



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO**  
**E MEIO AMBIENTE - DOUTORADO**

**O capital humano no processo de adaptação às variações climáticas no  
semiárido paraibano**

José Ribamar de Farias Lima

João Pessoa

Fevereiro de 2018

## **O capital humano no processo de adaptação a variações climáticas no semiárido paraibano**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, a ser apreciado por banca avaliadora composta pelos Professores Denise Dias Cruz, Josicleda Domiciano Galvínio, Bartolomeu Israel Souza, Joel da Silva avaliadores convidados, e ao Professores Reinaldo Farias Paiva de Lucena, orientador do trabalho e o Professor Rainer Willi Bussmann, coorientador do trabalho.

José Ribamar de Farias Lima

João Pessoa

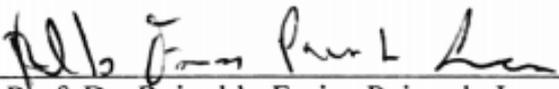
Fevereiro de 2018

# O CAPITAL HUMANO NO PROCESSO DE ADAPTAÇÃO A VARIAÇÕES CLIMÁTICAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

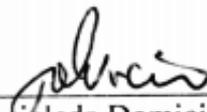
**José Ribamar de Farias Lima**

Tese de Doutorado avaliada pela banca examinadora composta pelos Professores

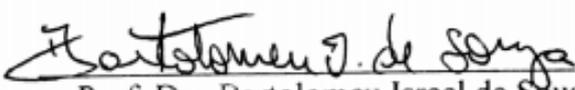
Orientador:

  
Prof. Dr. Reinaldo Farias Paiva de Lucena  
Presidente/Orientador

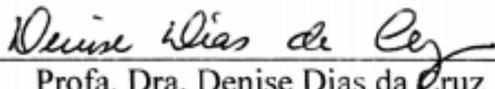
Examinadores:

  
Profa. Dra. Josicleda Domiciana Galvêncio  
Avaliador interno em REDE

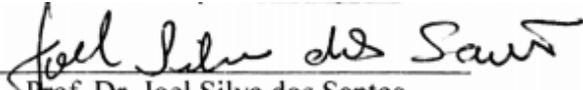
Examinadores:

  
Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Sousa  
Avaliador interno

Examinadores:

  
Profa. Dra. Denise Dias da Cruz  
Avaliador externo

Examinadores:

  
Prof. Dr. Joel Silva dos Santos  
Avaliador externo

Data de aprovação: 23 de fevereiro de 2018

João Pessoa

L732c Lima, Jose Ribamar de Farias.

O capital humano no processo de adaptação às variações climáticas no semiárido paraibano / Jose Ribamar de Farias Lima. - João Pessoa, 2018.

128 f. : il.

Orientação: Reinaldo Farias Paiva de Lucena.

Coorientação: Rainer Willi Bussmann.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN.

1. Vulnerabilidade. 2. MAXENT. 3. Subsistência sustentável. I. Lucena, Reinaldo Farias Paiva de. II. Bussmann, Rainer Willi. III. Título.

UFPB/BC

**Dedico ao estudante de doutorado da USP que sucumbiu ao que deveria ser seu sonho. Que sua partida sirva de alicerce para que nenhum outro passe pelo que você passou.**

## **Agradecimentos**

Não há uma maneira de iniciar esta página de agradecimentos sem buscar pela pessoa que fez com que esse trabalho se tornasse concreto, e que me fez caminhar por caminhos dos quais serei grato por toda a vida, e com quem pude estabelecer uma relação que foi além da esperada entre um orientador e orientado. Reinaldo, meus mais sinceros agradecimentos por tudo que foi construído nos últimos sete anos, e já agradeço antecipadamente pelo que poderemos construir nos anos vindouros.

Agradeço também a minha família, e aqui a minha mãe que sempre esteve presente, de sua forma, em cada um dos passos que eu tomei na carreira acadêmica, mesmo quando não concordava com tudo.

Tratar de agradecimentos a família e não falar do meu namorado Emanuel seria hoje algo impossível. A ele agradeço pela companhia em todos os momentos, desde a escrita do projeto até aos estágios finais da escrita deste trabalho. Esse agradecimento se estende a alguém que pode não entender o quanto me ajudou, principalmente em situações de estresse, o meu cachorro, mais que humanizado, Aufredo. Agradeço também a família que ganhei nos últimos anos, principalmente a Socorro e Karla, mais que família, se tornaram amigas.

Ao agradecer aos amigos que me acompanham nesses anos, é impossível deixar de citar os companheiros que me acompanham desde a entrada na universidade, em 2006, principalmente a Uirá, Allysson, Magna, Aninha, Mariana e Dani. Pessoas que em encontros anuais ou em conversas que se prolongam por horas, viveram comigo todas as emoções possíveis de se viver em um doutorado, muitas das quais compartilhei com estas pessoas pois vivíamos as mesmas angústias e tivemos a chance de viver as mesmas felicidades. Uirá, All e Mariana, vocês se tornaram meus exemplos de pesquisadores, não apenas pelos livros e artigos de vocês (sim Uirá, não poderia aqui deixar de tornar eterno meu orgulho pelo teu trabalho da Nature), mas pela maneira como os pensamentos de cientistas tão díspares podem convergir para um pensamento tão uníssono.

Ao tratar das alegrias que o doutorado me trouxe, não posso deixar de agradecer a todos os envolvidos na parte do meu aprendizado que construí longe de casa, no PDSE realizado no Missouri Botanical Garden. Inicio aqui agradecendo ao meu coorientador, Rainer Bussmann, que me ajudou a ver o mundo e a ciência de uma forma que eu

realmente necessitava para seguir uma carreira de cientista. Aqui gostaria de incluir o Dr. Robbie Hart, pessoa de coração enorme e que me ajudou a extrair do período que vivi nos EUA o melhor que podia da ciência e das pessoas. Aqui tenho que falar de algumas pessoas extremamente especiais que hoje tem parte do meu coração guardado com eles nos EUA. Meu grande amigo, Erik Feltz, que me recepcionou no aeroporto e que foi um fiel parceiro em todas as aventuras que pude viver em outro país. Minha amiga Jessie Griffard, pessoa que tem sorriso mais encantador que já vi, com um brilho capaz de preencher o coração de qualquer um. Alba Arbelaez, mi amor, o melhor “good morning” que eu recebia, assim como o melhor abraço, e que me ajudou a compreender o quão pequeno é o mundo, e também que basta ser competente no que faz para derrubar qualquer muro. Esse aprendizado também pude levar de duas das pessoas mais carinhosas e inteligentes que conheci nesse período, Carito e Serena. Mulheres inteligentes que fizeram a sua própria América, e que me deixavam abismado com a forma como qualquer coisa aparentemente difícil pode ser resolvida com um pouco mais de trabalho. Para finalizar não posso esquecer da linda Mary McNamara, a personificação da gentileza, e que me mostrou que tornar um pouco mais fácil a vida de uma pessoa é algo prazeroso, e que quando vem com um sorriso no rosto faz com que as atitudes valham mais do que qualquer recompensa. Amo todos vocês.

Agradeço aqui a todo o staff do Willian L. Brown Center e Missouri Botanical Garden, por terem me recebido com tanto carinho, por terem me ensinado tanto no período que pude conviver com vocês, e que se despediram de mim dizendo que, como uma borboleta monarca, que migra mas retorna, eu retornaria a minha nova casa, o MBG. Os reencontrarei muito em breve.

Não poderia deixar de agradecer as pessoas que fizeram este trabalho possível de acontecer, inicialmente a minha grande amiga Thamires, confidente e guardiã de muitos momentos que perpassaram pelas mais diversas emoções, por planos e conversas que as viagens a campo nos propiciaram. Também a pessoas como Kamila e Danila, companheiras de campo que pretendo levar para a vida toda. Nessa lista eu devo incluir a querida Camila Lucena, amiga que apesar do contato reduzido nos últimos anos por falta de tempo, esteve presente em todas as etapas da construção deste trabalho, sempre envolvida com bastante carinho.

Não poderia também deixar de falar sobre todos os amigos que construí durante estes últimos quatro anos no curso de Ciências Biológicas a distância. Pessoas que me

encheram de paz em momentos que beiravam o desespero, e me fizeram lembrar qualquer pessoa pode percorrer uma estrada difícil, basta dar o primeiro passo e não se assustar com os espinhos. Aqui gostaria de chamar atenção para Julianna, Dalila, Tiago e Tania, a Laryssa que saiu da EAD mas que continuam comigo, e não posso deixar de mencionar o Professor Rafael, que como coordenador eu respeita e admiro como pessoa.

Agradeço a todos os informantes da comunidade São Francisco, que se mostraram mais do que familiares, mas verdadeiros incentivadores de todas as etapas do trabalho. Vocês fizeram com que este trabalho ganhasse um sentido.

Não posso deixar de agradecer aqui a dois profissionais que me incentivam a acreditar no futuro da ciência, acreditando que eu posso ser uma ferramenta para as mudanças da ciência no país. Professora Denise e Professor Bartolomeu, pessoas que estão acompanhando o trabalho desde o primeiro ano, e que junto com o Prof. Reinaldo, me ajudaram a colocar este trabalho no caminho correto, que será terminado no momento das publicações, pois vocês me auxiliaram a construir a ideia que me norteou desde que voltei do PDSE. Agradeço também ao Professor Joel, que no exame de qualificação me trouxe uma nova visão de mundo, me fazendo ver o texto sob um ponto de vista que ainda era inédito para mim. Aqui já me antecipo agradecendo a Professora Josecleda, pelo carinho em receber este manuscrito para avaliação em tão pouco tempo.

Por fim agradeço a CAPES, pela concessão de bolsa de estudos durante o período quase que total das atividades do doutorado e da bolsa de estudos do Programa Doutorado Sanduiche no Exterior.

Do or do not, there is no try

Mestre Yoda

## Sumário

<b>Introdução Geral</b> .....	4
<b>Fundamentação teórica</b> .....	7
<b>Estudos sobre o Clima</b> .....	7
<b>Variabilidade climática e Aquecimento Global</b> .....	9
<b>O aquecimento global e suas representações legais</b> .....	10
<b>Mudanças climáticas no Nordeste do Brasil</b> .....	12
<b>IPCC e relatórios</b> .....	13
<b>Discussões sobre a origem antropogênica do aquecimento global atual</b> .....	15
<b>Correntes de pensamento que contradizem o Aquecimento Global de cunho antropogênico</b> .....	16
<b>Impactos das mudanças climáticas na sociedade atual - refugiados do clima</b> .....	17
<b>O uso de modelos climáticos</b> .....	19
<b>Vulnerabilidade Ambiental e Processos de Adaptação e Mitigação</b> .....	23
<b>O papel dos tomadores de decisão no processo de mitigação das mudanças climáticas</b> .....	28
<b>O município de Cabaceiras</b> .....	30
<b>Comunidade São Francisco</b> .....	34
<b>Recursos naturais da Comunidade São Francisco</b> .....	5
<b>Referências</b> .....	7
<b>Capítulo 1</b> .....	18
<b>Resumo</b> .....	19
<b>Abstract</b> .....	19
<b>Introdução</b> .....	21
<b>Metodologia</b> .....	23
<b>Área de trabalho</b> .....	23
<b>Coleta de dados etnobotânicos</b> .....	24
<b>Indicação de pressão por preferência de uso das espécies (IPPU)</b> .....	25
<b>Coleta de dados sobre a distribuição das espécies</b> .....	27
<b>Variáveis Ambientais</b> .....	27
<b>Modelagem da distribuição das espécies</b> .....	29
<b>Resultados</b> .....	31
<b>Espécies utilizadas</b> .....	31
<b>Modelagem de distribuição das espécies</b> .....	33
<b>Potenciais de distribuição das espécies para 2050</b> .....	34
.....	36

<b>Discussão</b> .....	37
<b>Distribuição das espécies x preferências de uso: Implicações sobre as populações e manejo de espécies nativas</b> .....	37
<b>Conclusão</b> .....	40
<b>Agradecimentos</b> .....	42
<b>Referências</b> .....	43
Capítulo 2 .....	48
<b>Resumo</b> .....	49
<b>Abstract</b> .....	50
<b>Introdução</b> .....	51
<b>Metodologia</b> .....	52
<b>Área de trabalho</b> .....	52
<b>Perfil sócio-político da comunidade em estudo</b> .....	53
<b>Coleta e análise de dados</b> .....	54
<b>Resultados e Discussão</b> .....	56
<b>Subsistência na comunidade</b> .....	56
<b>Capital Humano</b> .....	58
<b>Capital Natural</b> .....	65
<b>Capital Físico</b> .....	71
<b>Capital Financeiro</b> .....	72
<b>Estratégias de subsistência e dotação de capitais</b> .....	74
<b>Conclusão</b> .....	77
<b>Referências</b> .....	79
<b>Plano de Gestão Ambiental Rural (PGAR) - Comunidade São Francisco - Cabaceiras – Paraíba</b> .....	85
<b>Conclusão Final</b> .....	91
<b>Apêndice</b> .....	93
<b>Apêndice 1 - Questionário - O capital humano no processo de adaptação as variações climáticas no semiárido paraibano</b> .....	93

## **O capital humano no processo de adaptação a variações climáticas no semiárido paraibano**

### **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, 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. A mudança na estrutura climática leva a uma variação nas paisagens naturais, que respondem ao clima a partir de suas características ecofisiológicas. Com base nestas informações, o desenvolvimento de modelo de distribuição de espécies pode ser construído a partir da relação entre as características fisiológicas de espécies vegetais e animais e as novas condições climáticas esperadas com o aumento da temperatura média global. Em comunidades rurais, a construção de processos de subsistência tende a considerar os usos de recursos naturais. Uma provável mudança na distribuição destes recursos pode acarretar a uma mudança na estrutura funcional de comunidades rurais. Este trabalho teve como objetivo identificar a estrutura de subsistência sustentável de uma comunidade rural do município de Cabaceiras, estado da Paraíba, e as variações que poderiam ocorrer nesta estrutura a partir da mudança da distribuição dos principais recursos vegetais utilizados na comunidade. A região é marcada por períodos de estiagem e tem a seca como o principal evento de cunho socioclimático que afeta o local. Neste contexto, partimos da hipótese que o capital humano, que abrange dentre outras características o conhecimento das populações, seria uma das forças capazes de fortalecer a estrutura de sustentabilidade desta comunidade rural frente aos efeitos das secas. Para avaliar a resposta da comunidade, inicialmente propomos um índice capaz de indicar a pressão que a preferência de uso pode trazer a cada espécie, e a partir desde dado modelamos a distribuição das espécies mais utilizadas. Registramos um aumento na distribuição destas espécies que pode sugerir, pelas suas características de sucessão ecológica, um provável aumento de zonas de degradação na região Nordeste. Estas informações fazem parte do rol de dados que caracterizam o capital natural da região em estudo. As demais dotações de capital que caracterizam a subsistência sustentável foram analisadas qualitativamente a fim de obtermos uma descrição da maneira como cada um dos capitais está influenciando na subsistência atual e como poderia influenciar nos próximos anos. Identificamos que a principal dotação que mantém a estrutura da comunidade é o capital social, que se relaciona com o capital humano e financeiro, este último bastante dependente de programas públicos de distribuição de renda. Ao mesmo tempo, a cultura local, alocada na definição de capital humano, funciona como passivo no aporte de capital financeiro. Propomos que a comunidade faça uso do seu capital social como forma de influenciar nas demais dotações de capital, a partir de construção de estruturas que caracterizem o capital físico, a fim de resguardar recursos do capital natural que possam se tornar escassos em períodos de seca. Acreditamos que este conjunto de

ações possa fortalecer o capital financeiro local, assim como o conjunto de dotações de capital, o que iria caracterizar um processo de subsistência sustentável, passível de ser manter a estrutura da comunidade rural.

Palavras-chave: Secas. Vulnerabilidade. MAXENT. Subsistência sustentável.

## **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. The change in climatic structure leads to a variation in the natural landscapes, which respond to the climate from their ecophysiological characteristics. Based on this information, the development of a species distribution model can be constructed from the relationship between the physiological characteristics of plant and animal species and the new climatic conditions expected with the increase of global average temperature. In rural communities, the construction of subsistence processes tends to consider the uses of natural resources. A likely shift in the distribution of these resources may lead to a change in the functional structure of rural communities. This work aimed to identify the sustainable subsistence structure of a rural community in the municipality of Cabaceiras, state of Paraíba, and the variations that could occur in this structure from the distribution of the main vegetal resources used in the community. The region is marked by periods of drought and drought is the main socio-climatic event affecting the site. In this context, we start from the hypothesis that human capital, which includes among other characteristics the knowledge of the populations, would be one of the forces capable of strengthening the sustainability structure of this rural community in face of the effects of the droughts. To evaluate the community response, we initially propose an index capable of indicating the pressure that the preference of use can bring to each species, and from now on we model the distribution of the most used species. We recorded an increase in the distribution of these species that may suggest, due to their characteristics of ecological succession, a probable increase of degradation zones in the Northeast region. This information is part of the data that characterize the natural capital of the region under study. The other capital endowments that characterize sustainable livelihoods have been analyzed qualitatively in order to get a description of how each capital is influencing current livelihoods and how it could influence in the coming years. We identified that the main endowment that maintains the community structure is social capital, which is related to human and financial capital, the latter quite dependent on public income distribution programs. At the same time, local culture, which is allocated to the definition of human capital, functions as a liability in the contribution of financial capital. We propose that the community make use of its social capital as a way to influence other capital endowments, starting with the construction of structures that characterize physical capital, in order to protect natural capital resources that may become scarce during periods of drought. We believe that this set of actions can strengthen local financial capital, as well as the set of capital endowments, which would characterize a process of sustainable subsistence that could maintain the structure of the rural community.

Keywords: Droughts. Vulnerability. MAXENT. Sustainable livelihoods.

## Introdução Geral

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, 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 e 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 discorrer 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 o autor 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 e 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 conseqüentemente 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 a identificação de estrutura de Capital Humano, com base nas definições do DFID (1999), de uma comunidade rural do semiárido paraibano, a partir da hipótese que este tipo de agregado de conhecimentos é capaz de ser direcionado para sanar problemas locais causados por mudanças climáticas.

Para tal, delineamos como objetivos específicos a) a identificação do forçamento climático sobre as principais espécies vegetais utilizadas atualmente em uma comunidade rural do semiárido paraibano, no município de Cabaceiras, através de uso de modelos bioclimáticos, e b) a caracterização dos aportes de capitais de comunidade rural, a fim de entender como cada um dos capitais está relacionado com a estrutura de subsistência sustentável, influenciando na vulnerabilidade da comunidade frente às secas, e consequentemente, na resiliência da mesma.

## Fundamentação teórica

### 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-chuva, 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 levou 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, influencia 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 (Chang et al., 2010, Penesi, 2007, Penesi *et al.*, 2012). 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 midiática 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 (GOLISNKI, 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.

### **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 estão 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.

### **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 originadas 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.

## 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 vista 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, 2007), 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 e 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 e 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 e SMIT, 2006; SMITHERS e 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 às 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 e 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.

## **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 sócio econômica 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 seguintes, cinco até o momento, foram publicados em 1992, 1995, 2001, 2007 e 2014, todos organizados em 3 volumes, referentes aos 3 grupos de trabalho.

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.

## **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 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 e AJUHA, 1990, KONDRATYEV e 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.

### **Correntes de pensamento que contradizem o Aquecimento Global de cunho antropogênico**

Apesar de um número cada vez maior de pesquisadores buscarem 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 nos últimos 50 anos 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 do governo Barak Obama, através da ONG “Make America Great Again”, apoiadora do governo do atual presidente dos Estados Unidos da América, Donald Trump e pelo partido Republicano.

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. Dificultar a análise da falseabilidade dos resultados leva, segundo Idso, Carter e Singer (2015), à construção de falsos postulados sobre as mudanças climáticas, o forçamento radioativo que atua sobre a Terra, os níveis de gás carbônico dispersos na atmosfera e o real perigo a biodiversidade caso a temperatura média do planeta atingisse o patamar de elevação de 2 graus celsius quando comparado a temperatura anterior a Revolução Industrial.

## **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 consequente influência da estrutura social e política dos países em que os migrantes irão se instalar, Hartmann (2010) 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.

Os discursos de Hartmann (2010) e 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.

## **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 e WILBY, 2015)

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 do 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.

Guisan e Zimmermann (2000) tratam sobre a enorme possibilidade de usos de modelos em ecologia. Ao tratar sobre o tema, os autores registram e identificam uma estrutura teórica ricamente diversificada de ambientes matemáticos e estatísticos, que podem ser associados a características teóricas na busca por uma descrição mais aproximada da realidade.

O processo de elaboração de um modelo deve 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 grupos 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 (RIAHI et al., 2011) 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 radiativo 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 espera-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, com 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 radiativo 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. Neste trabalho realizamos estes modelos para analisar a distribuição de espécies vegetais. Para isso, 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](http://www.bioclim.org)).

*Tabela 1: Variáveis bioclimáticas utilizadas para construção de modelos climáticos. Disponíveis em [www.bioclim.org](http://www.bioclim.org)*

Código	Variáveis ambientais	Unidade
Bio1	Temperatura anual media	°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 autores utilizam como plano de fundo a possibilidade de influência negativa dos efeitos das mudanças climáticas sobre a distribuição das espécies.

### **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 e PILIFOSOVA, 2003) traz para primeiro plano o problema da vulnerabilidade de ecossistemas e da população. Em 2012, Torres *et al.* 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 prejudiciais ser 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 E MARSHALL, 2009; OBRIST *et al.*, 2010; SUTTON e 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. O mesmo foi registrado

por Couthard (2008) ao identificar que respostas a mudanças climáticas estão delimitadas por práticas culturais dentro de grupos étnicos.

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 e 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 e 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), o homem 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; PEREIRA e ARAÚJO *et al.*, 2005). 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 E RAYGORODETSKY 2010, TURNER e CLIFTON 2009, VEDWAN 2006). 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 e 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 e 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, MacCarthy (2001) inclui também as noções de educação e a segurança pessoal. 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 (2007) 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 de 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 conseqüentemente 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.

### **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.

Engle e Lemos (2010) indicam que, de uma perspectiva política, os tomadores de decisão estão interessados em identificar e incentivar características de uma comunidade/sociedade que aumentem sua capacidade adaptativa.

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 necessidades à um plano nacional ou internacional de financiamentos públicos e privados pode ser o primeiro passo para mitigação real dos efeitos de mudanças climáticas. Coelho (2004) demonstra bem como o conhecimento da estrutura física do ambiente, associado ao reconhecimento das necessidade e riscos a que cada ambiente está exposto podem servir como base teórica para ações governamentais capazes de reduzir

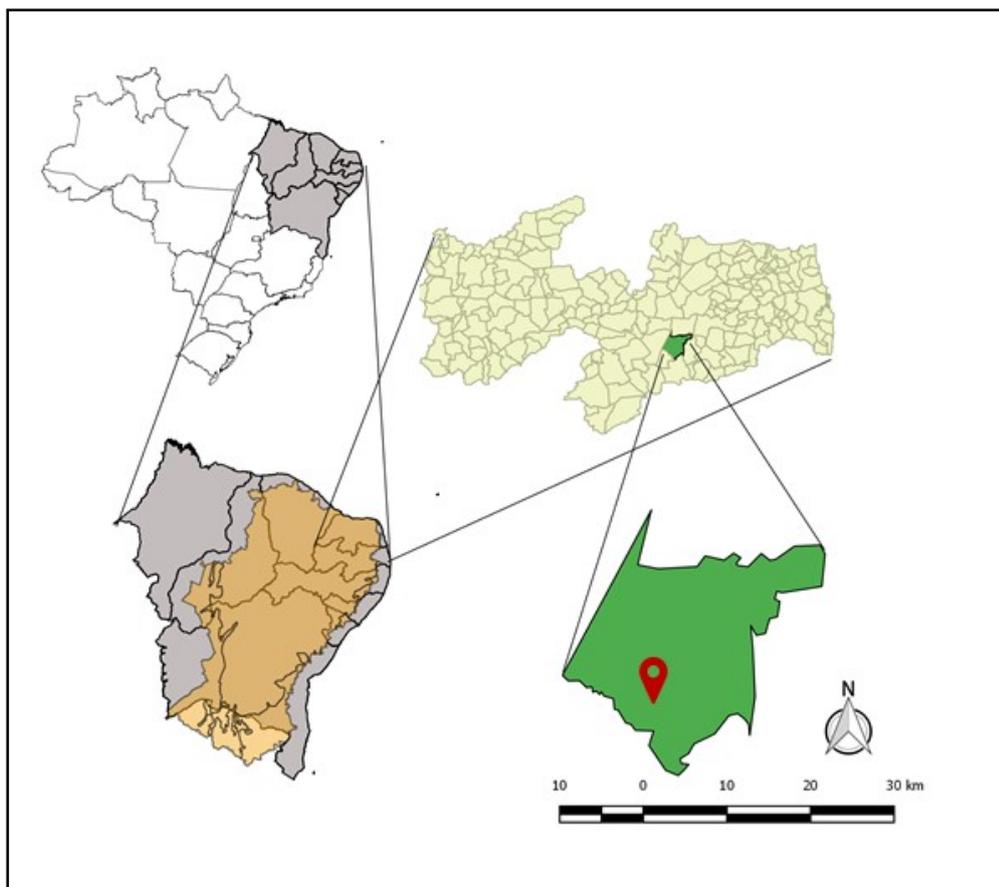
ou até anular os danos causados por eventos climáticos pontuais, como inundações. Assumimos que tal utilização pode ser aumentada e ganhar representatividade para situações em que há conhecimento sobre eventos de maior abrangência e duração.

