Hydrological Sciences and Water Security: Past, Present and Future* (ed. by Cudennec, C. et al.), PIAHS 366, 2015, 44–53.

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.

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.

MARENGO, 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.

MCBEAN, G.; RODGERS, C. Climate Hazards and Disasters: the need for capacity building. *Wiley Interdisciplinary Reviews*, v. 1, n. 6, p. 871-884, 2009.

MÜLLER, B. *The global climate change regime: taking stock and looking ahead*. 2002.

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.

ORGANISATION METEOROLOGIQUE MONDIALE – OMM. *Vocabulaire météorologique*. Genève, 1959.

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.

SALES, M. C. L. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro. *Revista GEOUSP, Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 11, p. 115-126, 2002.

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.

SANTOS, M. J. dos; SILVA, B. B. da. Análise do modelo conceitual e tecnológico do programa cisternas rurais em Sergipe. *Revista Engenharia Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 464- 483, 2009.

SILVA, N. P. N. et. al. Dinâmica espaço-temporal da vegetação no semi-árido de Pernambuco. *Revista Caatinga*, v. 22, n. 4, 2009.

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.

VIOLA, E; LEIS, H. R. Governabilidade e mudança climática: desafios e impasses globais e brasileiros. *Idéias – Revista do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas*. Campinas, n.2, p. 71-114, 2001.