



Mudanças Climáticas e Impactos nas Populações Humanas: uma revisão

José Ribamar de Farias Lima¹
Emanuela Gonçalves dos Santos¹
Reinaldo Farias Paiva de Lucena¹

RESUMO

Variações climáticas são eventos diários que afetam todo o planeta, de uma forma que pode ser mais ou menos danosa, de acordo com a força de cada evento e com a maneira como o ambiente físico e os seres estão preparados para lidar com estas mudanças. Nos últimos 170 anos, as características climáticas do planeta vêm passando por modificações que estão sendo vistas como resultado do aumento do forçamento radioativo causado pela elevação da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo geral fazer uma análise sobre o desenvolvimento da temática sobre as mudanças climáticas, verificando o que o mundo acadêmico e seus pesquisadores têm apontado e direcionado, como estão as questões de políticas públicas e quais ações práticas estão sendo tomadas no mundo para evitar as catástrofes ambientais e climáticas. Podemos concluir que a identificação de líderes comunitários ou governantes capazes de lidar com o tema de uma forma a trazer à uma discussão social a necessidade de igualar, em questão de necessidades, as características de cada região afetada pelas mudanças climáticas, e associar estas prioridades à um plano nacional ou internacional de financiamentos públicos e privados pode ser o primeiro passo para mitigação real dos efeitos de mudanças climáticas.

Palavras-chave: Caatinga; Populações Humanas; Clima.

ABSTRACT

Climate variations are daily events that affect the entire planet in a way that can be more or less harmful according to the strength of each event and the way the physical environment and beings are prepared to deal with these changes. In the past 170, the planet's climatic characteristics have undergone changes being seen as a result of the increase in radioactive forcing caused by the increased concentration of greenhouse gases in the atmosphere. In this context, the general objective of this work was to analyze the development of the theme of climate change, checking what the academic world and its researchers have pointed out and directed, how public policy issues are progressing and what practical actions are being taken in the world to avoid environmental and climate catastrophes. We can conclude that the identification of community leaders or governments capable of dealing with the issue in a way that brings to a social discussion the need to equalize, in terms of needs, the characteristics of each region affected by climate change, and associate these needs with A national or international public and private financing plan can be the first step towards real mitigation of the effects of climate change.

Keywords: Caatinga; Human Populations; Climate.

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Instituto de Biociência. Laboratório de Etnobotânica. Campo Grande, MS, Brasil. CEP: 79070-900. E-mail: reinaldo.lucena@ufms.br



1 INTRODUÇÃO

As últimas décadas do século XX e os primeiros anos do século XXI foram marcadas por uma enxurrada de informações, algumas destas com um cunho extremamente catastrófico, sobre as mudanças na paisagem global que tem como origem um forçamento radioativo na atmosfera que leva a um aquecimento desta a um patamar capaz de causar mudanças climáticas em todo o globo (COLLINS et al., 2013). Desde o final do século XX cientistas associam estas mudanças ao aumento da quantidade de gases do efeito estufa dispersos na atmosfera, que aprisionam parte da radiação solar que deveria ser refletida de volta para o universo (RAVAL; RAMANATHAN, 1989). A associação das mudanças climáticas com problemas ambientais em todo o globo vem sendo discutido sob diversos pontos de vista, que analisam desde as microbiotas (SCHUUR et al., 2015) até influências em grandes regiões, como áreas férteis e que influenciam uma extensa região habitada (KELLEY et al., 2015).

As relações entre os humanos com os fatores bióticos e abióticos acontecem das formas mais variadas, sendo instrumento de estudo de ciências diversas. Na ecologia, a interação entre dois ou mais indivíduos é um estímulo para estudos que podem percorrer infinitamente, perpassando diversas subáreas. Há um consenso no entendimento da relação entre os homens com o meio que os cerca, de que há uma relação de ganhos e perdas, em que o homem, devido à supremacia na construção de instrumentos avançados, leva a balança a pesar para o seu lado, graças principalmente a velocidade das reações de resiliência e estabilização intrínsecas a espécie (CYRULNIK, 2009). Devido a escala de tempo em que as grandes mudanças tendem a ocorrer, a exemplo de grandes mudanças climáticas como as glaciações e períodos de aquecimento global, o homem passa a necessitar de uma estrutura de saberes cada vez mais acurada para sanar possíveis danos que as variações ambientais possam causar ao modo de vida.

As regiões áridas e semiáridas do globo estão identificadas por Collins et al. (2013) como áreas cujas populações estão em risco devido a amplitude das variações climáticas que são esperadas para as regiões ainda no século XXI. Apesar de ter como característica mais marcante desses ambientes a baixa quantidade de água disponível, são regiões em que se registra uma elevada produtividade de alimentos. Fischer e Turner (1978) indicam uma série de características destes ambientes que permitem a manutenção de uma taxa de produção vegetal, pontuando estratégias como a modificação das folhas dos cactos em espinhos e a perda de folhas para lidar com a alta evaporação local, além de espécies que conseguem obter maior sucesso na captação de água do solo.



Brandt *et al.* (2017) registraram um crescimento nas populações humanas na região árida da África Subsaariana que se deu devido a um aumento das áreas verdes, o que segundo os autores está relacionado com o aumento da quantidade de gás carbônico na atmosfera, associado a um período anterior de baixo crescimento da população local.

A dinâmica climática é um elemento transformador das atividades humanas desenvolvidas no semiárido nordestino, principalmente com enfoque de subsistência, pois estas comunidades apresentam elevada vulnerabilidade em frente às secas (MARENGO, 2009). No Nordeste do Brasil, a semiaridez e a tendência elevada a desertificação são características marcantes e já identificadas para toda a região (LOPES et al., 2017).

Sivakumar *et al.* (2005) indicam o clima como a principal fonte de flutuações globais de produção de alimentos nas zonas áridas e semiáridas de países em desenvolvimento, influenciando a estrutura funcional destes ambientes. Ao avaliar as secas como o principal evento climático de caráter danoso registrado na região semiárida do Brasil, as secas deixam de ter um caráter físico e são vistas como um fenômeno socioeconômico (FINAN; NELSON, 2001). Marengo (2009) caracteriza o fenômeno das secas como a principal manifestação da variabilidade climática no Nordeste do Brasil.

Como forma de identificar a influência de variações climáticas sobre o ambiente, e consequentemente sobre a disponibilidade de recursos para a manutenção e estabilidade de agrupamentos humanos, a modelagem potencial de características biofísicas dos impactos das mudanças climáticas se mostra como utensílio capaz de representar uma série de características ambientais que causam um forçamento na estrutura básica para subsistência. Neste contexto, Follador et al. (2018) identificam uma série de características capazes de ser modeladas e que podem ser utilizadas na elaboração de planos de reconhecimento de eventos futuros, tais como inundações, erosão causada por chuvas, degradação de solo e distribuição de vetores de doenças, como o mosquito transmissor da dengue. Estas informações tem um elevado potencial de aplicação em planos que possam direcionar usos de recursos aos níveis local e regional, a partir da caracterização acurada de cada ambiente.

A irregularidade de chuvas no semiárido Brasileiro tem potencial para desajustar a estrutura de vida de pequenos produtores, principalmente devido aos ciclos de estiagens que atingem as regiões anualmente, e secas graves em períodos que chegam a ser registradas quase que uma vez por década (MARENGO, 2009). Contudo, Adger et al. (2003) ressalta que as pessoas que vivem em regiões em desenvolvimento não são vítimas passivas das variações



climáticas. Estas pessoas desenvolvem estruturas individuais e sociais capazes de demonstrar elevada resiliência frente às mudanças climáticas ou catástrofes.

A estrutura de resiliência dentro de uma comunidade que sofre com efeitos de mudanças climáticas, e que tem como característica o retorno para uma situação de subsistência, é caracterizada pelo DFID (1999) a partir de uma série de características que um agrupamento humano pode desenvolver frente às mudanças ambientais, e que estão dentro de uma estrutura baseada em cinco vertentes: os capitais humano, social, físico, financeiro e natural. Mensurar e avaliar estes tipos de capital pode trazer caminhos para solucionar os problemas que comunidades podem sofrer devido à falta de conhecimento de suas próprias características e da estrutura ambiental nova (MANCAL et al., 2016).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo geral fazer uma análise sobre o desenvolvimento da temática sobre as mudanças climáticas, verificando o que o mundo acadêmico e seus pesquisadores tem apontado e direcionado, como estão as questões de políticas públicas e quais ações práticas estão sendo tomadas no mundo para evitar as catástrofes ambientais e climáticas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ESTUDOS SOBRE O CLIMA

O clima é um assunto recorrente em todas as comunidades humanas, e tem elevada importância devido à capacidade de moldar e mudar o cotidiano das pessoas. Desde as decisões mais básicas, como o que vai vestir ou se vai levar um guarda-chuvas, até decisões que podem acarretar considerável prejuízo ou lucro para grandes empresas, produtores e governos. O assunto é tema de discussões diárias há milhares de anos. A preocupação do homem com clima data de períodos anteriores a invenção da escrita e se consolida em tempos modernos, quando tem início os registros diários do clima e busca por compreensão do funcionamento com o intuito de obter previsões. Esse tipo de observação levaram as primeiras previsões baseadas em um método científico, no Reino Unido a partir da década de 1850 (GOLINSKI, 2003).