## O município de Cabaceiras

A busca por entender a maneira como o clima pode afetar comunidades rurais atualmente e em um futuro próximo pode ser feito, e deve ser estimulado, em qualquer região do globo que possa sofrer com mudanças ambientais. Para este trabalho escolhemos um município localizado na região semiárida da Região Nordeste do Brasil, por entendermos que o âmbito das características deste município, e como consequências, das comunidades que fazem parte de sua área rural, se repete e pode ser observada em uma série de outros municípios, permitindo uma utilização dessas informações como base para planos de manejo local. Para isso foi escolhido o município de Cabaceiras, e neste município, a Comunidade Rural São Francisco.

Localizado na região Nordeste do Brasil, no Estado da Paraíba, o município de Cabaceiras faz parte da região do Cariri Paraibano, sob as coordenadas  $07^{\circ}29'20''\text{S}$  e  $36^{\circ}17'14''\text{O}$  (FIGURA 1). O município conta com uma população de cerca de 5.570 habitantes para o ano de 2017, estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a partir dos dados do censo de 2010 (IBGE 2010). O município por muito tempo foi caracterizado com a cidade com menor índice pluviométrico do país (NIMER, 1979).

Figura 1: Localização do município de Cabaceiras



Esse município possui uma área de 452,920 km<sup>2</sup>, localizando-se na mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Oriental a uma altitude média de 500m. Limita-se ao Norte com o município de Campina Grande, ao Sul com Barra de São Miguel e São Domingos do Cariri, ao Leste com Boqueirão e a Oeste com São João do Cariri.

O clima de Cabaceiras é Bsh (Clima semiárido quente) segundo a classificação de Köppen, caracterizando-se por apresentar temperaturas médias anuais em torno de 24,5°C. Esse município é conhecido como o de menor índice pluviométrico do Brasil, chovendo em média 250 mm/ano (ALVES *et al.* 2013). As chuvas são irregulares e esparsas, ocorrendo apenas durante três meses e, dando vazão a estiagens que duram até dez meses nos períodos mais secos (IBGE, 2011).

O município conta com duas escolas de ensino infantil, uma delas tem uma sala implantada na comunidade São Francisco, o que permite que as crianças da comunidade estudem no local até a idade de 10 anos, quando passam a frequentar a escola na sede do município. Cabaceiras também conta com duas escolas de Ensino Fundamental II, uma na sede do município e outra em uma comunidade rural chamada Ribeira. Os estudantes do município podem ainda frequentar o Ensino Médio regular em uma escola mantida pelo governo do Estado.

A oferta de saúde no município ocorre em um posto de saúde e um posto do Programa Saúde na Família, que garantem os serviços básicos diariamente. Além disso, médicos e uma equipe composta por psicólogo, nutricionista e fisioterapeuta percorrem postos de atendimento presentes nas comunidades rurais do município, com atendimento quinzenal.

A economia do Município de Cabaceiras tem como elemento principal programas de transferências de renda, tais como aposentadorias de maiores de 60 anos de idade e programas como Bolsa Família. O turismo e o artesanato de couro também são elementos de importância significativa para o município. A entrada de capital oriunda de programas de transferência, do turismo e venda de artesanato de couro, consideradas fontes externas, totalizam mais de 95% da renda do município. O poder público municipal é o maior gerador de empregos no município. Os dados do IBGE apontam que apenas 6,4% da população do município está ocupada, recebendo um salário médio de 1,8 salários mínimos. Os dados do IBGE não apontam a importância relativa da agricultura e pecuária

para o município de Cabaceiras. Esta lacuna de informações pode ser preenchida a partir do ano de 2018 com a divulgação do censo agropecuário realizado em todo o território nacional.

A exploração do turismo no município é marcada por três elementos, uma festividade anual chama Festa do Bode Rei, o Lajedo de Pai Mateus e o seu histórico como cenário para produções cinematográficas e televisivas, e já está arraigado na cultura local, influenciando o comportamento dos residentes da cidade e inclusive modificando a estrutura educacional, como registrado por Farias (2011), ao registrar a motivação no aprendizado de línguas estrangeiras por residentes do município devido a possibilidade de atender a turistas de outras nacionalidade, principalmente os falantes da língua inglesa.

Alves, Souza e Araújo (2008) registram que o turismo em Cabaceiras está encaixado em uma série de tipologias da atividade: o turismo de paisagens naturais, onde se busca a observação de locais como o Lajedo de Pai Mateus e a Saca de Lã; turismo técnico-científico, caracterizado pela visita a sítios arqueológicos; turismo religioso, que está relacionada a festa de um dos padroeiros do município, São Bento, e que ocorre na primeira segunda-feira do mês de Agosto; turismo educativo, relacionado a viagens feitas a locais produtores de artesanato no município, com ênfase no sítio Ribeira e turismo cultural, que tem como principal representante a Festa do Bode Rei.

Inicialmente, a Festa do Bode Rei foi idealizada como forma de trazer à tona a potencialidade do município de criação de caprino e ovinos. Os elementos da cadeia produtiva de caprinos e ovinos, como carne, leite e pele. A criação de caprinos e ovinos na região semiárida do Nordeste brasileiro é uma cultura secular, principalmente devido a resistência dos animais ao calor e ausência de chuvas frequentes. A festa teve início no ano de 1998 e durante os primeiros anos teve como característica principal o elevado número de animais em exposição e os negócios que ocorriam durante a festa. Com o decorrer dos anos, o festival perdeu parte da sua característica de movimentação financeira e ganhou um cunho de festividade cultural, com ênfase em shows.

O festival se tornou uma das principais vias de entrada de turistas do município, com público estimado em cerca de 20 mil visitantes durante os três dias de festa (dados oriundos de contato com representante da Prefeitura Municipal), que ocorre nos primeiros dias do mês de junho.

Além do turismo de eventos, o município conta com visitas de turistas que buscam conhecer a estrutura cenográfica que marca a história do município e fez com que ele tivesse reconhecimento nacional. Papes e Sousa (2011) registram que o primeiro registro cinematográfico feito na cidade data do ano de 1924, contudo apresenta pouca representatividade local, sendo desconhecida pela grande população. O município ganhou renome nacional a partir do ano de 1999, com o seriado, que posteriormente se tornou filme, *O Auto da Compadecida*, produzido pela Rede Globo e gravado na cidade durante o ano de 1998.

A partir do ano de 1998, a cidade se tornou set de gravação de uma série de filmes, seriados e novelas, a mais recente destes uma obra televisiva também da Rede Globo, com locações na região da comunidade São Francisco, do Sítio Tapera, Lajedo de Pai Mateus e Saca de Lã. Por conta da elevada produção cinematográfica da cidade, no ano de 2007 o município foi contemplado com um projeto do Ministério da Cultura que tinha como objetivo incentivar a produção artística local, com ênfase na produção de cinema. Com este projeto houve a montagem de um espaço direcionado ao aprendizado das técnicas de cinema e edição para os jovens da cidade. Junto com a verba para a montagem do espaço e compra do material, o município ganhou um letreiro com os nomes “Roliude Nordestina”, alusão a cidade de Hollywood e sua produção artística.

O viés turístico da cidade também foi direcionado para o chamado turismo ecológico com visitas ao Lajedo de Pai Mateus e a formações rochosas locais, como a Saca de Lã (Imagens). O município recebe milhares de visitantes anualmente que buscam conhecer as formações rochosas que formam estes locais, e que são explorados no turismo local desde o ano de 1996, quando a sede de uma fazenda foi modificada e se tornou o Hotel Fazenda Pai Mateus. No local, a exploração de minério deu local ao turismo ecológico, com a região se tornando conhecida internacionalmente. O turismo, como viés cultural também se mostra como um elemento capaz de interferir em processos de degradação ambiental e cultural, e pode interferir fazendo com o que ambiente natural do município de Cabaceiras, assim como características da cultura local sejam protegidas para que possam ser utilizadas na manutenção do ambiente turístico local (SILVA e SILVA, 2009; NETO e SILVA, 2007)

## **Comunidade São Francisco**

A comunidade rural São Francisco está localizada a cerca de 15 quilômetros da sede do município e recebeu essa denominação por volta do ano de 2006 e é aceita hoje por todos seus integrantes. Com área de cerca de 6.8 km<sup>2</sup>, a comunidade é formada por cinco sítios. Os sítios chamam-se Malhada Comprida, Alto Fechado, Sítio Jerimum, Caruatá de Dentro e Rio Direito. O estabelecimento de famílias na região data de meados do século XIX com aquisição de parte do terreno que hoje caracteriza da comunidade, e vem se mantendo desde então a partir da divisão inicial de terras entre os descendentes.

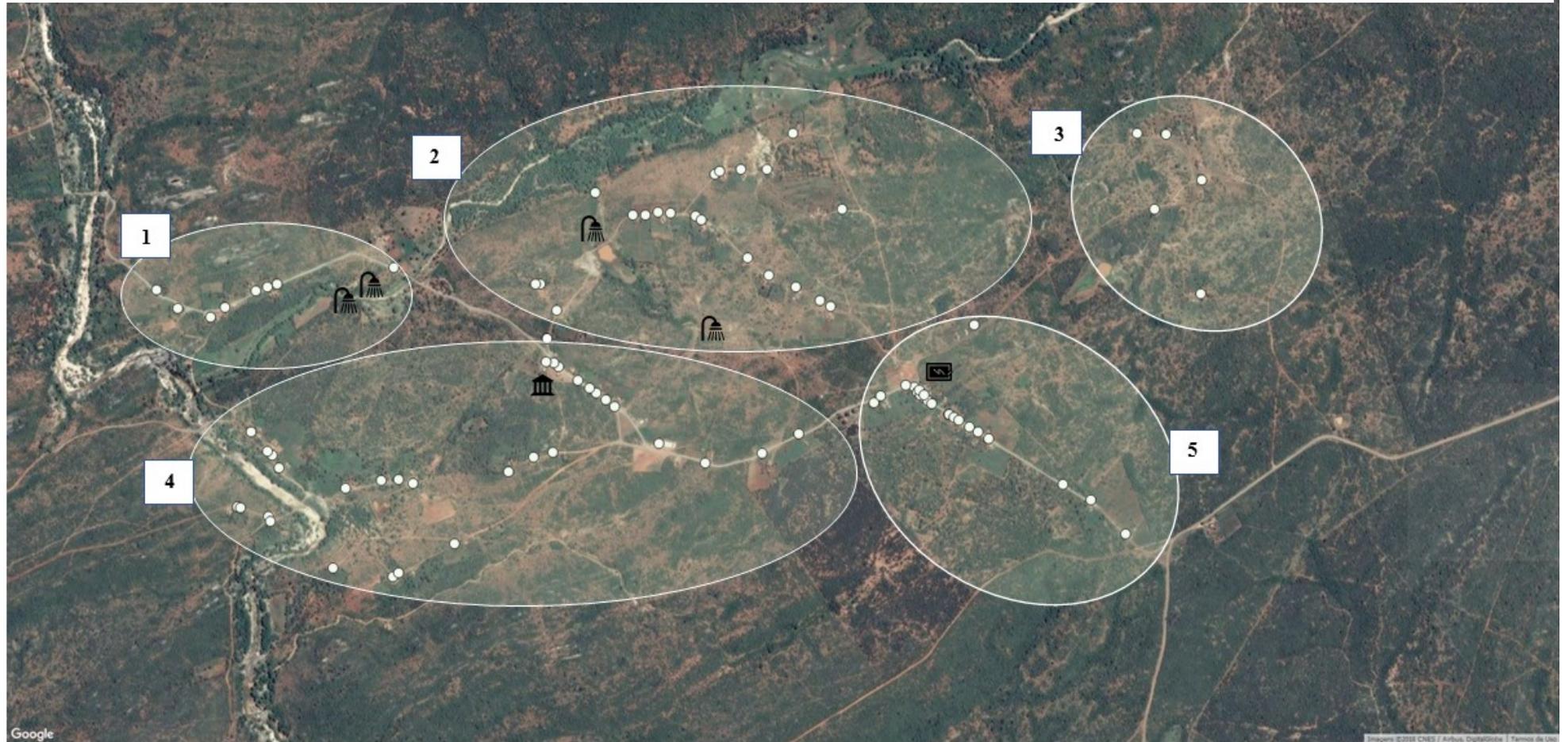
O assentamento humano na região que hoje abriga a comunidade São Francisco teve início por volta da década de 1850, de acordo com informações obtidas através de conversas com alguns informantes de idade mais avançada. Diz-se que parte propriedade pertencia a um senhor chamado João da Mata, onde hoje localiza-se o Sítio Rio Direito. O restante da comunidade pertencia a um senhor chamado Carlos Farias, patriarca do ramo da comunidade que hoje se assentou no Caruatá de Dentro e posteriormente comprou do senhor João da Mata a região do Rio Direito. A parte da comunidade que pertencia ao senhor Carlos Farias lhe teria sido passado como herança de seu pai, momento a partir do qual não conseguimos mais retroceder na identificação da história local. A região que hoje é conhecida como Malhada Comprida e Alto Fechado foram concessões desse senhor para que fossem habitados. O sítio Jerimum tem história aparece nesse contexto como uma divisão da região hoje conhecida como Malhada Comprida. A divisão atual dos cinco sítios que formam a Comunidade São Francisco pode ser observada na Figura 2.

A divisão de terras registrada atualmente, necessária para a caracterização rural individual (atualmente identificado no Cadastro Ambiental Rural - CAR), não reflete na forma como o trabalho é dividido na comunidade, visto que, apesar de haver uma necessidade de delimitação territorial, as principais atividades agrícolas e agropecuárias ocorrem em zonas de uso comum. De forma semelhante, há locais de coleta de recursos que são comuns a toda a comunidade. Um exemplo deste uso compartilhado de território e recursos são uma série de tanques de pedra presentes da região do sítio Rio Direito e que, até os primeiros anos do século XXI eram utilizados por toda a comunidade São Francisco como fonte de água potável para consumo humano (FIGURA 3). Tal uso foi reduzido gradativamente com a construção de cisternas.

A comunidade conta com cerca de 80 residências, das quais 68 hoje são habitadas. A distribuição de residências na comunidade segue, em grande parte, uma organização que tem como base laços de proximidade familiar.

O trabalho realizado na comunidade permitiu o registro de uma série de novas construções na comunidade, com residências recém terminadas ou em processo de construção. Conversando com os informantes da comunidade, tomamos conhecimento de uma série de casamentos ocorridos entre membros da comunidade, mantendo o costume de relacionar-se com familiares.

Figura 2: Mapa da comunidade São Francisco com subdivisões em localidades



- 1 – Sítio Rio Direito
- 2 – Sítio Alto Fechado
- 3 – Sítio Jerimum
- 4 – Sítio Caruatá de Dentro
- 5 – Sítio Malhada Comprida

-  Escola
-  Poço artesiano
-  Sede de associação de agricultores



*Figura 3: Tanques de pedra utilizados como reservatórios naturais de água da chuva. A. Reservatório de pedra. B. Reservatório coberto com varas ainda com um pouco de água.*

### **Recursos físicos da Comunidade São Francisco**

A comunidade conta com um grupo escolar que atende às crianças da comunidade a partir do ensino infantil até o quarto ano do ensino fundamental, momento no qual elas passam a frequentar a escola na sede do município. Há transporte gratuito diário para os estudantes da comunidade que cursam ensino fundamental II e ensino médio na sede do município. A prefeitura municipal também disponibiliza transporte diário para os alunos da comunidade que cursam ensino superior na cidade de Campina Grande, que dista cerca de 70 Km de Cabaceiras.

A comunidade conta com uma igreja católica e um salão anexo a esta que é utilizado para reuniões e abrigar visitantes da comunidade, abrigando inclusive estudantes que desenvolveram atividades de pesquisa na área da comunidade.

É possível encontrar em todas as residências da comunidade uma ou mais cisternas de placas, construídas a partir do ano de 2003. A grande maioria destas cisternas foi construída com recursos da Agência Nacional das Águas (ANA) através do projeto 1000 cisternas. Desde o início do ano de 2017 alguns agricultores da comunidade foram beneficiados com cisternas financiadas pelo Coletivo ASA do Cariri Oriental (CASACO), um programa do financiado pelo Centro de Ação Cultural (CENTRAC) da Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA) chamado de Programa 2 uma Terra e Duas Águas (P1+2). O projeto teve como objetivo o treinamento de agricultores para construção e uso de cisternas de placas com grandes calçadas de cimento (que levam ao nome comum das cisternas calçadão), assim como o financiamento do material necessário para a construção das cisternas, que foram construídas com mão de obra dos proprietários sob o regime de mutirão comunitário. Tais cisternas tem como objetivo estocar água que deve ser utilizada para produção agrícola de pequeno porte da residência, visto que um dos requisitos para que os agricultores recebessem a cisterna é que eles já tivessem um reservatório de água potável para consumo em suas residências. A água das cisternas calçadão deve ser utilizada para regar pequenas hortas caseiras e na criação de animais de pequeno porte, como galinhas, de forma que a estrutura permita uma melhoria das condições econômicas dos proprietários (FIGURA 5).



*Figura 5: Cisterna construída em propriedade de informante da Comunidade São Francisco, com calçada utilizada para captar a água da chuva que será armazenada na cisterna.*

### **Recursos naturais da Comunidade São Francisco**

Junto com os recursos físicos da região, há necessidade de tratar sobre os recursos naturais disponíveis na comunidade. Para isso buscamos informações a partir de artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, visto que a região já foi local de coleta de dados de uma série de pesquisas desenvolvidas a partir da década de 2000.

A vegetação dominante da localidade é caracterizada pela Caatinga, floresta seca composta por plantas xerofíticas de porte herbáceo, registrada por Leal (2003), que identificou as famílias Fabaceae, Euphorbiaceae e Malpighiaceae como as principais representantes da vegetação local.

A vegetação da comunidade São Francisco foi descrita posteriormente por Lima et al. (2016) em artigo que relaciona a disponibilidade e os usos das espécies vegetais nesta comunidade. Os autores registraram 3288 espécimes de vegetais lenhosos pertencentes a 15 famílias botânicas em um espaço de 0,9 hectare. Houve registro de uso de 14 destas espécies, com destaque para as famílias Apocynaceae, Euphorbiaceae e Fabaceae. Silva et al. (2014) registrou o uso, atual e potencial, de 32 espécies de vegetais nativos nesta comunidade, organizado em onze categorias de uso.

Arévalo-Marin et al. (2015) analisou o conhecimento tradicional da Comunidade São Francisco, localizando os conhecimentos mais significativos sobre a vegetação em informantes de maior idade. Os autores também registraram a divisão de conhecimento por gêneros, indicando categorias de uso em que informantes do sexo masculino tem maior conhecimento e categorias cujo conhecimento estava mais concentrado em informantes do sexo feminino.

No que concerne aos recursos hídricos, a comunidade é transpassada pelo Rio Taperoá, rio temporário, que teve sua última cheia significativa no ano de 2012. Atualmente a comunidade é abastecida por três poços artesianos que tem sua água bombeada para caixas e a partir de então encanadas para todas as residências. A água utilizada para alimentação humana é oriunda das cisternas presente nas residências, reabastecidas com água das chuvas.

## Referências

ADGER, W. Neil et al. Adaptation to climate change in the developing world. **Progress in development studies**, v. 3, n. 3, p. 179-195, 2003.

ADGER, W. Neil et al. Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation. **Nature Climate Change**, v. 3, n. 2, p. 112-117, 2012.

ADGER, W. Neil. Vulnerability. **Global environmental change**, v. 16, n. 3, p. 268-281, 2006.

ADGER, W. Neil; ARNELL, Nigel W.; TOMPKINS, Emma L. Successful adaptation to climate change across scales. **Global environmental change**, v. 15, n. 2, p. 77-86, 2005.

ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA, R.F.P.; ALENCAR, N.L. Métodos e técnicas para a coleta de dados etnobiológicos. In: ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA, R.F.P.;

ALVES, Jose Jakson Amâncio. Caatinga do Cariri Paraibano. **Revista Geonomos**, v. 17, n. 1, 2013.

AMANCIO ALVES, Jose Jakson; NÓBREGA DE SOUZA, Edílson; ARAÚJO, Maria Aparecida de. Estudo descritivo da tipologia turística do município de Cabaceiras-Paraíba. **Caderno Virtual de Turismo**, v. 8, n. 3, 2008.

ARANTES, P.M.; SOUSA, R.F.; LUCENA, C.M.; LUCENA, R.F.P.; PEREIRA, D.D. (2011). Aviso de Chuva e de Seca na Memória do Povo: O Caso do Cariri Paraibano. **Biofar**, (5)2: 18-24

ARAUJO, Helder Farias Pereira; LUCENA, Reinaldo Farias Paiva; MOURAO, José da Silva;. 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, Edna et al. 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.

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.

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

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

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

BRANDT, Martin et al. Human population growth offsets climate-driven increase in woody vegetation in sub-Saharan Africa. **Nature ecology & evolution**, v. 1, n. 4, p. 0081, 2017.

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

CHANG, Ladislaus B. et al. 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, 2013

CHIUVITE, Telma Bartholomeu Silva; JURÍDICO, Resumão. Direito ambiental. **São Paulo: Barros Fischer**, 2010.

COELHO, Celeste et al. 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, Ulisses 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

COULTHARD, Sarah. Adapting to environmental change in artisanal fisheries—Insights from a South Indian Lagoon. **Global Environmental Change**, v. 18, n. 3, p. 479-489, 2008.

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

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

DARELA FILHO, João Paulo et al. 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.

DAVIS, Aaron P. et al. 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.

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

DIAZ-NETO, Jacqueline & WILBY, Robert 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.

FARIAS, Roberta Andrade. Motivação na aprendizagem de língua inglesa: estudo de caso na zona rural de Cabaceiras/PB. **Revista Fronteira Digital. Ano II**, n. 04, 2011.

FINAN, Timothy J.; NELSON, Donald 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, Neil C. Plant productivity in the arid and semiarid zones. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 29, n. 1, p. 277-317, 1978.

FOLHES, Marcelo Theophilo; DONALD, Nelson. 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, Carl et al. 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, Marco et al. 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.

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

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

GROTHMANN, Torsten; PATT, Anthony. Adaptive capacity and human cognition: the process of individual adaptation to climate change. **Global Environmental Change**, v. 15, n. 3, p. 199-213, 2005.

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

IBGE. Cabaceiras - PB. 2011. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> >. Acesso em: 20 de dezembro de 2017.

IPCC. Disponível em [https://www.ipcc.ch/organization/organization\\_history.shtml](https://www.ipcc.ch/organization/organization_history.shtml), com acesso em 11 de janeiro de 2017.

KELLEY, Colin P. et al. 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.

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, Maarten S.; BRONSTERT, Axel. 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. (2003) Traditional phenological knowledge of Aboriginal peoples in British Columbia. *Journal of Ethnobiology* 23: 263–286.

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

LEAL, Inara R. et al. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 701-706, 2005.

LEMOS, Maria Carmen et al. The use of seasonal climate forecasting in policymaking: lessons from Northeast Brazil. **Climatic Change**, v. 55, n. 4, p. 479-507, 2002.

LERNER, Josh A. **Making democracy fun: How game design can empower citizens and transform politics**. MIT Press, 2014.

LIMA, José Ribamar de Farias *et al.* Uso e Disponibilidade de Espécies Vegetais Nativas no Semiárido do Nordeste do Brasil: Uma Análise da Hipótese da Aparência Ecológica. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 1, 2016.

LOPES, Iug et al. 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.

MANCAL, Ansu et al. 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.

MARENGO, José 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, Nadine; MARSHALL, Paul; 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.

MCCARTHY, James J. (Ed.). **Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, 2001.

MCLEMAN, Robert; SMIT, Barry. 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, Malte et al. Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 C. **Nature**, v. 458, n. 7242, p. 1158-1162, 2009.

MOSER, Susanne C.; EKSTROM, Julia 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, Richard H. et al. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. **Nature**, v. 463, n. 7282, p. 747-756, 2010.

MUGERWA, Swidiq; BYENKYA, Stephen; ZZIWA, Emmanuel. 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, Daanish. Structural Causes of Vulnerability to Flood Hazard in Pakistan\*. **Economic Geography**, v. 74, n. 3, p. 289-305, 1998.

MYERS, Norman. 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: 1–4.

NAKICENOVIC, Nebojsa et al. IPCC special report on emissions scenarios, 599 pp. **Univ. Press Cambridge**, 2000.

NETO, Ceciliano Gomes; SILVA, Magnólia Gibson Cabral da. Atividade Turística Aliada ao Desenvolvimento Sustentável em Cabaceiras-PB. **Revista Eletrônica de Turismo Cultural**, v. 1, n. 02, 2007.

NIMER, Edmon. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

NOBRE, Carlos A.; SAMPAIO, Gilvan. SALAZAR, Luis. 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, Brigit; PFEIFFER, Constanze; HENLEY, Robert. Multi-layered social resilience a new approach in mitigation research. **Progress in Development Studies**, v. 10, n. 4, p. 283-293, 2010.

PAPES, Ana Cláudia; DE SOUSA, João Morais. Cabaceiras: a Cidade Turística no Cariri da Paraíba. **Informe Gepec**, v. 15, n. 2, p. 118-133, 2011.

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

PENNESI, Karen; AROKIUM, Jadah; MCBEAN, Gordon. Integrating local and scientific weather knowledge as a strategy for adaptation to climate change in the Arctic. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 17, n. 8, p. 897-922, 2012.

PETERSON, Garry; ALLEN, Craig R.; HOLLING, Crawford Stanley. Ecological resilience, biodiversity, and scale. **Ecosystems**, v. 1, n. 1, p. 6-18, 1998.

