



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CAMPUS DE POMBAL - PB**

**VULNERABILIDADE E GOVERNANÇA ADAPTATIVA EM TERRITÓRIOS DO
SEMIÁRIDO: Uma análise no Território do Vale do Piancó - PB**

KELLY MARA MARQUES LEITE

**DIGITALIZAÇÃO
SISTEMOTECA - UFCG**

Pombal-PB

2016

KELLY MARA MARQUES LEITE

**VULNERABILIDADE E GOVERNANÇA ADAPTATIVA EM TERRITÓRIOS DO
SEMIÁRIDO: Uma análise no Território do Vale do Piancó - PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande como um dos Requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadores: PROF. DR. PATRÍCIO BORGES MARACAJÁ e PROF. DR. LUÍS GUSTAVO DE LIMA SALES

Pombal-PB

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

L533v Leite, Kelly Mara Marques.
Vulnerabilidade e governança adaptativa em territórios do semiárido :
uma análise no território do Vale do Piancó - PB / Kelly Mara Marques
Leite. – Pombal, 2016.

47 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) -
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia
Agroalimentar.

"Orientação: Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá, Prof. Dr. Luís Gustavo
de Lima Sales."

Referências.

1. Agricultura Familiar – Vale do Piancó/PB. 2. Capacidade Adaptativa.
3. Indicadores. 4. Seca. 5. Território Rural. I. Maracajá, Patrício Borges.
II. Sales, Luís Gustavo de Lima. III. Título.

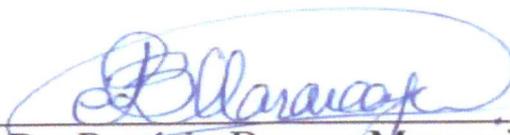
CDU 631-027.553(813.3)(043)

KELLY MARA MARQUES LEITE

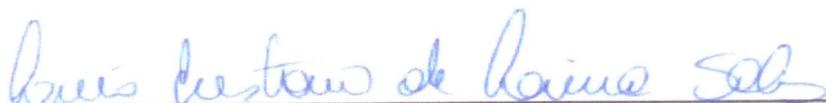
**VULNERABILIDADE E GOVERNANÇA ADAPTATIVA EM TERRITÓRIOS DO
SEMIÁRIDO: Uma análise no Território do Vale do Piancó - PB**

Aprovado em 30 de Maio de 2016.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá
Orientador



Prof. Dr. Luís Gustavo de Lima Sales
Co-Orientador



Doutoranda Aline Carla de Medeiros
Examinadora



Prof. Dr. Ricélia Maria Marinho Sales
Examinadora

“Quem tem posto a mão no arado, não pode mais olhar pra trás! Pois, quem no arado põe a mão, trabalha certo e perto, tem serviço e provisão. Quem em Cristo põe a vida não pode mais olhar pra trás. Pois, quem ao mestre deu a mão, trabalho certo e perto, tem serviço e profissão.”

AGRADECIMENTOS

Reconhecendo a importância do coletivo na construção desse Trabalho de Conclusão de Curso não posso ignorar o apoio em suas várias dimensões das pessoas que contribuíram diretamente e indiretamente para os resultados alcançados. Sentimento de gratidão a:

Deus, proteção, pois nem as limitações ou minhas imperfeições me impediram de contemplar a tua face em mim... Sou reflexo do teu amor e espelho da tua beleza Senhor.

Ao Meu Amor Félix Queiroga pela cumplicidade, compreensão, incentivo, respeito, apoio e, por sempre acreditar em mim. Amo-te e admiro-te.

A meus pais Gilberto e Maria de Lourdes por dedicarem de forma integral suas vidas a minha construção como ser humano e como profissional (a eles todo o meu amor e gratidão).

Aos meus irmãos Karen Cibelle e Gilberto Filho, por todo amor de irmãos.

Familiares e amigos por acreditarem no meu potencial e no meu crescimento intelectual.

Ao Professor Patrício Borges Maracajá pela orientação e por ajudar a tornar possível a realização deste trabalho com seu jeito peculiar de comandar o navio sempre por águas calmas dando-nos a tranquilidade e segurança de que tudo no final daria certo e ao professor Luís Gustavo Sales por nos ajudar a trabalhar com a certeza que chegaríamos ao destino final com o sentimento de dever cumprido, muito obrigada por tudo, principalmente por compreender minhas dificuldades e limitações de uma eterna aprendiz.

Aos membros da Banca Examinadora pela disposição e cuidado.

A todos, os meus mais sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FLUXOGRAMAS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Território Rural.....	15
2.2 Vulnerabilidade e Capacidade Adaptativa.....	16
2.3 Agricultura Familiar.....	19
2.4 Vulnerabilidade e Capacidade Adaptativa da Agricultura Familiar....	21
3. METODOLOGIA.....	24
3.1 Normalização dos Indicadores.....	26
3.2 Composição e Estrutura do Sistema.....	27
3.2.1 Atributo da Vulnerabilidade-Sensibilidade.....	27
3.2.2 Atributo da Vulnerabilidade-Capacidade Adaptativa.....	28
3.2.3 Atributo da Vulnerabilidade-Exposição.....	30
3.3 Espacialização das Informações.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
4.1 Sensibilidade.....	33
4.2 Capacidade Adaptativa.....	35
4.3 Exposição Climática.....	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	-Modelo dos fatores socioeconômicos, naturais e políticos-institucionais que determinam a vulnerabilidade e capacidade adaptativos sistemas socioecológicos às mudanças climáticas.....	18
FIGURA 2	-Índice de Aridez (Classificação Temática de Thornthwaite).....	31
FIGURA 3	-Espacialização do Território Vale do Piancó (Análise do atributo Sensibilidade na Vulnerabilidade da Agricultura Familiar ao Evento Extremo da Seca).....	41
FIGURA 4	-Espacialização do Território Vale do Piancó (Análise do atributo Capacidade Adaptativa na Vulnerabilidade da Agricultura Familiar ao Evento Extremo da Seca).....	42
FIGURA 5	-Espacialização do Território Vale do Piancó (Análise do atributo Exposição na Vulnerabilidade da Agricultura Familiar ao Evento Extremo da Seca).....	43
FIGURA 6	-Espacialização do Território Vale do Piancó (Análise do Índice de Vulnerabilidade da Agricultura Familiar aos Eventos Extremo Seca no Território Rural do Vale do Piancó).....	44

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- Sistema de Indicadores de Vulnerabilidade da Agricultura Familiar, Sensibilidade (S), Capacidade Adaptativa (CA) e Exposição (E).....	25
TABELA 2	- Classificação dos indicadores em positivo ou negativo.....	27
TABELA 3	- Classes do índice de anomalia a chuva.....	32
TABELA 4	- Representação Gráfica da Vulnerabilidade da Agricultura Familiar ao Evento extremo (Seca).....	31
TABELA 5	- Indicadores de Sensibilidade.....	32
TABELA 6	- Indicadores de Capacidade Adaptativa.....	36
TABELA 7	- Índice de vulnerabilidade da agricultura familiar à seca.....	40
TABELA 8	- Exposição climática.....	44

LISTA DE FLUXOGRAMAS

FLUXOGRAMA 1	Vulnerabilidade da Agricultura Familiar.....	22
FLUXOGRAMA 2	Capacidade Adaptativa.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS

IPCC	– Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
TCC	– Trabalho de Conclusão de Curso
TR	– Território Rural
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MDA	– Ministério do Desenvolvimento Agrário
SDT	– Secretaria de Desenvolvimento Territorial
PRONAF	– Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PB	– Paraíba
IvafEE	– Índice de Vulnerabilidade da Agricultura Familiar aos Eventos Extremos
ICA	– Índice de Capacidade Adaptativa
SID	– Índice de Diversificação de Simpson
INPE	– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

RESUMO

Alguns temas ganham destaque nas agendas políticas, sociais e científicas na atualidade aqui no Brasil, como é o caso do fenômeno da Mudança Climática e seus impactos para os sistemas ambientais e sociais. Uma das estratégias é a constituição de espaços que ofereça uma discussão sobre o Desenvolvimento Territorial Rural Sustentável e Solidário, no formato de Fóruns e/ou Colegiados Territoriais. Esses se tornaram em “espaços privilegiados” de discussão, planejamento e monitoramento de políticas públicas direcionadas para o desenvolvimento territorial rural sustentável e solidário, tendo como um dos principais beneficiários a Agricultura Familiar.

No âmbito desse contexto, insere-se a discussão atual sobre os desafios de adaptação a mudança climática de que forma os diferentes atores sociais envolvidos com o Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário estão cientes de tal fenômeno? O quão os Territórios Rurais do Semiárido Brasileiro estão adaptados aos eventos extremos (Secas)? Qual o papel dos Colegiados/Fóruns de Desenvolvimento Territorial frente a esse processo de adaptação? A **premissa** desse trabalho é a de que quanto maior for a Capacidade Adaptativa aos Eventos Extremos (secas) decorrentes da Mudança Climática dos Territórios Rurais menor será a Vulnerabilidade da Agricultura Familiar ao fenômeno. Porém, acredita-se também que o sucesso de uma estratégia de adaptação não depende apenas da disponibilidade de dados e de informação depende também de recursos econômicos, de capacitação e tecnologia, boa vontade política e institucional e mudanças de comportamento dos próprios cidadãos e cidadãs que vivem o dia-a-dia nos territórios rurais e que tem como base de sustentação de sua vida a agricultura familiar.

Palavras-chave: capacidade adaptativa, indicadores, seca, território rural, mudanças climáticas, agricultura familiar.

ABSTRACT

Some themes win prominence at the present time here in the calendars political, social and scientific in Brazil, as it is the case of the phenomenon of the Climatic Change and their impacts for the environmental and social systems. One of the strategies is the constitution of spaces that offers a discussion on the Rural Territory Development Sustainable and Solidary, in the format of Forums and/or Territorial Collegiates. Those if they turned in "privileged spaces" of discussion, planning and monitoramento of public politics addressed for the maintainable and solidary rural territorial development tends as one of the main beneficiaries the Family Farming.

In the extent of that context, does he meddle the current discussion on the adaptation challenges the climatic change that forms the different social actors involved with the Maintainable and Solidary Rural Development are aware of such phenomenon? The how Semiarid Brazilian's Rural Territories are adapted to the extreme (Droughts) events? Which the paper of Collegiates / Forums of Development Territorial front to that adaptation process? The premise of that work is the more is the Adaptive Capacity to the Events current Extreme (Droughts) of the Climatic Change of the lower the Rural Territories will be the Vulnerability of the Family Farming to the phenomenon. However, it is also believed that the success of an adaptation strategy doesn't just depend on the readiness of data and of information it also depends on economical resources, of training and technology, good political and institutional will and changes of the own citizens' behavior and citizens that live the day by day in the rural territories and that he/she has as base of sustentation of his life the family farming.

Keywords: adaptive capacity, indicator, droughts, territory rural, climatic change, family farming.