Um fator marcante que é citado por Golinski (2003), mas que também pode ser inferido a partir da leitura acerca dos costumes dos povos antigos é a possibilidade de reconhecimento de padrões nas variações climáticas. Estes padrões variam desde a divisão do ano em estações bem definidas para as zonas temperadas do globo, até o reconhecimento de um período específico do dia em que teremos chuva, como era costume em cidades como São Paulo,



apelidada de terra da garoa por conta da normalidade em que a chuva fina caía diariamente, ou Manaus, onde se registrava o costume de dizer que o manauara marca seus compromissos vespertinos para antes ou depois da chuva, que caía religiosamente no período do entardecer, por volta das 17 horas.

Este conhecimento apurado da forma como o clima, principalmente a ocorrência de chuvas, influência e direciona o estilo de vida e comportamento de populações humanas, associado à previsibilidade de certos eventos climáticos, levou ao surgimento de um novo ramo de conhecimento: a previsão do clima. Prever o clima é uma forma habitual de tentar lidar com o ambiente de forma a reduzir os impactos que variações deste podem trazer à estrutura das comunidades humanas (ADGER et al., 2005). Neste contexto, a previsão do clima ganha mais do que um caráter cultural e científico, é elevada a uma necessidade e um conhecimento capazes de estruturar um ambiente econômica e politicamente. Mugerwa et al. (2014) citam que fazendeiros utilizam informações sobre a previsão do clima como uma estratégia adaptativa a variabilidade climática, e em uma escala de tempo maior, a mudanças climáticas.

A representatividade política do clima pode ser visualizada de diversas formas. Ao observar comunidades tradicionais, aqui representando populações indígenas e outros tipos de populações rurais na forma do Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007, ou populações que não se enquadram nesta definição, mas que habitam a zonas rurais. Na divisão da estrutura social, é bastante comum encontrar uma pessoa responsável pelo processo de previsão e dispersão dessa informação para o restante da comunidade (PENESI, 2007; CHANG et al., 2010). Na região Nordeste do Brasil, esta importância social é de tamanha representatividade que os responsáveis pelas previsões têm denominação associada ao sincretismo religioso local, de maioria judaico-cristã, e são chamados de profetas da chuva.

O ato de profetizar variabilidade climática de curto e médio prazo, normalmente abrangendo períodos de até um ano, tem também um cunho midiático, tornando estes profetas reconhecidos e respeitados localmente. Esta midiaticização da previsão climática é ampliada quando se tem o processo de urbanização e hoje tem elevada importância ao se verificar que canais de notícias garantem locais de destaque para os responsáveis pela divulgação das previsões climáticas (PENESI, 2007).

Como evolução das previsões feitas pelos profetas, a observação da natureza e do clima passa a ser moldado dentro de um processo científico a partir do registro diário de eventos climáticos e identificação de padrões (GOLINSKI, 2003) de clima. Estes registros são fontes que podem ser consultados até os dias atuais e que, em um mundo sem a tecnologia necessária



para observar a atmosfera externamente e as massas de ar circulantes, garantia as informações básicas para o planejamento de atividades no campo e nas cidades.

Com o desenvolvimento de tecnologia, a simples observação passou a ser associada a elementos tecnológicos, para que depois a tecnologia viesse a sobrepor o conhecimento não científico como fonte principal de reconhecimento e antecipação de variações climáticas. O desenvolvimento tecnológico, associado aos registros antigos, permitiu às sociedades modernas o desenvolvimento de pesquisas climáticas de nível global, entendendo padrões globais de clima, e principalmente facilitando a detecção de eventos de grande impacto.

No decorrer no século XX, os estudos sobre o clima se tornaram mais frequentes. As observações de mudanças ao longo do tempo, principalmente de temperatura, levaram a busca pelas causas das variações percebidas ao longo dos séculos XIX e XX. A tendência de elevação da temperatura registrada a partir da revolução industrial foi denominada de aquecimento global, e passou a ser objeto de estudos por todo o globo.

2.2 VARIABILIDADE CLIMÁTICA E AQUECIMENTO GLOBAL

Para tratar sobre os processos que acarretam possíveis mudanças climáticas de cunho global é necessário tratar sobre a variação natural da temperatura da Terra. O planeta Terra passou por diversos processos geológicos e climáticos que já fizeram a sua temperatura média variar de valores extremamente elevados até períodos de resfriamento extremo, no qual quase toda a superfície foi tomada por gelo. Duas formas distintas de energia foram responsáveis por tais modificações: a energia geotérmica, do movimento magmático, e a energia solar.

Com o resfriamento gradual da crosta terrestre devido à redução da energia geotérmica, a energia solar passa a ser a principal fonte energética do planeta Terra e ser responsável pelos padrões de temperatura e precipitações.

De maneira geral a temperatura da Terra é mais quente na região da linha do Equador e tende a esfriar em direção aos polos devido a angulação com que a luz incide sobre o planeta. Além disso, variações de altitude e fatores geológicos também podem afetar nas temperaturas de massas de ar capazes de influenciar o clima local ou até de um continente.

Para tratar sobre o aquecimento do globo é necessário que se introduza o conceito de efeito estufa. O efeito estufa é definido como sendo um processo natural de manutenção da temperatura média do globo decorrente da presença de gases nos níveis superiores da atmosfera que, pelo seu poder de refração da energia, sob forma de radiação, que retorna da terra em



direção ao espaço, mantém parte do calor que chega ao planeta, estabilizando a temperatura da Terra. Dentre os gases que formam a atmosfera, alguns deles apresentam uma capacidade maior de forçamento do efeito estufa devido às suas características químicas de refração. Raval e Ramanathan (1989) definem efeito estufa como a diferença entre o fluxo de radiação emitida pela superfície do planeta e a quantidade de radiação que realmente deixa a atmosfera, logo, a energia que fica presa na atmosfera. Os autores identificam o elevado poder de aprisionamento de radiação do vapor de água presente na atmosfera.

2.3 O AQUECIMENTO GLOBAL E SUAS REPRESENTAÇÕES LEGAIS

Com o aumento no número de pesquisas sobre causas e feitos do aquecimento global, o tema passa a ganhar representatividade nas discussões sobre o meio ambiente em eventos políticos. A discussão do tema meio ambiente com um caráter político tem registros marcantes no final do século XX, como registrado por Chiuvite (2010), a partir do Dia da Terra em 1970, e as conferências sobre o meio ambiente que vieram em seguida. Apesar da crescente discussão sobre a necessidade de sustentabilidade de proteção ao ambiente, o tema clima só foi abordado especificamente em 1986 na Conferência de Toronto, no Canadá. Após a constatação da necessidade de uma organização mundial direcionada ao estudo das mudanças climáticas e seus efeitos, o Programa da Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) e a Organização Mundial de Meteorologia (WMO) criaram em 1988 o Painel Intercontinental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) com o intuito de preparar relatórios que avaliassem a situação climática mundial sob todos os aspectos possíveis, com base científica (IPCC, 2017).

A partir do iniciado em 1988 e do crescente número de pesquisas sobre os gases do efeito estufa, países passam a assinar tratados internacionais para redução da emissão destes gases e participar de eventos para discutir o tema, a exemplo da Eco 92, realizada no Rio de Janeiro. Nesta conferência houve a construção do documento chamado Agenda 21. Chiuvite (2010) aponta que a Agenda 21 sintetiza o modelo de desenvolvimento até então praticado e aponta para um modelo sustentável a ser perseguido pelos países signatários. Cinco anos depois da Eco 92 foi realizada em Quioto, no Japão, o evento chamado de Rio +5 em que se discutiria os progressos oriundos da Agenda 21. Neste encontro foi elaborado o documento chamado de Protocolo de Quioto, um acordo mais rígido que a Agenda 21, que traz metas concretas para os países signatários para que se busque uma redução da emissão dos gases do efeito estufa em 5,2% em relação aos níveis do ano 1990, no período entre 2008 e 2012. Apesar de um número



maior de signatários em relação a Agenda 21, o protocolo não contou com a assinatura dos Estados Unidos, responsável por quantidade considerável dos gases do efeito estufa liberados na atmosfera.

Após uma série de menores tratados discutidos em reuniões dos países mais ricos, e do reconhecimento da necessidade de um programa mundial de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, agora uma realidade aceita pela grande maioria dos países, o ano de 2015 foi marcado pela assinatura do Protocolo de Paris. O documento, assinado durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Clima, realizado em Paris, contou agora também com a adesão dos Estados Unidos. O documento estabelece uma meta conjunta para os países desenvolvidos e em desenvolvimento de, através de planejamentos locais, impedir que o aquecimento do planeta passe de 2 graus célsius em comparação a temperatura média do ano 1950 até o ano de 2020.

No Brasil, as ideias sobre o meio ambiente alimentadas pelas discussões sobre o tema levaram a uma evolução significativa da legislação ambiental nacional. A legislatura brasileira já trazia, desde o período imperial, demonstrações da preocupação com a questão ambiental. Chiuvite (2010) cita que a primeira lei nacional relacionado a conservação do meio ambiente foi decretada por Dom Pedro II, e tem como objetivo manter áreas de interesse paisagístico, identificando sua importância para a conservação de microclimas, assim como a importância visual destes ambientes para o bem-estar da população. Contudo, apesar da aparente preocupação com a paisagem natural, deve-se lembrar que a colonização do país teve característica extrativista, e por muito tempo o Brasil foi tido internacionalmente como uma fonte quase inesgotável de recursos naturais. Assim, qualquer lei que viesse a prejudicar a exportação de recursos naturais era indesejada.

Um ponto recorrente na iniciação de políticas ou processos que levem ao desenvolvimento respeitando o ambiente é a identificação da finitude dos recursos ambientais necessários para a manutenção da estrutura econômica. Siqueira (2011) cita o Regimento do Pau-Brasil como a primeira lei de proteção ambiental do país. Promulgada em Portugal, a lei tinha como intuito a proteção da madeira no país como forma de proteger o estoque de madeira extraída, e claramente um fim de proteção da renda da coroa portuguesa.