QIN, Aili et al. 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.

RAGAB, Ragab; PRUDHOMME, Christel. 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, Ameet; RAMANATHAN, Veerabhadran. Observational determination of the greenhouse effect. **Nature**, v. 342, n. 6251, p. 758, 1989.

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

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

SCHUUR, E. A. G. et al. Climate change and the permafrost carbon feedback. **Nature**, v. 520, n. 7546, p. 171-179, 2015.

SILVA, R. H.; SILVA, M. G. C. Turismo Cultural e Desenvolvimento em Cabaceiras-PB. **Rev. Eletrônica de Desenvolvimento Cultural, São Paulo: USP**, v. 3, p. 2, 2009.

SIQUEIRA, Maria Isabel. Considerações sobre ordem em colônias: as legislações na exploração do pau-brasil. **CLIO: Revista de Pesquisa Histórica-ISSN: 2525-5649**, 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, Barry; PILIFOSOVA, Olga. Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. **Sustainable Development**, v. 8, n. 9, p. 9, 2003.

SMITH, Barry et al. An anatomy of adaptation to climate change and variability. **Climatic change**, v. 45, n. 1, p. 223-251, 2000.

SMITHERS, John; SMIT, Barry. Human adaptation to climatic variability and change. **Global Environmental Change**, v. 7, n. 2, p. 129-146, 1997.

STIGTER, C. J. et al. Using traditional methods and indigenous technologies for coping with climate variability. **Climatic Change**, v. 70, n. 1-2, p. 255-271, 2005.

SUTTON, Stephen G.; TOBIN, Renae 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, Simon; WOOLCOCK, Michael. 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, Roger R. et al. Socio-climatic hotspots in Brazil. **Climatic change**, v. 115, n. 3-4, p. 597-609, 2012.

TURNER, N J AND CLIFTON, H. 2009. It's so different today''': Climate change and indigenous lifeways in British Columbia, Canada. **Global Environmental Change** 19: 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: 4-18.

WOLF, Johanna et al. 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.

YOHE, Gary; TOL, Richard SJ. 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.

## Capítulo 1

**O uso tradicional de espécies vegetais nativas em comunidades rurais do semiárido brasileiro pode ser afetado pelo aquecimento global?**

## O uso tradicional de espécies vegetais nativas em comunidades rurais do semiárido brasileiro pode ser afetado pelo aquecimento global?

### Resumo

As mudanças climáticas esperadas para as próximas décadas são uma força capaz de modificar a fisionomia das paisagens do globo, afetando milhões de pessoas em todo o mundo. Espera-se que haja um incremento nas regiões semiáridas do planeta, com aumento da frequência de extremos climáticos que afetam estas áreas, com ênfase para as secas. Estas mudanças na paisagem ocorrem devido ao ajuste fisiológico das populações vegetais frente a um novo padrão climático. Essa mudança climática pode afetar também os conhecimentos tradicionais de pessoas que residem em ambientes rurais sobre os recursos naturais de sua região. Para identificar como o uso tradicional de espécies vegetais nativas pode ser influenciado por uma mudança na disponibilidade destas espécies em uma comunidade, através do contato com 42 informantes de uma comunidade rural do semiárido da Paraíba, Brasil, elaboramos um Indicador de Pressão por Preferência de Uso (IPPU), buscando identificar as espécies mais utilizadas na comunidade rural São Francisco, no município de Cabaceiras, semiárido da Paraíba. As espécies com maior IPPU tiveram sua distribuição potencial para o ano de 2050 modeladas utilizando o modelo climático HadGEM2-ES sob o cenário RCP4.5, como previsão otimista e o cenário RCP8.5 como previsão pessimista. A construção dos modelos identificou um potencial aumento na área de abrangência de todas as espécies analisadas, com maior extensão territorial para o cenário RCP8.5. O cenário foi construído para avaliar a disponibilidade de sete espécies vegetais nativas da região, e permitiu identificar um possível aumento de áreas semiáridas, contudo sem aparente ameaça quando analisados somente os usos característicos da maioria das espécies avaliadas. *Myracrodoun urundeuva*, *Mimosa tenuiflora* e *Croton blanchetianus* foram as espécies com menor crescimento potencial de área para o ano 2050. O uso elevado das espécies, principalmente de *M. urundeuva*, associado ao reduzido crescimento em um ambiente de maior aridez é um fator preocupante para a estrutura populacional da espécie, assim como para as comunidades rurais que fazem uso representativo da espécie.

Palavras-chave: Modelagem de distribuição de espécies. Semiárido. Maxent. Conhecimento tradicional

### Abstract

The expected climatic changes for the next decades are a force capable of modifying a physiognomy of the landscapes of the globe, affecting millions of people around the world. There is expected to be an increase in the planet's semi-arid regions, with increasing frequency of climatic extremes affecting these areas, with an emphasis on droughts. These changes in the landscape occur due to the physiological adjustment of the plant populations against a new climatic pattern. The traditional knowledge of communities residing in rural environments is associated with contact as people with natural resources. In order to identify how the traditional use of native plant species can be influenced by a change in the availability of the species in a community, we started by constructing a preference index of use (IPPU), seeking to identify as more species in a

rural community of the Paraíba San Francisco, located in the municipality of Cabaceiras. The species with the highest IPPU have their potential distribution for the year 2050 modeled for the HadGEM2-ES climate model under the RCP4.5 scenario, as an optimistic prediction and scenario RCP8.5 as a pessimistic prediction. The construction of the models identified a potential increase in the area of coverage of all species analyzed, with a greater territorial extension for the scenario RCP8.5. The scenario allows to identify a possible increase in semi-arid areas, but with no apparent threat when only the characteristic uses of most of the evaluated species are analyzed. *Miracrodoun urundeuva*, *Mimosa tenuiflora* and *Croton blanchetianus* were species with the lowest potential area growth for the year 2050. The high use of the species, mainly of *M. urundeuva*, associated to the low growth in a more arid environment and a worrisome factor for the population structure, as well as for rural communities that make representative use of the species.

Key words: Modeling of species distribution. Brazilian semi-arid. Maxent. Traditional knowledge

## Introdução

O conhecimento tradicional é uma das características intrínsecas a comunidades humanas, representando as relações entre estas e o ambiente ao seu entorno. Os traços culturais de uma comunidade humana refletem as relações de posse e pertencimento que esta desenvolve com o seu ambiente, e que se desenvolvem onde habitam ou em áreas próximas ao assentamento (JI, PENG e NISBET, 2000).

Estudos sobre o uso de espécies nativas do semiárido são desenvolvidos em toda a região Nordeste do Brasil, os quais tem evidenciado uma proximidade elevada entre as populações humanas e o seu entorno. Estes trabalhos identificam o uso de produtos derivados da vegetação nativa e a maneira como estes usos contribuem significativamente para manutenção da qualidade de vida das pessoas dessa região (LUCENA *et al.*, 2007a). Diversos autores (GUERRA *et al.*, 2012, LUCENA *et al.*, 2012, RIBEIRO *et al.*, 2014a, RIBEIRO *et al.*, 2014b, LUCENA *et al.*, 2007b, LIMA *et al.*, 2016) analisaram a relação entre o uso de espécies nativas e a presença destas em áreas próximas às comunidades rurais, com potencial de extração, e descrevem situações em que o uso de espécies está diretamente relacionado à sua localização em relação à comunidade, podendo ser explicado pela hipótese da aparência ecológica. Essa disponibilidade pode estar sendo afetada também pelas mudanças climáticas, o que pode alterar a dinâmica de uso das espécies vegetais úteis localmente, sendo necessárias investigações específicas sobre esse contexto.

Uma necessidade lógica para o uso contínuo de uma determinada espécie em uma comunidade rural é a sua disponibilidade em quantidade que se iguale ou supere à demanda de recurso intrínseco a cada uso ou categoria de uso, como foi registrado por Lima *et al.* (2015), ao avaliar a quantidade de madeira nativa utilizada na construção de cercas em uma comunidade rural.

A relação entre o conhecimento das populações rurais e uso de espécies vegetais úteis, mencionados acima, pode sofrer influências das mudanças climáticas, as quais a literatura aponta como forças capazes de transformar uma paisagem natural (COLLINS *et al.*, 2013), podendo trazer sérias consequências para estruturas culturais, principalmente aquelas ligadas ao ambiente de forma mais basal, por relações de coleta e

agricultura de subsistência, e revelam significativa vulnerabilidade de alguns ecossistemas e sistemas humanos a atual mudança climática (FIELD *et al.*, 2014).

A região semiárida do Brasil está incluída em uma caracterização climática que, para caráter de análise, é comparada a outras regiões semiáridas do globo para as quais espera-se um aumento dos períodos secos e redução da precipitação (cenário RCP 8.5) (COLLINS *et al.*, 2013). Estas mudanças já são percebidas por experts locais em outras partes do globo, que identificam as alterações climáticas e a forma como estas podem afetar as atividades desenvolvidas na agricultura, e principalmente em atividades relacionadas com a disponibilidade de água (BARKMANN, SIEBERT e LANGE, 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. Ao avaliar as secas como o principal evento climático de caráter danoso registrado na região semiárida do Brasil, estas podem ser vistas não somente como um evento climático, mas também como um fenômeno socioeconômico (FINAN e NELSON, 2001) capaz de moldar a cultura, o ambiente, a política e a estrutura social (LEMOS *et al.*, 2002), sendo identificadas como principal manifestação da variabilidade climática no Nordeste do Brasil, e possível obstáculo para o desenvolvimento de atividades no semiárido, colaborando para a desarticulação de condições de vida de pequenos produtores (MARENGO, 2009).

Para entender a maneira como o clima pode afetar a presença de espécies em um local, o uso de Modelos de Distribuição de Espécies (SDM) permite relacionar a distribuição dessas assumindo a influência de variáveis ambientais como elementos direcionadores, a partir de dados de ocorrência ou abundância das mesmas (ELITH e LEATHWICK, 2009, AUSTIN, 2007) e gerando mapas preditivos que representam o potencial de distribuição de uma espécie (DAVIS *et al.*, 2012). O algoritmo de modelagem de Máxima Entropia (MAXENT - PHILLIPS, DUDIK e SCHAPIRE *et al.*, 2004) tem se mostrado útil para desenvolver modelos de nicho baseados em dados de apenas presença, representando uma aproximação do nicho ecológico nas dimensões ambientais avaliadas (PHILLIPS, ANDERSON e SCHAPIRE, 2006), sendo utilizado com sucesso para modelagem de distribuição de espécies raras (QIN *et al.*, 2017), assim como daquelas com maior distribuição, de uso mundial, como o café arábica (*Coffea arabica*) (DAVIS *et al.*, 2012).

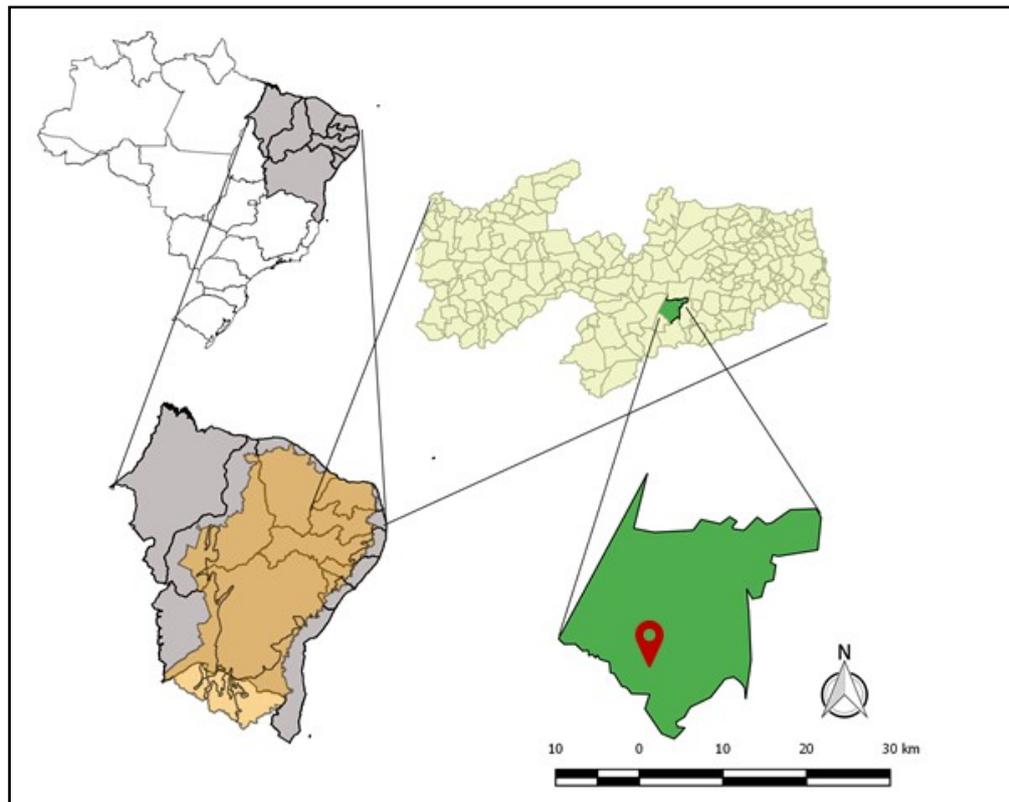
Este estudo foi construído com o objetivo avaliar se possíveis mudanças na distribuição de espécies vegetais úteis século podem ameaçar os usos tradicionais das espécies vegetais, e conseqüentemente a cultura local. Para tal, propomos um índice para identificar a possível pressão que a preferência pelo uso de determinadas espécies vegetais nativas utilizadas em uma comunidade rural do semiárido brasileiro, e em seguida relacionamos o resultado do índice com a modelagem da distribuição atual e futura das principais espécies utilizadas, com uso do algoritmo MAXENT. Selecionamos o município de Cabaceiras como área da pesquisa, por ser considerada a região mais seca do Brasil (ALVES, 2013), e estar localizada na região uma região semiárida, com características que se comparam a outras regiões do planeta ameaçadas pelos efeitos das mudanças climáticas (COLLINS *et al.*, 2013).

## **Metodologia**

### **Área de trabalho**

A coleta de dados ocorreu na comunidade rural São Francisco, localizada no município de Cabaceiras, estado da Paraíba (coordenadas 7°36'04,86"S e 36°26'17,48"W) (Figura 1). O município conta com uma população estimada de 5.511 habitantes, dos quais 55,6% habitam as zonas rurais (censo de 2010 – IBGE 2010). Situada na mesorregião do Cariri da Paraíba, a comunidade tem cerca de 70 famílias, grande parte delas formada por agricultores que desenvolvem atividades de subsistência na própria comunidade, e tem sua renda ligada diretamente aos benefícios sociais como aposentadoria para os maiores de 60 anos ou bolsa família, que são assistências governamentais (Lima *et al.* 2016, Lima *et al.* 2015 e Silva *et al.* 2014).

Figura 1: Mapa indicando a localização da comunidade São Francisco. a) Brasil, b) Nordeste brasileiro com realce para a região semiárida, c) Estado da Paraíba e d) Município de Cabaceiras, com localização da comunidade rural São Francisco



### Coleta de dados etnobotânicos

Os dados etnobotânicos foram obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas aplicadas aos mantenedores da família das residências visitadas na comunidade. Todas (100%) as famílias foram visitadas durante o período de agosto de 2016 a junho de 2017, totalizando 42 informantes que se propuseram a participar da pesquisa, de um total de 68 residências habitadas na comunidade. Foram consideradas negativas à participação dos informantes que, ao ser explicados sobre o objetivo da pesquisa preferiram não participar e os residentes visitados três vezes, em dias e horários diferentes, e não foram encontrados em suas residências. Entrevistamos um informante por residência, sendo este o homem ou mulher que se dispusesse a participar da pesquisa e se sentisse confortável com as perguntas.

O formulário aplicado nas entrevistas teve como objetivo a indicação das espécies vegetais utilizadas pelos informantes na comunidade, identificando o tipo de uso dado a cada uma e a frequência com que as mesmas são extraídas. A pesquisa está registrada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) do Hospital

Lauro Wanderley da Universidade Federal da Paraíba (CEP/HULW nº 297/11). Todos os informantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, como solicitado pelo Conselho Nacional de Saúde (resolução 196/96).

### **Indicação de pressão por preferência de uso das espécies (IPPU)**

Para avaliar a pressão de uso que cada espécie utilizada sofre atualmente desenvolvemos um índice que considera características de uso indicadas pelos informantes, a frequência de coleta e a alocação das espécies em categorias de uso. O índice tem caráter etnobotânico, obtido a partir de formulário que visou a identificação das espécies utilizadas atualmente na comunidade, identificando (1) a frequência de coleta de cada espécie, para cada tipo de uso ( extração semanal, mensal, esporádica ou anual), considerando o maior uso registrado; (2) o tipo de dano que cada uso levava a espécie ( extração total, parcial, retirada de galhos e uso somente de folhas ou fruto), considerando o maior uso registrado; (3) o número de usuários que fazem uso real e atual de cada espécie e (4) a quantidade de categorias nas quais as espécies são alocadas.

A composição dos valores de referência para as variáveis não numéricas (frequência de coleta e tipo de dano) foi feita a partir da substituição por valores presentes dentro de um ranqueamento numérico para as variáveis, com valores maiores sendo atribuídos a maior frequência e danos totais, decrescendo de 4 para 1 (para tipo de dano, o maior dano registrado, a extração total da planta, recebeu score 4, e o considerado menos danoso recebeu score 1).

Para o desenvolvimento do índice buscamos relacionar os usos de forma que não houvesse sobreposição de variáveis. A escolha das variáveis foi direcionada pelo pressuposto que uma espécie sofre maior pressão quando, para o principal tipo de uso dado a planta, há necessidade de extração de todo o indivíduo e conseqüente morte do mesmo, e que essa pressão é maior de acordo com a frequência de uso da planta na comunidade, e pode ser agravada caso esta mesma seja utilizada em mais categorias. A construção do índice considerou a relação entre a importância de cada variável e a observação desta na comunidade, representada a partir da equação que segue:

$$IPPU = a_1x_{1n} + a_2x_{2n} + \dots + a_kx_{kn}$$

$$IPPU = \sum_{i=1}^k a_i x_{in}$$

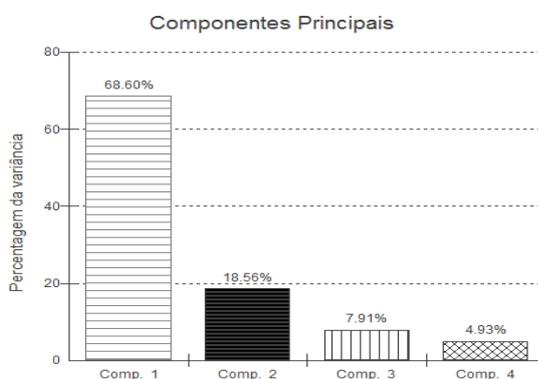
Onde:

$x_{in}$  é o valor da  $i$ -ésima variável observada para o  $n$ -ésimo objeto

$a_i$  é o peso da  $i$ -ésima variável (a importância de cada variável na construção do índice, obtida na PCA)

A ponderação de variáveis foi feita de acordo com o indicado por Kubrusly (2001), que utiliza o modelo de Análise de Componentes Principais (PCA) empregado em sua forma clássica, para que cada componente seja utilizado como peso em um índice representado pela somatória das variáveis. Feita a PCA para as variáveis observadas na comunidade, obtivemos os seguintes pesos ( $a_i$ ) presentes no gráfico de componentes principais presente na Figura 2.

Figura 2: Porcentagem de variância dos componentes principais avaliados para definição o índice de pressão por preferência de uso das espécies vegetais para a Comunidade São Francisco, município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil.



A ponderação dos componentes do índice, utilizando os resultados da PCA deu origem a formula que segue:

$$IPPU = (\text{Dano} \times 0.686 + \text{Frequência} \times 0.185 + \text{Número de usuários} \times 0.079 + \text{Categorias} \times 0.049) / 100$$

Da análise resulta uma classificação das espécies de acordo com a pressão que estão sofrendo atualmente. Optou-se por não inserir dados sobre a fitossociologia das espécies para que os resultados pudessem demonstrar somente a preferência de uso de cada espécie, e conseqüentemente, a base cultural do uso. Esta escolha foi feita mesmo com o conhecimento da teoria proposta por Phillips e Gentry (1993), e testadas por Lucena *et al.* (2007b), Ribeiro *et al.* (2012) e Lima *et al.* (2016), dentre outros, que

propõem relação direta entre uso e disponibilidade dos recursos nas proximidades da comunidade.

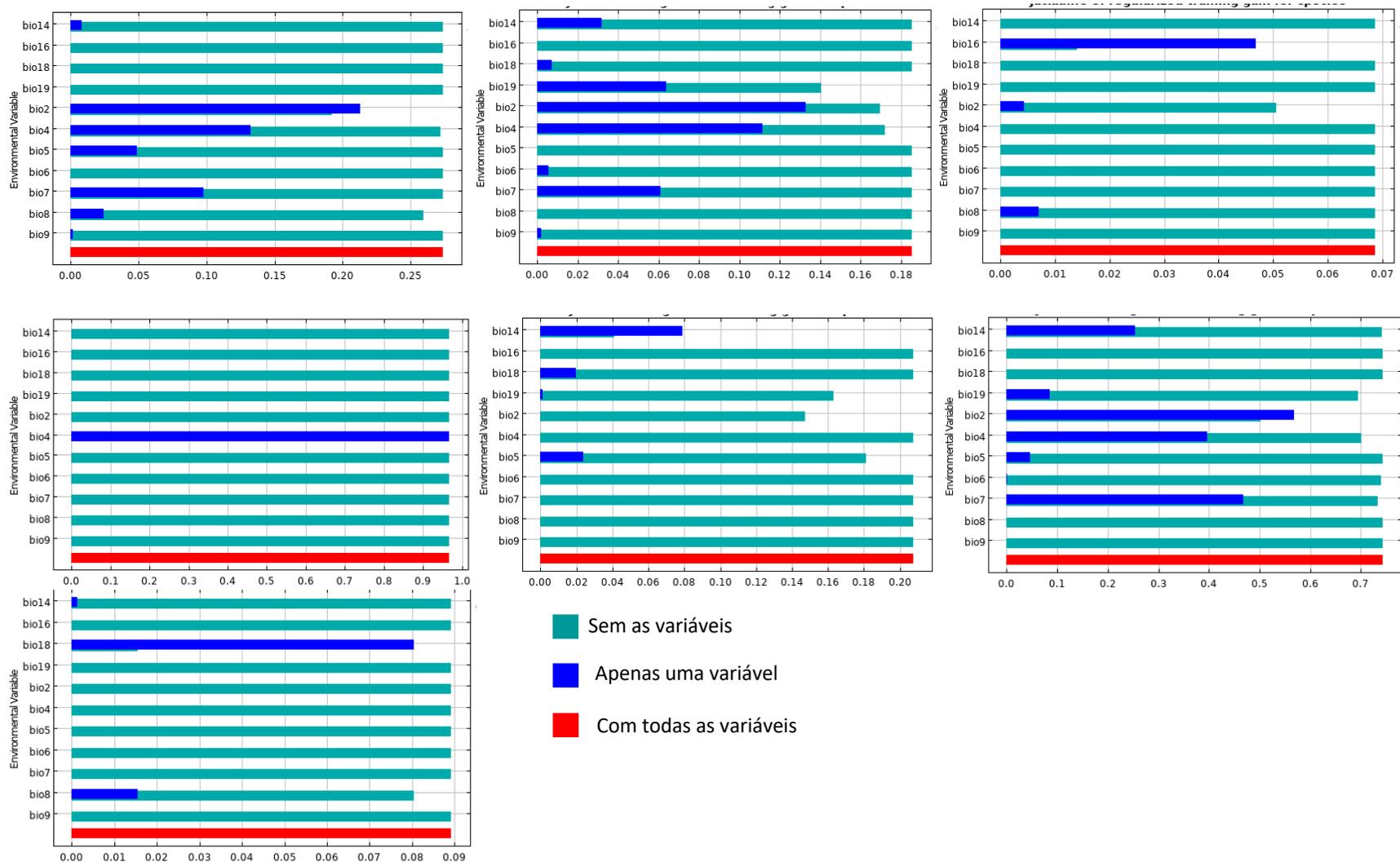
### **Coleta de dados sobre a distribuição das espécies**

A identificação da disponibilidade das espécies vegetais foi feita a partir do uso de informações oriundas de herbários que disponibilizam seus dados em bancos virtuais. Os espécimes foram obtidos através de consulta à base de dados Species link. O uso de dados oriundos de herbário para avaliação da distribuição e abundância de espécies já vem sendo testado, apresentando sucesso em resultados que corroboram a repetição da metodologia (BUERKI *et al.*, 2015, HART *et al.*, 2014, DAVIS *et al.*, 2012). Também foram inseridas na modelagem pontos da comunidade em que as espécies foram encontradas.

### **Variáveis Ambientais**

Para reduzir a multicolinearidade entre as 19 variáveis bioclimáticas, as variáveis altamente correlacionadas (coeficiente de correlação de Pearson  $r \geq 0.85$ ) foram eliminadas (Graham, 2003). Com a redução das variáveis, foram incluídas 10 variáveis (Tabela 1) para os modelos das 7 espécies. Contudo, dentre as espécies, o número de variáveis utilizadas variou entre 1 (para *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Spondias tuberosa*) a 7 (*Sideroxylon obtusifolium* (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D.Penn.). Foram incluídas as variáveis intervalo médio diurno de temperatura (Bio 2), sazonalidade da temperatura (Bio 4), temperatura máxima do mês mais quente (Bio 5), temperatura mínima do mês mais frio (Bio 6), faixa anual de temperatura (Bio 7), temperatura média do quarto mais quente (Bio 8), precipitação do mês mais seco (Bio 14), precipitação do trimestre mais seco (Bio 16), precipitação do trimestre mais quente (Bio 18) e, precipitação do trimestre mais frio (Bio 19).