1. INTRODUÇÃO

Alguns temas ganham destaque nas agendas políticas, sociais e científicas na atualidade aqui no Brasil, como é o caso do fenômeno da Mudança Climática e seus impactos para os sistemas ambientais e sociais. Tais temas em destaques ainda são reforçados quando direciona-se as análises para sistemas historicamente mais frágeis economicamente, socialmente, ambientalmente, culturalmente a tal fenômeno, como parece ser o caso dos Territórios Rurais (TR's) localizados no Semiárido Brasileiro (SAB).

A política de desenvolvimento para o semiárido brasileiro vem passando por uma mudança paradigmática desde o final do século XX. De uma política de “Combate a Seca” para uma política de “Convivência com o Semiárido” com uma abertura para a participação social nas estratégias de desenvolvimento para a convivência com a realidade da região.

Uma dessas estratégias é a constituição de espaços que ofereça uma discussão sobre o Desenvolvimento Territorial Rural Sustentável e Solidário, no formato de Fóruns e/ou Colegiados Territoriais. Tais espaços, ou melhor, institucionalidades foi adotado pelo Governo Federal, pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário, através da Secretaria de Desenvolvimento Territorial (SDT/MDA) na primeira década do XXI.

Os Fóruns e/ou Colegiados Territoriais se tornaram em “espaços privilegiados” de discussão, planejamento e monitoramento de políticas públicas direcionadas para o desenvolvimento territorial rural sustentável e solidário, tendo como um dos principais beneficiários a Agricultura Familiar.

Porém, esses espaços privilegiados ainda contam com “certas fragilidades” que precisam ser minimizadas ao longo do espaço-tempo para que possam, de fato e de direito, tornarem-se institucionalidades fortes de democracia inclusiva, sustentável e solidária dos Territórios Rurais e/ou de Cidadania. No âmbito desse contexto, insere-se a discussão atual sobre os desafios de adaptação a mudança climática. De que forma os diferentes atores sociais envolvidos com o Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário estão cientes de tal fenômeno? O quão os Territórios Rurais do Semiárido Brasileiro estão

adaptados aos eventos extremos (Secas)? Qual o papel dos Colegiados/Fóruns de Desenvolvimento Territorial frente a esse processo de adaptação?

O que se percebe e que é a **premissa** desse trabalho é a de que quanto maior for a Capacidade Adaptativa aos Eventos Extremos (secas) decorrentes da Mudança Climática dos Territórios Rurais menor será a Vulnerabilidade da Agricultura Familiar ao fenômeno. Portanto, o **pressuposto** que o trabalho assume é de que quanto maior for o nível de Informações e Conhecimento sobre a Vulnerabilidade da Agricultura Familiar à Mudança Climática dos atores que fazem parte dos Territórios Rurais, maior serão as opções de estratégias e a possibilidade de se transitar entre essas estratégias para se adaptar a tal processo.

Porém, acredita-se também que o sucesso de uma estratégia de adaptação não depende apenas da disponibilidade de dados e de informação.

Esses questionamentos, premissa e pressupostos não vão cessar nesse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), o objetivo geral foi analisar a Vulnerabilidade da Agricultura Familiar aos Eventos Extremos de Seca no Território Rural do Vale do Piancó – PB através de indicadores que apontam a fragilidade socioeconômica e político institucional do próprio território.

Para tanto, alguns objetivos específicos foram propostos, a saber:

- Revisão Teórica sobre o conceito de Territórios Rurais, Vulnerabilidade, Capacidade Adaptativa e Agricultura Familiar;
- Caracterização do Sistema de Indicador de Vulnerabilidade da Agricultura Familiar aos Eventos Extremos;
- Aplicação do Sistema de Indicador no Território Rural do Vale do Piancó-PB, avaliando sua aplicabilidade.

O corpo do trabalho encontra-se dividido em 5 capítulos, além deste de Introdução. No Capítulo 2, apresenta o Referencial Teórico, a qual contém os seguintes tópicos principais: (1) Territórios Rurais, (2) Vulnerabilidade e Capacidade Adaptativa e (3) Agricultura Familiar; No Capítulo 3, a descrição das etapas metodológicas. No Capítulo 4, os resultados da aplicação dos indicadores e; finalmente, no Capítulo 5 encontram-se as conclusões do estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 – Território Rural

O papel e o caráter do estado nas políticas de descentralização com o pressuposto de transferência de responsabilidade no processo de implementação de políticas públicas foi redefinido pela constituição brasileira em 1988, sendo criado a partir de então vários planos e programas conduzidos por uma proposta de descentralização e tendo como base os conselhos gestores criados com a responsabilidade de formulação, implementação e fiscalização de políticas (ROCHA, 2009).

No ano de 2003, o governo Federal, por meio da Secretaria de Desenvolvimento Territorial, do Ministério de Desenvolvimento Agrário (SDT/MDA), deu início à política de “promoção de desenvolvimento dos territórios rurais” considerando espaços de integração, articulação de atores sociais, identidades culturais e interesses políticos, pretendendo assim alcançar: a geração de riquezas com equidade; o respeito à diversidade; a solidariedade e a inclusão e justiça social (MDA, 2005).

O SDT/MDA atua em diferentes áreas, mas em especial na promoção do desenvolvimento sustentável dos territórios rurais. Para fortalecer esse setor, a Secretaria de Desenvolvimento Territorial tem por missão

Apoiar a organização e o fortalecimento institucional dos atores sociais locais na gestão participativa do desenvolvimento sustentável dos territórios rurais e promover a implementação e integração de políticas públicas” (MDA, 2005, p. 7).

O Brasil, por ser um país de grande extensão e diversidade, necessita de políticas públicas regionalizadas, para que dessa forma facilite a sua implementação e possíveis soluções dos problemas a qual se destinam. Favareto (2010), afirma que o ordenamento das políticas nacionais é essencial para estabelecer diretrizes que permitam a sua aplicação nos diversos contextos regionais, ajustando assim às demandas sociais provenientes de cada território.

Os resultados e valores só poderão ser alcançados se o desenvolvimento não for pensado apenas como sinônimo do crescimento econômico desses

territórios. As dimensões: econômica, sociocultural, ambiental e político-institucional estão interligadas nesse processo de desenvolvimento e elas contribuem de certa maneira para o futuro de um território (FAVARETO, 2010).

2.2 – Vulnerabilidade e Capacidade Adaptativa

O conceito de vulnerabilidade tem suas raízes na abordagem risco-perigo (*risk-hazard*), desenvolvida no âmbito da geografia física norte-americana do início da década de 1930 (MARANDOLA; HOGAN, 2004). Perigo (*hazard*) diz respeito à ameaça em si, tanto aos sistemas sociais quanto aos naturais que um determinado evento natural representa. Por sua vez, risco (*risk*) refere-se à probabilidade futura de um determinado perigo acontecer.

Destaca-se que o perigo natural (*natural hazard*) só existe na interface sociedade-natureza, determinado pela coexistência entre o ajuste (adaptação) dos sistemas humanos e os impactos de eventos ambientais naturais, como secas, inundações, terremotos, tsunamis, erupções vulcânicas, entre outros (MARANDOLA; *et al*, 2004). Vulnerabilidade é algo inerente a uma população determinada, e variará de acordo com suas possibilidades culturais, sociais e econômicas. Segundo o IPCC (2001), aqueles que possuem menos recursos serão os que mais dificilmente se adaptarão e, portanto são os mais vulneráveis. A capacidade de adaptação é dada pela “riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidades, infraestrutura, acesso a recursos e capacidade de gestão.”

Contudo, os eventos climáticos são apenas a faceta destacada de uma vulnerabilidade multidimensional. Moderar danos e explorar oportunidades dependem de características intrínsecas ao indivíduo e aos sistemas socioeconômicos (MORTON, 2007).

O conceito de adaptação no contexto das dimensões humanas das mudanças globais geralmente se refere a um processo, ação, ou resultado de um sistema (família, comunidade, grupo, cidade, região, país), para que o mesmo possa melhor lidar, gerir ou se ajustar a alguma condição que esteja mudando (stress, risco, perigo ou mesmo oportunidade).

O conceito de adaptação tem sido usado de forma explícita e implícita nas ciências sociais, inclusive em discussões sobre riscos naturais, ecologia política, e segurança alimentar. No contexto mais direto das mudanças climáticas “adaptação se refere ao ajuste dos sistemas ecológicos sociais ou econômicos para responder aos atuais, ou esperados, estímulos climáticos e seus efeitos ou impactos. Adaptação envolve ajustes para diminuir a vulnerabilidade das comunidades e regiões à mudança ou variabilidade do clima” (IPCC, 2001; 2007).

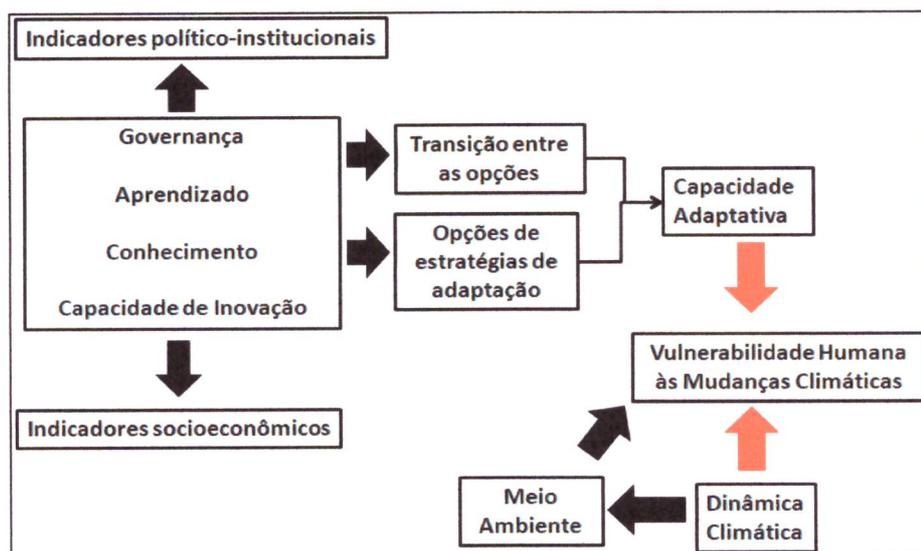
Os impactos que a variabilidade climática podem causar numa determinada área repercutem nos sistemas naturais e humanos e podem alterar significativamente seus padrões de organização.

Capacidade adaptativa de um sistema (região ou comunidade) é o seu potencial ou habilidade de se adaptar aos efeitos ou impactos da mudança climática. Aumentar a capacidade adaptativa de um sistema seria, então, uma forma de reduzir vulnerabilidades e promover o desenvolvimento sustentável (MAROUN, 2007, p. 56). A capacidade adaptativa está estreitamente relacionada com o estado dos recursos naturais e o nível socioeconômico de desenvolvimento (MAROUN, 2007).

Tal conceito tem natureza interdisciplinar e sua construção está alicerçada nas fronteiras das ciências natural e social, sendo determinado por dois aspectos fundamentais: a diversidade de opções de adaptação e a possibilidade de transitar entre estas opções (NORBERG *et al*, 2008).