No Brasil, a estruturação legal relacionada com a proteção ambiental segue as principais vertentes mundiais, sendo originadas a partir das convenções com o Dia da Terra e evoluiu para o atual Código Ambiental Brasileiro, que evoluiu para transformar o Brasil em um dos países com legislação ambiental mais bem elaborado.



2.4 MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO NORDESTE DO BRASIL

A região semiárida do Brasil está incluída em uma caracterização climática que, para caráter de análise, é extrapolado para outras regiões semiáridas do globo, a partir de uma análise conjunta. Sobre o ponto de visto do cenário mais pessimista elaborado pelo IPCC, espera-se que regiões semiáridas de mesma latitude onde está localizado o Nordeste do Brasil passem por períodos de menor precipitação e observação de longos períodos secos (COLLINS et al., 2013).

Estes períodos de estiagem podem ser extrapolados e ocorrer por períodos de tempo longos, trazendo danos às populações que residem no local. Seneviratne et al. (2012) definem seca como um período de clima seco anormalmente longo o suficiente para causar um sério desequilíbrio hidrológico. Este desequilíbrio hidrológico tem potencial para afetar a estrutura econômica e social de comunidades que habitam regiões semiáridas.

No tocante às mudanças climáticas e efeito destas na região Nordeste do Brasil, as projeções para regiões semiáridas da América Latina, de elevação nas temperaturas médias e diminuição na disponibilidade hídrica, ocasionando um aumento nas zonas áridas (IPCC, 2017), se assemelham às projeções verificadas para regiões semiáridas do sul da África, no Deserto da Tar, na região do Mar Aral e na Austrália (RAGAB; PRUDHOME, 2002). No Brasil, as regiões áridas e semiáridas estão distribuídas principalmente entre as regiões Nordeste e Centro-Oeste, sendo habitados por um grande número de pessoas (LEAL et al., 2005), cuja economia depende diretamente de recursos hídricos, relacionados principalmente com a agricultura e pecuária de pequeno porte.

No Nordeste do Brasil a sobrevivência de populações que vivem em regiões semiáridas pode estar comprometida pela intensificação da aridez dessas zonas, principalmente pela intensificação das dificuldades de acesso a água (MARENGO, 2009).

As secas podem ser vistas não somente como um evento climático, mas também como um fenômeno socioeconômico (FINAN; NELSON, 2001) capaz de moldar a cultura, o ambiente, a política e a estrutura social (LEMOS et al., 2002) e são identificadas como principal manifestação da variabilidade climática no Nordeste do Brasil (MARENGO, 2009).

O fato da região ser historicamente marcada por secas pode levar a verificação de soluções já tomadas como forma de remediação, principalmente com registro de migração para regiões produtoras (CONFALONIERI, 2009). Neste contexto, migrações são reconhecidas como formas de respostas a mudanças climáticas que não puderam ser previstas (MCLEMAN; SMIT 2006; SMITHERS; SMIT, 1997). Entretanto, Adger et al. (2012) tratam as migrações



como uma ação que pode ser danosa para a localidade de destino dos migrantes, caso o processo não seja planejado, havendo risco de perda de conhecimento ambiental, o que torna os migrantes mais vulneráveis em novas localidades.

Sem informações sobre o papel das normas sociais e relações dentro das comunidades, as tentativas de adaptação correm o risco de falhar em proteger os mais vulneráveis as mudanças climáticas (WOLF et al., 2010), além disso, as percepções sobre o clima, que são culturalmente construídas e dependentes do contexto em que estão inseridas, participam da determinação das ameaças a partir da observação dos riscos oriundos das mudanças climáticas (SZRETER; WOOLCOCK, 2004).

Dentre as soluções necessárias para reduzir o impacto das variações climáticas nos grupos humanos que habitam o semiárido, deve-se optar por aquelas que tragam menor impacto para o cotidiano das populações afetadas, garantindo a permanência das populações nos locais de origem. Diante do exposto, é notória a importância do reconhecimento da cultura local como fator agregador para construção de políticas de mitigação de eventos climáticos.

2.5 IPCC E RELATÓRIOS

Além de influenciar em legislaturas nacionais e internacionais, as discussões sobre o cunho antropogênico da elevação do processo de aquecimento global levaram a formação de organizações com objetivo de estudar o evento climático e sua influência na estrutura da sociedade atual, sendo o Painel Intercontinental sobre as Mudanças Climáticas o principal representante desta ideia. Como base teórica de distribuição para os meios de comunicação, tomadores de decisão e para a comunidade científica, e como elemento presente nos tratados assinados nas últimas décadas, o Painel Intercontinental sobre as Mudanças Climáticas (IPCC) vem desenvolvendo, periodicamente, relatórios detalhados sobre o desenrolar do processo de aquecimento global e a maneira como as mudanças climáticas podem afetar os seres vivos e a vida no planeta como a conhecemos hoje.

O trabalho do IPCC está dividido em três grupos de trabalho e uma Força Tarefa sobre Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa. O grupo de trabalho I (Work Group I – WG I) avalia os aspectos físicos das mudanças climáticas. O grupo de trabalho II (WG II) é responsável pela avaliação da vulnerabilidade socioeconômica dos sistemas naturais submetidos a efeitos das mudanças climáticas. O Grupo de trabalho III (WG III) é composto por pesquisadores responsáveis por avaliar opções para mitigar as mudanças climáticas através



de limitações ou prevenções de emissão de gases do efeito estufa. Os trabalhos do Painel tiveram início em 1988, desde então os relatórios do IPCC estão sendo publicados periodicamente desde 1990, quando o primeiro deles foi disponibilizado para a comunidade científica e para o público em geral. Os relatórios têm o objetivo principal, desde o primeiro documento, de analisar os fatores que podem afetar a qualidade de vida na terra, a partir do aumento da velocidade das mudanças climáticas no século XXI. A modelagem de acontecimentos futuros, redução de gelo, mudanças de temperatura, dentre outros fatores influenciados pelo clima, é utilizada como instrumento de vital importância para identificar como as mudanças afetarão cada local, além de ter um forte impacto midiático. Este impacto foi importante no convencimento da população leiga sobre a força das mudanças climáticas.

Esta busca por convencimento pôde ser vista nos primeiros relatórios, que traziam definições sobre o funcionamento do clima e as possíveis mudanças climáticas com um cunho mais informativo, evoluindo para documentos cada vez mais técnicos. Campanhas alertando sobre as possíveis mudanças eram baseadas nestes documentos e tinham como alvo principal a população geral, até o momento leiga no assunto. Essa necessidade estava alicerçada na pressão que os pesquisadores sofriam e ainda sofrem por parte de governos de países desenvolvidos e grandes poluidores, assim como oriunda de grandes empresas que vislumbravam prejuízos com a redução da emissão de gases do efeito estufa.

2.6 DISCUSSÕES SOBRE A ORIGEM ANTROPOGÊNICA DO AQUECIMENTO GLOBAL ATUAL

Ao tratar sobre vapor de água como principal gás responsável pelo efeito estufa, Raval e Ramanathan (1989) demonstram preocupação sobre a ação humana no processo de elevação das concentrações de gases do efeito estufa na atmosfera como elemento capaz de alterar o clima a nível global.

O aumento da quantidade de partículas do efeito estufa, tais como metano e dióxido de carbono, causa um aumento proporcional da quantidade de calor mantido na atmosfera, elevando a temperatura geral do globo. A elevação média da temperatura global em níveis mais elevados tem registros que iniciam a partir da revolução industrial e vem aumentando com o processo maior de industrialização. Os gases eliminados nos processos de produção em massa, na queima de combustíveis fósseis e por animais que produzem grande quantidade de metano, vem auxiliando no aumento da camada de moléculas passíveis de reter o calor mais próximo a



superfície da terra (LASHOF; AJUHA, 1990; KONDRATYEV; VAROTSOS, 1995, MEINSHAUSEN et al., 2009).

A elevação da temperatura é vista como um dos principais sinais do processo de mudanças no clima. O tema aquecimento global vem sendo abordado publicamente por uma série de mídias, a partir de um discurso ambiental e político. A exemplo de personalidades como Al Gore, Ex-Vice-Presidente dos Estados Unidos da América, agraciado com o prêmio Nobel da Paz pela defesa da necessidade de ações contra o aquecimento global, e do ator Leonardo DiCaprio, que discursou alertando sobre a necessidade de barrarmos o aquecimento global ao receber a premiação do Oscar em 2016, um número cada vez maior de formadores de opinião vêm desenvolvendo projetos que buscam alertar a população e principalmente os grandes poluidores para a necessidade de reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa.

O reconhecimento da necessidade de um esforço conjunto e direcionado para redução de emissão de gases do efeito estufa (GHG, do inglês greenhouse gases) vem sendo discutido internacionalmente em encontros envolvendo líderes políticos mundiais. Apesar do reconhecimento do efeito dos gases do efeito estufa no aquecimento global a partir de trabalhos científicos, principalmente com análises paleoclimáticas do efeito de outros eventos de aquecimento global, apenas no fim do século XIX os primeiros cientistas começaram a relacionar diretamente o agravamento do aquecimento global com a emissão de gases do efeito estufa de origem antropogênica. Neste contexto, Lashof e Ajuha (1990) já identificam no final do século XX a elevação do forçamento radioativo na atmosfera, oriundo do agravamento do efeito estufa, e indicam a emissão de gases do efeito estufa como responsáveis por parte desta elevação.