Figura 3: Teste jacknife para avaliação da importância relativa das variáveis ambientais para as espécies A) *A.pyrifolium* B) *C. blanchetianus* Baill C) *M. tenuiflora* (Willd.) Poir D) *M. urundeuva* Allemão E) *P. pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz F) *S. obt*



## Modelagem da distribuição das espécies

O mapa preditivo de nicho ecológico foi feito com o uso do algoritmo MAXENT, presente no pacote BIOMOD2 do software R (THUILLER *et al.*, 2012), com uso do modelo climático HadGEM2-ES sob os cenários RCP 4.5 como observação otimista e, RCP 8.5 como observação pessimista. MAXENT tem sido utilizado por apresentar as melhores respostas dentre os algoritmos disponíveis para avaliar a distribuição de espécies a partir de dados oriundos de herbários (MATEO *et al.*, 2010, ELITH e GRAHAM, 2009, VANDERWALL *et al.*, 2009). Esta classe de modelo de nicho ecológico faz uso de um modelo correlativo de condições ambientais que utilizam as necessidades ambientais de cada espécie e prediz a possibilidade de registro da espécie em uma área específica (WARREN e SEIFERT, 2011). Foi utilizada a função de Características Operacionais do Operador (AUC) para avaliar a performance do modelo. De acordo com Fielding e Bell (1997), o uso do AUC geralmente é considerado um índice importante por fornecer uma única medida de precisão geral que não depende de um limiar específico. A AUC varia de 0 a 1, de forma que um modelo com maior valor de AUC indica que foi considerada a melhor performance do modelo.

Os dados resultantes dos modelos de predição do MAXENT foram exportados para o QGIS (versão 2.18). Seguimos a classificação proposta por Yang *et al.* (2013) que fez a caracterização dos habitats em cinco classes potenciais de adequação: habitat inadequado (0 – 0.2), pouco adequado (0.2 – 0.4), habitat adequado (0.4 – 0.6), habitat muito adequado (0.6 – 0.8) e habitat extremamente adequado (0.8 – 1).

Tabela 1: Variáveis ambientais utilizadas no estudo e suas porcentagens de contribuição. As variáveis utilizadas estão destacadas em negrito

Código	Variáveis ambientais	Unidade	% of contribution						
			A. pyrifolium	C. blanchetianus	M. tenuiflora	M. urundeuva	P. pyramidalis	S. tuberosa	S. obtusifolium
Bio1	Temperatura annual media	°C							
<b>Bio2</b>	<b>Amplitude diurna média (Média de mensal (temperatura máxima de temp-min)</b>	°C							
Bio3	Isotermalidade (Bio2/Bio7) (X100)	-							
<b>Bio4</b>	<b>Sazonalidade de temperatura (Desvio padrão x 100)</b>	C of V							
<b>Bio5</b>	<b>Temperatura máxima do mês mais quente</b>	°C							
<b>Bio6</b>	<b>Temperatura mínima do mês mais frio</b>	°C							
<b>Bio7</b>	<b>Amplitude de temperatura anual(Bio5-Bio6)</b>	°C							
<b>Bio8</b>	<b>Temperatura média do trimestre mais úmido</b>	°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							
<b>Bio14</b>	<b>Precipitação do mês mais seco</b>	mm							
Bio15	Sazonalidade de precipitação (Coeficiente de Variação)								
<b>Bio16</b>	<b>Precipitação do trimestre mais úmido</b>	mm							
Bio17	Precipitação do trimestre mais seco	mm							
<b>Bio18</b>	<b>Precipitação do trimestre mais quente</b>	mm							
<b>Bio19</b>	<b>Precipitação do trimestre mais frio</b>	mm							

## Resultados

### Espécies utilizadas

Registramos o uso de 28 espécies vegetais nativas na Comunidade São Francisco (ver Tabela 2), cujo uso foi alocado em nove categorias de uso (alimento, combustível, construção, forragem, medicamento, veterinário, veneno-abortivo, ornamentação e tecnologia).

*Tabela 2: Espécies vegetais utilizadas na Comunidade Rural São Francisco. Categorias de uso: Al) Alimento; Cb) Combustível; Ct) Construção; For) Forragem; Med) Medicinal; Out) Outros; Tec) Tecnologia; Va) Veneno-abortivo e Vet) Veterinário. IPPU: Índice de Pressão por Preferência de Uso. Uso real identifica o número de informantes/residências em que o uso pode ser registrado. IPPU: Indicador de pressão por preferência de uso das espécies.*

Nome científico (número de tombo)	Nome vernacular	Categorias de uso	Uso real	IPPU
<b>Anacardiaceae</b>				
Myracrodruon urundeuva Allemão (17.632)	Aroeira	Ct, Cb, For, Med, Tec	33	0.30763
Schinopsis brasiliensis Engl. (17.255)	Baraúna	Cb, Ct, For, Out, Vet	15	0.16913
Spondias tuberosa (17.556)	Umbuzeiro	Al, For, Med, Va	26	0.23371
<b>Apocynaceae</b>				
Aspidosperma pyrifolium (17.566)	Pereiro	Ct, Cb, Tec, For, Va, Vet, Out	25	0.26664
<b>Arecaceae</b>				
Copernicia prunifera (Miller) It.E.Moore (17.553)	Carnaúba	Tec	1	0.02336
<b>Bignoniaceae</b>				
Tabebuia aurea (Silva Manso)Benth. Hook. F.ex. S. (17.641)	Craibeira	Ct, Tec, For, Out, Va	16	0.17333
<b>Burseraceae</b>				
Commiphora leptophloeos ( Mart.) J. B. Gillet (17.642)	Umburana	Ct, Med, For, tec, Cb, Vet	19	0.19311

**Capparaceae**

Cynophalla flexuosa (L.) J. Prese (17.583)	Feijão Brabo	For, Vet, tec	6	0.07081
--	-----------------	------------------	---	---------

**Celastraceae**

Maytenus rigida Mart. (17.615)	Bom- Nome	Cb, Med, Tec, Vet	8	0.10207
-----------------------------------	--------------	----------------------	---	---------

**Combretaceae**

Thiloa glaucocarpa (Mart.) Eichler	João Mole	Vet	12	0.10841
---------------------------------------	-----------	-----	----	---------

**Euphorbiaceae**

Cnidoscolus quercifolius Phol . (17.581)	Favela	Med, For Cb, Ct,	2	0.03431
--	--------	---------------------	---	---------

Croton blanchetianus Baill (17.249)	Marmeleiro	For, Med, Tec, Out	20	0.22224
---	------------	-----------------------	----	---------

Jatropha molissima ( Pohl.) Baill. (17.578)	Pinhão Brabo	Med, Tec, Vet, For	14	0.14076
---	-----------------	-----------------------	----	---------

Manihot dichotoma Ule (17.254)	Maniçoba	For, Va, Out	5	0.06291
--------------------------------------	----------	-----------------	---	---------

**Fabaceae**

Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan (17.630)	Angico	Cb, Tec, Ct, Va, Med, Vet	14	0.17299
---	--------	---------------------------------	----	---------

Bauhinia cheilantha (Boing.) Steud. (17.648)	Mororó	Ct, Med, Cb, Vet, Mr	6	0.08246
--	--------	----------------------------	---	---------

Erythrina velutina Willd (17.563)	Mulungú	Tec, Med, For, Out	6	0.07571
--------------------------------------	---------	-----------------------	---	---------

Hymenaea courbaril L. (17.582)	Jatobá	Med, Ct, For	4	0.05501
--------------------------------------	--------	-----------------	---	---------

Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz (17.639)	Jucá	Cb, For, Med, Tec, Ct, Out, Vet	11	0.13677
---	------	---------------------------------------	----	---------

Mimosa ophthalmocentra Mart ex. Benth. (17.236)	Jurema De Imbira	Ct, For Cb, For,	2	0.04117
--	---------------------	---------------------	---	---------

Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir (17.626)	Jurema Preta	Ct, Med, Va, Tec	21	0.22328
--	-----------------	---------------------	----	---------

Piptadenia stipulaceae (17.877)	Jurema Branca	For, Cb, Ct, Out	8	0.09151
---------------------------------------	------------------	---------------------	---	---------

Poincianella pyramidalis (Tul.) L.P. Queiroz (17.234)	Catingueira	Cb, For, Med, Ct, out	24	0.24894
<b>Malvaceae</b>				
Ceiba glaziovii ( Kuntze) K. Schum. Pseudobombax marginatum (A.ST.Hill) A.Robyns (17.562)	Barriguda	Out	2	0.02941
	Imbiratã	Med, For, Vet	10	0.10241
<b>Olacaceae</b>				
Ximenia americana L. (17.557)	Ameixa	Med	4	0.04521
<b>Rhamnaceae</b>				
Ziziphus joazeiro Mart. (17.625)	Juazeiro	For, Med, Out, Ali, Cb	20	0.19121
<b>Sapotaceae</b>				
Sideroxylon obtusifolium (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D.Penn. (17.625)	Quixabeira	Med, For, Al, Cb, Tec, Out	28	0.26802

Avaliamos como espécies de maior preferência de uso aquelas registradas no quartil superior da análise. A escolha pelo quartil superior também considerou a quantidade de espécies utilizadas pelos informantes, que citaram uma média de 8,1 espécies por residência. As espécies selecionadas foram *M. urundeuva*, *S. obtusifolium*, *A. pyriformis*, *P. pyramidalis*, *S. tuberosa* e *M. tenuiflora*. A distribuição atual das espécies presentes no quartil superior do IPPU está presente na Figura 4, com área de abrangência identificada na Tabela 4.

### Modelagem de distribuição das espécies

Os modelos de MAXENT para as espécies proveram resultados com valor de AUC maior que 0.5 de um modelo randômico. O modelo que registrou o maior AUC foi obtido para *S. obtusifolium* (0.931) seguido por *P. pyramidalis* (0.849), *A. pyriformis* (0.787), *S. tuberosa* (0.747), *M. tenuiflora* (0.742), *C. blanchetianus* (0.715) e *M.*

*urundeuva Allemão* (0.632). Intervalo médio diurno de temperatura (Bio 2) foi a variável que contribui com o maior número de espécies (5 espécies), contudo, as variáveis sazonalidade da temperatura (Bio 4) e precipitação do trimestre mais quente (Bio 18) contribuíram unicamente (100%) para a modelagem das espécies *M. urundeuva* e *S. tuberosa*, respectivamente (Figura 3, Tabela 1).

### Potenciais de distribuição das espécies para 2050

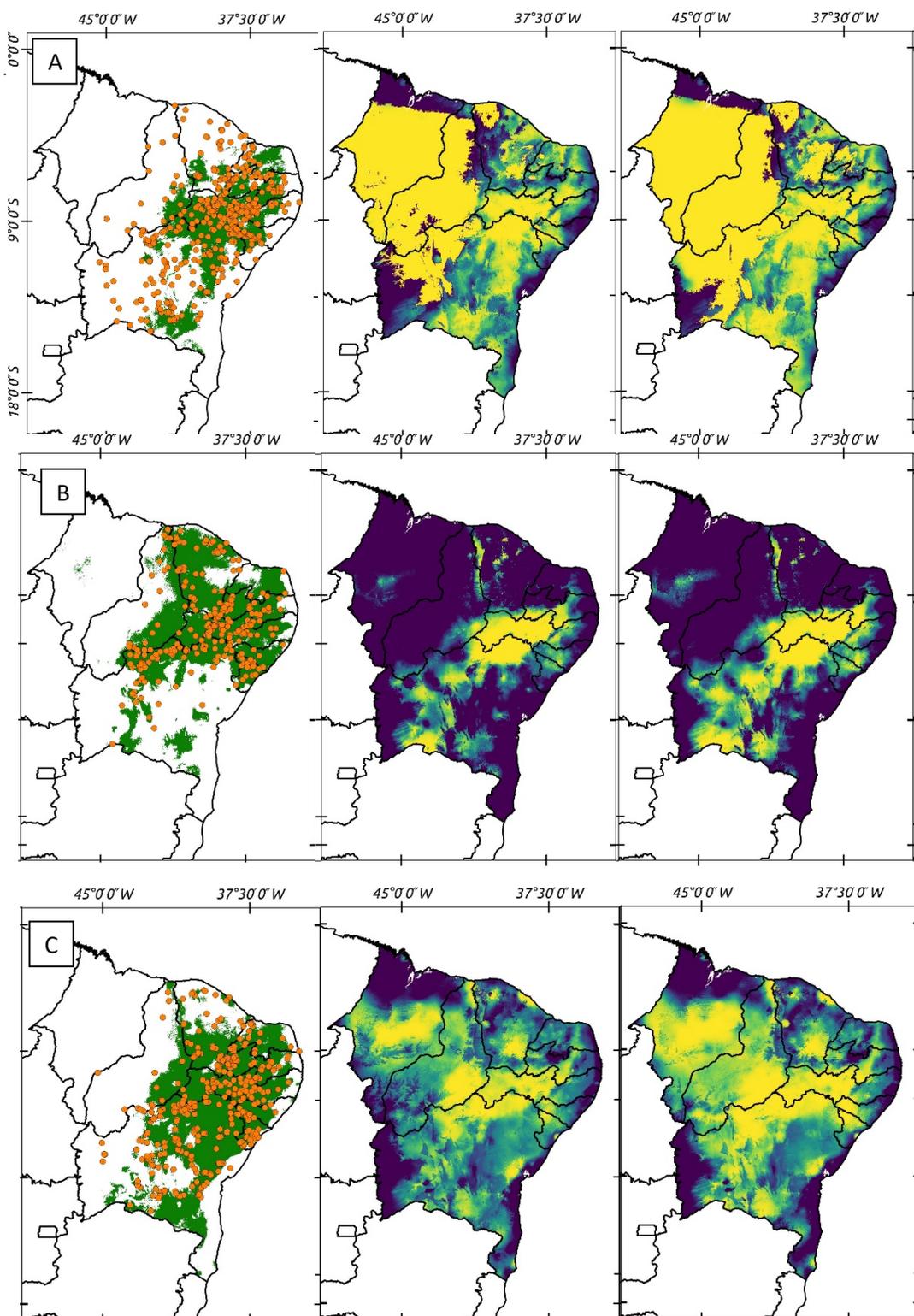
A distribuição potencial de todas as espécies modeladas teve aumento na sua área em comparação com a área registrada atualmente. Para todos os modelos, o aumento de área foi maior quando submetidas a um maior incremento radioativo, no cenário RCP8.5. O modelo sugere que a distribuição das espécies vai se expandir em uma situação climática que caracteriza mudanças climáticas previstas para a primeira metade do século XXI, tanto no cenário mais conservador (RCP4.5) ou naquele que prevê maior incremento no forçamento radioativo (RCP8.5). Ao observar a área de maior adequação das espécies utilizando o RCP 4.5, identificamos um aumento médio da distribuição potencial de 126% em sua área em comparação com a distribuição atual. A espécie com menor expansão foi *C. blanchetianus* cujo crescimento esperado no modelo foi de 10,2% de sua área. O maior aumento de área foi registrado para a espécie *A. pyrufolium* (248,29%). A análise das modelagens que relacionam a área atual com o cenário menos conservador (RCP8.5) mostrou um aumento médio de 153,3% da área de possível ocorrência das espécies. Assim como registrado no RCP4.5, a espécie de menor expansão foi *C. blanchetianus* (23,5%) e o maior aumento foi registrado para *A. pyrufolium* (288,6%). Ao comparar o RCP 4.5 com RCP8.5 verificamos também elevação na área potencial de todas as espécies, com destaque para as espécies *S. obtusifolium* e *S. tuberosa* que registraram os maiores crescimentos de área em caso de aumento de forçamento radioativo (19,6% e 18,76%, respectivamente). O incremento de área de potencial distribuição das espécies está registrado na Tabela 3 e na Figura 4.

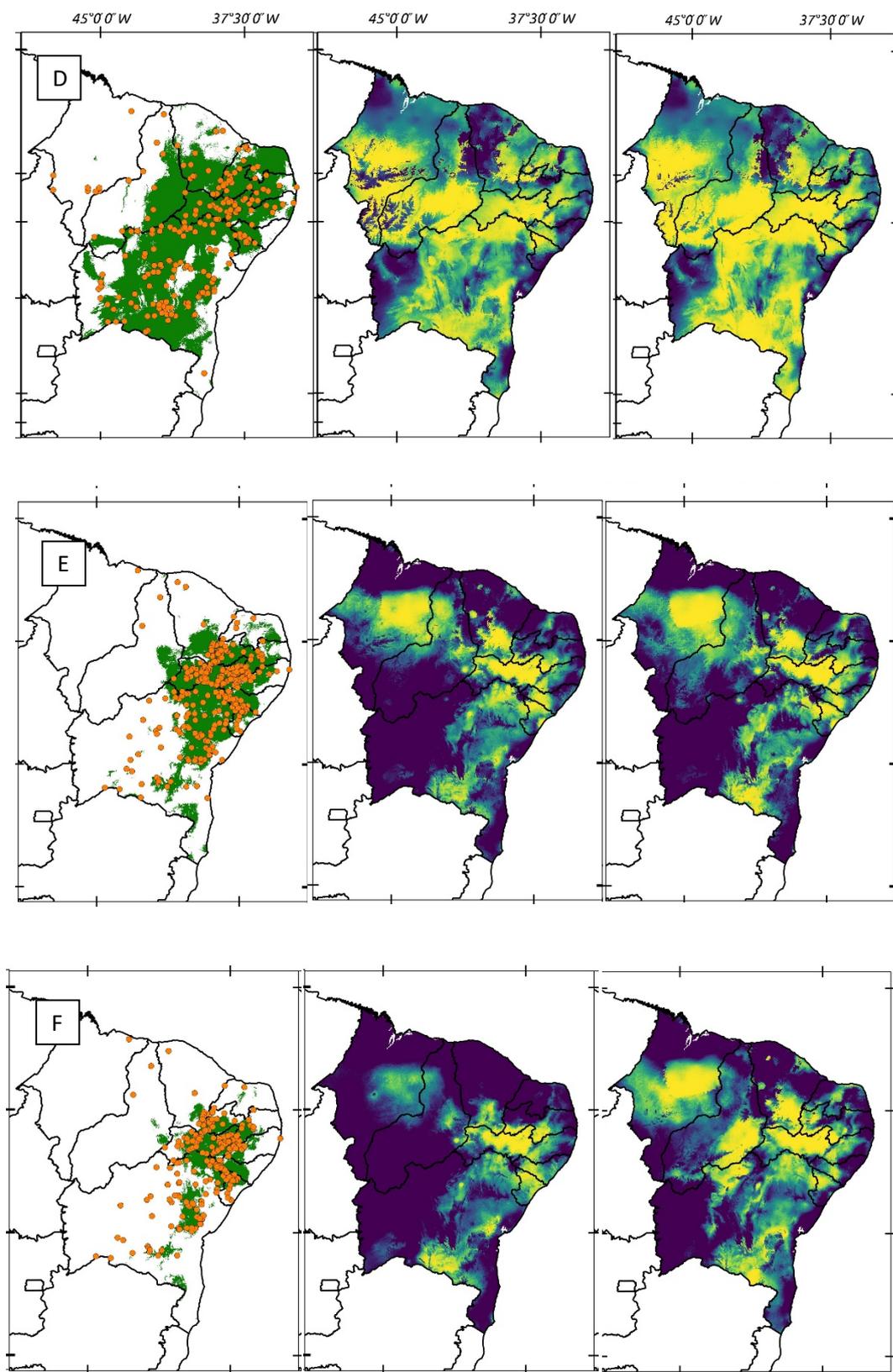
Tabela 3: Variação na área de distribuição potencial das espécies sob influência de diferentes cenários climáticos.

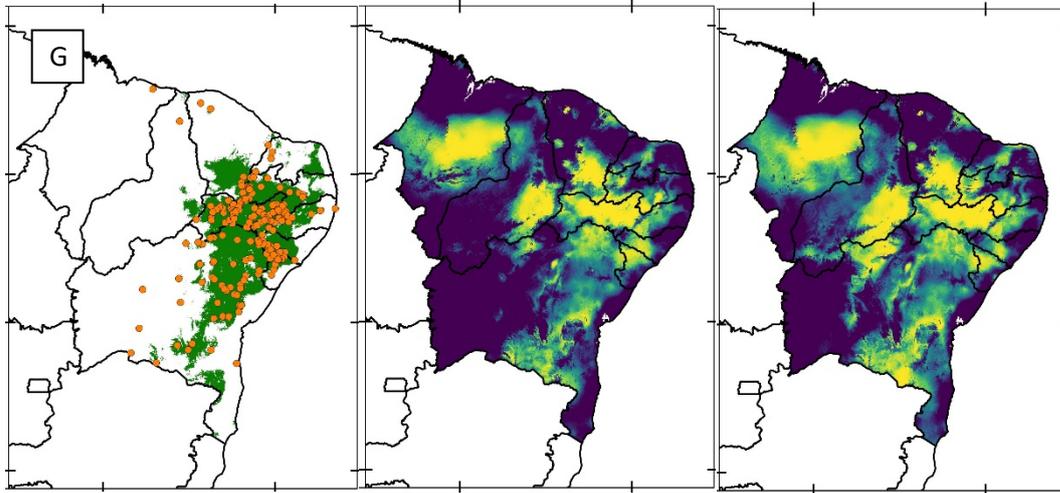
Espécie	Área atual (km <sup>2</sup> )	RCP4.5	RCP 8.5
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	323,487	1,126,671	1,257,164
<i>Croton blanchetianus</i>	561,635	618,879	693,492
<i>Mimosa tenuiflora</i>	583,187	1,112,064	1,160,649
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	695,900	1,288,992	1,365,435

<i>Poincianella pyramidalis</i>	348,848	848,053	902,746
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	178,933	408,676	488,763
<i>Spondias tuberosa</i>	315,024	888,539	1,055,256

Figura 4: Distribuição das espécies modeladas a partir do MAXENT. Cada uma das linhas traz três mapas contendo, da esquerda para a direita, a distribuição atual das espécies, a modelagem de cenário otimista (RCP 4.5) e a modelagem de cenário pessimista (RCP 8.5) para as espécies A) *A.pyrifolium* B) *C. blanchetianus* Baill C) *M. tenuiflora* (Willd.) Poir D) *M. urundeuva* Allemão E) *P. pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz F) *S. obtusifolium* (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D.Penn G) *S. tuberosa*.







## Discussão

### Distribuição das espécies x preferências de uso: Implicações sobre as populações e manejo de espécies nativas

As projeções de disponibilidade obtidas nos cenários apresentados na Figura 4 indicam um aumento na distribuição das espécies vegetais aqui analisadas, com crescimento em área que pode representar um comprometimento de espaço que hoje abrigam remanescentes de Caatinga de grande porte e estádios serais elevados. O entendimento da relação entre o uso atual de espécies, aqui representada pela preferência de uso (IPPU) e a distribuição atual e futura de uma espécie pode ser crucial no desenvolvimento de planos de manejo local, que tenham como referência também as necessidades culturais das populações humanas estabelecidas e dependentes dos recursos naturais.

A estrutura bioclimática da região nordeste do Brasil aparenta permitir a instalação de crescimento de populações de espécies de maior resistência e velocidade de crescimento. O crescimento de espécies de maior resistência pode ser percebido quando é observada a expansão potencial da área de abrangência de todas as espécies modeladas sob o cenário RCP8.5, que prevê um forçamento radioativo mais elevado associado às modestas taxas de mudança tecnológica e intensificação do uso de energias que culminam em altas emissões de gases do efeito estufa, e consequente aumento da temperatura global (RIAHI *et al.*, 2011).

A presença das espécies características de pioneirismo *M. tenuiflora*, *P. pyramidalis* e *A. pyriformium*, associadas ao potencial aumento de disponibilidade das mesmas pode indicar um possível processo de degradação ambiental, que culmine em um

processo de desertificação local. Souza, Menezes e Artigas (2015) indicaram a importância relativa das espécies em áreas não-desertificadas, indicando que a presença das espécies pioneiras demonstra que nesse ambiente ocorreu e possivelmente ainda vem ocorrendo algum tipo de alteração da vegetação. Os autores também registraram a contribuição destas espécies pioneiras em áreas desertificadas como sendo mais elevada do que em áreas não-desertificadas, em função do nível de perturbação do ambiente. Contudo, apesar da identificação de espécies que caracterizem um estágio sucessional específico, para que se estabeleça a indicação da sere em que o ambiente se encontra é necessário a avaliação fitossociológica, a fim de indicar a fase de desenvolvimento das espécies e a verificação de sinais de corte, que podem estar atrasando o crescimento de algum espécime.

O menor aumento no crescimento da área potencial de *C. blanchetianus*, gênero característico de estágios iniciais de sucessão e regeneração (PEREIRA JUNIOR *et al.*, 2012, FABRICANTE e ANDRADE, 2007) difere do que poderia ser esperado após o registro de crescimento de área de outras espécies pioneiras. Contudo, a área potencial de *C. blanchetianus* pode estar relacionada com a área atual reduzida na região Nordeste ou ao diminuto esforço de coleta. Apesar de ser a espécie cuja modelagem identificou menor área e, ser a espécie com menor IPPU no primeiro quartil, tem uso considerável quando relacionado ao número total de espécies utilizadas na comunidade São Francisco. A relação entre a disponibilidade atual da espécie na área da comunidade e o uso real dado a espécie deve ser buscada ao se trabalhar com conservação de um ambiente pela necessidade de entender a maneira com as retiradas de um recurso ocorrem neste ambiente, sendo necessário identificar o viés cultural que rege os usos. O pioneirismo de *C. blanchetianus* pode ser a característica responsável pela elevada quantidade da espécie verificada por Lima *et al.* (2016) em estudo fitossociológico realizado em uma área degradada desta comunidade.