O primeiro aspecto refere-se à capacidade de inovação, criação e aprendizado de um determinado sistema, enquanto o segundo diz respeito à capacidade de auto-organização (Figura 1).

Figura 1. Modelo dos fatores socioeconômicos, naturais e políticos-institucionais que determinam a vulnerabilidade e capacidade adaptativos sistemas socioecológicos às mudanças climáticas (adaptado de NORBERG & CUMMING, 2008)



Fonte: Lindoso (et al., 2011)

Em sistemas socioecológicos, a capacidade adaptativa está relacionada a aspectos de governança que permitam transições rápidas entre opções, sempre que respostas às mudanças ambientais sejam necessárias.

Outros aspectos importantes relacionados à governança adaptativa estão relacionados à capacidade de lidar com a incerteza; identificar limites e detectar qualquer crise irreversível; combinar fontes de informação e conhecimento; preservar a diversidade da riqueza ecológica e social como uma fonte de renovação, ou inserida em diferentes níveis de panarquia para influenciar as fontes exógenas (externas) de mudança (LEBEL, *et al.* 2006).

Uma governança adaptativa que leve em consideração os seguintes elementos: 1) aporte de informações adequadas à compreensão do tomador de decisão; 2) gestão de conflitos e cumprimento de regras e normas legitimadas pelos atores envolvidos na gestão dos recursos (inclusive o uso de instrumentos econômicos complementares aos de comando e controle); 3) disponibilidade de infra-estrutura física, social, institucional e tecnológica; e 4) flexibilidade institucional, associada à capacidade de aprender e repensar regras e normas de acordo com as mudanças ambientais (DIETZ, *et al.* 2003).

Segundo Lindoso 2010 a redução (ou ampliação) das vulnerabilidades dos sistemas humanos às mudanças climáticas não dependerá apenas da magnitude (menor ou maior) dos estímulos climáticos, presentes ou futuros, apesar destes serem fatores determinantes na avaliação das vulnerabilidades. Estratégias focadas na melhoria das condições sociais e econômicas, assim como fortalecimento de instituições, já são por si só adaptativas.

2.3 – Agricultura Familiar

A agricultura familiar é uma atividade diferenciada por suas características de funcionamento, mas também pelas dificuldades de organização e de acesso à informação. Outro aspecto possível de ser observado versa sobre a própria visão dos trabalhadores e trabalhadoras desta atividade. Sabe-se que o sistema de organização do capital é algo que dissemina a necessidade de competitividade e de aumento da produtividade para conseqüentemente aumentar a geração de lucro, no entanto, a própria natureza da atividade demonstra que o tamanho da terra, os instrumentos de trabalho e a disponibilidade de mão-de-obra não permitem a adesão a esta lógica que pertence à modernização da agricultura. (SAQUET, *et al.* 2010).

Por um lado, isto nem seria salutar para o ambiente natural nem mesmo para os agricultores e suas famílias. Segundo Saquet 2010 a adesão a esta modernização acarretaria no surgimento de problemas em diferentes âmbitos, pode-se destacar os sociais, ambientais e, econômicos, uma vez que isto significaria aderir a um pacote tecnológico que contribuiria diretamente com o aumento da contaminação dos recursos naturais (a exemplo do solo, da água, do ar), o aumento do êxodo rural (principalmente sem esperança de fixação dos jovens rurais), a diminuição da biodiversidade (fauna e flora), a diminuição da diversidade de culturas e cultivos, e praticamente a inexistências de práticas rurais sustentáveis, a exemplo da agroecologia.

Por outro lado, a agricultura familiar são as mais vulneráveis dentre as populações suscetíveis às mudanças climáticas, porque há de se convir que eles tenham uma ligação direta com a natureza, seus modos de vida e de trabalho se misturam. Logo, toda e qualquer alteração no funcionamento dos elementos e

fatores naturais serão sentidos mais intensamente por este grupo social. Apesar desta relação íntima, estas pessoas enfrentam estas constatações de mudanças ambientais praticamente sozinhas, uma vez que, contraditoriamente os agricultores e as agricultoras dificilmente participam de grupos que tem o poder de tomada de decisão (MILANEZ, *et al* .2011), que possam opinar sobre possíveis soluções para tais problemas.

O termo agricultura familiar possui diversas interpretações e definições na literatura especializada (MORTON, 2007). Contudo, o termo aqui será definido com base nos critérios adotados pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), gerido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), uma das principais linhas de financiamento para o setor e com grande potencial adaptativo, caso seja bem aplicado. Segundo estes critérios, agricultor familiar é aquele que não dispõe de título de área acima de quatro módulos fiscais, reside na propriedade rural ou próxima a ela, possui renda bruta familiar menor que R\$ 100 mil/ano (sendo 70% relacionada à atividade agropecuária) e não possui mais de dois funcionários.

A relevância agricultura familiar também destaca-se pela contribuição junto à econômica nacional, esta é responsável por cerca de 10% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, porém, regionalmente, esses valores não são homogêneos e, em alguns estados e municípios, o setor possui maior expressividade econômica. Dados do CENSO Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006) reforçam ainda que a agricultura familiar seja responsável por parte significativa da produção da cesta básica nacional. Segundo a mesma fonte, a Região Nordeste concentra cerca de 50% dos estabelecimentos familiares do Brasil, ocupando cerca de 35% do total de áreas por eles cultivadas no País.

Apesar da necessidade de maiores reflexão sobre a agricultura familiar, mas destaca-se que este poderia ser um caminho para buscar a mitigação de elementos que contribuem com a vulnerabilidade, a exemplo da redução do desmatamento, redução do uso de agroquímicos e do aumento das energias renováveis, no entanto existem aspectos que necessitam de diálogo para tornar-se compreensível os níveis de complexidades, tal qual a identificação da percepção aos riscos dos agricultores e das agricultoras, sua capacidade de inovação e de adaptação, como será discutido no item seguinte.

2.4 – Vulnerabilidade e Capacidade adaptativa da Agricultura Familiar

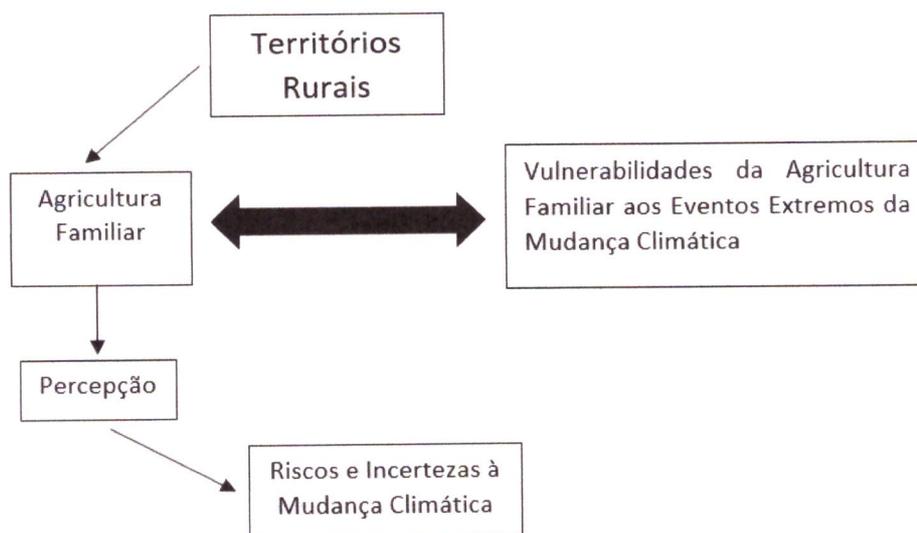
Percebe-se que a vulnerabilidade é um elemento multidimensional, no qual às mudanças climáticas surge apenas como uma parte, mas o todo é constituído pelas esferas socioeconômicas e culturais, envolvendo assim formas de trabalho, instrumentos e insumos, produção planejada adequadamente, modo de vida, acesso à educação e as informações, espaços de diálogo, organização individual e coletiva, ressalta-se que quanto melhor estes elementos menos vulnerável será a comunidade rural e principalmente cada família e sua unidade produtiva.

Desta maneira, o autor destaca que é possível realizar uma avaliação da vulnerabilidade da agricultura familiar considerando os seguintes aspectos: 1) agricultor e sua família; 2) economia regional, observando indicadores microeconômicos; 3) sistemas agroprodutivos, cuja qualidade de produção é o pilar da sobrevivência familiar (LINDOSO; *et. al.*, 2009).

Considera-se então que o território rural por ser um recorte espacial composto por suas similaridades nos aspectos sociais, ambientais, político-institucional e cultural, destacando a possibilidade de absorver as especificidades pessoais do agricultor e da agricultora, de sua família e de sua relação com a comunidade, com a localidade e com a região, verificando suas estratégias para manter relações com o modelo capitalista, mas sem incorporar por completo o pacote tecnológico, para que as propriedades dos alimentos sejam preservados, bem como, as propriedades dos recursos naturais não sejam atingidos por completo.

Uma avaliação detalhada também pode contribuir com a construção de uma percepção dos agricultores, relacionando suas práticas, seu modo de vida e de produzir, seu modo de organizar-se e a necessidade de aprender ou aprimorar sua capacidade de ler e escrever e interpretar são ferramentas necessárias para que haja uma preparação para os “novos tempos” que possivelmente podem ser mais difíceis frente os riscos e incertezas que podem estar associadas às mudanças climáticas. Estes elementos foram fundamentais para a construção do fluxograma 1.

Fluxograma 1: Vulnerabilidade da Agricultura Familiar

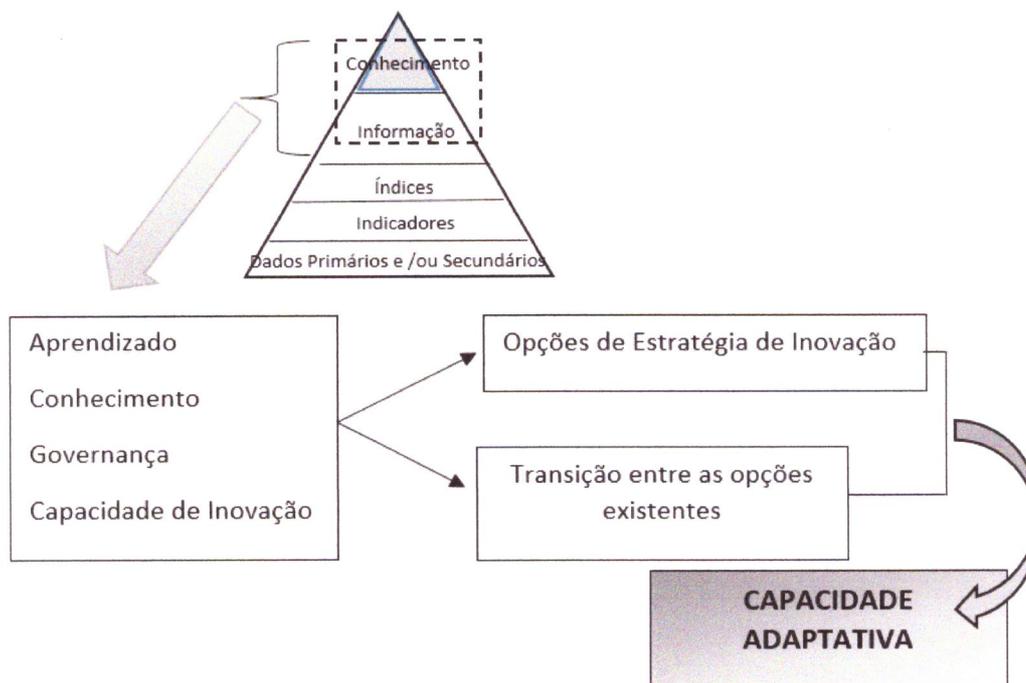


Fonte: Elaboração própria.