Na contramão desta linha de pensamento desenvolvido a partir das últimas décadas do século XX, um número crescente de cientistas contesta a alegação de que o homem é o principal responsável pela atual elevação da temperatura média global. Um número cada vez maior de pesquisadores busca mostrar à sociedade civil os efeitos do aquecimento global causado pelas atividades industriais, há uma corrente crescente de pesquisadores que defendem que o aquecimento global registrado nas últimas décadas é uma mudança natural na estrutura climática do Planeta, que está em um período de aquecimento interglacial.

Em contramão a criação do Painel Intercontinental Sobre as Mudanças Climáticas, uma frente de cientistas criou uma instituição internacional que busca estudar as mudanças ambientais buscando avaliar o aquecimento global como um processo sem origem antropogênica. Para isso foi estabelecido o NIPCC, Painel Internacional Não-Governamental



Sobre as Mudanças Climáticas, principal vertente atual contra as ideias defendidas pelos pesquisadores do IPCC. O NIPCC busca avaliar e interpretar dados ambientais de aquecimento sem estar anexados a nenhuma agenda específica e sem ligação com órgãos governamentais que possam influenciar em suas análises.

Assim como o IPCC, o NIPCC reúne um grande número de pesquisadores que defendem suas ideias sobre aquecimento global em documentos publicados periodicamente, o “The NIPCC Report on Scientific Consensus – Why Scientists Disagree About Climate Warming”, escrito pelos pesquisadores Craig Idso, Robert M. Carter e S. Fred Singer e atualmente em sua segunda edição.

Os documentos produzidos pelo NIPCC, além da busca por contradição dos dados do IPCC através de pesquisas científicas, têm também um viés político claramente expresso nos livros, que trazem uma oposição direta aos programas de apoios a políticas de mitigação das mudanças climáticas através da ONG “Make America Great Again”, apoiada pelo partido Republicano dos Estados Unidos.

As ideias do NIPCC têm alicerce em uma série de informações que os pesquisadores alegam não ser um consenso no ambiente científico, tal como a real atuação dos gases oriundos da queima de combustíveis fósseis no forçamento radioativo da Terra e conseqüentemente no clima global, podendo o aquecimento atual ser uma característica esperada para um período interglacial. Além disso, há o argumento da falta de interdisciplinaridade nos trabalhos sobre a mudança climática, visto que o clima pode ser influenciado por uma série de fatores que não são considerados em sua totalidade associados a falta de evidências observadas que leva a uma falta de acordo por parte dos cientistas, que segundo os autores pode ser percebida inclusive em trabalhos de pesquisadores que apoiam as ideias do IPCC.

Os autores também acusam o IPCC de ser uma entidade política que não pode ser considerada uma fonte confiável, com agenda principalmente política ao invés de científica, com alegações de corrupção, e formada por cientistas que podem estar sendo guiados por conceitos prévios.

Um dos principais pontos que merece destaque nas alegações do NIPCC diz respeito às metodologias dos trabalhos do rol de pesquisadores que defendem as mudanças climáticas de cunho antropogênico. Os autores acusam os pesquisadores do IPCC de não informar claramente todos os processos de coleta e análise de dados, permitindo que os resultados sejam direcionados para a construção de modelos que provem suas hipóteses.



2.7 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA SOCIEDADE ATUAL - REFUGIADOS DO CLIMA

Um dos principais problemas com os quais os tomadores de decisão e a sociedade como um todo precisa estar preparado para lidar é o surgimento de uma nova classe de pessoas, os refugiados do clima. Bates (2002) define como refugiados os migrantes que foram compelidos a mudança de ambiente por forças externas a sua vontade.

Refugiados ambientais não são novidades. Myers (1997) definiu refugiados ambientais como pessoas que não conseguem ganhar uma subsistência segura em seus locais de origem devido a secas, desertificação, desmatamento e outros problemas ambientais. Mudanças ambientais de origens diversas, provocadas ou não por interação com seres humanos, são registradas durante toda a história humana, a exemplo de grandes destruições causadas por vulcanismo, terremotos, grandes eventos climáticos. Estes acontecimentos levam os habitantes das áreas atingidas a um processo migratório que se repete constantemente em todos os países, com proporções variadas.

Bates (2002) discute a denominação dos refugiados ambientais e a necessidade de uma caracterização do processo migratório iniciado a partir de mudanças ambientais, e as migrações iniciadas especificamente devido as mudanças ambientais de base climática, provocadas pelo processo de aquecimento global. Myers (1997) cita que, com a elevação frequente do número de migrações causados por mudanças ambientais, em breve o número de refugiados ambientais vai ser o maior grupo de migrantes involuntários, aqueles que não escolheram abandonar seu local de origem.

Ao tratar sobre a definição do termo “refugiados climáticos” e sua conseqüente influência da estrutura social e política dos países em que os migrantes irão se instalar, a literatura discute sobre a necessidade de avaliação do processo migratório como um todo e registra um discurso sobre a forma como a entrada de migrantes pode ser visto como ameaça ao país que recebe os imigrantes. Como forma de responder ao processo de migração, a autora indica a necessidade de um acordo internacional de cooperação e desenvolvimento com iniciativas que respondam de forma justa e efetiva às mudanças climáticas.

O discurso de Bates (2002) se alinham com Guillen (2012), que cita a necessidade de identificação dos reais motivos para a migração. A autora analisa o processo migratório que ocorre no Brasil, da região Nordeste em direção à região Sudeste. Apesar de um reconhecido processo migratório avaliado a partir da década de 1930 motivado por secas, o processo



migratório se tornou um elemento cultural em algumas regiões do Nordeste, mesmo em anos em que não ocorre estiagem. Não podendo estes migrantes serem tratados como refugiados.

Reuveny (2007) argumenta que as pessoas podem se adaptar a problemas ambientais de três formas: [1] permanecendo no local e convivendo com as mudanças, [2] permanecendo no local e mitigando os efeitos das mudanças e [3] deixando as áreas afetadas.

2.8 O USO DE MODELOS CLIMÁTICOS

A elaboração de modelos preditivos para identificação de caracteres ambientais é um instrumento já disseminado na Ecologia, e de uso recorrente. As previsões caracterizadas pelo processo de modelagem são fruto de uma interface entre o conhecimento teórico e análises estatísticas que tragam maior solidez aos dados finais (AUSTIN, 2002; DIAZ-NETO; WILBY, 2005)

A modelagem da distribuição de uma espécie é uma rica ferramenta para estudos de conservação. Ao avaliar a distribuição de espécies, pesquisadores podem inferir dados sobre a forma como a espécie respondia a um certo estímulo, buscar entender parte da história ecológica da espécie ou prever as possíveis respostas em um cenário ambiental diferente o registrado atualmente, ou caracterizado com ótimo. A partir do uso de modelagem, utilizando informações oriundas do registro de espécimes em herbário, Hart et al. (2014) puderam identificar a forma como a floração de uma herbácea respondeu a variações de temperatura durante o século XX. Utilizando recursos semelhantes, Davis et al. (2012) identificaram a variação na distribuição de uma espécie nativa de café, no leste da África, registrando os riscos a que a espécie corre devido à redução de áreas que permitam seu estabelecimento e crescimento.

Para compreender como está a dinâmica de uma espécie, pesquisadores tem utilizado modelos, os quais devem passar por etapas de construção que levem, a partir do conhecimento da fundamentação teórica e do objetivo do pesquisador responsável pelo desenvolvimento, a um desenho do ambiente modelado o mais próximo possível da realidade. A necessidade de manter o modelo mais próximo da realidade e aplicável em outros ambientes a fim de que se obtenha um resultado significativo é tratado por Rykiel (1996) ao relacionar a necessidade de um processo de validação de cada modelo desenhado, de acordo com os objetivos a que esse modelo se propõe. O autor cita uma série de métodos que, aplicados de maneira generalista,



permitem ao pesquisador ter a certeza que o modelo ou cenário desenhado está realmente representando a realidade.

Apesar da estruturação estatística comum a uma modelagem, a representação que se busca a partir da elaboração de cenários não necessariamente está presa a uma construção matemática. Uma série de representações da realidade podem ser visualizados e utilizados de forma semelhante a um modelo estatisticamente estruturado, podendo inclusive ser utilizados como uma metodologia de análise de elementos cuja concepção de modelagem pode ser difícil de conceber a exemplo do comportamento humano. Izac Azimov, reconhecido autor de ficção científica, trata em sua trilogia clássica “A Fundação” sobre a dificuldade de modelar e prever a forma como os seres humanos podem se comportar diante de eventos que possam afetar grandes populações.

O IPCC trabalha com a construção de modelos que permitem a identificação da influência das mudanças climáticas na estrutura física e biológica no planeta até o final do século XX. Os modelos desenvolvidos pelo IPCC se baseiam na relação entre variáveis bioclimáticas e características físicas que podem ser mensuradas e tem seu comportamento conhecido, permitindo previsões e extrapolações. O processo construção dos modelos inicia no estabelecimento de cenários globais teóricos que tem como base o nível de forçamento radioativo, e consequente resposta do meio natural a este forçamento. Nakicenovic et al. (2000) caracteriza cenários como imagens alternativas de como o futuro pode se desenrolar. Eles são uma ferramenta apropriada com a qual analisar como as forças motrizes podem influenciar os futuros resultados das emissões e avaliar as incertezas associadas. O IPCC desenvolveu grupos de cenários que estabelecem relações das mais diversas entre o meio ambiente físico e o comportamento social de sociedade por todo o planeta, considerando inclusive características sociais, econômicas e industriais, na busca por representações mais acuradas das respostas do ambiente às forças antropogênicas causadoras das mudanças climáticas globais.