A maior preferência de uso identificada para *M. urundeuva*, nesta pesquisa relacionada com a qualidade da madeira para construção de estruturas duráveis para residências, aparenta ter relação com a maior distribuição atual da espécie entre aquelas registradas no ranque do IPPU. A espécie teve um dos menores aumentos em sua disponibilidade na mata no ano de 2050, quando comparada as demais espécies modeladas. O uso da espécie tem forte registro cultural, como registrado por Ribeiro *et al.* (2014), Lima *et al.* (2015) e Silva *et al.* (2014), com uso como forragem e outras

categorias, como construção e combustível, em que o uso de uma espécie está, muitas vezes relacionado à morte do espécime para extração de madeira. Ribeiro *et al.* (2014) ainda indicam a necessidade de se evitar a superexploração da espécie. No tocante a *M. urundeuva*, o registro da espécie em uma grande área da região Nordeste pode ter sido influenciada pelo fato da espécie ter constado na lista de espécies vegetais ameaçadas de extinção (BRASIL, 2008), o que pode ter levado a um aumento do esforço de coleta da mesma na região durante este período. Na comunidade São Francisco, Lima *et al.* (2016) haviam identificado a presença de espécie em um estudo fitossociológico em um ambiente de 0,9 hectares, registrando apenas 10 indivíduos, que representaram uma densidade relativa de 0,3. Este número é baixo quando comparado aos valores registrados no mesmo trabalho para as espécies *A. pyriformis*, *C. blanchetianus* e *P. pyramidalis*, que tiveram registro de 1450, 1181 e 436 representantes de cada espécie na mesma área, respectivamente.

O fato de *M. urundeuva* apresentar um crescimento reduzido na sua distribuição potencial pode ser visto como um alerta para a necessidade de programas de manejo da espécie, que de acordo com Andrade *et al.* (2005), não está adaptada para colonizar ambientes inóspitos a espécie, sem as características ambientais necessárias para suprir as necessidades de espécies que caracterizam um estágio seral mais avançado. Os autores também registraram a presença de *M. tenuiflora* apenas em uma área pouco antropizada. A espécie, junto com *M. urundeuva* e *C. blanchetianus* foram as espécies de menor crescimento esperado para o ano de 2050 em ambos cenários avaliados (RCP4.5 e RCP8.5). Esta redução ameaça os usos dados às espécies, assim como os conhecimentos sobre as características das espécies que direcionam tais usos. Gottfried *et al.* (1999) registraram um padrão de deslocamento de espécies de vegetais nos Alpes Europeus devido a formação de uma zona na base das montanhas capaz de sustentar apenas o estabelecimento de espécies pioneiras, e relacionou esta mudança ao aquecimento do clima local. A redução de áreas propícias a espécies de clímax se assemelha ao esperado para espécies como *M. urundeuva*, *S. obtusifolium* e *S. tuberosa* e pode estar relacionada com o pouco aumento proporcional de área das duas últimas espécies.

A variação na disponibilidade potencial de *P. pyramidalis*, em que se verifica um aumento para o ano de 2050 permite que o uso da espécie seja direcionado como opções para a manutenção do uso de espécies nativas, a partir de um plano de manejo que permita a recuperação das espécies de maior frequência de uso e menor disponibilidade.

É necessário ressaltar que há necessidade de estudos sobre a estrutura do solo da comunidade, pois há observação de uma variação na suscetibilidade da região para manter a estrutura fitossociológica atual, porém a estrutura funcional desta modelagem não permite identificar pontualmente quais as áreas que estão sofrendo as mudanças ou se alguma região está se recuperando enquanto outra está sendo mais degradada, assim como não permite a inserção de dados sobre solo, sendo necessário uma avaliação posterior. Qin *et al.*(2017) também chama a atenção para a necessidade de estudos sobre solo, competição interespecífica, barreiras geográficas e atividade humana ao modelar a distribuição de uma espécie arbórea nativa da China, cuja distribuição atual esperada difere do que se registra na natureza.

Os resultados presentes nos cenários modelados têm como base a associação entre as informações bioclimáticas e a localização das espécies obtidas a partir de georreferenciamento. Precisamos considerar que a distribuição atual de espécies vegetais do entorno de uma comunidade rural também foi influenciada pela pressão de uso, e que os dados de modelagem não incluem possíveis variações na pressão diferenciada que cada espécie sofre. Planos de manejo que permitam a manutenção da estrutura florestal reduzindo ao mínimo os danos econômicos de residentes em comunidades rurais devem considerar a variação da disponibilidade de espécies durante o século e relacionar estes dados às informações de preferência e frequência de uso das espécies.

A construção de planos de manejo e proteção da vegetação nativa de uma localidade do semiárido paraibano perpassa pela identificação de problemas ambientais causados pelo superpastoreio feito por caprinos, ovinos e bovinos. O pastoreio em larga escala é um elemento modificador da composição florística dos estratos herbáceo e arbóreo-arbustivo (ALVES *et al.*, 2009), com interferência na diversidade e estrutura vegetal (SOUZA, ARTIGAS e LIMA, 2015). No processo de análise da distribuição de espécies úteis de uma localidade, é necessário se reconheça os locais de pastagem e os locais de coleta, identificando se há sobreposição entre coleta e pastagem em um mesmo local, a fim de evitar a degradação região feita por rebanhos.

## **Conclusão**

Ao avaliar a comunidade São Francisco, os informantes demonstraram preferências de uso para espécies cuja disponibilidade deve aumentar nas zonas de coleta

da comunidade. Contudo, o aumento identificado na modelagem pode ser indicador do agravamento de extremos ambientais, como secas e possível processo de desertificação, que podem agir sobre a estrutura de espécies características de clímax ou de estádios serais mais adiantados.

A modelagem feita com o MAXENT permitiu inferir a forma as distribuições das espécies úteis para a comunidade São Francisco a nível regional. Apesar da amplitude espacial obtida a partir da modelagem, podemos trazer estas informações para a realidade da comunidade, principalmente após comparar a distribuição das espécies esperadas para o ano de 2050 com os dados fitossociológicos apresentados por Lima *et al.* (2016).

O uso de modelagem de distribuição que permitiu inferir a distribuição de recursos naturais associados a uma comunidade rural pode servir como instrumento capaz de avaliar a maneira como as atividades características do semiárido poderão ser mantidas. Além disso, as informações oriundas destas análises são complementos necessários para qualquer plano de manejo que tenha no seu âmbito a estrutura sociocultural de comunidades humanas.

O aumento da área potencial em que as espécies modeladas poderão ser encontradas até o ano de 2050 no Nordeste do Brasil indicam para um aumento da região semiárida brasileira que está de acordo com previsões encontradas no Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Ao analisar estes dados pontualmente, tomando como ponto de observação uma comunidade rural, podemos perceber a forma como os padrões de mudança climática esperados para o globo podem pequenos agrupamentos humanos, que podem inclusive desconhecer as origens destas mudanças.

O aumento da disponibilidade potencial das principais espécies utilizadas em uma comunidade rural, como registrado para a Comunidade São Francisco, poderia ser avaliada sob um ponto de vista positivo para a manutenção da estrutura social e cultural da mesma. Contudo, é necessário lembrar que um esperado aumento da aridez de um ambiente, com redução da presença de espécies de estádios serais mais próximos ao clímax, espera-se também uma redução da disponibilidade de recursos hídricos disponíveis para a manutenção das atividades de subsistência de comunidades rurais, marcadas pela agricultura e pecuária de pequena extensão.

## **Agradecimentos**

A realização dos trabalhos não seria possível sem o auxílio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), que concedeu bolsa de doutorado ao primeiro autor deste trabalho, e concedeu também bolsa do Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior – PDSE. Agradecemos ao corpo técnico do Willian L. Brown Center, do Missouri Botanical Garden. A pesquisa também não seria possível sem a recepção calorosa e abertura em participação na pesquisa dos informantes da Comunidade São Francisco, município de Cabaceiras, Paraíba.

## Referências

ALVES, Jose Jakson Amancio; DE ARAÚJO, Maria Aparecida; DO NASCIMENTO, Sebastiana Santos. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, 2009.

ANDRADE, Leonaldo Alves de *et al.* Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, v. 11, n. 3, 2005.

AUSTIN, Mike. Species distribution models and ecological theory: a critical assessment and some possible new approaches. **Ecological modelling**, v. 200, n. 1, p. 1-19, 2007.

BARKMANN, Tim; SIEBERT, Rosemarie; LANGE, Andrej. Land-use experts' perception of regional climate change: an empirical analysis from the North German Plain. **Climatic Change**, v. 144, n. 2, p. 287-301, 2017.

BRASIL, Instrução Normativa no 6, de 23 de setembro de 2008. **Reconhecimento das espécies da flora ameaçadas de extinção**, em 12 de fevereiro de 2018.

BUERKI, Sven *et al.* Incorporating evolutionary history into conservation planning in biodiversity hotspots. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 370, n. 1662, p. 20140014, 2015.

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

DAVIS, Aaron P. *et al.* 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.

ELITH, Jane, and John R. LEATHWICK. "Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time." **Annual review of ecology, evolution, and systematics** 40 (2009): 677-697.

ELITH, Jane; GRAHAM, Catherine H. Do they? How do they? WHY do they differ? On finding reasons for differing performances of species distribution models. **Ecography**, v. 32, n. 1, p. 66-77, 2009.

FABRICANTE, Juliano Ricardo; DE ANDRADE, Leonaldo Alves. STRUCTURAL ANALYSIS OF A FRAGMENT OF CAATINGA IN THE SERIDÓ REGION OF PARAÍBA. **Oecologia Australis**, v. 11, n. 3, p. 341-349, 2007.

FIELD, C.B. *et al.*, 2014: Technical summary. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 35-94.

FIELDING, Alan H.; BELL, John F. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. **Environmental conservation**, v. 24, n. 1, p. 38-49, 1997.

FINAN, Timothy J.; NELSON, Donald 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.

GOTTFRIED, Michael *et al.* A fine-scaled predictive model for changes in species distribution patterns of high mountain plants induced by climate warming. *Diversity and Distributions*, v. 5, n. 6, p. 241-251, 1999.

GRAHAM, Michael H. Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. **Ecology**, v. 84, n. 11, p. 2809-2815, 2003.

GUERRA, Natan Medeiros *et al.* Usos locais de espécies vegetais nativas em uma comunidade rural no semiárido nordestino (São Mamede, Paraíba, Brasil). **Biofar., Vol. Especial**, p. 184-2011, 2012.

HART, Robbie *et al.* Herbarium specimens show contrasting phenological responses to Himalayan climate. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 29, p. 10615-10619, 2014.

Ji, Li-Jun; PENG, Kaiping; NISBETT, Richard E. Culture, control, and perception of relationships in the environment. **Journal of personality and social psychology**, v. 78, n. 5, p. 943, 2000.

KUBRUSLY, Lucia Silva. Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de dados multivariados. **Pesquisa Operacional**, v. 21, n. 1, p. 107-117, 2001.

LEMOS, Maria Carmen *et al.* The use of seasonal climate forecasting in policymaking: lessons from Northeast Brazil. **Climatic Change**, v. 55, n. 4, p. 479-507, 2002.

LIMA, José Ribamar de Farias *et al.* Uso e Disponibilidade de Espécies Vegetais Nativas no Semiárido do Nordeste do Brasil: Uma Análise da Hipótese da Aparência Ecológica. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 1, 2016.

LIMA, José Ribamar de Farias *et al.* Uso y manejo de cercas en una comunidad rural del semiárido de Paraíba, noreste de Brasil. **Interciencia**, v. 40, n. 9, p. 618, 2015.

LUCENA, Reinaldo Farias Paiva *et al.* The ecological apparency hypothesis and the importance of useful plants in rural communities from Northeastern Brazil: An assessment based on use value. **Journal of Environmental Management**, v. 96, n. 1, p. 106-115, 2012.

LUCENA, Reinaldo Farias Paiva; DE LIMA ARAÚJO, Elcida; DE ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino. Does the local availability of woody Caatinga plants (Northeastern Brazil) explain their use value. **Economic botany**, v. 61, n. 4, p. 347-361, 2007b.

LUCENA, Reinaldo FP *et al.* Useful plants of the semi-arid northeastern region of Brazil—a look at their conservation and sustainable use. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 125, n. 1-3, p. 281-290, 2007a.

MARENGO, José 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

MATEO, Rubén G. *et al.* Profile or group discriminative techniques? Generating reliable species distribution models using pseudo-absences and target-group absences from natural history collections. **Diversity and Distributions**, v. 16, n. 1, p. 84-94, 2010.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; DE ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de caatinga em Monteiro, PB. **Holos**, v. 6, 2012.

PHILLIPS, Oliver; GENTRY, Alwyn H. The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. **Economic Botany**, v. 47, n. 1, p. 33-43, 1993.

PHILLIPS, Steven J.; ANDERSON, Robert P.; SCHAPIRE, Robert E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological modelling**, v. 190, n. 3, p. 231-259, 2006.

PHILLIPS, Steven J.; DUDÍK, Miroslav; SCHAPIRE, Robert E. A maximum entropy approach to species distribution modeling. In: **Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning**. ACM, 2004. p. 83.

QIN, Aili *et al.* 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.

RIAHI, Keywan *et al.* RCP 8.5—A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions. **Climatic Change**, v. 109, n. 1-2, p. 33, 2011.

RIBEIRO, João Everthon Silva *et al.* Ecological Apparency Hypothesis and Availability of Useful Plants: Testing different seu values. **Ethnobotany Research and Applications**, v. 12, p. 415-432, 2014a

RIBEIRO, João Paulo de Oliveira *et al.* Can ecological apparency explain the use of plant species in the semi-arid depression of Northeastern Brazil?. **Acta Bot. Bras.**, Feira de Santana , v. 28, n. 3, p. 476-483, Sept. 2014

SILVA, Núbia *et al.* Conhecimento e Uso da Vegetação Nativa da Caatinga em uma Comunidade Rural da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, n. 34, 2014.

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.

SOUZA, Bartolomeu Israel de; ARTIGAS, Rafael Cámara; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de. The Caatinga and desertification. **Mercator (Fortaleza)**, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

SOUZA, Bartolomeu Israel; MENEZES, Rafael; ARTIGAS, Rafael Cámara. Efeitos da desertificação na composição de espécies do bioma Caatinga, Paraíba/Brasil. **Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía**, v. 2015, n. 88, p. 45-59, 2015.

VANDERWAL, Jeremy *et al.* Selecting pseudo-absence data for presence-only distribution modeling: how far should you stray from what you know?. **ecological modelling**, v. 220, n. 4, p. 589-594, 2009.

WARREN, Dan L.; SEIFERT, Stephanie N. Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. **Ecological Applications**, v. 21, n. 2, p. 335-342, 2011.

YANG, Xue-Qing *et al.* Maxent modeling for predicting the potential distribution of medicinal plant, *Justicia adhatoda* L. in Lesser Himalayan foothills. **Ecological engineering**, v. 51, p. 83-87, 2013.

## Capítulo 2

**Abordagem dos meios de subsistência e dotação de capitais  
em uma comunidade afetada pela seca no semiárido  
brasileiro: avaliação do processo de mitigação de efeitos de  
mudanças climáticas**

**Abordagem dos meios de subsistência e dotação de capitais em uma comunidade afetada pela seca no semiárido brasileiro: avaliação do processo de mitigação de efeitos de mudanças climáticas**

**Resumo**

O semiárido brasileiro tem uma população marcada por chuvas irregulares e secas sazonais que estão inseridas na cultura dos povos que habitam a região. O processo de adaptação aos efeitos de extremos climáticos, tal como secas, é uma das características das populações humanas que convivem com o problema e que conseguem desenvolver atividades de subsistência. Este trabalho teve objetivo de identificar como as dotações de capital estão relacionadas com a subsistência na comunidade rural São Francisco, localizada no município de Cabaceiras, Paraíba. A coleta de dados foi feita com uso de formulário semiestruturado e analisado a partir da observação dos elementos da comunidade que puderam ser identificados como componente de cada um dos capitais envolvidos na estrutura de subsistência local: os capitais humano, social, natural, físico e financeiro. A coleta de dados com 42 informantes da comunidade permitiu que os cinco capitais fossem caracterizados e verificados os pontos em que eles estão inter-relacionados. A organização do capital social na comunidade tem uma estrutura que fortalece a unidade da comunidade, mesmo com a divisão dos residentes em duas associações. Esta divisão considera também um compartilhamento do capital financeiro. O capital humano registrado na comunidade tem uma forte influência na manutenção de comportamentos e informações sobre o meio natural, aqui relacionado também com o capital natural da comunidade. Apesar da coleta de dados realizada em um período de seca, a comunidade não chegou a sofrer com escassez de água devido às fontes artificiais presentes no local e compartilhadas por todos. Apesar desta característica que representa também o capital físico, a presença de reservatórios e fontes de água foram únicos elementos que podem ser caracterizados como capital físico relacionado à mitigação dos efeitos das secas, de forma que a comunidade continua sendo ameaçada por efeitos de secas sobre outras fontes de renda e subsistência, como a criação animal.

Palavras-chave: Subsistência sustentável. Capital social. Estrutura de comunidades

## Abstract

The Brazilian semiarid has a population marked by irregular rains and seasonal droughts that are inserted in the culture of the towns that inhabit the region. The process of adaptation to the effects of climatic extremes, such as droughts, is one of the characteristics of the human populations that live with the problem and that is able to develop subsistence activities. The activities carried out in semi-arid regions and the understanding of human relations with the environment characterize capitals that need to be understood and, when possible, measured when analyzing the development and maintenance of subsistence activities. This study aimed to identify how capital endowments are related to subsistence in the rural community of São Francisco, located in the municipality of Cabaceiras, Paraíba. The data collection was done using a semi-structured questionnaire and analyzed from the observation of community elements that could be identified as a component of each of the capitals involved in the local subsistence structure: human, social, natural, physical and financial capitals. Data collection with 42 community informants allowed the five capitals to be characterized and verified where they are interrelated. The organization of social capital in the community has a structure that strengthens the unity of the community, even with the division of the residents into two associations. This division also considers a sharing of financial capital. The registered human capital in the community has a strong influence in the maintenance of behaviors and information on the natural environment, here also related to the natural capital of the community. Despite data collection during a period of drought, the community did not suffer from water shortages due to artificial sources present on the site and shared by all. Despite this characteristic that also represents the physical capital, the presence of reservoirs and water sources were unique elements that can be characterized as physical capital related to mitigation of the effects of the droughts, so that the community continues being threatened by effects of droughts on other sources of income and subsistence, such as animal husbandry.

Keywords: Sustainable Livelihood. Social capital. Communities structure.

## Introdução

A dinâmica climática é um elemento transformador das atividades desenvolvidas no semiárido nordestino, principalmente com enfoque de subsistência, uma vez que as comunidades que residem no semiárido apresentam elevada vulnerabilidade frente às secas (MARENGO, 2009, DARELA FILHO et al. 2016). De acordo com Andrade et al. (2014), regiões semiáridas têm sua vulnerabilidade manifestada no aumento da frequência e intensidade de secas.

A irregularidade de chuvas é vista como obstáculo no desenvolvimento de atividades no semiárido, e os ciclos de estiagens e secas que atingem a região semiárida do Nordeste colaboram para desarticular as condições de vida de pequenos produtores (MARENGO, 2009). Estes períodos de estiagem podem ser maiores do que de costume, atingindo períodos de tempo longos que podem trazer 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. Contudo, é necessário ressaltar que as pessoas que vivem nas regiões em desenvolvimento não são vítimas passivas das variações climáticas, apresentando grande resiliência quando passam por mudanças climáticas ou catástrofes (ADGER *et al.*, 2003).

Ao observar as condições climáticas e socioculturais das populações que habitam o Nordeste do Brasil, e que convivem com secas, Marengo (2009) ressalta o comprometimento da sobrevivência destas populações pela intensificação da aridez desta região, com intensificação de dificuldades relacionadas ao acesso a água potável. O autor trata tais problemas como um elemento que pode intensificar o grau de vulnerabilidade das populações rurais. Para Sietz (2013) a avaliação de cada condição genérica de vulnerabilidade é valiosa para o entender e comparar a evolução dos sistemas socioecológicos diante de perturbações ambientais. Tais perturbações são forças capazes de desestabilizar um processo de subsistência local.

A definição de subsistência compreende as capacidades, os recursos e as atividades necessárias para um meio de vida (Serrat, 2017). O conceito de subsistência sustentável insere nesta definição a caracterização de atividades que possam se manter

durante um período considerável de tempo, utilizando os sistemas ambientais locais de uma forma que não extrapolem a sua capacidade de recuperação.

O DFID (1999) indica que a abordagem dos meios de subsistência está inicialmente relacionada às pessoas. Para atingir estes meios de subsistência é preciso obter uma compreensão das características das pessoas e, com mais abrangência das comunidades, que podem ser convertidas em recursos positivos. Estes ativos foram organizados em cinco grupos de capitais: humano, social, natural, físico e financeiro. A relação entre os capitais também é identificada por Serrat (2017), que assim como o DFID (2012), demonstram a interrelação entre os capitais e a necessidade de análise do conjunto de recursos de uma comunidade. O presente estudo pode permitir inclusive o entendimento da expressão de um capital sobre o desenvolvimento de outro.

Este trabalho teve como objetivo identificar como a dotação de capitais registrados em uma comunidade do semiárido brasileiro estão influenciando o processo de mitigação dos efeitos da seca, partindo da hipótese que o conhecimento tradicional das comunidades, que aqui está inserido na definição de capital humano, é o responsável principal pelo processo desenvolvimento da subsistência sustentável na comunidade.

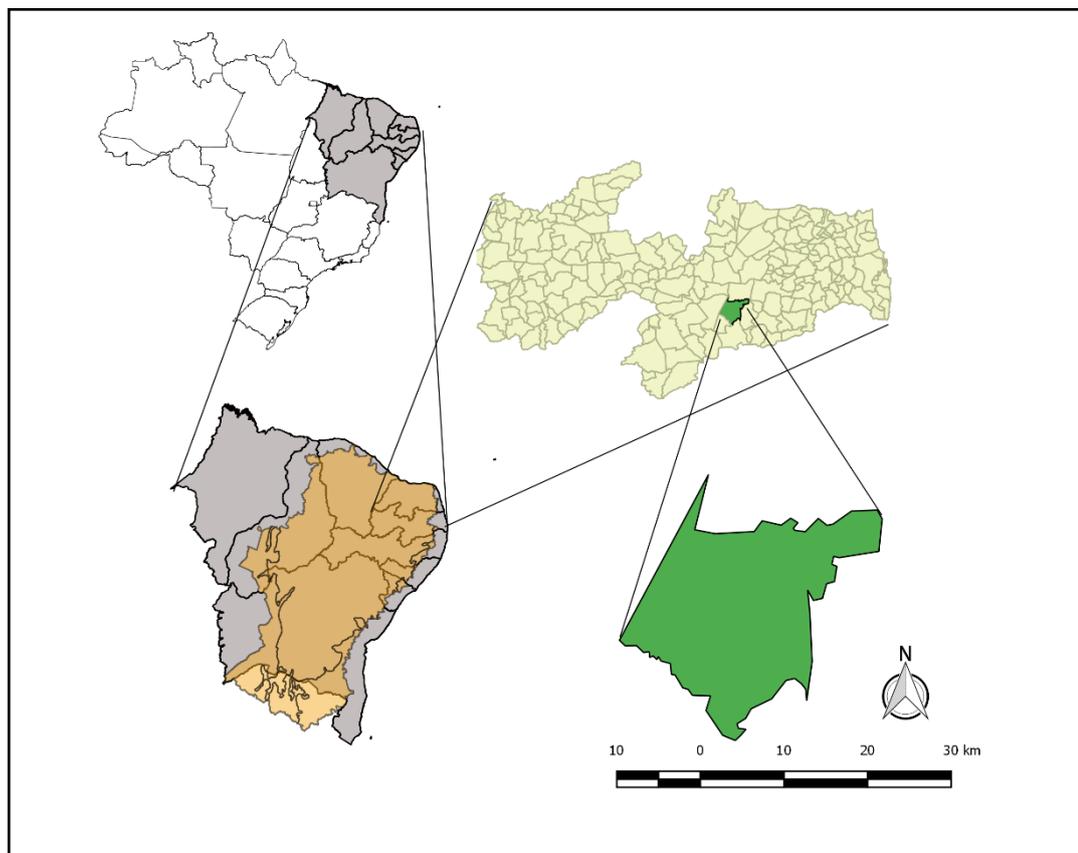
## **Metodologia**

### **Área de trabalho**

O semiárido brasileiro é uma região que abrange a maioria dos estados da Região Nordeste e parte do estado de Minas Gerais, da região Sudeste do Brasil (Figura 1). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2005), a região tem uma extensão de 982.563,3 km<sup>2</sup>, apresentando condições hídricas insuficientes para manter cursos hídricos por longos períodos de estiagem, visto também a frequência com que a região sofre com estiagem e secas.

A coleta de dados foi realizada em uma comunidade rural do município de Cabaceiras, estado da Paraíba, cidade que dista 190 quilômetros da capital, João Pessoa. A comunidade São Francisco está localizada à cerca de 15 quilômetros da sede do município, e conta com cerca de 70 famílias.