Como é possível perceber a reflexão sobre adaptação unifica a vulnerabilidade para refletir o futuro com fortes indícios de impactos mediante as mudanças climáticas que faz emergir os elementos de desigualdades sociais e práticas insustentáveis (OBERMAIER, *et al.*, 2013) que não irão passar despercebidos frente aos cenários nada promissores que estão por vir, caso não haja uma mudança de posturas e também de paradigma que sustentam as sociedades contemporâneas.

Para travar enfrentamentos será necessário a construção de conhecimentos que possibilite a leitura da realidade, haja vista que os modelos globais oferecem níveis de confiabilidades inferiores, aos modelos que trabalham diretamente com o local (BARCELLOS, *et al.*, 2009). Assim, a informação será um veículo seguro para a construção do conhecimento, como encontra-se representado no fluxograma 2.

Fluxograma 2: Capacidade Adaptativa



Fonte: Elaboração própria

A informação pode ser estruturada a partir da representação de índices, que por sua vez são gerados a partir de indicadores que podem ser oriundos de dados primários e/ou secundários. Sabe-se que os dados secundários no Brasil são falhos por não acompanhar a evolução da organização da sociedade, a exemplo a publicação de dados específicos da agricultura familiar já completa dez anos e ainda não se sabe quando ocorrerá a atualização e se isto realmente será feito, mas é a informação que encontra-se disponível até o momento. E, em contrapartida, compreende-se que o levantamento de dados primários onera as pesquisas e, isto realmente torna-se um fator limitante.

No entanto, este é caminho seguro para atingir o aprendizado, o conhecimento, a governança e a capacidade de inovação. Segundo Clementino (2011) tratar a governança necessita abordar a eficácia, a legitimidade, a qualidade na interação e também uma ação coletiva. Logo, acredita-se que estes são elementos importantes que irão contribuir com a capacidade de inovação que os agricultores familiares necessitaram. (CLEMENTINO; 2011).

Com isto pode-se afirmar que existirá duas possibilidades: 1) estabelecer opções de estratégias de inovação; 2) transição entre as opções existentes. E através destas possibilidades pode-se chegar a capacidade adaptativa, isto corrobora com o pensamento de que diz: “a influência do ambiente complexo e instável requer novas visões para o processo estratégico” (CARLOMAGNO; 2005, p.3). E, a partir destas contribuições teóricas, parte-se para os procedimentos metodológicos que estruturam este trabalho.

3. METODOLOGIA

A proposta desse trabalho foi analisar a Vulnerabilidade da Agricultura Familiar aos Eventos Extremos de Seca e de Cheia no Território Rural do Vale do Piancó – PB através de indicadores que apontam a fragilidade socioeconômica e político institucional do próprio território.

Para tanto, adotou-se como metodologia aquela proposta por Lindoso (*et.al*, 2011) no qual realizaram uma avaliação comparativa da Vulnerabilidade da Agricultura Familiar à seca entre os municípios da microrregião do sertão de Quixeramobim, no Ceará.

Tal metodologia definiu três atributos ligados a Vulnerabilidade, a saber: Sensibilidade (S), Capacidade Adaptativa (CA) e Exposição (E). Para cada atributo desse elencou-se uma série de indicadores que podem ser visualizados no tabela abaixo.

Tabela 1: Sistema de Indicadores de Vulnerabilidade da Agricultura Familiar, Sensibilidade (S), Capacidade Adaptativa (CA) e Exposição (E).

	Atributo da vulnerabilidade	Indicador	Fonte
Vulnerabilidade da agricultura familiar	Sensibilidade	Dependência da receita da agricultura familiar da produção vegetal e animal (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabelas 1.116 e 1.117)
		População municipal ocupada na agricultura familiar (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 1.113)
		Estabelecimentos com acesso à água (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 1.442)
		Estabelecimentos com agricultura de sequeiro (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 1.819)
	Capacidade adaptativa (CA)	Diversificação do sistema produtivo familiar (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabelas 949, 1.224, 1.226 e 1.227)
		Estabelecimentos cujo produtor é proprietário da terra (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 1.109)
		Estabelecimentos cujo dirigente sabe ler e escrever	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 1.101)
		Estabelecimentos cujo produtor participa de associação ou sindicato (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 854)
		Estabelecimentos que recebem assistência técnica (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 1.101)
		Estabelecimentos agropecuários com acesso à energia elétrica (%)	Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (Sidra – tabela 843)
	Exposição	Índice de aridez (IA)	Funceme, 2010
Distribuição anual das chuvas		Funceme, 2010	

Fonte: Lindoso (et al., 2011, p. 287)

Vale salientar que o Censo Agropecuário Brasileiro de 2006 foi a fonte para os dados referentes à Sensibilidade e à Capacidade Adaptativa, enquanto que as informações disponibilizadas pelo relatório 03 da IBIS Engenharia/Agência Nacional das Águas para o Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Piranhas-Açu e o trabalho Gonçalves (2016) foram utilizadas para elaborar o subíndice de Exposição.

Para a geração do índice final de Vulnerabilidade da Agricultura Familiar aos Eventos Extremos de Seca no Território Rural do Vale do Piancó (IVAFEE) foi necessário gerar um sub-índice para cada atributo. Dessa forma, foi gerado o Índice de Sensibilidade (IS), o índice de Capacidade Adaptativa (ICA) e o Índice de Exposição (IE), conforme as equações abaixo.

$$IS = \sum_{\text{indicadores de Sensibilidade}} \div 4 \text{ Eq. (1)}$$

$$ICA = \sum_{\text{indicadores de Capacidade Adaptativa}} \div 6 \text{ Eq. (2)}$$

$$IE = \sum_{\text{indicadores de Exposição}} \div 2 \text{ Eq. (3)}$$

Após a geração dos índices de cada atributo da vulnerabilidade foi possível gerar o Índice Final da Vulnerabilidade da Agricultura Familiar, seguindo a lógica da equação 4,

$$IVAFEE_{\text{Seca}} = IS + ICA + IE \div 3 \text{ Eq. (4)}$$

3.1 – Normalização dos Indicadores:

Para facilitar a manipulação e estruturação do banco de dados, foi feita uma normalização para cada indicador de vulnerabilidade, utilizando a equação 5 para indicadores que auxiliem para um sistema menos vulnerável, assumindo portanto, uma Relação Positiva (+) para o sistema. Para indicadores que favoreçam ao aumento da vulnerabilidade do território, utiliza-se a equação 6, portanto assumindo uma Relação Negativa (-) para o sistema.

$$(+)I = \frac{(M-x)}{(M-m)} \text{ Eq. (5)}$$

$$(-)I = \frac{(x-m)}{(M-m)} \text{ Eq. (6)}$$

Onde;

I = Índice

M = maior valor encontrado

X = valor de cada município

M = menor valor encontrado

3.2 – Composição e Estrutura do Sistema:

Tabela 2 - Classificação dos indicadores em positivo ou negativos.

	Atributo da Vulnerabilidade	Indicador	Relação
Vulnerabilidade da Agricultura Familiaridade	Sensibilidade	Dependência da Agricultura Familiar da produção vegetal e animal	-
		População Municipal ocupada na Agricultura Familiar (%)	-
		Estabelecimentos com acesso à água (%)	+
		Estabelecimentos com agricultura de sequeiro (%)	-
	Capacidade Adaptativa	Diversificação do Sistema Produtivo familiar (%)	+
		Estabelecimentos cujo produtor é proprietário da Terra (%)	+
		Estabelecimentos cujo dirigente sabe ler e escrever (%)	+
		Estabelecimentos cujo produtor participa de associação ou sindicato (%)	+
		Estabelecimentos que recebem Assistência Técnica (%)	+
		Estabelecimentos agropecuários que têm acesso a Energia Elétrica (%)	+
	Exposição	Índice de Aridez (IA)	-
		Distribuição Anual de Chuvas (adaptado para o Índice de Anomalias de Chuva – IAC)	-

Fonte: Elaboração própria 2016, adaptado de Lindoso et al. (2011)

3.2.1 - Atributo da Vulnerabilidade – Sensibilidade

A **proporção da população ocupada na agricultura familiar** é um bom indicador de sensibilidade, já que evidencia a quantidade da população municipal que tem sua renda oriunda de atividades produtivas que dependem intensamente de condições climáticas. Outro indicador adotado reflete a **proporção da receita da agricultura familiar que está diretamente relacionada às produções vegetal e animal**. Desta perspectiva, quanto mais dependente destas está a receita do produtor e sua família, maior a sensibilidade a eventos climáticos extremos. (Lindoso, *et al.* 2011)

O acesso à água para o consumo humano e a atividade agrícola foram os outros indicadores que compuseram o atributo da vulnerabilidade correspondente a sensibilidade da agricultura familiar aos eventos extremos. Parte-se do princípio que a agricultura de sequeiro e as populações humanas cujo abastecimento de água é limitado são sensíveis às secas severas. Assim, a proporção dos estabelecimentos agropecuários de agricultura de sequeiro e a de estabelecimentos agropecuários sem poços e/ou cisternas foram utilizadas para calcular esses indicadores. (Lindoso, *et al.* 2011)

3.2.2 - Atributo da Vulnerabilidade –Capacidade Adaptativa

A diversificação da produção é uma das estratégias interessante em contextos extremos com alta taxa de variação ambiental, uma vez que dilui os riscos e as incertezas inerentes a agricultura. Dentro desta perspectiva, o indicador de **Diversificação do Sistema Produtivo Familiar** foi elaborado. Para esse indicador, foram selecionadas as atividades produtivas mais comuns na região. Na produção agrícola, consideraram-se o fradinho, o arroz em casca e o milho. No animal, a criação de galinhas e bovinos. A idéia é de que, quanto maior o número de atividades produtivas praticadas em um estabelecimento, maior sua capacidade adaptativa. (Lindoso, *et al.* 2011)

Para a utilização desse indicador foi feita uma normalização a partir do Índice de Diversificação Simpson proposto por Singh *et al* (2006), de acordo com a equação 7:

$$SID = 1 - \sum_{i=1}^N W_i^2 \quad \text{Eq. (7)}$$

onde,

$$W_i = \frac{X_i}{\sum_i X_i}$$

SID = Índice de Diversificação de Simpson

X_i = Total das atividades produtivas praticadas pelos estabelecimentos da Agricultura Familiar por município.