O desenvolvimento de cenários pelos grupos de trabalho do IPCC foi feito a partir de previsões para o forçamento radioativo e consequente elevação da temperatura do globo causada pela emissão de gases do efeito estufa. A idealização de cenários que levam em consideração uma série de dados ambientais, físicos e de emissões de gases do efeito estufa permitiu ao IPCC a construção de quatro grandes cenários que trazem projeções sobre as respostas do ambiente em situações diferentes ao tratar de forçamento radioativo relacionada ao efeito estufa. Estes cenários foram denominados de Caminhos de Concentração Representativos - Representative Concentrations Pathway (RCP).



Os RCPs formam um conjunto de concentrações de gases de efeito estufa e vias de emissão projetadas para apoiar a pesquisa sobre impactos e possíveis respostas políticas às mudanças climáticas elaboradas a partir do Quinto relatório de Avaliação do IPCC, no ano de 2013. De acordo com Moss et al. (2010), o uso dos RCP proporcionará uma estrutura para modelagem nas próximas etapas da pesquisa baseada em cenários. Inicialmente o IPCC desenhou quatro RCP que buscam caracterizar as possibilidades de emissão de gases do efeito estufa para o século XXI, os RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5. Os RCP representam o forçamento radioativo esperado para cada situação e são expressos em Watts por metro quadrado.

A divisão dos RCP em quatro situações distintas considerou diferentes níveis de liberação de gases do efeito estufa e consequente elevação da temperatura, permitindo análises da influência das concentrações localmente e em diferentes períodos de tempo. As indicações dos RCP variam de acordo com as concentrações de gases esperados para o século XXI, de um modelo com previsões mais otimistas até um de concentração mais pessimista, de acordo com o exposto a seguir.

RCP2.6: O modelo considera a redução das emissões de gases do efeito estufa em todo o planeta, com ênfase na redução de emissão dos grandes países poluidores, como os Estados Unidos da América e a China. No modelo esperava-se que até o ano de 2020 a temperatura do globo não atinja uma elevação de 2 °C em comparação a temperatura do planeta no período pré-revolução industrial. A comunidade internacional esperava alcançar o objetivo de não ultrapassar os 2 °C, principalmente após a assinatura do Acordo do Clima de Paris em 2015, tendo como signatários e grandes apoiadores, os governos dos Estados Unidos da América e a China.

RCP4.5 e RCP6.0: Estes modelos são considerados mais conservadores, principalmente após a mudança de governo dos Estados Unidos da América, quando houve a posse do Presidente Donald Trump, que retirou o país da lista de países signatários em detrimento do crescimento econômico, segundo ele prejudicado pelos termos do acordo. Os dois modelos consideram uma elevação gradual na temperatura do globo acima do limiar de 2 °C, contudo observando ações governamentais a médio prazo que reduzam a emissão de gases do efeito estufa.

RCP8.5: Este cenário considera uma elevação do forçamento radioativo do globo de até 4 vezes os valores esperados no cenário RCP2.6. Para este cenário espera-se um crescimento constante na emissão de gases do efeito estufa e consequente elevação da temperatura do globo. Este é o cenário mais pessimista.



A utilização destes cenários para análises pontuais sobre respostas de elementos às mudanças climáticas é feita a partir da relação entre as temperaturas do globo, as características bioclimáticas de cada região do globo, associadas a características específicas do que se deseja avaliar. A modelagem relaciona as características fisiológicas das espécies, e consequente capacidade adaptativa, com as características bioclimáticas características de cada um dos cenários. A Tabela 1 relaciona as variáveis ambientais avaliados no processo de construção de modelos preditivos, e disponibilizados pelo IPCC no banco de dados climáticos chamado BIOCLIM (disponível no site www.bioclim.org).

Tabela 1: Variáveis bioclimáticas utilizadas para construção de modelos climáticos. Disponíveis em www.bioclim.org

Código	Variáveis ambientais	Unidade
Bio1	Temperatura anual média	°C
Bio2	Amplitude diurna média (Média de mensal (temperatura máxima de temp-min)	°C
Bio3	Isotermalidade (Bio2/Bio7) (X100)	-
Bio4	Sazonalidade de temperatura (Desvio padrão x 100)	C of V
Bio5	Temperatura máxima do mês mais quente	°C
Bio6	Temperatura mínima do mês mais frio	°C
Bio7	Amplitude de temperatura anual (Bio5-Bio6)	°C
Bio8	Temperatura média do trimestre mais úmido	°C
Bio9	Temperatura média do trimestre mais seco	°C
Bio10	Temperatura média do trimestre mais quente	°C
Bio11	Temperatura média do trimestre mais frio	°C
Bio12	Precipitação anual	mm
Bio13	Precipitação do mês mais úmido	mm
Bio14	Precipitação do mês mais seco	mm
Bio15	Sazonalidade de precipitação (Coeficiente de Variação)	
Bio16	Precipitação do trimestre mais úmido	mm
Bio17	Precipitação do trimestre mais seco	mm
Bio18	Precipitação do trimestre mais quente	mm
Bio19	Precipitação do trimestre mais frio	mm



O uso destes cenários já vem sendo amplamente utilizado em trabalhos que buscam a modelagem da distribuição de espécies vegetais, tais como registrado nos trabalhos de Davis et al. (2012) que utiliza a modelagem a fim de prever a distribuição de *Cofea arabica* no Norte da África e Qin et al. (2017) que modela a distribuição potencial de *Thuja sutchuenensis*, uma conífera chinesa ameaçada de extinção. Ambos os autores utilizam como plano de fundo a possibilidade de influência negativa dos efeitos das mudanças climáticas sobre a distribuição das espécies.

2.9 VULNERABILIDADE AMBIENTAL E PROCESSOS DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO

Krol e Bronstert (2007) argumentam que a vulnerabilidade característica de regiões semiáridas é causada pelas fortes restrições no uso de recursos naturais, pela disponibilidade limitada à recursos hídricos e ainda a alta densidade populacional fortemente dependente destes recursos, e com poucas opções para redução desta dependência.

A possibilidade de aumento do número de eventos climáticos extremos (NOBRE et al., 2009; SMIT; PILIFOSOVA, 2003) traz para primeiro plano o problema da vulnerabilidade de ecossistemas e da população humana. Torres et al. (2012) registraram na região Nordeste do Brasil um elevado Índice de Vulnerabilidade Sócioclimática (SCVI) do país. Este é um apontador que considera as características climáticas locais associadas a densidade demográfica e Índice de Desenvolvimento Humano, entretanto, o SCVI não relaciona as características culturais das regiões que podem ser afetadas por mudanças climáticas, o que ganha importância quando se verifica que a vulnerabilidade é um fenômeno social construído e influenciado por dinâmicas institucionais, econômicas e produto de fatores da política socioeconômica vigente no local (MUSTAFA, 1998). McLeman e Smith (2006) tratam a vulnerabilidade como um fator particular de grupos humanos, com dinamismo, variando em espaço, tempo e de sistema para sistema.

Darela Filho et al. (2016) atualizaram o Índice de Vulnerabilidade Sócioclimática utilizando os dados obtidos no AR5 do IPCC (Fifth Assessment Report - Quinto Relatório de Avaliação), registrando que os maiores índices de vulnerabilidade sócioclimática estavam localizados nas regiões metropolitanas da região Sudeste. Adger (2006) relata que a pesquisa sobre vulnerabilidade e a pesquisa sobre resiliência tem elementos de interesse comum, como



o estresse experimentado pelos sistemas socioecológicos, as respostas dos sistemas e a sua capacidade adaptativa.

Cyrulnik (2009) relata que populações humanas submetidas a pressões ambientais que possam ser prejudiciais a sua sobrevivência, desenvolvem comportamentos que reduzem efeitos nocivos que as pressões possam ter sobre sua biologia, o que ele chama de resiliência ao ambiente. O autor utiliza o conceito de resiliência para explicar a construção adaptativa do comportamento humano, que tem por finalidade minimizar efeitos negativos do ambiente no bem-estar psicológico dos indivíduos. Em ecologia, resiliência é caracterizada como uma situação em que um sistema retorna a um estado inicial após uma perturbação (PETERSON et al., 1998). O termo resiliência social foi cunhado para designar a capacidade de promover, realizar e manter relações positivas, e de suportar e se recuperar de pressões de vida e isolamento social (CACIOPPO et al., 2011). A resiliência pode ser socialmente diferenciada entre grupos e dentro de grupos, entre os indivíduos (OBRIST et al., 2010).

Acerca deste processo adaptativo, Adger et al. (2003) argumentam que a questão chave a ser estudada é a identificação do sucesso das adaptações nos países em desenvolvimento, onde há maior risco e vulnerabilidade física do meio. A previsibilidade de eventos atmosféricos nesta perspectiva, serviria como ferramenta para planejar e minimizar danos provocados por mudanças climáticas e fenômenos naturais (BERKES; JOLLY, 2002). Yohe e Tol (2002) incluem o fato de que sociedades mais igualitárias parecem ser menos favoráveis a se tornarem vítimas de desastres naturais do que pessoas em uma sociedade com grandes desigualdades sociais.

O reconhecimento da influência da cultura no processo adaptativo já vem sendo discutido e utilizado em âmbitos variados (MARSHALL; MARSHALL, 2007; OBRIST et al., 2010; SUTTON; TOBIN, 2012), e o conhecimento oriundo destes trabalhos mostra o potencial positivo da inclusão do capital humano no contexto da adaptação as mudanças climáticas, contudo, os estudos têm foco principalmente em regiões costeiras.

A maioria das tentativas em integrar adaptação dentro dos modelos de mudança climática assumem uma relação de causa-efeito entre o ambiente e as respostas sociais (ADGER et al., 2012), o que leva a falhas em modelos de impacto com grupos diferentes respondendo de forma diversa aos mesmos tipos de exposição.