Figura 1: Mapa indicando a localização da comunidade São Francisco. a) Brasil, b) Nordeste brasileiro com realce para a região semiárida, c) Estado da Paraíba e d) Município de Cabaceiras, com localização da comunidade rural São Francisco.



O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) estima que a população do município, para o ano de 2016, era de 5.511 habitantes, residindo em 1.505 domicílios, dos quais 803 (53% das residências) estão localizados na zona rural do município.

O clima de Cabaceiras é Bsh (Clima semiárido quente) segundo a classificação de Köppen, caracterizando-se por apresentar temperaturas médias anuais em torno de 24,5°C. Esse município é conhecido como o de menor índice pluviométrico do Brasil, chovendo em média 250 mm/ano (ALVES *et al.* 2013). As chuvas são irregulares e esparsas, ocorrendo apenas durante três meses e, dando vazão a estiagens que duram até dez meses nos períodos mais secos (IBGE, 2011).

### **Perfil sócio-político da comunidade em estudo**

A denominação da comunidade São Francisco é oriunda da organização de cinco comunidades, sítio Malhada Comprida, sítio Jerimum, sítio Alto Fechado, sítio Caruatá de Dentro e sítio Rio Direito. A organização teve origem a partir da construção de uma igreja e, a denominação realizada pelos líderes católicos locais a partir de 1999. A maioria dos residentes é de origem cristã católica, o que levou a uma disseminação da denominação e aceitação social da investidura. A organização anterior das cinco comunidades ainda é mantida, sendo comum os informantes designarem as localizações de suas residências com o nome específico dos sítios. O estabelecimento das famílias que residem no local e originaram os primeiros sítios tem início desconhecido pelos informantes. A partir da descrição da árvore genealógica dos residentes mais idosos, que disseram ter seus avós residindo no local, eles definem que o estabelecimento na região é anterior a década de 1850.

A comunidade conta com duas associações de agricultores, organizadas politicamente seguindo uma duplicidade política registrada no município. Uma associação representa os agricultores relacionados com o grupo político da situação e outra com a oposição. Esta organização bipartidária está bastante presente na comunidade, principalmente pelo fato de dois vereadores eleitos no pleito municipal (2016) residirem na comunidade, e serem representantes de grupos políticos opostos.

Apesar de residir em comunidades rurais, boa parte dos indivíduos deixaram de depender diretamente de atividades agropecuárias. Atividades deste tipo, como a criação de pequenos rebanhos de gado bovino, caprino e ovino, assim como a agricultura temporária de plantas frutíferas e grãos, principalmente milho e feijão, se tornaram complemento da renda e formas de perpetuar uma cultura na qual os residentes foram educados.

### **Coleta e análise de dados**

O contato com os informantes teve início em um encontro na sede de uma das associações de agricultores. Neste momento, os participantes foram informados sobre o objetivo da pesquisa e demonstraram interesse em participar. Os dados seguintes foram obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas aplicadas aos mantenedores de família das residências da comunidade. Os formulários aplicados na comunidade tinham como objetivo registrar o conhecimento dos informantes sobre a comunidade, o ambiente em que vivem, o histórico climático e a estrutura política, de acordo com as diretrizes

definidas pelo DFID (1999) para análise de cada capital, identificados na Tabela 1. A análise foi feita a partir da identificação de recursos da comunidade.

Todas as residências da comunidade foram visitadas durante o período de agosto de 2016 a junho de 2017, totalizando 42 (42 residências onde residem 127 pessoas) informantes que se propuseram a participar da pesquisa. Consideramos negativas a participar da coleta de dados os informantes que: a) abertamente se recusaram a participar após a explicação dos objetivos da pesquisa; b) foram visitados em três ocasiões, e meses, dias da semana e horário diferentes sem que fossem encontrados em suas residências e; c) casos em que os informantes se recusaram a receber os pesquisadores envolvidos na coleta de dados. Entrevistamos um informante por residência, sendo este o homem ou mulher que se dispusesse a participar da pesquisa e se sentisse confortável com as perguntas. Quando o casal estava junto no momento da coleta de dados, coletamos as informações tidas como consenso entre o casal, visto que o objetivo da coleta era buscar informações que diziam respeito ao histórico da residência, sem discernimento de gênero ou atividade na propriedade.

A coleta de dados foi feita de acordo com os procedimentos éticos necessários. A pesquisa está aprovada e registrada no Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos do Hospital Universitário Lauro Wanderley (CEP/HULW nº 297/11). Antes do início das entrevistas, os objetivos foram explicados aos informantes, que foram convidados a assinar um termo de Consentimento livre e esclarecido, retendo uma cópia do mesmo, como solicitado pelo Conselho Nacional de Saúde por meio do Comitê de Ética em pesquisa (Resolução 196/96), no qual permitem o uso das informações e de imagens.

*Tabela 1: Dimensões utilizadas na avaliação das dotações de capital na comunidade Rural São Francisco.*

<b>Dimensões e recursos avaliados nos ativos de subsistência</b>	<b>Fundamentação teórica</b>
<b>Capital Humano</b>	
O quão complexo é o ambiente?	Cuaresma(2017), Heckman (2000), DFID (1999)
Quais as fontes das informações?	
Algum grupo é excluído desse tipo de informações?	
Essa exclusão afeta algum grupo?	
As pessoas com mais informações são de algum grupo específico da comunidade, de forma que afete o conhecimento da comunidade?	
Há uma tradição de inovações locais? Há tecnologias em uso oriundas de fontes internas ou externas?	
As pessoas sentem falta de algum tipo de informação?	
As pessoas estão cientes de seus direitos?	

<b>Capital Social</b>	
Qual a natureza das relações cívicas na comunidade?	Aldrich e Meyer (2015) , DFID (1999), Kwon, Heflin e Ruef (2013)
Há estratégias para lidar com os problemas em períodos de crise?	
<b>Capital Natural</b>	
Que grupos tem acesso a que tipo de recursos?	Shepherd et al. (2016), Constanza e Daly (1992), DFID (1999)
Qual a natureza do acesso (propriedade privada)?	
Há um conhecimento que ajude a aumentar a produtividade dos recursos?	
Há uma variabilidade espacial na qualidade do recurso?	
O quanto o recurso é afetado por externalidades (secas, no caso)?	
O quão versátil é o recurso?	
<b>Capital físico</b>	
A infraestrutura local suporta serviços	Fukuyama et al. (2016), DFID(1999)
A infraestrutura é apropriada?	
<b>Capital Financeiro</b>	
Que tipo de serviços/organizações financeiras existem?	Alves e Paulo (2012), DFID (1999)
Que serviços eles têm e sobre que condições?	
Quem tem acesso? O que evita que outros tenham acesso?	
Quais os níveis atuais de empréstimos e poupança?	
A poupança pode ser vista sob diversas formas – De que formas estão encontradas na comunidade? Quais os riscos? Qual a liquidez	
Quantas pessoas da comunidade tem familiares que enviam dinheiro?	
Como o dinheiro é enviado?	
Qual a importância desse envio? Qual a frequência? Quanto dinheiro?	
Quem controla o dinheiro quando ele chega?	

## Resultados e Discussão

### Subsistência na comunidade

Quando buscamos a identificação dos elementos que caracterizam a sustentabilidade das atividades da comunidade São Francisco, e conseqüente manutenção da estrutura de subsistência local, precisamos partir da caracterização das atividades desenvolvidas na comunidade que geram, direta ou indiretamente, algum tipo de capital. Constanza e Daly (1992) definem capital como sendo um estoque de rendimentos de um fluxo de bens ou serviços valiosos para o futuro.

O estabelecimento e a manutenção da comunidade têm como base a criação de rebanhos caprinos e ovinos, com maior quantidade de ovinos, associados a um pequeno rebanho bovino, que em tempos de estiagem são mantidos com suplementação alimentar baseada em cactáceas, principalmente a palma forrageira (*Opuntia ficus indica* (L) Mil.). Além da pecuária, a agricultura sazonal ganha destaque na comunidade, porém sem estabelecimento de culturas com tamanho suficiente para a manutenção de um comércio com outras regiões. O cultivo de milho, feijão, jerimum, melancia e plantas frutíferas é encontrado na comunidade, mas está relacionado ao uso para consumo e estabelecimento de estoques próprios, não destinados a venda.

As famílias que residem na comunidade dependem do comércio e de empregos na sede do município, além de um número elevado de aposentados, cuja renda auxilia na manutenção das atividades da residência e na criação de animais.

A comunidade conta com um agente de saúde residente responsável pela disseminação de informações sobre tratamento de água e programas de prevenção, acompanhamento de tratamento de saúde, e marcação de consultas com os médicos que visitam a comunidade a cada duas semanas.

O uso de recursos naturais na comunidade rural São Francisco foi descrito em trabalhos de etnobotânica (Arevalo-Marín et al. 2015; Lucena et al. 2013; Lima et al. 2015; Lima et al. 2016, Silva et al. 2014). O uso atual de recursos naturais na comunidade ainda não está sendo afetada pela variabilidade climática local e pelos anos de seca, visto o uso majoritário de recursos de origem madeireira, ainda presentes na localidade. Além disso, percebeu-se uma tendência ao abandono do uso de recursos madeireiros em detrimento da compra de madeira oriunda de outras regiões.

Quando Serrat (2017) define a estrutura da subsistência sustentável, seguindo um plano conceitual semelhante ao do DFID (1999), o autor trata sobre uma maneira de pensar sobre os objetivos, escopo e prioridades para as atividades de desenvolvimento, utilizando como base os capitais ativos para a comunidade, em uma avaliação que considera o ambiente em que estão inseridos, as entradas e saídas de recursos dos mais diversos, associados a identificação dos responsáveis pelas partes do processo. A partir desse conjunto de dados há a possibilidade de mensuração da vulnerabilidade de uma comunidade em situações extremas, capazes de alterar os graus de normalidade dos capitais.

Na comunidade São Francisco, os elementos que constituem a atual subsistência da comunidade não apresentam um grau elevado de sustentabilidade, quando se toma como base as definições de Serrat (2017) e do DFID (1999). Ao buscar uma caracterização a sustentabilidade nas atividades que caracterizam a subsistência local, conseguimos registrar atividades que, apesar de ser historicamente relacionadas com a subsistência em regiões semiáridas do Nordeste, como a criação de caprinos e ovinos, e o cultivo de milho e feijão, identificamos que ambas as atividades podem ser caracterizadas como um ralo financeiro de fundo cultural. Os criadores e produtores rurais continuam a investir capital financeiro, na maior parte deles oriundo de programas de transferência de renda, na criação de animais que em período de seca são vendidos abaixo do preço de mercado, além de investir tempo em cultivo mesmo com informações sobre continuidade da estiagem.

Além da possibilidade de avaliar a vulnerabilidade, Mancal et al. (2016) fazem uso de dados sobre dotação de capitais em um estudo de comunidades do semiárido como elemento caracterizador da capacidade adaptativa de comunidades rurais a secas. A identificação, na comunidade São Francisco, de ralos na estrutura financeira e em um possível processo de subsistência sustentável trazem à luz uma preocupação com a capacidade adaptativa local, reduzida pela manutenção de costumes que podem ser danosos de acordo com a situação climática atual. A identificação desta capacidade adaptativa, e da consequente vulnerabilidade relacionada às atividades de subsistência é uma necessidade que pode ser transformada em base de informações para um processo de direcionamento de forças, a fim de mitigar os efeitos de secas futuras.

### **Capital Humano**

De acordo com o DFID (1999), o capital humano representa as habilidades, conhecimento, capacidade de trabalho e boa saúde que, em conjunto, permitem que as pessoas busquem diferentes estratégias de subsistência e alcancem seus objetivos de subsistência. Na comunidade São Francisco, estes tópicos estão presentes na descrição do ambiente em que vivem, sua complexidade e a maneira como as informações que permeiam seu cotidiano estão disponíveis para o uso na comunidade.

O meio ambiente é o registrado como uma rica fonte de informações para a construção de saberes que define o capital humano, que está associado aos usos de recursos ambientais e ao conhecimento sobre estes. O uso de recursos vegetais na

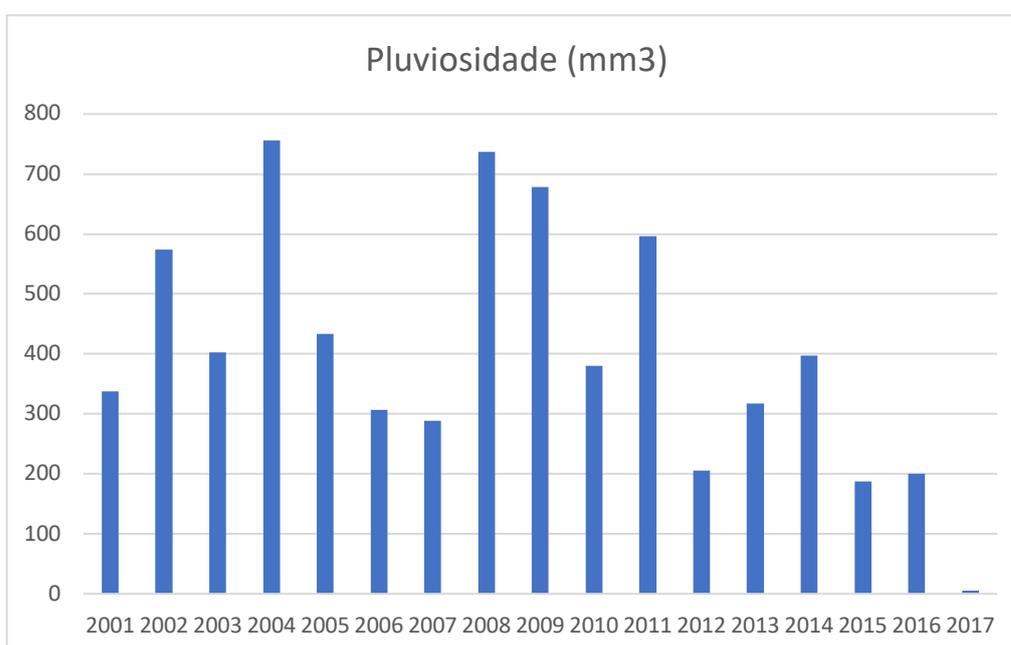
comunidade já havia sido registrado por Silva et al. (2014), que identificou um elevado conhecimento dos residentes da comunidade acerca de potencialidades de uso das espécies vegetais, assim como um uso atual considerável de recursos vegetais, alocados em onze categorias de uso, com destaque para alimentação animal, produção de ferramentas e instrumentos (categoria tecnologia), uso medicinal, como fonte combustível, na construção de elementos da residência e de locais de trabalho, e na medicina veterinária. Arevalo-Marin et al. (2015) registraram que as informações sobre o uso de espécies vegetais na comunidade estavam concentradas nos informantes com idade que variava entre 42 e 62 anos. A idade média dos informantes registrados neste trabalho foi de 57 anos, grupo que está dentro da faixa etária registrada por Arevalo-Marin et al. (2015). O elevado conhecimento acerca de usos e potencialidades de uso de recursos vegetais por parte dos informantes desta pesquisa indica a elevada potencialidade de aplicação do capital humano já registrado anteriormente na comunidade.

A partir da necessidade de conhecimento sobre o clima local e como as variações deste clima nos últimos anos e década afetou a região, os informantes foram questionados sobre as variações climáticas perceptíveis. A seca foi identificada como o principal acontecimento climático da região (em suas respostas, os informantes buscaram caracterizar a região Nordeste do país). Uma documentação histórica das secas na região Nordeste pode ser encontrada no trabalho de Melo (1999), que registrou 12 secas na região Nordeste durante o século XX, por um período total de 28 anos de estiagem, relacionando a maioria destas secas com períodos de ocorrência do fenômeno de aquecimento das águas ao Sul do Oceano Pacífico - Oscilação Sul do El Niño (ENSO). Machado, Dias e Silva (2017) incluem um evento a mais de seca no século XX, indicando o mesmo período citado por Melo (1999) e já registram a seca iniciada no ano de 2012, sem término até o ano de submissão do trabalho.

No tocante a distribuição de conhecimento entre os informantes, não identificamos a caracterização de algum residente como especialista local sobre o clima. Os informantes mostraram reconhecimento sobre a distribuição anual de chuvas com origem na memória coletiva da comunidade. Este conhecimento culminou no estabelecimento dos períodos de plantio, e conseqüente construção de um padrão de reconhecimento climático estruturado no conhecimento local. A maneira como a distribuição mensal de chuvas se deu no período entre os anos de 2011 a 2017 está em desacordo com o esperado (chuvas entre os meses de abril a junho). A AESA (Agência

Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) registrou uma quantidade de chuva para o município de Cabaceiras, entre o ano de 2001 a 2017, acima das médias históricas de 225 mm<sup>3</sup> registradas por Alves (2013), com média anual de 400 mm<sup>3</sup>, e grande redução nesses valores nos anos de 2012, 2015, 2016 e 2017. Ao verificar as informações presentes na Figura 2 e comparar com os registros de chuva da comunidade São Francisco, de cunho mnemônico, faz-se necessário o registro que a estação de captação da AESA dista cerca de 50 quilômetros da localidade em que esta pesquisa foi realizada. Estas chuvas influenciaram na plantação de milho e feijão na comunidade, devido ao costume de plantar apenas no referido período do ano. Stigter et al.(2005) dizem que uma das formas mais antigas de lidar com a baixa disponibilidade de recursos hídricos para agricultura é a mudança da época do ano em que as espécies são plantadas, assim adaptando a cultura para a estação seguinte, utilizando para isso conhecimentos tradicionais. Este processo de mudança caracteriza flexibilidade e resiliência de uma cultura. Na comunidade São Francisco ainda não foi possível registrar este processo de mudança na época do ano em que se desenvolve uma cultura. Foi possível observar este fato durante os meses de junho a agosto de 2017. Durante este período, que comumente é de ausência de chuvas, houve registro de chuvas capazes de manter pequenas culturas de subsistência de milho e feijão. Contudo, os agricultores escolheram por não plantar devido a imprevisibilidade da distribuição de chuvas durante o período.

Figura 2: Pluviosidade registrada no município de Cabaceiras entre o período de 2001 a 2017. Fonte de dados: AESA (<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/sort.do?layoutCollection=0&layoutCollectionProperty=&layoutCollectionState=0&pagerPage=1>)



Na comunidade São Francisco encontramos 15 residências (35,7%) nas quais que os informantes disseram fazer previsões de curto prazo sobre chuvas, utilizando como referência o conhecimento sobre nuvens e direção do vento. Apesar dessas pessoas que realizam as previsões terem informações sobre correlações entre a ocorrência de chuvas e comportamento animal e fenologia de algumas plantas, eles afirmaram não fazer uso destas correlações, assim como não realizam experimentos comuns em regiões semiáridas do Nordeste, como as descritas por Pennesi (2007), Folhes e Donald (2007) e Silva et al. (2014). A observação de padrões de fenômenos naturais e sua transformação em um conhecimento tradicional aplicado que caracteriza parte do capital humano de uma comunidade rural vem sendo cada vez mais utilizado para entender os efeitos das mudanças climáticas (BERKES 2001, GREEN E RAYGORODETSKY 2010, TURNER e CLIFTON 2009, VEDWAN 2006).

Todos os informantes têm acesso às previsões sobre as chuvas encontradas nos jornais televisionados. Apesar da disponibilidade da informação, 16,7% (6 informantes) dos entrevistados informaram que não tem interesse pelas informações, e a maioria deles (59,5%) disseram não confiar em nenhum tipo de previsão.

O acesso a informações sobre o regime hídrico não é considerado um problema na comunidade. A cultura de plantar em uma determinada época do ano, enraizada na memória é percebida no discurso de todos os informantes e acaba por tornar-se mais representativa do que as previsões sobre o clima. Este fato é representado quando verificamos que apenas 2 dos informantes disseram planejar as suas atividades agrícolas de acordo com previsões, e que 35 informantes (83%) continuam plantando mesmo quando há informações que o período chuvoso não será suficiente para manter cultura. O costume de plantar sempre no mesmo período do ano e a “fé que “Deus” envie mais chuvas” foram as razões indicadas pelos informantes para continuar plantando quando recebem informações sobre falta de água. Em um estudo com pescadores da região da Barreira de Corais na Austrália, Sutton e Tobin (2012) registraram que o rol de informações que aqui caracteriza o capital humano, quando direcionada por “tomadores de decisão” (líderes políticos locais associados com fontes de conhecimento científico), tem a capacidade de instaurar um processo de resiliência social em resposta a eventos climáticos que possam lhes acarretar danos financeiros.

Na comunidade São Francisco, as informações que chegam aos residentes sobre programas de acesso a recursos ou de mitigação costumam vir por meio de fontes da

Prefeitura Municipal de Cabaceiras ou ONGs que contatam diretamente representantes das associações locais. Os residentes da comunidade São Francisco informaram não ter acesso a outros tipos de informação oficial sobre a distribuição de chuvas ou formas de lidar com a escassez de água durante períodos de estiagem. Neste contexto, é perceptível o anseio da comunidade por informações que levem ao desenvolvimento de métodos e técnicas de mitigação local do efeito das secas, que possam trazer redução de prejuízos a curto prazo.

A despeito da falta de informações disponíveis sobre as chuvas e sobre mitigação, há uma homogeneização nas informações sobre o clima registrado na comunidade que não caracteriza alguma concentração de informações em um grupo ou estrato social. De modo semelhante, a organização da comunidade em duas associações de agricultores, consequência de agrupamento político, também não atua impedindo uma disseminação de informações que poderiam estar relacionadas a um grupo ou outro. O processo de disseminação de informação pela comunidade tem como base a estrutura familiar que une todos os residentes.

### **Capital Social**

Aldrich e Meyer (2015) discutem uma série de definições de capital social, o caracterizando como uma força que é originada a partir de indivíduos, que fortalece a entidade comunidade. Esta definição 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.

Considerando as práticas cívicas da comunidade rural São Francisco, aquelas que tem como objetivo a manutenção da estrutura da mesma, a preservação da harmonia entre os seus integrantes e bem-estar geral, a primeira característica que pudemos verificar como elemento constituinte desta organização foi a organização dos informantes em um agrupamento único denominado Comunidade São Francisco. Esta denominação foi originada pela influência da igreja católica na comunidade após construção de uma igreja no local, no ano de 1999. Como citado anteriormente, a denominação agrega cinco comunidades rurais. Como comunidade rural única, a denominação pode trazer aos indivíduos de sítios diferentes a sensação de participação em um grupo maior e mais representativo. A configuração de comunidade foi estendida a caracterização política do local, como se percebe na identificação do local na Prefeitura do município.

Apesar da unidade em um agrupamento, a comunidade São Francisco está subdividida em dois subgrupos, o que se percebe na separação dos residentes em duas associações de agricultores. Neste momento é necessário frisar que em todas as residências visitadas, ao menos um dos residentes é ou foi associado a uma das associações. A participação em uma associação, e conseqüente auto identificação como agricultor é requisito para obtenção de aposentadoria rural.

Outra característica que pode confirmar a separação dos residentes em agrupamentos distintos é a presença de dois vereadores residentes na comunidade, representantes de grupos partidários opostos. Meyer (2013) registra que a prática do capital social é capaz de fortalecer a comunidade em um momento de desastre/dificuldade a partir do aumento da resposta ao problema, aumento da capacidade organizacional de sobreviver ao problema e aumenta a capacidade organizacional de auxiliar aos membros da comunidade em um momento de dificuldade. Mancal et al. (2016) em um trabalho realizado com 241 comunidades do estado do Ceará, identificou que as comunidades tinham, em média, duas associações, como registrado na comunidade São Francisco. Os autores ainda classificam a participação em associações como um ponto positivo dado que a ausência de organizações pode limitar a adaptação quando esta necessita ser uma ação conjunta (MANCAL et al., 2016).

As características citadas por Meyer (2013) estão alinhadas com um dos pontos citados pelo DFID (1999) ao associar o processo de avaliação do capital social com estratégias desenvolvidas para lidar com problema em período de crise. Neste ponto, a comunidade São Francisco apresenta-se sem estrutura para ação frente aos períodos de crise, como vivenciado no período de seca entre 2011 e 2017. A falta de organização para construir uma estrutura para mitigar os efeitos da seca levou a observação de soluções individuais. Em entrevista com os representantes das duas associações de agricultores, registramos que elas não contam com aporte técnico ou financeiro que permita a elaboração autoral de programas de mitigação dos problemas associados às secas prolongadas. O processo de auxílio da comunidade pelas associações acontece principalmente quando as mesmas participam de seleções para aquisição de recurso financeiro ou técnico.

Um ponto que deve ser citado e que aqui relaciona o capital social ao capital humano diz respeito a uma série de soluções individuais para problemas da comunidade, como a falta de água, são compartilhadas entre todos os residentes. A principal

representação desta ação na comunidade diz respeito a partilha de água. Todas as residências da comunidade contam com cisternas para captação de águas da chuva, utilizadas especificamente para ingestão e cozinha. É comum que haja compartilhamento de água potável com os vizinhos em caso de falta. Algumas residências da comunidade contam com mais de uma cisterna, que em algumas residências foram destinadas para recebimento de águas trazidas pelo Exército Brasileiro em carros-pipa. Esta água tinha como finalidade servir para qualquer membro da comunidade.

Apesar de não ser um dos objetivos desta tese, percebemos que a identificação das ligações familiares existentes na comunidade poderia servir como elemento auxiliar na caracterização das relações entre os residentes. A partir do contato com alguns informantes-chave, construímos uma árvore genealógica atual da comunidade, com inserção dos informantes que participaram desta pesquisa e de indivíduos que não participaram, mas cujo registro auxilia na compreensão da estrutura social da comunidade São Francisco.