W_i = É a razão entre o Total das atividades produtivas praticadas pelos estabelecimentos da Agricultura Familiar por município pela somatória do total dessas atividades

W_i^2 = O resultado de W_i elevado ao quadrado

Outro indicador importante da capacidade adaptativa é a **propriedade legal da terra**. A comprovação do vínculo do agricultor familiar com a terra é um aspecto relevante no acesso às linhas de crédito – tais quais, o PRONAF. Apesar de não obrigatória, a apresentação do título de propriedade acelera o processo de obtenção das linhas de crédito públicas, assim como servem de garantia para empréstimos particulares. (Lindoso, *et al.* 2011)

Outro aspecto importante do atributo da vulnerabilidade referente a Capacidade Adaptativa é com relação a capacidade dos produtores e de suas famílias se organizarem coletivamente e acessarem informações chaves, bem como de disporem de recursos financeiros e humanos para implementar estratégias adaptativas. Assim, os indicadores de **estabelecimento que recebem assistência técnica**, bem como àqueles ligados a autonomia coletiva e individual, qual seja, **estabelecimentos cujo dirigentes que sabem ler e escrever e estabelecimentos cujo produtor participa de associação ou sindicato** são incontestes.

Como bem menciona Lindoso *et al.* (2011, p.291),

(...) o acesso às políticas públicas pela agricultura familiar depende de uma série de requisitos. Linhas de créditos, por exemplo, muitas vezes exigem a apresentação de um projeto elaborado pelo órgão estadual de assistência técnica e extensão rural. Famílias isoladas e pouco visitadas por estes órgãos tendem a ter maiores dificuldades de acesso ao crédito. A assistência técnica no Semiárido brasileiro enfrenta dificuldades que merecem destaque. Muitas vezes, faltam renovação de metodologias, pessoal qualificado em número suficiente e fortalecimento institucional.

O último indicador pertencente ao atributo da vulnerabilidade ligado a adaptação da agricultura familiar à seca é o **acesso à energia elétrica**. Por um lado, a eletricidade permite a refrigeração de alimentos, possibilitando o estoque da produção para períodos de escassez, por outro, é essencial em diversas etapas do beneficiamento da produção, sendo fator limitante na agregação de

valor de produtos da agricultura familiar. Ademais, o acesso a meios de comunicação, como televisão, rádio e telefone também são, em grande medida, limitados pela não disponibilidade de energia elétrica. (Lindoso, *et al.* 2011)

3.2.3 - Atributo da Vulnerabilidade –Exposição

A exposição climática se manifesta localmente e é particular à escala de análise. Sendo o objetivo deste trabalho avaliar a vulnerabilidade à seca do Território Rural do Vale do Piancó de seus respectivos municípios, alguns indicadores climatológicos foram selecionados para fazer parte do atributo de Vulnerabilidade da Agricultura Familiar para a Exposição.

Vale salientar que, assim como a metodologia proposta por Lindoso *et al* (2011), as potenciais alterações nas variáveis devido às mudanças climáticas não foram incorporadas no cálculo do índice diante das incertezas sobre a dinâmica futura. Contudo, saliente-se que há expectativa de que as condições de aridez sejam agravadas à medida que as temperaturas médias globais aumentem ao longo do século XXI como bem cita alguns relatórios do IPCC, bem como de outras pesquisas como a do INPE (2010) e MARENGO (2007).

Os dois indicadores trabalhados no atributo Exposição foram: **Índice de Aridez e a Distribuição Anual de Chuvas**. Para o primeiro indicador foi utilizado as informações do Relatório 03 confeccionado pela Ibis Engenharia em parceria com a Agência Nacional das Águas em 2014 para o Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Piranhas-Açu, a qual o Território Rural do Vale do Piancó faz parte.

O índice de aridez reflete a relação entre precipitação e evapotranspiração potencial. Quando esta é maior ou igual a 1, indica precipitação média igual ou maior que a evapotranspiração potencial. Nesses casos, este índice é classificado como úmido. Valores menores que 1 indicam precipitações menores que a taxa de evapotranspiração, contemplando – em ordem decrescente de aridez – as categorias de subúmido-úmido, subúmido-seco, semiárido e árido. (ver figura 2)

Vale salientar que para incorporar o Índice de Aridez no subíndice de exposição empregado neste trabalho, as categorias foram normalizadas entre 0 e 1, sendo atribuído o valor de 1 à categoria de árido (máxima exposição à seca na

escala adotada) e o valor 0 à de úmido (menor exposição à seca na escala adotada).As demais categorias receberam valores intermediários (subúmido úmido: 0,25;subúmido seco: 0,5; semiárido: 0,75).

Como indicador para a distribuição temporal das chuvas ao longo do ano, utilizou- se o Índice de Anomalia de Chuvas adotados por Gonçalves (2016) no qual calculo as médias temporais da precipitação para um determinado período de estudo. Para esse trabalho escolheu-se o período de período de 2012, considerado como um período seco.

Para Gonçalves (2016), tal índice tem como objetivo classificar os períodos secos ou úmidos em virtude de suas anomalias. A autora utilizou o IAC o qual é apresentado pelas equações 5 e 6:

Para anomalias positivas:

$$IAC=3 * \left[\frac{(N-N')}{M'-X'} \right] \quad \text{Eq. (5)}$$

Para anomalias negativas:

$$IAC=(-3) * \left[\frac{(N-N')}{M'-X'} \right] \quad \text{Eq. (6)}$$

Onde,

N compreende a precipitação total (mm) do ano que será gerado o IAC;

N' corresponde à média (anual) da série histórica (mm);

M' representa a média das dez maiores precipitações anuais da série histórica (mm) e;

X' compreende a média das dez menores precipitações anuais da série histórica (mm).

Figura 2 – Índice de Aridez: Classificação Temática de Thornthwaite

UNEP Aridity Index	P_p/ET_0 Ratio
Hyper-Arid	<0.05
Arid	0.05 to 0.20
Semi-Arid	0.20 to 0.5
Dry Sub-Humid	0.5 to 0.65
Humid Sub-Humid	0.65 to 1.0
Humid	>1

Fonte: Programa de Prevenção a Desertificação – Governo Federal S/D.

A classificação do índice de anomalia a chuva é feita a partir da tabela 3.

Tabela 3: Classes do índice de anomalia a chuva.

Faixa do IAC	Classe de intensidade
De 4 acima	Extremamente úmido
2 a 4	Muito úmido
0 a 2	Úmido
0 a -2	Seco
-2 a -4	Muito seco

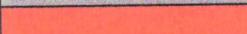
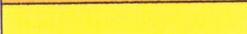
Fonte: Adaptado de VERDUM; FISCH, 2014

De modo a incorporar o IAC no subíndice de exposição empregado neste trabalho, as categorias foram normalizadas entre 0 e 1, sendo atribuído o valor de 1 à categoria de Muito Seco (máxima exposição à seca na escala adotada) e o valor 0 à de Extremamente Úmido (menor exposição à seca na escala adotada). As demais categorias receberam valores intermediários (muito úmido: 0,25; úmido: 0,5; seco: 0,75).

3.3 – Espacialização das informações

Como último procedimento metodológico, todos os índices calculados foram espacializados adotando o software livre e gratuito QGIS. Tal espacialização facilita no processo de análise da vulnerabilidade dos municípios pertencentes ao Território Rural do Vale do Piancó, seguindo a seguinte estrutura:

Tabela 4: Representação Gráfica da Vulnerabilidade da Agricultura Familiar ao Evento extremo (Seca)

Representação	Valor	Vulnerabilidade da Agricultura Familiar ao Evento Extremo (Seca)
	1,0000 – 0,8000	Extremamente Vulnerável
	0,8000 – 0,7000	Muito Vulnerável
	0,7000 – 0,5000	Vulnerável
	0,5000 – 0,3000	Média Vulnerabilidade
	0,3000 – 0,0000	Baixa Vulnerabilidade

Fonte: Elaboração própria.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Sensibilidade

Existem aspectos da vulnerabilidade que são inerentes à estrutura e aos processos intrínsecos dos sistemas socioecológicos. A agricultura é um caso emblemático, pois a base da atividade é o sistema agroprodutivo, o qual é invariavelmente dependente das condições ambientais, como temperatura, disponibilidade de nutrientes e acesso à água, sendo naturalmente mais afetado por distúrbios naturais (secas, salinização do solo, erosão e desmatamento) quando comparado a outros setores da economia, como serviços e indústria. Desta perspectiva, um gestor público poderia ver na agricultura uma atividade que aumenta a vulnerabilidade local, preferindo priorizar a expansão de outras ações menos dependentes das variações ambientais e de maior valor agregado.

Nesse contexto, a proporção da população ocupada na agricultura familiar é um bom indicador de sensibilidade, já que evidencia a quantidade da população municipal que tem sua renda oriunda de atividades produtivas que dependem intensamente de condições climáticas. Nos municípios do Vale do Piancó está ocupada na agricultura familiar, refletindo a parcela da população cuja atividade econômica e de subsistência está exposta às intempéries climáticas.

Tabela 5: Indicadores de sensibilidade

Município	Índice de Dependência da Receita na Agricultura	Índice da População Munic. ocupada na AF.	Índice de Estab. com acesso a água	Índice de Estab. Agric. de Sequeiro	Índice de Sensibilidade de
Aguiar	0,62857	0,55499	0,30066	0,77015	0,56359
Boa Ventura	0,85714	0,06387	0,65512	0,58849	0,54116
Igaracy	0,34286	0,10022	0,07173	0,93840	0,36330
Conceição	0,65714	0,25442	0,73201	0,62232	0,56647
Coremas	0,71429	0,09134	1,00000	0,13281	0,48461
Curral Velho	1,00000	1,00000	0,60427	0,52426	0,78213
Diamante	0,40000	0,50686	0,60919	0,82701	0,58576
Emas	0,20000	0,00000	0,51953	0,74159	0,36528

Continuação da Tabela 5.

Município	Índice de Dependência da Receita na Agricultura	Índice da População Munic. ocupada na AF.	Índice de Estab. com acesso a água	Índice de Estab. Agric de Sequeiro	Índice de Sensibilidade
Ibiara	0,37143	0,69194	0,71825	0,08479	0,46660
Itaporanga	0,48571	0,03506	0,67477	0,44369	0,40981
Nova Olinda	0,94286	0,19456	0,53328	0,62096	0,57292
Olho D'água	0,02857	0,58125	0,44338	0,85184	0,47626
Pedra Branca	0,00000	0,51725	0,60796	0,00000	0,28130
Piancó	0,40000	0,09979	0,95898	0,70419	0,54074
Santa Inês	0,45714	0,38911	0,00000	0,84309	0,42234
Santana de Mangueira	0,25714	0,26496	0,14616	0,91102	0,39482
Santana dos Garrotes	0,20000	0,22645	0,50479	0,06537	0,24915
São José de Caiana	0,51429	0,81466	0,22599	0,98570	0,63516
Serra Grande	0,20000	0,97651	0,56448	1,00000	0,68525

Fonte: Censo Agropecuário Brasileiro 2006/IBGE.