Obrist et al. (2010) tratam a resiliência social como uma estrutura de multicamadas, com representações estruturadas em ameaças e respostas de nível internacional, intermediário e doméstico. Os autores ainda citam que a resiliência deve ser examinada com referência nas



ameaças e competências desenvolvidas para lidar com cada ameaça. Como forma de incrementar o processo de resiliência, o planejamento de ações de mitigação é citado como uma iniciativa com grande potencial de reduzir a vulnerabilidade e possibilidade de implementação de oportunidades associadas as mudanças climáticas (SMIT; PILIFOSOVA, 2003). O planejamento deve ser parte fundamental do processo de desenvolvimento de opções para a adaptação, juntamente com avaliação e escolha do melhor rumo a tomar para mitigação dos efeitos das mudanças climática (MOSER; EKSTROM, 2010).

Folke et al. (2002) mostram que sistemas socioecológicos com altos níveis de resiliência tem potencial para o desenvolvimento sustentável por responder e delinear as mudanças de maneira que não acarrete perda de opções futuras. De acordo com Nobre et al. (2009), a avaliação da maneira como as populações lidam com a variabilidade climática é uma boa forma de mensurar a capacidade adaptativa. Adger et al. (2012) ainda registram que a perspectiva cultural ajuda a explicar as diferenças em respostas entre populações expostas ao mesmo risco ambiental. A análise da estruturação social e simbólica, dentro do âmbito das mudanças climáticas, aparece então como item passível de modificar os modelos de gestão ambiental para adaptação de comunidades.

De acordo com Folhes e Donald (2007), a pessoa que vive no semiárido desenvolve estratégias baseadas no seu conhecimento empírico, acumulado ao longo de gerações, para minimizar o risco de perdas na produção dos meios de sobrevivência, a partir da observação de elementos que compõem os ambientes físicos, e que são percebidos de forma diferente por observadores distintos (COELHO et al., 2004; ARÉVALO-MARÍN et al., 2015). Dentre estas estratégias se destaca o comportamento preditivo já identificado em trabalhos realizados em regiões do semiárido paraibano, construído a partir da observação da natureza (ABRANTES et al., 2011; ARAÚJO et al., 2005), presentes na cultura local e de valor reconhecido para lidar com as mudanças necessárias, estruturadas em políticas que aliam a base científica à base socioeconômica das populações humanas (STIGTER et al., 2005).

O conhecimento construído a partir do contato com o ambiente, aqui tratado como conhecimento ecológico tradicional (CET) vem sendo cada vez mais utilizado para entender os efeitos das mudanças climáticas (BERKES, 2001; CRUIKSHANK, 2005; GREEN; RAYGORODETSKY, 2010; TURNER; CLIFTON, 2009; VEDWAN, 2006; BARBOSA et al., 2020; LIMA et al., 2023). O CET relacionado aos padrões fenológicos, indicadores de estações e outros conhecimentos locais relacionados à compreensão das variações ambientais, assim como a previsão destas, são um sofisticado campo de observações criados a partir de



muitos anos (LANTZ; TURNER, 2003; NABHAN, 2010). Há atualmente um crescimento no reconhecimento do papel que populações indígenas devem ter nos esforços internacionais sobre as mudanças climáticas, como observadores e mitigadores (SALICK; BYG, 2007).

O Departamento de Desenvolvimento Internacional do Reino Unido (DfID) delineou cinco itens de sobrevivência de comunidade como cruciais na construção da resiliência: o capital humano, o capital social, o capital natural, o capital físico e o capital financeiro. Essas informações precisam de um caráter cultural, como registrado por Adger et al. (2012) ao registrar que a cultura, na avaliação as dimensões das respostas adaptativas, tem um local central no processo adaptativo.

O capital humano é definido pelas habilidades, conhecimentos, capacidade de trabalho e saúde que, juntos, permitem às pessoas a buscar diferentes estratégias de subsistência e alcançar seus objetivos de subsistência (DFID, 1999). Ao tratar sobre o capital humano, Marshall e Marshall (2007) registraram que a habilidade de planejar, aprender e se reorganizar foi importante para determinar a resiliência de um grupo humano a mudanças na estrutura política, porém, ainda há lacunas sobre a maneira como essas habilidades são construídas e disseminadas.

Uma introdução acerca do capital humano necessariamente traz à tona uma necessidade de entendimento dos processos de dotação de capitais que se relacionam com a vulnerabilidade e capacidade adaptativa de uma comunidade qualquer. Neste caso, tratando sobre a adaptação do processo de subsistência local. Neste contexto, o processo adaptativo é caracterizado pelo DFIF (1999) a partir de um pentagrama, com cada um dos cinco vértices representando os capitais humano, físico, financeiro, natural e social.

A definição de capital físico utilizada pelo DFID (1999) tem como base a infraestrutura básica e de produção de bens de serviço necessárias para dar suporte a subsistência de um local. Serrat (2017) complementam a definição inserindo a presença de elementos como transporte, estradas, veículos, abrigos e edifícios, abastecimento de água e saneamento, energia, comunicações, ferramentas e tecnologia dentro do ambiente em que um processo adaptativo está se desenvolvendo.

O aporte de capital financeiro é outro fator que foi inserido nesta dotação de características. Definido pelo DFID (1999) como os recursos financeiros que as pessoas utilizam para alcançar seus objetivos de subsistência, buscamos aqui um registro do fluxo de dinheiro em uma comunidade, contudo, buscando uma identificação das diversas maneiras como a entrada e saída de aporte financeiro pode acontecer em um ambiente, principalmente



quando há um algum evento causando depleção de capital financeiro de uma localidade, e que a força a utilizar meios diversos de buscar uma estrutura de subsistência local.

Dentro deste contexto, o capital natural, aqui definido por Constanza e Daly (1992) como o estoque de serviços ambientais que mantém um fluxo sustentável, se caracteriza como uma das opções que podem interferir em um processo de perda de capital financeiro. A definição dos autores se assemelha bastante a definição do DFID (1999), que identifica capital natural como o estoque de recursos naturais a partir do qual os fluxos de recursos e os serviços úteis para os meios de subsistência são derivados.

Visto que a subsistência está relacionada a uma comunidade, apesar da possibilidade de variação do tamanho, é preciso também entender a maneira como as relações entre os indivíduos dessa comunidade foram estabelecidas e como se mantem no decorrer do tempo. Seguindo por este viés, Aldrich e Meyer (2015) trazem uma série de definições de capital social, o caracterizando como uma força que é originada a partir de indivíduos, que fortalece a entidade comunidade. A definição dos autores está de acordo com o DFID (1999), que identifica o Capital Social como relações que passam por conexões entre pessoas, que podem estar associadas em grupos com relações de confiança, reciprocidade e trocas.

O uso direcionado do capital humano está no cerne do processo de adaptação das comunidades rurais frente as mudanças climáticas. Contudo, este processo de adaptação, para que se torne mais eficiente a longo prazo, deve ser associado a intervenções governamentais direcionadas as necessidades específicas de cada região. Além disso, se faz necessário uma observação conjunta dos aportes de capital que possa levar a identificação da influência das forças externas em cada um dos capitais e no processo de subsistência como um todo, e consequentemente no processo de adaptação a eventos capazes de afetar o ambiente.

Como forma de levar a organizações dos aportes externos e internos de uma comunidade, se faz necessário que os indivíduos desenvolvam interações harmônicas entre si. Para isso, em comunidades humanas, é comum avaliar o papel de lideranças políticas que agem como amálgama para estruturas sociais locais, buscando a mitigação de qualquer efeito nocivo a entidade que nasce com o estabelecimento do agrupamento humano.

2.10 O PAPEL DOS TOMADORES DE DECISÃO NO PROCESSO DE MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS



Além das estratégias desenvolvidas por comunidades para mitigar os efeitos das mudanças climáticas, é necessário que a ação governamental, como principais tomadores de decisão e influenciados de políticas públicas, seja atuante no processo de mitigação e busca por adaptação de comunidades de diferentes tamanhos. Em uma perspectiva política, os tomadores de decisão estão interessados em identificar e incentivar características de uma comunidade/sociedade que aumentem sua capacidade adaptativa.

Coelho (2004) demonstra bem como o conhecimento da estrutura física do ambiente, associado ao reconhecimento das necessidades e riscos a que cada ambiente está exposto podem servir como base teórica para ações governamentais capazes de reduzir ou até anular os danos causados por eventos climáticos pontuais, como inundações. Assumimos que tal utilização pode ser aumentada e ganhar representatividade para situações em que há conhecimento sobre eventos de maior abrangência e duração.

3 METODOLOGIA

Neste estudo, seguimos uma abordagem metodológica que envolveu uma revisão abrangente da literatura científica relacionada ao assunto. O principal propósito foi estabelecer um embasamento teórico consistente para a elaboração deste artigo. A pesquisa incluiu uma ampla busca por materiais relevantes à temática em questão. Durante esse processo, identificamos e selecionamos estudos que ofereceram contribuições significativas para o entendimento do assunto. Essa metodologia proporcionou uma sólida base de informações para esta pesquisa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação de líderes comunitários ou governantes capazes de lidar com o tema de uma forma a trazer à uma discussão social a necessidade de igualar, em questão de necessidades, as características de cada região afetada pelas mudanças climáticas, e associar estas prioridades à um plano nacional ou internacional de financiamentos públicos e privados pode ser o primeiro passo para mitigação real dos efeitos de mudanças climáticas.