Ao observar a organização genealógica da comunidade e a maneira como as famílias estão distribuídas dentro das cinco localidades que formam o agrupamento São Francisco, percebemos que uma análise da comunidade como um todo pode levar a uma descrição da realidade local mais acurada do que se esta fosse realizada a partir da separação entre as localidades, visto: a) a pequena distância que separa as localidades e; b) as ligações familiares entre membros de todas as localidades que se mantêm até hoje e é fortalecida por meio de casamentos entre os residentes na comunidade. . A partir da árvore genealógica (FIGURA 2) podemos verificar que a separação da comunidade em cinco localidades distintas não levou a uma separação atual de ramos familiares. A conexão registrada entre todos os agrupamentos familiares, a partir de casamentos, levou a estruturação de uma comunidade baseada em uma forte estrutura familiar.

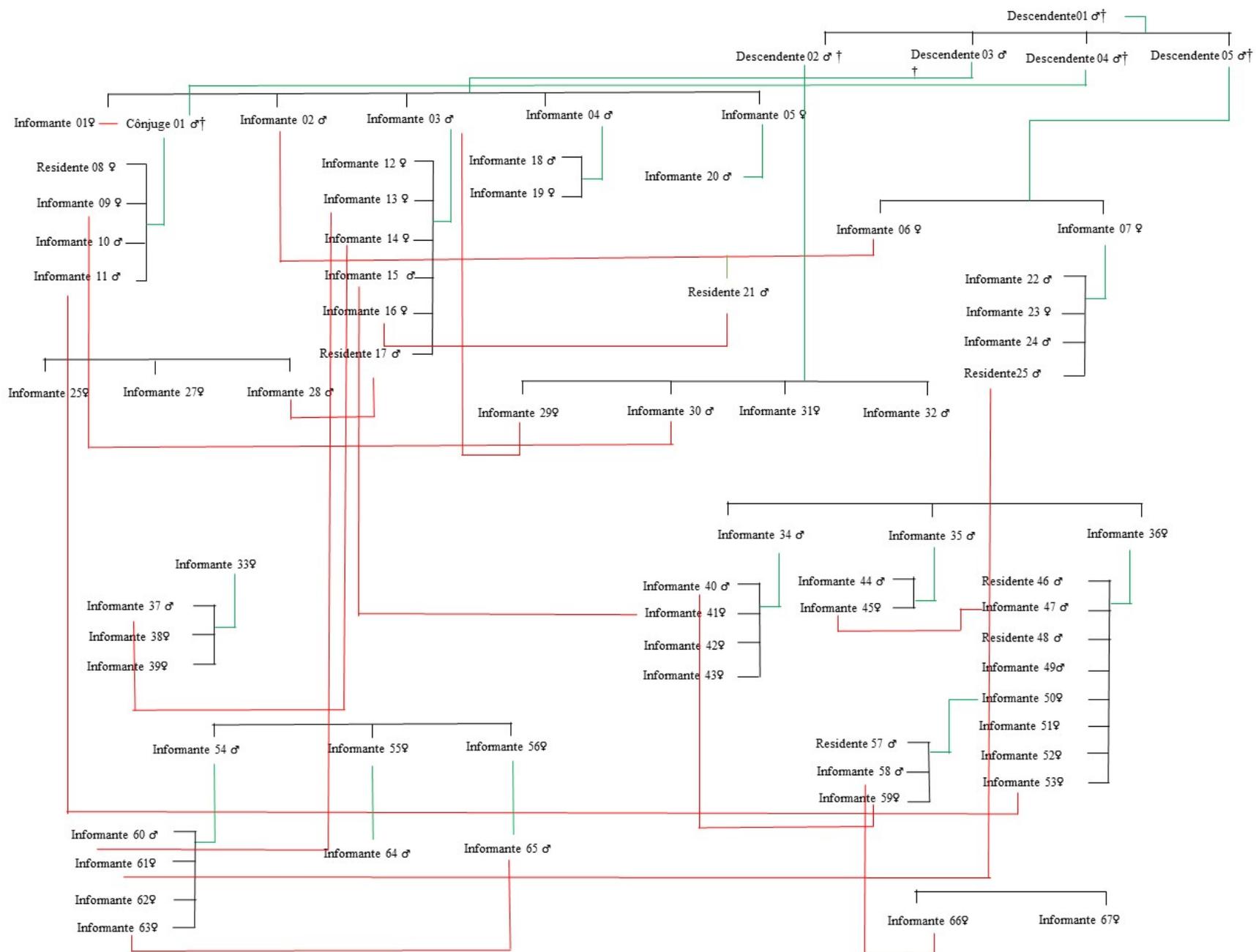
Ao tratar sobre o capital social e a organização de agrupamentos que possam se fortalecer a fim de mitigar efeitos de eventos climáticos, Adger (2003) questiona a forma como as teorias acerca desta dotação podem entrar em conflito com a prática quando há necessidade de identificação de líderes e tomadores de decisão. Esta preocupação tem como base a equidade de direitos, a legitimidade da liderança e a eficiência de um líder no estabelecimento dos grupos sociais. Juntamente com o viés político abordado na comunidade, esse tipo de questionamento acerca da legitimidade das lideranças podem

ser vistas como um dos elementos capazes de desestabilizar a promoção de agrupamentos sociais organizados.

### **Capital Natural**

O capital natural é definido por Constanza e Daly (1992) como o estoque de serviços ambientais que mantém um fluxo sustentável. Essa definição 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.

No tocante aos recursos naturais disponíveis na comunidade São Francisco, Lima et al. (2016) caracterizam as espécies vegetais lenhosas, caracterizando um número de espécies abaixo do registrado em trabalhos semelhantes realizados em outras regiões do semiárido paraibano. Um dos recursos naturais que merecem destaque em períodos de seca são os cactos, devido a utilização dos mesmos como alimento animal. Lucena et al. (2013) caracterizaram os usos de cactos na comunidade São Francisco, identificando novem espécies agrupadas em 11 categorias de uso, com destaque para alimentação animal, alimentação humana e construção. Não há registros sobre a fauna nativa da comunidade. Contudo, Alves et al. (2011) indicam a região Nordeste como a região no Brasil com maior número de publicações em etnozootologia. Alves et al. (2012) registraram a 81 espécies nativas de interesse cinegético nos municípios de Cabaceiras e São João do Cariri, distribuídas entre 71 gêneros e 40 famílias.



O formulário aplicado na comunidade São Francisco, no tocante ao capital natural, foi direcionado ao uso de recursos vegetais e hídricos. Durante a pesquisa buscamos registrar usos de animais na comunidade, contudo, não houve nenhum registro ou informação sobre a caça de animais silvestres. De acordo com os informantes, a caça não é um costume presente na comunidade devido a fiscalizações frequentes do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais (IBAMA), que utiliza a região como área de soltura de aves capturadas. Outro fator citado pelos informantes foi o reduzido número de avistamentos de animais silvestres na região devido a extensão do período de secas.

A utilização de recursos vegetais pelos residentes da comunidade já havia sido registrada por Lima et al. (2015) ao quantificar a extração de madeira nativa utilizada para a construção de cercas rurais. Além disso, Lima et al. (2016) registrou a frequência da extração de madeira para utilização na produção de combustível (lenha e carvão). Quando questionados sobre a viabilidade da manutenção da extração de plantas nativas durante a seca, os informantes indicaram redução de algumas espécies madeireiras (marmeleiro, aroeira, jurema e juazeiro), o que levou a diminuição a frequência de extração, contudo sem atrapalhar as atividades desenvolvidas na comunidade. Contudo, todos os informantes afirmaram que a extração de plantas alocadas na categoria de uso forragem (utilizadas na alimentação animal) foi extremamente deplecionadas pela seca, sendo este o maior prejuízo causado pela seca. Lucena et al.(2013) havia registrado o uso extensivo da espécie exótica de cactácea *Opuntia ficus indica*, a palma forrageira, como um dos principais componentes da alimentação animal. Porém, a partir do ano de 2011 as plantações da cactácea foram deplecionadas pela ação da praga exótica *Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1896, a colchonilha-do-carmim. De acordo com Lopes et al. (2009), a espécie foi introduzida na Paraíba causando perdas na produção que comumente chegam a 100%. Na comunidade São Francisco houve a inserção de dois centros de replicação de espécies de palma forrageira resistentes a ação da *D. opuntiae*, que ainda não teve resultado significativo devido à falta de chuvas regulares nos últimos cinco anos.

Devido à falta de *O. ficus indica*, registramos a utilização de cactáceas nativas sendo utilizadas na alimentação animal, como já havia sido citado por Lucena et al.(2013), uso que pode deplecionar a disponibilidade local das espécies (Figura 4).

Figura 4: Registro feito na comunidade São Francisco da utilização de espécies de cactos nativos sendo utilizados na alimentação animal.



No que concerne aos recursos hídricos, a comunidade é delimitada pelo rio Taperoá, rio de característica intermitente, que tem nascente no município de Teixeira, município que dista cerca de 130 quilômetros de Cabaceiras, e desagua no açude Epitácio Pessoa, no município de Boqueirão. Devido ao caráter intermitente, o rio não se torna uma fonte significativa de água para a comunidade, que utilizava um reservatório natural conhecido localmente como “salão” (Figura 5). O último ano em que o rio recebeu aporte significativo de água foi 2011. A comunidade conta com reservatórios de pedra (Figura 3) chamados de “tanques”. Desde o ano de 2002, quando começaram a ser construídas cisternas de placas nas residências da comunidade, hoje presente em todas as casas, a água desses reservatórios deixou de ser utilizada para alimentação e teve seu uso direcionado para limpeza, principalmente para a lavagem de roupas. Marengo (2010) registrou o programa de construção de cisternas desenvolvido pela Organização não-governamental (ONG) Articulação do Semiárido (ASA), uma ONG que reúne entidades da sociedade civil no combate à seca. O autor também registra a importância desta ação no estabelecimento do processo de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas para a região.

*Figura 5: Reservatório de água potável encontrado na comunidade São Francisco, utilizado até o período de construção das cisternas de placas nas residências.*



Além da água presente nas cisternas, todos os residentes da comunidade São Francisco têm acesso a água encanada oriunda de quatro poços artesianos escavados na comunidade (Figura 6). Durante o período de coleta de dados, um dos poços artesianos secou, o que fez com que nove famílias ficassem sem água em suas residências. O problema foi sanado com a escavação de outro poço próximo ao primeiro. Durante o período em que ficaram sem água encanada, as residências foram abastecidas com carros-pipa. É importante ressaltar que apenas um dos poços foi escavado com recursos próprios, por um dos vereadores que reside na comunidade. Os demais foram escavados com recursos públicos. Durante o intervalo de tempo em que as entrevistas foram realizadas pudemos registrar a contínua preocupação com a quantidade de água disponível nos poços artesianos, cuja vazão, medida por residentes da comunidade, apresentou constante redução. Registramos também a escavação de outro poço artesiano na área da comunidade abastecida pelo poço pertencente a um dos vereadores que reside na comunidade. A distribuição de água para os residentes passou a ser feita a partir do novo poço, perfurado pelo poder público municipal (Figura 4). Os informantes dizem que a água tem qualidade razoável. A potabilidade da água é averiguada somente no momento da perfuração dos poços. Além da palatabilidade baixa da água, os usuários disseram que identificam a qualidade baixa da água da forma com sabões reagem com a mesma, não produzindo espuma.

Azevêdo et al. (2017) registraram a diversidade de reservatórios de água em comunidades do semiárido do Rio Grande do Norte e da Paraíba, identificando sete tipos de fontes de água. Estes resultados diferem bastante do que foi encontrado na comunidade São Francisco, que utiliza somente a água de cisternas e poços artesianos. Azevedo et al. (2017) caracterizam os poços como uma adaptação humana a condições secas sazonais, identificando que o uso dos poços ocorre quando outros reservatórios estão vazios. Na comunidade São Francisco a água foi encanada dos poços diretamente para caixas d'água que a distribuem por gravidade para todas as residências. Isto levou ao abandono local do uso outras fontes que necessitem esforço físico para captação, a exemplo dos tanques de pedra.

Figura 6: Poços artesianos presentes na Comunidade São Francisco. A. Poço recém escavado. B. Poço antigo da comunidade, com bebedouro para animais que pastam no local



A qualidade da água disponibilizada na comunidade é um fator preocupante. Nenhum dos poços tem sua água tratada. Os residentes informaram que a qualidade da água de um poço apenas é avaliada no momento da perfuração, pela equipe responsável. A falta de água tratada é um problema que atinge 68% da população do semiárido brasileiro (IBGE, 2015), e pode acarretar problemas que interferem diretamente na estrutura da comunidade e, na análise dos meios de subsistência de uma comunidade, podem interferir diretamente no desenvolvimento do capital humano.

Ainda sobre a avaliação de capital natural, Mancal *et al.* (2016) tratam sobre o solo como parte da estrutura do capital físico avaliado em comunidades rurais do Ceará. A qualidade do solo não foi citada por nenhum dos informantes de São Francisco, assim como também não foi relatado o uso de agrotóxicos nas plantações. Este uso, que agrega um investimento de capital financeiro, era esperado que fosse citado quando tratou-se sobre o ataque da colchonilha-do-carmim sobre a palma forrageira (*O. ficus indica*),

contudo, nenhum dos informantes citou algum tipo de defensivo agrícola utilizado em sua comunidade, ou fórmulas para correção de solo.

### **Capital Físico**

A definição de capital físico utilizada pelo DFID (1999) considera a infraestrutura básica e de produção de bens de serviço necessárias para dar suporte a subsistência de um local, a partir da constatação da presença de elementos como transporte, estradas, veículos, abrigos e edifícios, abastecimento de água e saneamento, energia, comunicações, ferramentas e tecnologia (Serrat, 2017).

A relativa curta distância entre a comunidade e a sede do município de Cabaceiras permite que residentes da comunidade se desloquem diariamente para trabalhar e estudar. As estradas da comunidade e, entre a comunidade e o município, não são asfaltadas, porém passam por constantes reparos realizados pelo poder público municipal, algumas das quais puderam ser verificadas durante o período de coleta de dados. As associações de agricultores que representam a comunidade têm sedes que são utilizadas para reuniões, como local para atendimento médico e para encontros com a comunidade, sendo a sede de uma das comunidades o local que utilizamos para estabelecer o primeiro contato com os informantes.

A estrutura física da comunidade oferece um considerável grau de conforto aos residentes. Todas as casas contam com energia elétrica, abastecimento de água oriundo de poços artesianos e fossas sépticas. Na maioria das residências é possível encontrar instalações que permitem o uso de internet de boa qualidade, a qual é também disponibilizada gratuitamente na sede de uma das associações de agricultores. A comunidade São Francisco conta com uma escola pública, que atende alunos da primeira fase do Ensino Fundamental, funcionando como sala anexa à única escola de Ensino Fundamental do município, localizada na sede do mesmo.

Contudo, no que diz respeito à manutenção das atividades que caracterizam a subsistência e servem como fonte de renda para a comunidade, criação de animais e agricultura, a comunidade não conta com estrutura física suficiente para a manutenção, ao menos parcial, das atividades a longo prazo, ou na ocasião de uma próxima seca, garantir a manutenção das atividades de subsistência. Este dado é um agravante da situação local, visto que a seca é um elemento comum da cultura local e espera-se um

aumento da frequência e intensidade das secas já durante a primeira metade do século XXI (IPCC, 2013). Mancal *et al.* (2016) corrobora com o que foi registrado em São Francisco ao trata sobre a necessidade de investimento em capital físico direcionado a tecnologia que incremente os processos produtivos, relacionando a importância destes investimentos e sua relação com promoção e fortalecimento de capital humano, necessário para implementação de tecnologias.

### **Capital Financeiro**

O capital financeiro é definido pelo DFID (1999) como os recursos financeiros que as pessoas utilizam para alcançar seus objetivos de subsistência. Aqui analisamos duas vertentes do capital financeiro que pode ser registrado na comunidade São Francisco, o fluxo regular de dinheiro e os estoques disponíveis.

No que concerne ao fluxo regular de dinheiro, o principal aporte financeiro da comunidade são as aposentadorias dos agricultores maiores de 55 (mulheres) ou 60 anos (homens), representando 54,7% (23) dos informantes. O valor atual da aposentadoria rural é de R\$ 937,00, valor equiparado ao salário mínimo nacional. Destes aposentados, 22 deles informaram que a aposentadoria é a principal fonte de renda da residência. Além da aposentadoria, programas de transferência de renda também tem grande importância da estrutura financeira da comunidade. Registramos 14 residências com beneficiários do programa social bolsa família do Governo Federal. Entre os beneficiários do bolsa família, 50% indicaram o programa como a principal fonte de renda da residência. Em nove residências encontramos pessoas que trabalhavam na cidade, se deslocando diariamente para a sede do município de Cabaceiras. Em quatro destas residências foi registrada também a presença de um aposentado. Dentre os informantes, em uma casa registramos a dependência econômica direta dos residentes em relação a um membro da família que reside em outro Estado brasileiro, o qual envia dinheiro mensalmente para os pais. O dinheiro é enviado através de transferência bancária e administrada pelo casal. Os valores não foram informados pelos participantes.

A formação de estoques de dinheiro em poupanças não foi identificada. É necessário informar que no momento da pesquisa o município não contava com nenhum correspondente bancário em funcionamento pleno devido a explosões as agências por

meio de assaltos por quadrilhas de criminosos. É comum que um estoque de capital seja feito a partir da manutenção de um rebanho de caprinos ou ovinos. Na comunidade, o objetivo principal da criação de caprinos e ovinos difere da criação de gado bovino pelo fato de as primeiras garantirem uma liquidez mais rápida. Os preços mais elevados do gado reduzem sua liquidez, o que faz com que eles sejam utilizados principalmente para a produção de leite que abastece a residência e seu agrupamento familiar. Um problema verificado na comunidade foi a transformação deste estoque em um ralo financeiro de criadores quando a estiagem é longa o suficiente para deplecionar a pastagem natural, o que pudemos registrar na comunidade atualmente. Registramos a presença de rebanhos em 25 das residências visitadas (60%), das quais 15 são chefiadas por aposentados que utilizam esta renda para comprar alimentos (Figura 5) para os animais, que estão sendo vendidos a preços baixos, caracterizando prejuízo.

Outra forma de poupança de recursos passível de registro em anos com regime hídrico normal é o estoque de sementes de milho e feijão. Estas sementes são utilizadas na plantação e na alimentação durante o ano (Figura 7).

*Figura 7: Estoques encontrados na comunidade São Francisco. A. Estoque de sementes utilizado para plantação. B. Estoque de alimento para animais, adquirido em lojas do município.*



As duas formas de estoque de capital financeiro registrados na comunidade São Francisco foram extremamente prejudicadas pela seca registrada no período entre 2011-2017. Em apenas uma residência conseguimos encontrar um estoque de sementes de jerimum, milho, feijão e capim, que será utilizado para plantação no próximo período chuvoso. De acordo com os informantes, a viabilidade das sementes estocada é de cerca de um ano, então caso não haja um período de chuvas dentro desse período, as sementes serão utilizadas na alimentação.

Os informantes da comunidade têm acesso também a formas de aquisição de empréstimos financeiros e a possibilidade de ter seguros que sanem parte do prejuízo oriundo de períodos de estiagem. No que concerne aos empréstimos a partir de instituições financeiras, eles estão relacionados diretamente aos aposentados da comunidade, que utilizam de créditos consignados (quando o pagamento é retirado diretamente do valor da aposentadoria pela instituição financeira). O programa Garantia Safra, na comunidade chamado de Seguro Safra, é uma ação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) que garante aos agricultores da região Nordeste, e parte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, um abono financeiro em caso de perda da safra anual. Dentre os informantes da comunidade, dez pessoas informaram que receberam o seguro no ano de 2015 e em anos anteriores.

Alves e Paulo (2012) identificam a importância de atividade não agrícola na estrutura de comunidades rurais, representando um salto, ainda que modesto, nas condições de trabalho da mão de obra rural. Na comunidade São Francisco registramos três atividades financeiras não agrícolas. A comunidade conta com uma pequena mercearia, que conta com itens alimentícios e de limpeza, também um bar e uma oficina mecânica. A única atividade agrícola desenvolvida na comunidade tem como local a propriedade de um dos vereadores que reside na cidade. O entrevistado tem plantações irrigadas durante todo o ano com água oriunda de poço artesiano particular. A água deste poço foi compartilhada com algumas famílias da comunidade no momento que em o poço comunitário secou. Alves e Paulo (2012) citam que as transformações na agricultura foram socialmente excludentes. Neste caso percebemos que a manutenção da agricultura em um período de seca esteve ligada diretamente ao capital financeiro acumulado pelo agricultor e investido em tecnologia.

### **Estratégias de subsistência e dotação de capitais**

A estrutura de manutenção da subsistência, a partir da redução da vulnerabilidade frente aos extremos climáticos ou à variabilidade climática inesperada baseia-se no equilíbrio entre os capitais ativos que caracterizam uma área específica, transformação de estruturas e processos e estratégias de subsistência (DFID, 2012). O processo de análise de dotação de capitais necessita que eles sejam avaliados em conjunto, uma vez que estão interligados em visualizações de comportamento e estrutura de comunidades que permeiam mais de um dos capitais estudados. Darela Filho et al. (2016) citam os

programas de anti pobreza implementados no Brasil nos últimos 15 anos como responsáveis por uma rápida mudança social que podem influenciar o nível de vulnerabilidade de comunidades em relação às mudanças climáticas.

Adger et al. (2013) estabeleceu uma agenda para pesquisar a renegociação de contratos sociais entre cidadãos e Estados como um mecanismo primário de adaptação. Neste sentido, entendemos que esse mecanismo no semiárido paraibano tem como base a estruturação dos grupos familiares, e que o Estado tem força para auxiliar no fortalecimento de agrupamentos familiares através de ações que reduzam a taxa migratória nestas regiões, e fortaleçam a economia local. Neste contexto, migrações são reconhecidas como formas de respostas a mudanças climáticas que não puderam ser previstas (MCLEMAN e SMIT, 2006; SMITHERS e SMIT,1997) e que podem ser danosas 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 (Adger *et al.* 2012). Na comunidade estudada, a quantidade de migrações registradas foi baixa, apenas duas famílias deixaram a comunidade durante o período de 2011 a 2017. Além disso, registramos, no período final da pesquisa, o retorno de uma família composta por quatro pessoas para a comunidade.

A reduzida taxa migratória registrada neste trabalho pode ser explicada pela maneira como a renda é distribuída na comunidade O compartilhamento de dinheiro e bens alimentícios entre os agregados familiares levou a possibilidade de se manter na comunidade, mesmo com renda familiar baixa. Há uma proximidade entre residências dos pais e dos filhos que já tem sua família formada. Esta proximidade levou a percepção da formação de agrupamentos familiares com estrutura financeira compartilhada e uma dissipação de limites físicos em prol da manutenção do bem-estar familiar, com a formação de agregados familiares.

Dentro do que consideramos aqui agregados familiares, é bastante comum o compartilhamento de renda oriunda de programas de distribuição, principalmente de aposentadorias rurais, sob forma de recursos alimentícios. Nos últimos anos, os residentes da comunidade fortaleceram estes agregados formando grupos organizados para compra de itens alimentares com o intuito de reduzir o preço destes, a partir de compras em atacado.

O discurso de Reuveny (2007) sobre o processo de adaptação aos problemas ambientais indica três maneiras de responder aos problemas ambientais: a permanência no local e convívio com as mudanças, a permanência no local e mitigação dos efeitos das mudanças e, o abandono das áreas afetadas. Dentre os dois primeiros pontos citados pelo autor podemos perceber uma diferenciação entre a convivência ativa e passiva com os elementos ambientais, tais como a seca. Contudo, é necessário que os tomadores de decisão, os governantes e responsáveis pelo poder público, tenham conhecimento sobre o processo de mitigação dos efeitos de extremos que afetem o local em que governam. Grothmann e Patt (2005) sugerem que modelos de tomada de decisão podem oferecer poder preditivo à tarefa de avaliar a capacidade de adaptação individual. Na comunidade São Francisco, a permanência no local e mitigação dos efeitos das secas é um processo presente, mas que necessita ser melhorado, visto que a mitigação está caracterizada basicamente pela presença de reservatórios de água (cisternas) nas residências da comunidade. Aqui optamos por não caracterizar a presença de infraestrutura que leva a água de poços até as residências da comunidade como elemento de mitigação a efeitos da seca. Contudo, a presença de água disponível para uso humano e animal deve ser considerada como fator auxiliar no convívio com o regime hídrico irregular. Outro ponto que caracteriza o capital humano e que poderia auxiliar no processo de subsistência diz respeito ao uso de informações sobre o clima utilizados na construção de previsões climáticas, aplicadas ao cotidiano da comunidade.

Considerada atividade de subsistência local, a manutenção de rebanhos de caprinos, ovinos e bovinos pode se tornar um caracterizador de prejuízo havendo a falta de recursos alimentares disponíveis livremente para os animais, de modo que um ativo financeiro se torna um passivo. Quando questionados sobre o principal problema causado pelas secas, todos os informantes caracterizaram a falta de alimentos para os animais, o que leva a necessidade de aquisição de suplementos alimentares (farelo de milho e trigo). A mudança necessária para neutralizar esse passivo na comunidade perpassa pelo fortalecimento dos grupos de agricultores que caracterizam parte do capital social local visando a busca por renda que permita a construção de estruturas físicas direcionadas ao estoque de alimentos para os animais. Fukuyama et al. (2017) relacionam o capital físico com o capital humano ao considerar que os recursos que caracterizam o capital físico estão relacionados ao um conhecimento de uso característico do capital humano. Na comunidade, o uso de espécies nativa na alimentação já havia sido registrado por Silva et

al. (2014). Como esta informação está presente na comunidade, e a presença de espécies úteis faz parte do capital natural, há a possibilidade de uso desse conhecimento como elemento fortalecedor da subsistência local e facilitador do processo de mitigação aos efeitos da seca.