Outro indicador adotado reflete a proporção da receita da agricultura familiar que está diretamente relacionada às produções vegetal e animal. Desta perspectiva, quanto mais dependente destas está a receita do produtor e sua família, maior a sensibilidade a eventos climáticos extremos, pode-se ver o município de Coremas dentro deste contexto, com uma porcentagem de 89%. O município de Pedra Branca tem 54% de sua participação na proporção da receita da agricultura familiar estando entre os menos sensíveis a eventos climáticos extremos.

Por fim, os dois últimos indicadores de sensibilidade referem-se ao acesso à água para o consumo humano e a atividade agrícola. Parte-se do princípio que a agricultura de sequeiro (*rain-fed agriculture*) e as populações humanas cujo abastecimento de água é limitado são sensíveis às secas severas. Assim, podemos ver que o Município de Curral Velho possui maior sensibilidade com um índice de 0,68.

4.2 Capacidade adaptativa

Existem aspectos da sensibilidade passíveis de serem moderados, pois são determinados diretamente pela dinâmica interna dos sistemas socioecológicos. Contudo, tal capacidade de moderação depende da qualidade dos sistemas em agir de forma preventiva e reagir satisfatoriamente a um distúrbio climático. A diversificação da produção é uma estratégia interessante em contextos extremos com alta taxa de variação ambiental, uma vez que dilui riscos. Desta perspectiva, um indicador de diversificação agrícola foi elaborado. Para isso, foram selecionadas as atividades produtivas mais comuns na região. Na produção agrícola, consideraram-se os feijões-de-corda e fradinho, a mandioca e o milho. Na animal, a criação de galinhas, caprinos e bovinos.

Assim, quanto maior o número de atividades produtivas praticada em um estabelecimento, maior sua capacidade adaptativa.

A diversidade de culturas e criação animal representa diversidade de estratégias ecológicas para manutenção da produção frente às oscilações climáticas. O feijão-de-corda, por exemplo, é bem-adaptado ao clima semiárido, sendo consideradas cotas pluviométricas entre 250 e 500 mm aptas aos cultivos (EMBRAPA, 2010). Por sua vez, o milho, importante cultura da agricultura familiar cearense, tem sua produtividade substancialmente afetada em anos de El-niño, quando as condições de seca são mais severas no Semiárido (SUN, *et al.* 2007).

Outro aspecto importante da capacidade adaptativa é a propriedade legal da terra. A comprovação do vínculo do agricultor familiar com a terra é um aspecto relevante no acesso às linhas de crédito – tais quais, o PRONAF. Apesar de não obrigatória, a apresentação do título de propriedade acelera o processo de obtenção das linhas de crédito públicas, assim como servem de garantia para empréstimos particulares.

Tabela 6: Indicadores de capacidade adaptativa

Município	Produção	Proprietário da Terra	Sabem ler e escrever	Part. em Associação ou Cooperativa	Estab. que recebem orientação Técnica	Acesso Energia	Índice de Capacidade Adaptativa
Aguiar	0,3473	0,4071	0,6884	0,2817	0,0000	0,3768	0,3502
Boa Ventura	0,0737	0,5903	0,3860	0,3774	0,9353	0,3763	0,4565
Igaracy	0,2708	0,5311	0,8949	0,1177	0,5398	0,1734	0,4213
Conceição	0,7289	0,2684	0,7728	0,3325	0,8597	0,1351	0,5162
Coremas	0,6965	0,9547	0,8318	0,3668	0,9206	0,0886	0,6432
Curral Velho	1,0000	0,8597	0,7978	0,0000	0,0372	0,0000	0,4491
Diamante	0,6775	1,0000	0,9947	0,2186	0,6765	0,5035	0,6785
Emas	0,5808	0,5133	0,8359	1,0000	0,2208	0,1001	0,5418
Ibiara	0,8605	0,5668	0,5279	0,6759	0,8607	0,1710	0,6105
Itaporanga	0,1369	0,5422	0,3835	0,0731	0,7947	0,1888	0,3532
Nova Olinda	0,1364	0,6993	0,8797	0,2434	0,9776	0,1210	0,5096
Olho D'água	0,0980	0,6264	0,0724	0,9164	0,4260	0,0032	0,3571
Pedra Branca	0,2766	0,9493	0,3255	0,2582	0,5134	0,3907	0,4523
Piancó	0,3082	0,2560	0,4433	0,1816	0,5610	0,1490	0,3165
Santa Inês	0,7537	0,0247	0,0000	0,4173	0,6927	0,4708	0,3932
Santana de Mangueira	0,8935	0,1351	0,7500	0,3248	0,7041	1,0000	0,6346
Santana dos Garrotes	0,0000	0,3544	0,5317	0,2026	1,0000	0,3551	0,4073
São José de Caiana	0,8110	0,8213	1,0000	0,4717	0,9404	0,3984	0,7405
Serra Grande	0,6701	0,0000	0,6914	0,3353	0,7924	0,3781	0,4779

Fonte: Censo Agropecuário Brasileiro 2006/IBGE.

Ademais, a capacidade adaptativa da agricultura familiar depende, em grande medida, da capacidade dos produtores e de suas famílias se organizarem coletivamente e acessarem informações-chaves, bem como de disporem de recursos financeiros e humanos para implementar estratégias adaptativas. Assim, o contexto institucional no qual os agricultores familiares se inserem é determinante.

Como já mencionado, o acesso às políticas públicas pela agricultura familiar depende de uma série de requisitos. Linhas de créditos, por exemplo, muitas vezes exigem a apresentação de um projeto elaborado pelo órgão estadual de assistência técnica e extensão rural. Famílias isoladas e pouco visitadas por estes órgãos tendem a ter maiores dificuldades de acesso ao crédito. A assistência técnica no Semiárido brasileiro enfrenta dificuldades que merecem destaque. Muitas vezes, falta renovação de metodologias, pessoal qualificado em número suficiente e fortalecimento institucional.

De acordo com os dados apresentados no quadro 6, o município de Piancó apresentou o melhor desempenho de capacidade adaptativa, possuindo estabelecimentos atendidos por assistência técnica e acesso a energia elétrica. São José de Caiana possui nestes indicadores citados anteriormente os piores índices respectivamente.

Ademais, habilidades e características individuais e coletivas também contribuem para o aumento da capacidade adaptativa de indivíduos e sistemas sociais locais. Ler e escrever são condições necessárias para que o produtor tenha independência no acesso às informações, disponíveis em meios de comunicação escritos ou eletrônicos, além de instrumentá-lo no exercício de sua cidadania, com desdobramentos que podem proporcionar adaptação às mudanças climáticas.

O cooperativismo e o associativismo também são relevantes por estarem relacionados tanto ao acesso às políticas públicas quanto na obtenção de escala de produção para inserção no mercado. A participação em associações e entidades de classe, como sindicatos de trabalhadores rurais e colônias de pescadores, tem papel-chave no acesso a benefícios como aposentadorias e seguros agrícolas. Também podem refletir a formação de redes sociais, baseadas

em laços de solidariedade, fundamental no processo de resistência e recuperação material e psicológica durante e após prejuízos climáticos. O cooperativismo e o associativismo também são relevantes por estarem relacionados tanto ao acesso às políticas públicas quanto na obtenção de escala de produção para inserção no mercado. A participação em associações e entidades de classe, como sindicatos de trabalhadores rurais e colônias de pescadores, tem papel-chave no acesso a benefícios como aposentadorias e seguros agrícolas. Também podem refletir a formação de redes sociais, baseadas em laços de solidariedade, fundamental no processo de resistência e recuperação material e psicológica durante e após prejuízos climáticos.

Outro aspecto importante para a adaptação da agricultura familiar à seca é o acesso à energia elétrica. Por um lado, a eletricidade permite a refrigeração de alimentos, possibilitando o estoque da produção para períodos de escassez, por outro, é essencial em diversas etapas do beneficiamento da produção, sendo fator limitante na agregação de valor de produtos da agricultura familiar. Ademais, o acesso a meios de comunicação, como televisão, rádio e telefone também são, em grande medida, limitados pela não disponibilidade de energia elétrica. Apesar de nas últimas duas décadas políticas públicas (Luz no Campo e Luz para Todos) terem investido na expansão da distribuição de eletricidade na zona rural, em várias regiões do país, parcelas significativas da população ainda não desfrutam de energia em seus estabelecimentos agropecuários.

4.3 Exposição climática

No contexto nacional, o Nordeste apresenta os menores índices pluviométricos regionais, abaixo de 400mm/ano (INMET, 2010; CPTEC, 2010), destacando-se o estresse hídrico como principal limitação ambiental à agricultura familiar, que em grande parte pratica a agricultura de sequeiro.

É importante destacar que potenciais alterações nas variáveis devido às mudanças climáticas não foram incorporadas no cálculo do índice diante das incertezas sobre a dinâmica futura. Contudo, saliente-se que há expectativa de que as condições de aridez sejam agravadas à medida que as temperaturas

médias globais aumentem ao longo do século XXI (INPE, 2010; MARENGO, 2007).

O índice de aridez reflete a relação entre precipitação e evapotranspiração potencial. Quando esta é maior ou igual a 1, indica precipitação média igual ou maior que a evapotranspiração potencial. Nesses casos, este índice é classificado como úmido. Valores menores que 1 indicam precipitações menores que a taxa de evapotranspiração, contemplando – em ordem decrescente de aridez – as categorias de subúmido úmido, subúmido seco, semiárido e árido. De modo a incorporar o IA no subíndice de exposição empregado neste trabalho, as categorias foram normalizadas entre 0 e 1, sendo atribuído o valor de 1 à categoria de árido (máxima exposição à seca na escala adotada) e o valor 0 à de úmido (menor exposição à seca na escala adotada). As demais categorias receberam valores intermediários (subúmido úmido: 0,25; subúmido seco: 0,5; semiárido: 0,75).

Quanto mais concentradas temporalmente as chuvas, menor a flexibilidade da agricultura para iniciar o plantio e mantê-lo pelo tempo necessário para que a produção seja bem-sucedida. Este indicador complementa a abordagem quantitativa do balanço hídrico implícito no IA.