Algumas ações de políticas públicas que podem ser adotadas para mitigar esses efeitos são adoções de práticas agrícolas sustentáveis, agroflorestas e sistemas de cultivo mais resilientes ao clima, investimento em infraestrutura de armazenamento de água, diversificação



econômica, preservação e restauração de ecossistemas, reduzir a erosão do solo, proteger a biodiversidade e aumentar a resiliência das comunidades às mudanças climáticas. Fortalecimento de políticas de adaptação e mitigação das mudanças climáticas, educação e conscientização. Educar as comunidades sobre as mudanças climáticas, seus impactos e como podem se adaptar a eles pode aumentar a resiliência das populações locais e promover a adoção de práticas sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ADGER, W. N.; HUQ, S.; BROWN, K.; CONWAY, D.; HULME, M. Adaptation to climate change in the developing world. **Progress in development studies**, v. 3, n. 3, p. 179-195, 2003.
- ADGER, W. N.; BARNETT, J.; BROWN, K.; MARSHALL, N.; O'BRIEN, K. Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation. **Nature Climate Change**, v. 3, n. 2, p. 112-117, 2012.
- ADGER, W. N. Vulnerability. **Global environmental change**, v. 16, n. 3, p. 268-281, 2006.
- ADGER, W. N.; ARNELL, N. W.; TOMPKINS, E. L. Successful adaptation to climate change across scales. **Global environmental change**, v. 15, n. 2, p. 77-86, 2005.
- ABRANTES, P.M.; SOUSA, R.F.; LUCENA, C.M.; LUCENA, R.F.P.; PEREIRA, D.D. Aviso de Chuva e de Seca na Memória do Povo: O Caso do Cariri Paraibano. **Biofar**, v. 5, n. 2, p. 18-24, 2011.
- ALDRICH, D. P.; MEYER, M. A. Social capital and community resilience. **American Behavioral Scientist**, v. 59, n. 2, p. 254-269, 2015.
- ARAÚJO, H. F. P.; LUCENA, R. F. P.; MOURÃO, J. S. Prenúncio de chuvas pelas aves na percepção de moradores de comunidades rurais no município de Soledade-PB, Brasil. **Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América**, v. 30, n. 12, p. 764-769, 2005.
- ARÉVALO-MARÍN, E.; LIMA, J. R. F.; PALMA, A. R. T.; LUCENA, R. F. P.; CRUZ, D. D. Traditional Knowledge in a Rural Community in the Semi-Arid Region of Brazil: Age and gender patterns and their implications for plant conservation. **Ethnobotany Research and Applications**, v. 14, p. 331-344, 2015. DOI: 10.17348/era.14.0.331-344
- AUSTIN, M. P. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. **Ecological modelling**, v. 157, n. 2, p. 101-118, 2002.
- BARBOSA, E. U. G.; LIMA, J. R. F.; LUCENA, C. M.; CARVALHO, T. K. N.; LINS FILHO, J. A.; NUNES, M. M.; LUCENA, R. F. P. Analysis of a possible impact of preference for plant species in a rural community in the semi-arid region of Brazil. **Revista**



Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 7, n.17, p. 1127-1138, 2020. DOI: 10.21438/rbgas(2020)071706

BATES, D. C. Environmental refugees? Classifying human migrations caused by environmental change. **Population and environment**, v. 23, n. 5, p. 465-477, 2002.

BERKES, F. Adapting to Climate Change: Social-Ecological Resilience in a Canadian Western Arctic Community. **Conservation Ecology**, v. 5, n. 18, 2001.

BERKES, F.; JOLLY, D. Adapting to climate change: social-ecological resilience in a Canadian western Arctic community. **Conservation ecology**, v. 5, n. 2, p. 18, 2002.

BRANDT, M.; RASMUSSEN, K.; PENUELAS, J.; TIAN, F.; SCHURGERS, G.; VERGER, A.; MERTZ, O.; PALMER, J.; FENSHOLT, R. Human population growth offsets climate-driven increase in woody vegetation in sub-Saharan Africa. **Nature ecology & evolution**, v. 1, n. 4, p. 0081, 2017. DOI: 10.1038/s41559-017-0081.

CACIOPPO, J. T.; REIS, H. T.; ZAUTRA, A. J. Social resilience: The value of social fitness with an application to the military. **American Psychologist**, v. 66, n. 1, p. 43, 2011.

CHANG, L. B.; YANDA, P. Z.; NGANA, J. Indigenous knowledge in seasonal rainfall prediction in Tanzania: A case of the South-western Highland of Tanzania. **Journal of Geography and Regional Planning**, v. 3, n. 4, p. 66-72, 2010.

CHIUVITE, T. B. S.; JURÍDICO, **Resumão. Direito ambiental**. São Paulo: Barros Ficher, 2010.

COELHO, C.; VALENTE, S. M.; PINHO, L. D.; CARVALHO, T. M.; FERREIRA, A. D.; FIGUEIREDO, E. M. A percepção social das alterações climáticas e do risco de cheia. In: **Actas do 7º Congresso da Água**. 2004.

COLLINS, M. et al. Long-term climate change: projections, commitments and irreversibility [M/OL]. IPCC. **Climate change**, 2013.

CONFALONIERI, U. E. C. Global Climate Change and Human Health in Brazil. In: **Brazil and Climate Change: Vulnerability, Impacts and Adaptation**. Brasília: CGEE, p. 225-248, 2009.

COSTANZA, R.; DALY, H. E. Natural capital and sustainable development. **Conservation biology**, v. 6, n. 1, p. 37-46, 1992.

CRUIKSHANK, J. 2005. **Do Glaciers Listen? Local Knowledge, Colonial Encounters, and Social Imagination**. UBC Press.

CYRULNIK, B. **Autobiografia de um espantalho. Histórias de resiliência: o retorno à vida**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

DARELA FILHO, J. P.; LAPOLA, D. M.; TORES, 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**, v. 136, n. 3-4, p. 413-425, 2016. DOI: 10.1007/s10584-016-1635-z

DAVIS, A. P.; GOLE, T. W.; BAENA, S.; FOSSO, J. The impact of climate change on indigenous arabica coffee (*Coffea arabica*): predicting future trends and identifying priorities. **PLoS One**, v. 7, n. 11, p. e47981, 2012. DOI: 10.1371/journal.pone.0047981

DFID, U. K. **Sustainable livelihoods guidance sheets**. London: DFID, 1999.

DIAZ-NETO, J.; WILBY, R. L. A comparison of statistical downscaling and climate change factors methods: Impacts on low flows in the river Thames, United Kingdom. **Climatic Change**, v. 69, p. 245-168, 2005.

FINAN, T. J.; NELSON, D. R. Making rain, making roads, making do: public and private adaptations to drought in Ceará, Northeast Brazil. **Climate Research**, v. 19, n. 2, p. 97-108, 2001.

FISCHER, R. A.; TURNER, N. C. Plant productivity in the arid and semiarid zones. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 29, n. 1, p. 277-317, 1978.

FOLHES, M. T.; DONALD, N. Previsões tradicionais de tempo e clima no Ceará: o conhecimento popular à serviço da ciência. **Sociedade & Natureza**, v. 19, n. 2, p. 19-31, 2007.

FOLKE, C.; CARPENTER, S.; ELMQVIST, T.; GUNDERSON, L.; HOLLING, C.; WALKER, B.; BENGTSSON, J.; BERKES, F.; COLDING, J.; DANELL, K.; FALKENMARK, M.; GORDON, L.; KASPERSON, R.; KAUTSKY, N.; KINZIG, A.; MALER, K.; OSTROM, E.; ROCKSTROM, J. Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations. **AMBIO: A journal of the human environment**, v. 31, n. 5, p. 437-440, 2002.

FOLLADOR, M.; VIEZZER, J.; EGLER, M.; BECHER, M.; HACH, L.; PEREIRA, V.; ROCHA, A.; VAZ, C.; VIEIRA, T.; AMONI, M.; HARTZEL, S. Modelling Potential Biophysical Impacts of Climate Change in the Atlantic Forest: Closing the Gap to Identify Vulnerabilities in Brazil. In: **Climate Change Adaptation in Latin America**. Springer, Cham, 2018. p. 33-64. DOI: 10.1007/978-3-319-56946-8_3

GOLINSKI, J. Time, talk, and the weather in eighteenth-century Britain. **Weather, climate, culture**, p. 17-38, 2003.

GREEN, D.; RAYGORODETSKY, G. Indigenous Knowledge of a Changing Climate, **Climatic Change**, 100, p. 239-42. 2010

GUILLEN, I. Seca e migração no Nordeste: Reflexões sobre o processo de banalização de sua dimensão histórica. **Textos para Discussão-TPD**, 2012.

HART, R.; SALICK, J.; RANJITKAR, S.; XU, J. Herbarium specimens show contrasting phenological responses to Himalayan climate. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 111, p. 10615–10619, 2014.



IPCC. Disponível em https://www.ipcc.ch/organization/organization_history.shtml, com acesso em 11 de janeiro de 2017.

KELLEY, C. P.; MOHTADI, S.; BENGALA, M.; SEAGER, R.; KUSHNIR, Y. Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 11, p. 3241-3246, 2015. DOI: 10.1073/pnas.1421533112

KONDRATYEV, K. Y; VAROTSOS, C. Atmospheric greenhouse effect in the context of global climate change. **Il Nuovo Cimento C**, v. 18, n. 2, p. 123-151, 1995.

KROL, M. S.; BRONSTERT, A. Regional integrated modelling of climate change impacts on natural resources and resource usage in semi-arid Northeast Brazil. **Environmental Modelling & Software**, v. 22, n. 2, p. 259-268, 2007.

LANTZ, T. C.; TURNER, N. J. Traditional phenological knowledge of Aboriginal peoples in British Columbia. **Journal of Ethnobiology**, 23, p. 263–286, 2003.