Cacioppo et al. (2011) indicam recursos pessoais que promovem a resiliência social, tais como capacidade de empatia, sentimento de conexão como o grupo, comunicação, respeito e percepção do outro, valores que promovam o bem-estar individual e comunitário, confiança, tolerância, expressão de emoções e habilidade de responder a problemas sociais. No contexto da comunidade São Francisco, estes conceitos se fazem presentes construindo um agrupamento que inicialmente tem uma base familiar de compartilhamento de recursos financeiros, e se estendem para as associações, e na organização de cinco comunidades rurais menores na comunidade São Francisco.

## **Conclusão**

Os mecanismos de vulnerabilidade relacionam-se às condições de precipitação escassas e imprevisíveis, à degradação dos recursos naturais marginais, à diversificação dos meios de subsistência, à importância das políticas e das instituições e à engenharia social e tecnológica como um estímulo importante para o desenvolvimento sustentável das terras secas (SIETZ, 2013). Uma avaliação da estrutura social atual da comunidade São Francisco, associada ao problema da seca que atingia a região semiárida brasileira no momento da pesquisa, nos permite identificar um contexto de risco para as atividades de subsistência sustentáveis que possam ser desenvolvidas futuramente na região, em anos de chuvas regulares.

Seria imprudente indicar alguma dotação de capital como a responsável única pelo processo de subsistência ou peça fundamental para a mitigação dos danos causados pela seca. Contudo, pudemos perceber que algumas características de alguns capitais são marcantes na manutenção das características da comunidade São Francisco, por estar relacionadas diretamente com aquisição de bem-estar local. Entre estas características, o capital natural, representado pelo uso de recursos naturais madeireiros, é associado aos

conhecimentos sobre as espécies e usos possíveis relacionado às especificidades de cada uma delas, que está dentro do viés analisado na dotação de capital humano.

A concentração do capital financeiro em aposentadorias pode garantir que a organização da comunidade sofra poucas mudanças durante as próximas décadas, levando em consideração a idade média dos informantes (57 anos), está dentro da faixa etária de início para aposentadorias rurais. Este fato soma-se as relações familiares que permeiam a formação de agrupamentos identificados na comunidade, que apesar de não estar totalmente em acordo com o que foi caracterizado no capital social da comunidade, percebemos que a importância do capital social nessa organização.

Um ponto que merece destaque na avaliação do capital físico é a falta de infraestrutura que possa ser compartilhada e que garanta aos agricultores a manutenção de atividades durante períodos de estiagem, ou que evitem a perda do capital financeiro que esteja estocado sob forma de rebanhos de caprinos, ovinos e bovinos. Nesse sentido, há necessidade de fortalecimento do capital social da comunidade representado pelas associações de agricultores, de forma que possam obter a renda necessária para construção de melhorias direcionadas a toda comunidade.

### **Agradecimentos**

Agradecemos aos residentes da Comunidade Rural São Francisco pela abertura em participação na pesquisa; a Capes pelo provimento da bolsa de doutorado e do financiamento no Programa Doutorado Sanduiche no Exterior (PDSE) e aos funcionários do Missouri Botanical Garden e Willian L. Brown Center pelo auxílio na construção da estrutura metodológica e teórica que permitiu a realização do trabalho.

## Referências

ADGER, W. Neil et al. Changing social contracts in climate-change adaptation. **Nature Climate Change**, v. 3, n. 4, p. 330, 2013

ADGER, W. Neil et al. Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation. **Nature Climate Change**, v. 3, n. 2, p. 112-117, 2012.

ALDRICH, Daniel P.; MEYER, Michelle A. Social capital and community resilience. **American Behavioral Scientist**, v. 59, n. 2, p. 254-269, 2015.

ALVES, Christiane Luci Bezerra; PAULO, Evânio Mascarenhas. Mercado de trabalho rural cearense: evolução recente a partir dos dados da PNAD. **Revista da ABET**, v. 11, n. 2, 2012.

ALVES, Rômulo RN; SOUTO, Wedson MS. Ethnozoology in Brazil: current status and perspectives. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 7, n. 1, p. 22, 2011.

ALVES, Rômulo Romeu Nóbrega; GONÇALVES, Maria Betânia Ribeiro; VIEIRA, Washington Luiz Silva. Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido Brasileiro. **Tropical Conservation Science**, v. 5, n. 3, p. 394-416, 2012.

ANDRADE, Anna Jéssica Pinto; SILVA, Neusiene Medeiros; SOUZA, Cimone Rozendo. As percepções sobre as variações e mudanças climáticas e as estratégias de adaptação dos agricultores familiares do Seridó potiguar. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 31, 2014.

ARÉVALO-MARÍN, Edna et al. 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.

AZEVÊDO, Evaldo de Lira et al. How do people gain access to water resources in the Brazilian semiarid (Caatinga) in times of climate change?. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 189, n. 8, p. 375, 2017.

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

COSTANZA, Robert et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997.

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

CUARESMA, Jesús Crespo. Income projections for climate change research: A framework based on human capital dynamics. **Global Environmental Change**, v. 42, p. 226-236, 2017.

DARELA FILHO, João Paulo et al. 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

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

FOLHES, MarceloTheophilo; DONALD, Nelson. Previsões tradicionais de tempo e clima no Ceará: o conhecimento popular à serviço da ciência. **Sociedade & Natureza**, v. 19, n. 2, 2007.

FUKUYAMA, Hirofumi et al. Does human capital or physical capital constrain output in Japanese prefectures?. **Empirical Economics**, p. 1-15, 2017.

GROTHMANN, Torsten; PATT, Anthony. Adaptive capacity and human cognition: the process of individual adaptation to climate change. **Global Environmental Change**, v. 15, n. 3, p. 199-213, 2005.

IBGE. Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semiárido Nordeste e do Polígono das Secas, 2005. Disponível em [ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiarido.shtm?c=4](http://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiarido.shtm?c=4), com acesso de 09 de outubro de 2017.

KWON, Seok-Woo; HEFLIN, Colleen; RUEF, Martin. Community social capital and entrepreneurship. **American Sociological Review**, v. 78, n. 6, p. 980-1008, 2013

LIMA, Gleicy Deise Santos et al. Inventory in situ of plant resources used as fuel in the Semiarid Region of Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biological Sciences**, v. 3, n. 5, p. 45-62, 2016.

LIMA, José Ribamar de Farias et al. USO E DISPONIBILIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS NATIVAS NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL: UMA ANÁLISE DA HIPÓTESE DA APARÊNCIA ECOLÓGICA. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 1, 2016.

LIMA, José Ribamar de Farias et al. Uso y manejo de cercas en una comunidad rural del semiárido de Paraíba, noreste de Brasil. **Interciencia**, v. 40, n. 9, 2015.

LUCENA, Camilla Marques et al. Use and knowledge of Cactaceae in Northeastern Brazil. **Journal of ethnobiology and ethnomedicine**, v. 9, n. 1, p. 62, 2013.

MARENGO, Jose A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2010.

MCLEMAN, Robert; SMIT, Barry. Migration as an adaptation to climate change. **Climatic change**, v. 76, n. 1-2, p. 31-53, 2006.

MELO Josemir Camilo. O fenômeno El Niño e as secas no Nordeste do Brasil. **Raízes,(SI)**, ano XVIII, n. 20, p. 13-42, 1999.

MEYER, Michelle Annette. **Social capital and collective efficacy for disaster resilience: Connecting individuals with communities and vulnerability with resilience in hurricane-prone communities in Florida**. Colorado State University, 2013.

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

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

SENEVIRATNE, Sonia I. et al. Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. 2012.

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

SHEPHERD, Ellen et al. Status and trends in global ecosystem services and natural capital: Assessing progress toward Aichi biodiversity target 14. **Conservation Letters**, v. 9, n. 6, p. 429-437, 2016.

SIETZ, Diana. Regionalisation of global insights into dryland vulnerability: Better reflecting smallholders' vulnerability in Northeast Brazil. **Global Environmental Change**, v. 25, p. 173-185, 2014.

SILVA, Neusiene Medeiros da; ANDRADE, Anna Jéssica Pinto de; ROZENDO, Cimone. 'Rain prophets' from the Seridó region, Brazilian Northeast. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 9, n. 3, p. 773-795, 2014.

SILVA, Núbia et al. Conhecimento e Uso da Vegetação Nativa da Caatinga em uma Comunidade Rural da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, n. 34, 2014.

SMITHERS, John; SMIT, Barry. Human adaptation to climatic variability and change. **Global Environmental Change**, v. 7, n. 2, p. 129-146, 1997.

STIGTER, C. J. et al. Using traditional methods and indigenous technologies for coping with climate variability. In: **Increasing Climate Variability and Change**. Springer Netherlands, 2005. p. 255-271.

SUTTON, Stephen G.; TOBIN, Renae 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.

MANCAL, Ansu et al. 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.

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

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

MACHADO, Taysa Tamara Viana; DIAS, Jobson Targino; DA SILVA, Tarciso Cabral. Evolução e avaliação das políticas públicas para a atenuação dos efeitos da seca no semiárido brasileiro. *Gaia Scientia*, v. 11, n. 2, 2017.

TURNER, N J AND CLIFTON, H. 2009. It's so different today'': Climate change and indigenous lifeways in British Columbia, Canada. *Global Environmental Change* 19: 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: 4-18.

## **Plano de Gestão Ambiental Rural (PGAR) - Comunidade São Francisco - Cabaceiras – Paraíba**

Proponente – MSc. José Ribamar de Farias Lima

Este plano de gestão simplificado é orientado pelas indicações gerais para um PGAR, no âmbito do Programa GESTAR da Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável do Ministério do Meio Ambiente – SDS/MMA e tem como direcionamento as associações de agricultores da comunidade Rural São Francisco, assim como qualquer residente da comunidade que tenha interesse. As atividades propostas neste plano serão realizadas a partir de cronograma a ser estabelecido com as associações de agricultores.

João Pessoa

Fevereiro de 2018

**Apresentação**

O processo de elaboração de um PGAR compreende um processo que se estende desde a busca por informações acerca do local a ser avaliado, perpassando pela análise das informações, construção de um plano que tenha como base a construção de um referencial teórico que levará ao plano em si, e que culmine na aplicação deste plano e avaliação dos resultados.

Este documento entregue aos membros da comunidade que assim desejarem traz propostas para elaboração de um processo de gestão compartilhada dos recursos da comunidade, e está em acordo com o que foi estabelecido no contato com os representantes da comunidade São Francisco, e com os informantes que se propuseram a participar da coleta de informações do projeto intitulado “O capital humano no processo de adaptação as mudanças climáticas no semiárido da Paraíba”, de propositura do MSc José Ribamar de Farias Lima.

O sujeito a ser abordado neste PGAR é a comunidade São Francisco aqui observada como um grupo de funcionamento uníssono. Contudo, este PGAR pode ser utilizado como elemento direcionador para sujeitos específicos dentro da comunidade, visto a divisão dos agricultores locais em duas associações distintas. Propõe-se aqui um trabalho em conjunto, porém, espera-se que a caracterização das metas possa ser utilizada também dentro de um caráter individualizado, quando desejado.

A natureza deste PGAR está caracterizada, no que concerte a natureza temática, pelo processo de redução de efeitos das secas na comunidade, aqui sendo possível também identificar a região da comunidade São Francisco como o horizonte em que o plano será implementado. Contudo, espera-se que este plano possa servir de arcabouço teórico e prático para outras comunidades rurais de agricultores com características similares às registradas na Comunidade São Francisco.

Este plano tem metas de médio e longo prazo. Uma vez que os objetivos do PGAR estão relacionados com a redução da vulnerabilidade da comunidade frente a seca, espera-se que as propostas aqui apresentadas sejam colocadas em prática continuamente, mas que só venham a ser utilizadas em face secas futuras.

No que concerne aos requisitos para elaboração de um PGAR, registramos aqui que o texto produzido pelo autor deste plano durante a pesquisa para elaboração de tese de doutorado, e que está sendo entreguem em duplicata para a comunidade, está sendo

aqui caracterizado como referencial técnico-científico da Avaliação Ambiental Integrada (AIA), conforme a disposição do MMA – Programa GESTAR.

### **Problemática**

Um processo contínuo de perdas financeiras vem se estabelecendo na comunidade São Francisco. Dentre as causas deste processo, identificamos como elementos de destaque:

- a) A falta de investimentos de poder público ou privado (força econômica da comunidade) em infraestrutura específica para redução de danos que ocorrem no período das secas;
- b) Desconhecimento técnico por parte dos tomadores de decisão local e residentes na comunidade acerca de opções para meios de subsistência na comunidade;
- c) Investimento mensal em alimentação animal em períodos de estiagem, sem a utilização de recursos naturais disponíveis na área da comunidade;
- d) Desconhecimento acerca dos investimentos que estão sendo feitos mensalmente nos recursos individuais dos residentes da comunidade e consequente perda de capital investido e;
- e) Descentralização do poder político na comunidade, com multiplicidade de lideranças com visões políticas opostas que superam as necessidades do agrupamento denominado comunidade São Francisco.

### **Cenários e Horizontes**

O cenário de implementação deste plano é estruturado inicialmente na participação da comunidade em um processo de ação conjunta visando a aquisição de recursos financeiros a partir de diversas fontes, tais como:

- Aporte de recursos públicos que possam ser captados diretamente de secretarias municipais e estaduais;
- Participação em processos seletivos de órgãos públicos e instituições privadas que tenham como retorno para a comunidade um aporte financeiro ou técnico;
- Busca por investimentos financeiros que possam ser feitos a partir de instituições privadas, e possam ser debitados de seu passivo, como o Imposto de Renda;

- Recebimento de recursos financeiros de membros das associações que, em forma de consorcio, sejam utilizados para construção de bens/estruturas comunitárias;
- Direcionamento do uso de recursos naturais abundantes, de forma sustentável, para que parte da estrutura de capital natural da comunidade seja convertida em capital financeiro.

Como citado anteriormente, o horizonte deste PGAR é a área que compõe a comunidade São Francisco, a qual entendemos que tem o espaço necessário para instalação de bens comunitários, assim como para a retirada de recursos naturais passíveis de serem utilizados em períodos de seca.

### **Metas**

A principal meta deste PGAR é estabelecer uma estrutura social na comunidade que possa se manter frente a rivalidades políticas, com a finalidade de fortalecer o agrupamento de localidades denominada comunidade São Francisco.

A partir desta meta, procuramos utilizar o capital humano característico da comunidade, a cultura local e a cartela de conhecimentos característica da região, como elemento capaz de firmar as relações sociais e a estrutura financeira.

### **Estratégias de ação**

A ação na comunidade São Francisco será feita a partir de eventos pontuais de discussão com os agricultores, seguidas de treinamentos para preparação individual e grupal. Em seguida, utilizaremos a estrutura burocrática da comunidade, sob forma de associações de agricultores, e sua representatividade política na busca por auxílio técnico e financeiro necessário para modificação da estrutura de capital físico da comunidade necessário para manutenção da qualidade de vida no local em períodos de seca.

A preparação técnica dos agricultores será feita a partir do uso, inicialmente, de profissionais disponíveis no corpo de professores e estudantes da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). A construção de convênios entre a UFPB e a comunidade, assim como a estrutura política municipal, tem como base a utilização do local como espaço para o desenvolvimento de pesquisas que possam servir como aporte teórico para a preparação de documentos e de uma avaliação das relações entre a população que habita o local e os recursos que eles tem a sua disposição.

## **Fases de implantação do PGAR**

O processo de implementação deste plano de gestão será baseado inicialmente nos eventos abaixo listados:

1. Apresentação, em evento com os membros da comunidade, dos resultados dos projetos de pesquisa que foram desenvolvidos no local;
2. Treinamento dos agricultores e criadores para identificação individual de fatores que influenciam na economia local, com desenvolvimento de aparato de contabilidade rural que possa ser utilizado na comunidade;
3. Elaboração de relatório detalhado sobre a estrutura física e econômica local que possa ser apresentado às autoridades locais, com a finalidade de aquisição de recursos.
4. Preparação de modelos de projetos para aquisição de recursos financeiros, juntamente com processo de consultoria na organização de documentação para submissão destes projetos;
5. Desenvolvimento de um plano de investimentos local para construção de espaços para armazenamento de recursos naturais que possam ser utilizados pela comunidade em períodos de seca.

## **Avaliação das ações do PGAR**

Este plano apresentado aos residentes da comunidade São Francisco tem caráter mutável, e será reconstruído a partir do primeiro contato dos residentes da comunidade com as informações aqui presentes. O processo de elaboração do plano de ações local, assim como direcionamento dos recursos que serão obtidos a partir da organização comunitária será discutida localmente, sob a mediação de um corpo técnico composto por especialistas.

Por apresentar resultados de médio e longo prazo, a avaliação da efetividade deste plano ocorrerá continuamente durante o processo de implantação, e terá resultados obtidos em momentos de falta de recursos locais que possam ser supridos pelos aparados desenvolvidos na comunidade. Além disso, haverá um acompanhamento periódico das atividades das associações de agricultores, a fim de obter dados que deem ao PGAR o

caráter mutável necessário para o atendimento as necessidades locais que possam ser observadas no decorrer do processo.

Serão desenvolvidos recursos para avaliação da evolução do plano na comunidade, assim como da efetividade as ações implantadas localmente. Os dados oriundos desta avaliação serão apresentados aos membros da comunidade, e publicados ao grande público, de forma que estas informações possam ser utilizadas em outras localidades, observando as características de cada “ente comunitário” e os recursos ambientais disponíveis.

## Conclusão Final

Os efeitos de mudanças climáticas em uma comunidade rural de pequeno porte podem ser bastante danosos quando não há uma estrutura social que permita que o processo de resiliência ocorra com sucesso. Apesar de a afirmação poder ser colocada também quando se avalia grandes comunidades, identificar as os pontos fortes e fracos de pequenas comunidades podem a) servir de modelo estatístico para pesquisas em grandes aglomerados humanos, tomadas as devidas precauções de adequação metodológica e b) evitar que elementos culturais típicos de pequenos agregados sejam perdidos.

Em um contexto no qual se trata de características intrínsecas a uma cultura, o reconhecimento de padrões de preferência de uso de recursos naturais pode se mostrar como elemento norteador para buscar identificar as nuances da relação entre seres humanos e os recursos naturais. O Indicador de Pressão por Preferência de Uso das espécies vegetais desenvolvido neste trabalho se mostrou como uma ferramenta útil para aumentar o grau de entendimento entre a disponibilidade de espécies vegetais e os tipos de atividades/padrões de uso que trazem mais dano para as espécies. A modelagem da distribuição das espécies de maior preferência levou a uma visualização da possível estrutura vegetal da região Nordeste para os próximos anos, e possibilitou identificar processos de degradação ambiental que podem levar a mudança na disponibilidade de recursos.

Com acesso as informações sobre uma provável estrutura ambiental, identificada na definição de subsistência sustentável como capital natural, podemos começar a avaliar como a estrutura de capitais da subsistência, os capitais humano, social, físico, financeiro e natural, estão relacionados em uma comunidade rural. A busca por tendências a uso de um ou mais aportes de capital pode indicar um processo de desequilíbrio na estrutura social local e apresentar pistas de como um processo de subsistência pode ser instituído. Na comunidade São Francisco pudemos identificar um fortalecimento do capital social e falta de estrutura de capital físico, que é suplantada por inserção de capital financeiro originado a partir de programas de transferência de renda. Contudo, identificamos que parte deste capital financeiro está sendo perdido sob a forma de investimento em pecuária de caprinos e ovinos, que tem um caráter cultural, ao invés de ser considerado como um ativo financeiro.

Como forma de inserir na comunidade um processo de restauração do equilíbrio entre as dotações de capital e consequente redução da vulnerabilidade a eventos extremos futuros, o que para a comunidade está ligado a secas, construímos um plano de gestão ambiental rural que visa levar informações a comunidade e fazer com que ela receba instrução sobre possíveis metodologias que auxiliem no processo de fortalecimento da estrutura social. O plano tem como fundamento a utilização da estrutura social da comunidade para aquisição de capital financeiro, e inserção de informações técnicas utilizadas na construção de estruturas de uso comum pela comunidade, a fim de reduzir os efeitos danosos das próximas secas aos recursos financeiros da comunidade.

## Apêndice

Apêndice 1 - Questionário - O capital humano no processo de adaptação as variações climáticas no semiárido paraibano

Hipótese 1: **O capital humano age como força delimitadora do processo de mitigação à efeitos climáticos extremos**

**O questionário tem por objetivo identificar os elementos de mitigação presentes na comunidade**

### Registro dos eventos

Durante a última seca, entre 2011 e 2015, houve registro de algum dos eventos:

Migração de algum familiar? ( ) sim ( ) não Em caso positivo, qual o parentesco com o entrevistado? \_\_\_\_\_

Precisou parar algum tipo de produção? ( ) sim ( ) não Em caso positivo, qual (is)? \_\_\_\_\_

Alguma planta ou animal que você usava diminuiu ou acabou? ( ) sim ( ) não Em caso positivo, qual (is)? \_\_\_\_\_

Em qual categoria de uso a seca trouxe maior prejuízo?

Construção (cercas) ( ) Alimento ( ) Medicinal ( ) Forragem ( ) Veterinário ( )

Outro \_\_\_\_\_ ( )

Durante esta seca, receberam algum auxílio do governo? ( ) sim ( ) não Em caso positivo, qual (is)? \_\_\_\_\_

—

Você lembra de alguma seca parecida com a atual? ( ) sim ( ) não Ano \_\_\_\_\_

### Fontes de renda (não falar diretamente sobre dinheiro, valores)

Seguro safra? ( ) sim ( ) não - O valor é suficiente para cobrir as perdas? ( ) sim ( ) não

Aposentados na residência? ( ) sim ( ) não - É a principal fonte de renda? ( ) sim ( ) não

Bolsa família? ( ) sim ( ) não - É a principal fonte de renda? ( ) sim ( ) não

Pessoas que trabalham na sede do município? ( ) sim ( ) não (Em caso de sim) Qual a função? \_\_\_\_\_

---

### Fontes de água

Qual a principal fonte de água para a residência?

---

Qual a principal fonte de água para os animais?

---

Tem alguma plantação irrigada? ( ) sim ( ) não (Em caso positivo) Qual a origem da água para irrigação?

---

Para conviver com a seca, o que é o mais importante?

---

Hipótese2: O conhecimento da comunidade sobre o ambiente molda ações antecipatórias, baseadas em comportamentos preditivos fortalecem o bem-estar social de comunidades em situações de extremos climáticos

**Este questionário tem por objetivo caracterizar o conhecimento dos informantes sobre a seca e o ambiente em que residem (incluindo a cultura), e identificar características do bem-estar da comunidade.**

### Estrutura política na comunidade

A comunidade conta com associações de agricultores, você participa? ( ) sim ( ) não

Você é beneficiado por ações da associação? ( ) sim ( ) não

O fato de haver vereadores na comunidade te beneficia? ( ) sim ( ) não

---

### Conhecimento sobre previsões

Faz uso de algum tipo de previsão sobre o clima? ( ) sim ( ) não Em caso positivo, qual a principal fonte de previsão sobre o clima?

---

Tem informações de algum outro tipo? Tv, Jornais? ( ) sim ( ) não

---

Confia em previsões? ( ) sim ( ) não Em qual mais confia? \_\_\_\_\_

---

### Planejamento das atividades

Costuma plantar de acordo com previsões? ( ) sim ( ) não

Tem alguma preparação para um período de seca (faz estoque de sementes, de água, alimento para animais)? ( ) sim ( ) não Qual(is)?

---

Considera alguma das ações acima citada mais importante ou mais útil? ( ) sim ( ) não

---

Quando tem informações negativas sobre o ano, ainda planta? ( ) sim ( ) não Porque? Algum motivo especial que faça plantar mesmo com a informação negativa?

---

Hipótese 3: Previsões climáticas locais melhoradas com o uso do conhecimento tradicional garantem um processo de resiliência mais efetivo, reduzindo efeitos da variabilidade climática sobre a comunidade

#### **Análise de bem-estar social**

A última seca trouxe prejuízos para você? ( ) sim ( ) não

Tipo de prejuízo (prejuízo em que? Agricultura, criação de animais [perdeu cabeças])

---

Você consegue lembrar algum ano ou seca em que teve os mesmos prejuízos? ( ) sim ( ) não

Se sim, qual(is)? \_\_\_\_\_ Em caso de não, essa foi a pior seca que presenciou? Porque considera esta a pior seca? \_\_\_\_\_

Você consegue lembrar algum ano ou seca em que teve prejuízos piores? ( ) sim ( ) não

Se sim, qual(is)? \_\_\_\_\_

Você consegue lembrar algum ano em que teve muito lucro? ( ) sim ( ) não Se sim, quais? \_\_\_\_\_

Lucro em que tipo de atividade? \_\_\_\_\_

Há algum acontecimento que fez esta seca pior que outras? ( ) sim ( ) não Que acontecimento? (Falta de algum tipo de alimento? Alguma fonte de água secou?)

---

Se você soubesse que daqui a dois anos teria seca, depois de um ano bom, você teria como se preparar? Como?