Tabela 7: Índice de vulnerabilidade da agricultura familiar à seca

Município	Índice Normalizado de Aridez	Índice Normalizado de Anomalia de Chuva (Período Seco - 2012)	Índice de Exposição
Aguiar	0,7500	1,0000	0,87500
Boa ventura	0,7500	0,2500	0,50000
Igaracy	0,7500	1,0000	0,87500
Conceição	0,7500	1,0000	0,87500
Coremas	0,7500	1,0000	0,87500
Curral velho	0,7500	1,0000	0,87500
Diamante	0,7500	1,0000	0,87500
Emas	0,7500	1,0000	0,87500
Ibiara	0,7500	1,0000	0,87500
Itaporanga	0,7500	1,0000	0,87500
Nova Olinda	0,7500	1,0000	0,87500
Olho d'agua	0,7500	1,0000	0,87500
Pedra branca	0,7500	1,0000	0,87500
Piancó	0,7500	1,0000	0,87500
Santa Inês	0,7500	0,7500	0,75000
Santana de Mangueira	0,7500	1,0000	0,87500
Santana dos Garrotes	0,7500	1,0000	0,87500
São José de Caiana	0,7500	0,7500	0,75000
Serra Grande	0,7500	1,0000	0,87500

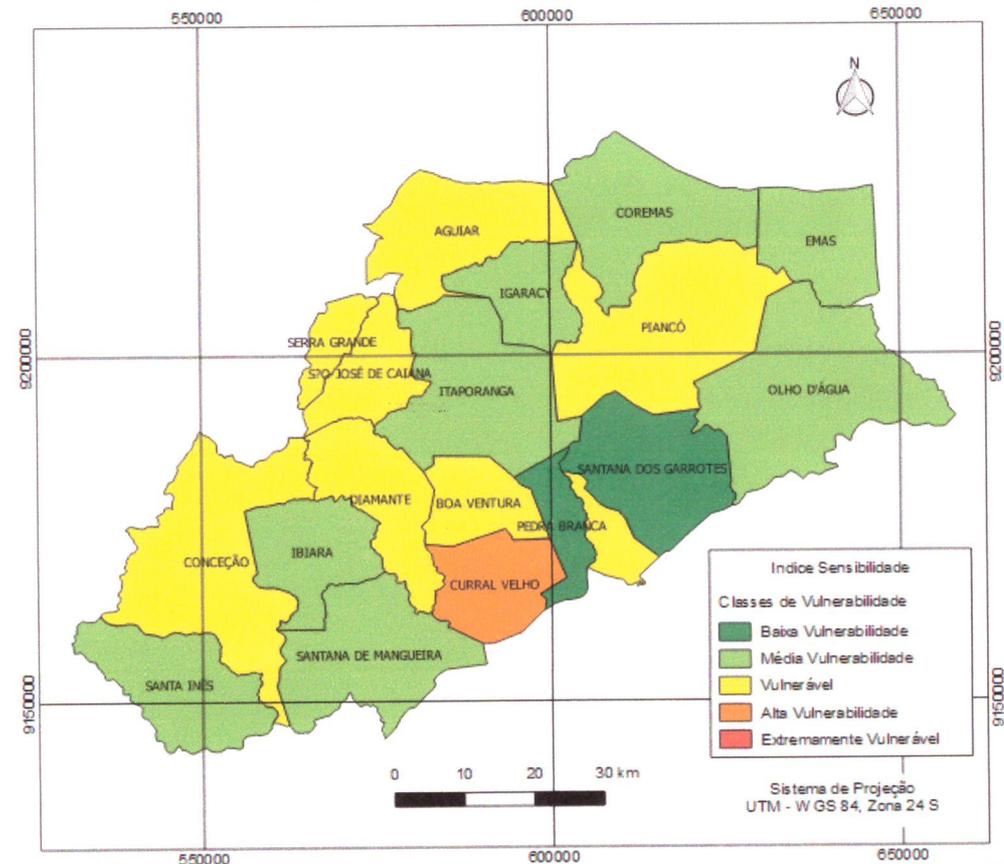
Fonte: IBIS Engenharia/ANA e Gonçalves (2016).

Por fim, o subíndice de exposição aponta para dois grupos de vulnerabilidade na região. A maioria dos municípios apresentou alta sensibilidade apenas os municípios de Boa Ventura, Santa Inês e São José de Caiana apresentaram os menores índices.

O segundo grupo é composto pelos demais municípios que apresentaram os maiores índices de Exposição.

4.1 – Análise do atributo Sensibilidade na Vulnerabilidade da Agricultura Familiar ao Evento Extremo da Seca

FIGURA 03 – Espacialização do Território Vale do Piancó

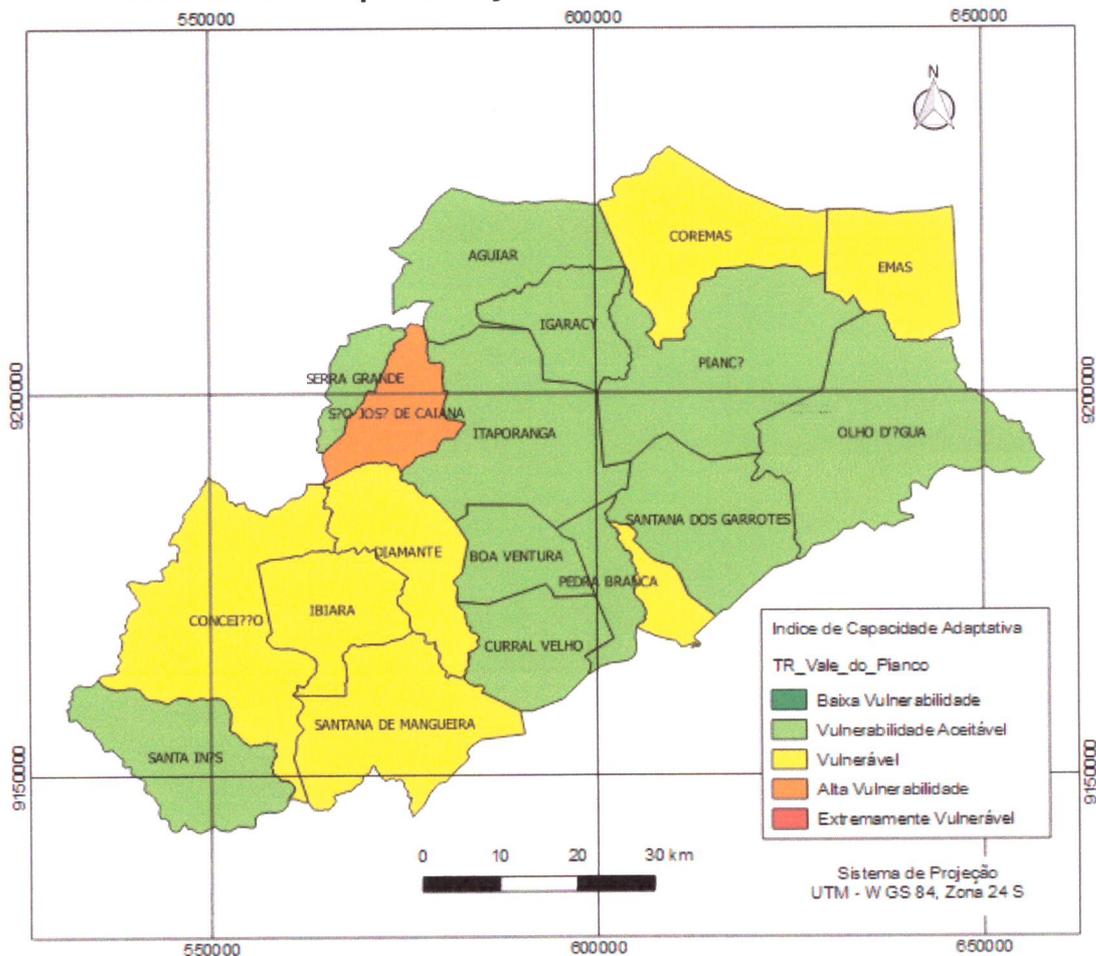


Fonte: Elaboração própria com base em *shapefiles* fornecidos pelo IBGE

Quanto ao índice de Sensibilidade o município de Curral Velho apresentou Alta Vulnerabilidade da Agricultura Familiar ao Evento Extremo da Seca e os municípios de Santana dos Garrotes e Pedra Branca possuem baixa vulnerabilidade em relação a este índice.

4.2 – Análise do atributo Capacidade Adaptativa na Vulnerabilidade da Agricultura Familiar ao Evento Extremo da Seca

FIGURA 04 – Espacialização do Território Vale do Piancó

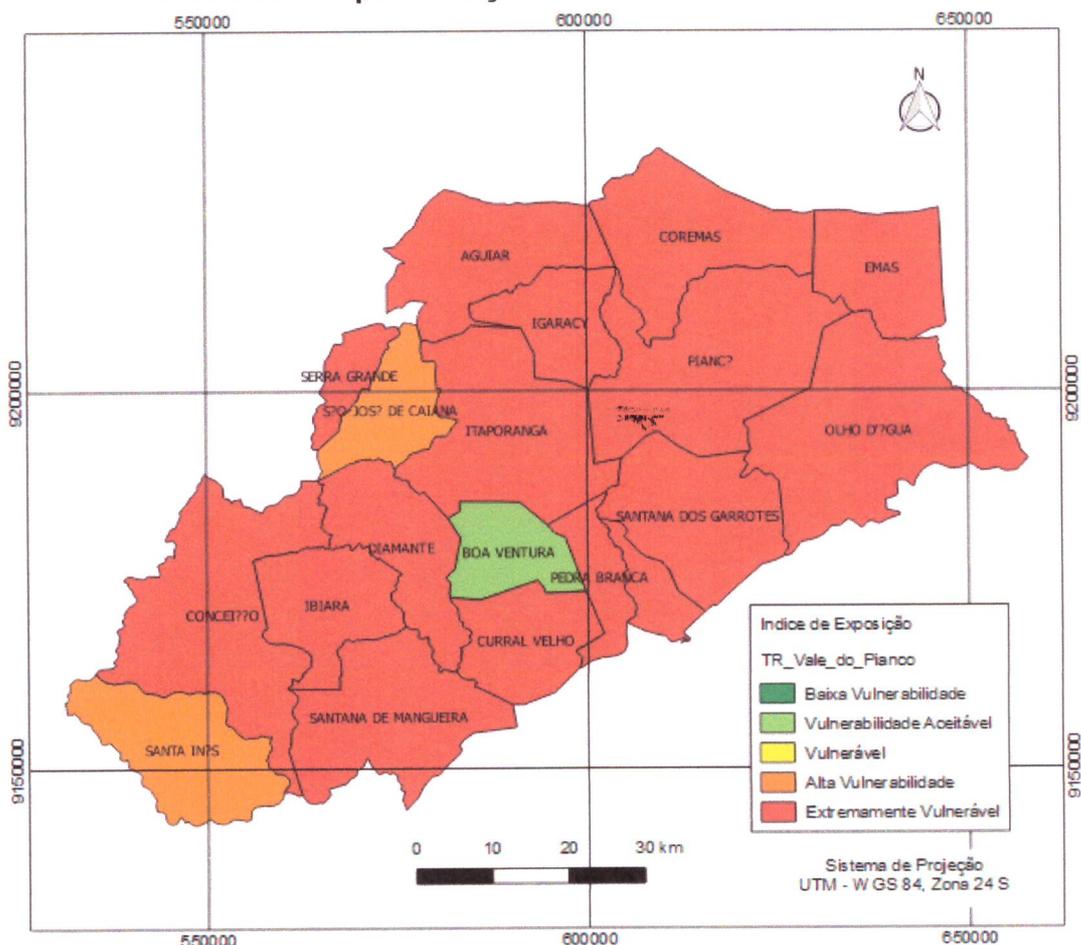


Fonte: Elaboração própria com base em *shapefiles* fornecidos pelo IBGE

Quanto ao índice de Capacidade Adaptativa o município de São José de Caiana apresentou Alta Vulnerabilidade ao Evento Extremo da Seca enquanto que os demais, grande maioria possuem vulnerabilidade aceitável.