LASHOF, D. A.; AHUJA, D. R. Relative contributions of greenhouse gas emissions to global warming. **Nature**, v. 344, n. 6266, p. 529-531, 1990.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JR., T. E. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 701-706, 2005. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2005.00703.x

LEMOS, M. C.; FINAN, T. J.; FOX, R. W.; NELSON, D. R.; TUCKER, J. The use of seasonal climate forecasting in policymaking: lessons from Northeast Brazil. **Climatic Change**, v. 55, n. 4, p. 479-507, 2002. DOI: 10.1023/A%3A1020785826029

LIMA, J. R.; CARVALHO, T. K.; SOUZA, R. S.; HART, R.; BUSSMANN, R. W.; MAGALHÃES, H. F.; OLIVEIRA, R. C. S.; LUCENA, R. F. P. L. Can the traditional use of native plant species in rural communities in the Brazilian semi-arid region be affected by global warming? **Ethnobiology and Conservation**, v. 12, n. 11, 2023. DOI: 10.15451/ec2023-06-12.11-1-21

LOPES, I.; SANTOS, S. M.; LEAL, B. G.; MELO, J. M. M. Variação do índice de aridez e tendência climática à desertificação para a região semiárida do nordeste brasileiro (Variation of aridity index and climatic trend to desertification for the semi-arid region of the Brazilian Northeast). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 4, p. 1014-1026, 2017. DOI: 10.26848/rbgf.v10.4.p1014-1026

MANCAL, A.; LIMA, P. V. P. S.; KHAN, A. S.; MAYORGA, M. I. O. À espera da seca que vem: capacidade adaptativa em comunidades rurais do semiárido. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 33, n. 2, p. 257-281, 2016. DOI: 10.20947/S0102-30982016a0012



- MARENCO, J. A. **Vulnerability, impacts and adaptation (VIA) to climate change in the semi-arid region of Brazil. In: Brazil and Climate Change: Vulnerability, Impacts and Adaptation.** Brasília: CGEE, p. 225-248, 2009.
- MARSHALL, N.; MARSHALL, P. Using social resilience and resource dependency to increase the effectiveness of marine conservation initiatives in Salum, Egypt. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 52, n. 7, p. 901-918, 2007.
- MCLEMAN, R.; SMIT, B. Vulnerability to climate change hazards and risks: crop and flood insurance. **The Canadian Geographer/Le Géographe canadien**, v. 50, n. 2, p. 217-226, 2006.
- MEINSHAUSEN, M.; MEINSHAUSEN, N.; HARE, W.; RAPPER, S. C. B.; FRIELER, K.; KNOTTI, R.; QUADRO, D. J.; ALLEN, M. R. Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 C. **Nature**, v. 458, n. 7242, p. 1158-1162, 2009. DOI: 10.1038/nature08017
- MOSER, S. C.; EKSTROM, J. A. A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 51, p. 22026-22031, 2010.
- MOSS, R. H.; EDMONDS, J. A.; HIBBARD, K. A.; MANNING, M. R.; ROSA, S. K.; van VUUREN, D. P.; CARTER, T. R.; EMORI, S.; KAINUMA, M. KRAM, T.; MEEHL, G. A.; MITCHELL, J. F. B.; NAKICENOVIC, N.; RIAHI, K.; SMITH, S. J.; STUFFER, R. J.; THOMSON, A. M.; WEYANT, J. P.; WILBANKS, T. J. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. **Nature**, v. 463, n. 7282, p. 747-756, 2010. DOI: 10.1038/nature08823
- MUGERWA, S.; BYENKYA, S.; ZZIWA, E. Utilisation of weather forecast information, herd and feed resources management strategies by pastoral and agro-pastoral communities in response to drought. **Journal of Biodiversity and Environmental Sciences**, v. 4, p. 109-115, 2014.
- MUSTAFA, D. Structural Causes of Vulnerability to Flood Hazard in Pakistan. **Economic Geography**, v. 74, n. 3, p. 289-305, 1998.
- MYERS, N. Environmental refugees. **Population and environment**, v. 19, n. 2, p. 167-182, 1997.
- NABHAN, G. P. 2010. Ethnophenology and Climate Change. **Journal of Ethnobiology**, 30: p. 1-4.
- NAKICENOVIC, N. et al. **IPCC special report on emissions scenarios**, 599 pp. Univ. Press Cambridge, 2000.
- NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Scenarios for climate change for South America for the end of the 21st century. In: **Brazil and Climate Change: Vulnerability, Impacts and Adaptation.** Brasília: CGEE, p. 225-248, 2009.



OBRIST, B.; PFEIFFER, C.; HENLEY, R. Multi-layered social resilience a new approach in mitigation research. **Progress in Development Studies**, v. 10, n. 4, p. 283-293, 2010.

PENNESI, K. Improving forecast communication: linguistic and cultural considerations. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 88, n. 7, p. 1033-1044, 2007.

PETERSON, G.; ALLEN, C. R.; HOLLING, C. S. Ecological resilience, biodiversity, and scale. **Ecosystems**, v. 1, n. 1, p. 6-18, 1998.

QIN, A., LIU, B.; QUANSHUIGUO; BUSSMANN, R. W.; MA, F.; JIAN, Z.; XU, G.; PEI, S. X. Maxent modeling for predicting impacts of climate change on the potential distribution of *Thuja sutchuenensis* Franch., an extremely endangered conifer from southwestern China. **Global Ecology and Conservation**, v. 10, p. 139-146, 2017. DOI: 10.1016/j.gecco.2017.02.004

RAGAB, R.; PRUDHOMME, C. Sw—soil and Water: climate change and water resources management in arid and semi-arid regions: prospective and challenges for the 21st century. **Biosystems Engineering**, v. 81, n. 1, p. 3-34, 2002.

RAVAL, A; RAMANATHAN, V. Observational determination of the greenhouse effect. **Nature**, v. 342, n. 6251, p. 758, 1989.

REUVENY, R. Climate change-induced migration and violent conflict. **Political geography**, v. 26, n. 6, p. 656-673, 2007.

SALICK, J.; BYG, A. (eds.). **Indigenous Peoples and Climate Change**. Tyndall Centre for Climate Change Research, Oxford. 2007

SCHUUR, E. A. G.; MCGUIRE, A. D.; SCADEL, C.; GROSSE, G.; HARDEN, J. W.; HAYES, D. J.; HUGELIUS, G.; KOVEN, C. D.; KUHRY, P.; LOURENÇO, D. M.; NATALI, S. M.; OLEFELDT, D.; ROMANOVSKY, V. E.; SCHAEFER, K.; TURETSKY, Sr. TRATAR, C. C.; VONK, J. E. Climate change and the permafrost carbon feedback. **Nature**, v. 520, n. 7546, p. 171-179, 2015. DOI: 10.1038/nature14338

SENEVIRATNE, S. I. et al. Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation** Field, C. B. et al. (eds.) A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 109-230. 2012.

SERRAT, O. The Sustainable Livelihoods Approach. In: **Knowledge Solutions**. Springer, Singapore. 2017.

SIQUEIRA, M. I. Considerações sobre ordem em colônias: as legislações na exploração do pau-brasil. **CLIO: Revista de Pesquisa Histórica**, v. 1, n. 29.1, 2011.



- SIVAKUMAR, M. V. K.; DAS, H. P.; BRUNINI, O. Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics. **Climatic Change**, v. 70, n. 1-2, p. 31-72, 2005.
- SMIT, B.; PILIFOSOVA, O. Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. *Sustainable Development*, v. 8, n. 9, p. 9, 2003.
- SMITHERS, J.; SMIT, B. Human adaptation to climatic variability and change. **Global Environmental Change**, v. 7, n. 2, p. 129-146, 1997.
- STIGTER, C. J.; DAWWEI, Z.; ONYEWOTU, L. O. Z.; XURONG, M. Using traditional methods and indigenous technologies for coping with climate variability. **Climatic Change**, v. 70, n. 1-2, p. 255-271, 2005. DOI: 10.1007/s10584-005-5949-5
- SUTTON, S. G.; TOBIN, R. C. Social resilience and commercial fishers' responses to management changes in the Great Barrier Reef Marine Park. **Ecology and Society**, v. 17, p. 1-10, 2012.
- SZRETER, S.; WOOLCOCK, M. Health by association? Social capital, social theory, and the political economy of public health. **International Journal of Epidemiology**, v. 33, n. 4, p. 650-667, 2004.
- TORRES, R. R.; LAPOLA, D. M.; MARENCO, J. A.; LOMBARDO, M. A. Socio-climatic hotspots in Brazil. **Climatic change**, v. 115, n. 3-4, p. 597-609, 2012. DOI: 10.1007/s10584-012-0461-1
- TURNER, N. J.; CLIFTON, H. 2009. It's so different today'': Climate change and indigenous lifeways in British Columbia, Canada. **Global Environmental Change**, 19, p. 180–190.
- VEDWAN, N. 2006. Culture, Climate and the Environment: Local Knowledge and Perception of Climate Change among Apple Growers in Northwestern India. **Journal of Ecological Anthropology**, 10.1, p. 4-18.
- WOLF, J.; ADGER, W. N.; LORENZONI, I.; ABRAHAMSON, V.; RAINE, R. Social capital, individual responses to heat waves and climate change adaptation: An empirical study of two UK cities. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 1, p. 44-52, 2010. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2009.09.004
- YOHE, G.; TOL, R. S. J. Indicators for social and economic coping capacity—moving toward a working definition of adaptive capacity. **Global Environmental Change**, v. 12, n. 1, p. 25-40, 2002.