4.3 – Análise do atributo Exposição na Vulnerabilidade da Agricultura Familiar ao Evento Extremo da Seca

FIGURA 05 – Espacialização do Território Vale do Piancó

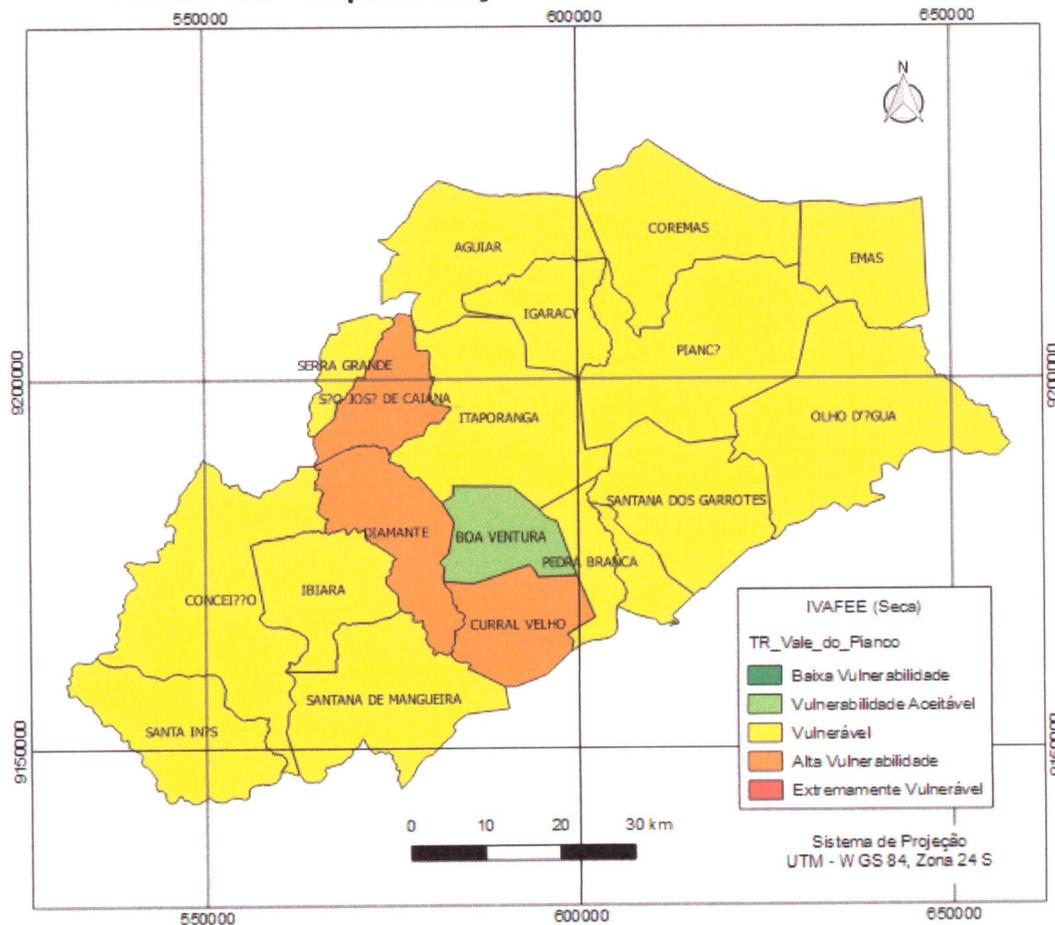


Quanto ao índice de Exposição 97% dos municípios são extremamente vulneráveis aos Eventos Extremos da Seca, os municípios de São José de Caiana e Santa Inês possui alta vulnerabilidade, Boa Ventura obteve o melhor resultado com uma vulnerabilidade aceitável.

Totalizando todos os subíndices para cada município, pode-se avaliar que 98 % dos mesmos possuem altos índices de Exposição sendo vulneráveis aos mesmos.

4.4 – Análise do Índice de Vulnerabilidade da Agricultura Familiar aos Eventos Extremo Seca no Território Rural do Vale do Piancó

FIGURA 06 – Espacialização do Território Vale do Piancó



Quanto aos eventos de Extrema seca os municípios de Curral Velho, Diamante e São José de Caiana possuem alta vulnerabilidade e o município de Boa Ventura com uma vulnerabilidade aceitável.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças climáticas observadas no Brasil, especialmente nos últimos anos, explicita a urgência com que ações de prevenção devem ser adotadas, visando reduzir perdas de vidas humanas e prejuízos econômicos. Neste contexto, o diálogo entre política e ciência é fundamental para que conceitos teóricos possam ser transformados em ferramentas úteis à tomada de decisão. Este trabalho buscou elaborar um índice de vulnerabilidade da agricultura familiar às mudanças climáticas. Tendo em vista contribuir para o desenvolvimento de sistemas de avaliação integrados capazes de operacionalizar conceitos complexos como o de vulnerabilidade, que perpassam diferentes dimensões e escalas espaciais. A construção de capacidade adaptativa por meio da melhoria das condições socioeconômicas e do fortalecimento das instituições formais e informais é estratégia-chave na redução das vulnerabilidades locais. O desafio é compreendê-la de forma transversal e multidimensional, articulando – em torno do eixo da adaptação às mudanças climáticas – instituições e instrumentos políticos, os quais estão hoje ancorados em esferas governamentais distintas.

Contudo, a disponibilidade de recursos, a existência de boas condições socioeconômicas e um contexto político-institucional favorável à adaptação não são suficientes por si só para reduzir a vulnerabilidade da agricultura familiar à seca. Assim o papel de políticas públicas e assistenciais mostrou-se as principais responsáveis por este contexto de menor vulnerabilidade, apesar de levantar questões e críticas quanto à pertinência deste modelo de resposta governamental tendo em vista os objetivos da sustentabilidade e autonomia adaptativa dos produtores.

REFERÊNCIAS

- BARCELLOS, C., MONTEIRO, A. M. V., CORVALÁN, C., GURGEL, H. C., Carvalho, M. S., Artaxo, P., 5673 & Ragoni, V. (2009). **Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: 5674 cenários e incertezas para o Brasil**. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 18(3), 285-304.
- CARLOMAGNO, M.; BRUHN, P. R. L. **Estratégia em Ambientes Complexos e Imprevisíveis**. In: II ENCONTRO NACIONAL DE ESTRATÉGIA. (2005: Rio de Janeiro). Anais Rio de Janeiro: Associação Nacional de Programas de Pós-Graduação em Administração, 2005.
- CLEMENTINO, M. L. M. (2011). **Contribuições do planejamento técnico-político na construção da governança urbana e metropolitana**. In: XIV ENANPUR. Anais. Rio de Janeiro.
- Dietz, T., Ostrom, E., Stern, P. (2003) **Struggle to Govern the Commons**, *Science*, 302, 1907-1912.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Semiárido. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/>>. Acesso em: 14 maio 2016.
- FAVARETO, Arilson. **Políticas de Desenvolvimento Territorial Rural no Brasil Avanços e Desafios/ Arilson Favareto...** [et.al] -- Brasília: IICA, 2010. (Série Desenvolvimento Rural Sustentável; v.12).
- IBGE, **Censo Agropecuário, 2006**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P>> , acesso em 05 de maio de 2016.
- INMET - **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2010. Disponível em:< <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>, acesso em 27 de março de 2016.
- IPCC. **Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Working Group II Contributions to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers and Technical Summary. 2007.
- JOFFILY, Irenêo. Notas sobre a Parahyba. 2.ed. Brasília: Thesaurus, 1977.
- KANE, R. P. 1989: **Relationship between the southern oscillation/ El Niño and rainfall in some tropical and midlatitude regions**. *Proc. Indian Acad. Sci. (Earth Planet Sci.)*, 3, 223-235.
- LEBEL, L; ANDERIES, J.M., CAMPBELL, B., FOLKE, C., HATFIELD-DODDS, S., HUGHES, T. P. e WILSON, J. **Governance and the capacity to manage resilience in regional social-ecological systems**. *Ecology and Society*, 11(1), 2006.

LINDOSO, P.D. **Mudanças Climáticas, vulnerabilidade e governança adaptativa em territórios do Semiárido**. Fortaleza, 2010. Santos, C. A. C. Brito, J. I. B. (2007) Análise dos índices de extremos para o semiárido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN. Rev. bras. meteorol. 22(3), São Paulo.

MARANDOLA, E.; HOGAN, D. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. *Ambiente e Sociedade*, v. 3, n. 2, p. 94-110, 2004.

MAROUN, Maria Regina. **Adaptação às mudanças climáticas: uma proposta de Documento de Concepção de Projeto (DCP) no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro: UFRJ - Programas de Pós-Graduação de Engenharia, 2007.

MORTON, J. F. **The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture**. PNAS, v. 104, n. 50, p. 1.680-1.685, 2007.

MILANEZ, B. e Fonseca, I. F. **O discurso da Justiça do Clima no Brasil : Potencial e perspectivas** em R. S. Motta, J. Hargrave, G. Luedemann e M. B. S. Gutierrez (eds), *Mudança do Clima no Brasil : Econômicos, Sociais e Aspectos Regulatórios*. Brasília, IPEA : 221-234, 2011.

Norberg J. *et al.* (2008) **Diversity and Resilience of Social-Ecological Systems**. Norberg J. e Cumming G. S., *Complexity Theory for a Sustainable Future*, Columbia University, 315p.

OBERMEIER, Martin; ROSA, Luiz Pinguelli. **Mudança climática e adaptação no Brasil: uma análise crítica**. In: *Estudos Avançados* vol. 27, nº78. São Paulo, 2013.

ROCHA, M. R. T. da. **Redes Sociais na proposta da política para o desenvolvimento dos territórios rurais**. XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. VIII Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires. Asociación Latinoamericana de Sociología, Buenos Aires, 2009. Rurais. Documentos Institucionais 02-2005.

SAQUET, Marcos et al. **A agroecologia como estratégia de inclusão social e desenvolvimento territorial**. In: SAQUET, Marcos e SANTOS, Roseli (Org.). **Geografia agrária, território e desenvolvimento**. São Paulo: Expressão Popular, 2010. p.237-254.

SINGH, N.P., Ranjit, K., Singh, R.P. **Diversification of Indian agriculture: Composition, determinants and trade implications**. *Agricultural Economics Research Review* Vol. 19 (Conference No.) 2006.

SUN, L.; LI, H.; WARD, M. N. **Climate Vulnerability and Corn Yields in Semiarid Ceará, Brazil**. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, v. 46, p. 226-240, 2007.