



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**FRANCIELLE RODRIGUES DE OLIVEIRA**

**METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DE VULNERABILIDADE  
SOCIOAMBIENTAL APLICADA A ASSENTAMENTOS RURAIS**

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2022

**METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DE VULNERABILIDADE  
SOCIOAMBIENTAL APLICADA A ASSENTAMENTOS RURAIS**

**Francielle Rodrigues de Oliveira**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Ciências Florestais na linha de pesquisa Manejo de Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Avelino Cecílio

Coorientador: Sidney Sara Zanetti

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2022

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de  
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

R696 Rodrigues de Oliveira, Francielle, 1988-  
m Metodologia para determinação de vulnerabilidade  
socioambiental aplicada a assentamentos rurais. / Francielle  
Rodrigues de Oliveira. - 2022.  
98 f.

Orientador: Roberto Avelino Cecílio.  
Coorientador: Sidney Sara Zanetti.  
Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e  
Engenharias.

1. Seca. 2. Conflito pelo uso da água. 3. Análise  
multicritério. 4. Riscos. 5. Políticas públicas. I. Avelino Cecílio,  
Roberto. II. Sara Zanetti, Sidney. III. Universidade Federal do  
Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV.  
Título.

CDU: 630\*38

---

**METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DE VULNERABILIDADE  
SOCIOAMBIENTAL APLICADA A ASSENTAMENTOS RURAIS**

**Francielle Rodrigues de Oliveira**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Aprovada em 27 de maio de 2022.



---

**Prof. Dr. Delfran Batista dos Santos** (Examinador externo)  
Instituto Federal Baiano



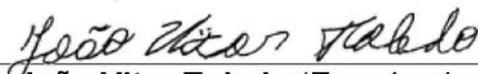
---

**Prof. Dr. Fábio da Silveira Castro** (Examinador externo)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo



---

**Prof. Dr. João Paulo Bestete de Oliveira** (Examinador externo)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo



---

**Dr. João Vitor Toledo** (Examinador externo)



---

**Prof. Dr. Roberto Avelino Cecílio** (Orientador)  
Universidade Federal do Espírito Santo

## **AGRADECIMENTOS**

Os maiores e mais sinceros agradecimentos ao meu orientador, Prof. Dr. Roberto Avelino Cecílio, que acreditou nesse trabalho e contribuiu diariamente para que ele fosse finalizado. Ao coorientador, Prof. Dr. Sidney Sara Zanetti, pelas sábias sugestões e por ter colaborado para meu aperfeiçoamento enquanto pós-graduanda. Agradeço à minha família pelo apoio de sempre. A Antonio Olinto Paulino Santana Filho por possibilitar esse sonho. À UFES pela oportunidade. Aos meus amigos por permanecerem presentes. Ao Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas pelo convívio. Aos colegas pós-graduandos pela interação, ajuda e lazer. Aos colaboradores do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM) pelas refeições, segurança, limpeza e atendimento. À cidade de Jerônimo Monteiro por me receber. Àqueles que em palavras de sabedoria me guiaram. A todos que em ação, oração ou energias positivas me ajudaram. À vida por tê-la.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

*“Deus é o dono de tudo. Devo a Ele a oportunidade que tive de chegar aonde cheguei. Muitas pessoas têm essa capacidade, mas não têm essa oportunidade. Ele a deu para mim, não sei por quê. **Sei que não posso desperdiçá-la.**”*

(L)

## RESUMO

OLIVEIRA, Francielle Rodrigues. **Metodologia para determinação de vulnerabilidade socioambiental aplicada a assentamentos rurais**. 2022 (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador: Roberto Avelino Cecílio. Coorientador: Sidney Sara Zanetti.

A realização de estudos sobre a vulnerabilidade numa análise integrada, a qual contemple tanto aspectos ambientais quanto sociais, é um importante instrumento não só para ampliar o conhecimento de uma determinada área, mas também para subsidiar a tomada de decisão frente a problemas socioambientais. Os assentamentos da Reforma Agrária possuem diversidade de características sociais além de estarem inseridos em localidades nas quais os sistemas ambientais apresentam potencialidades e limitações específicas. Diante da falta de estudos sobre os riscos ambientais e sociais enfrentados por essas comunidades, bem como das incertezas das condições climáticas futuras, o objetivo dessa pesquisa foi elaborar um método para identificar a vulnerabilidade socioambiental dos assentamentos. O método foi construído a partir da consideração de variáveis ambientais (climáticas e hídricas) e sociais. Para a construção do Índice de vulnerabilidade socioambiental (IVUSA), foram utilizados os seguintes indicadores: Índice Padronizado de Precipitação (SPI), Índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos (icg), Índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos (icp), Índice de segurança hídrica (ISH), Índice de umidade (lu) e o Índice de vulnerabilidade social (IVS). Os resultados mostraram que a utilização desses indicadores na construção do IVUSA constitui uma integração de dados que representa de maneira satisfatória a vulnerabilidade socioambiental dos assentamentos.

**Palavras-chave:** Seca, conflito pelo uso da água, análise multicritério, riscos, políticas públicas.

## **ABSTRACT**

Conducting studies on vulnerability in an integrated analysis, which includes both environmental and social aspects, is an important instrument not only to expand the knowledge of a knowledge of a certain area, but also to support decision-making in the face of socio-environmental problems. The Agrarian Reform settlements have a diversity of social characteristics in addition to being located in locations where environmental systems have potentialities and specific limitations. Given the lack of studies on the environmental and social risks faced by these communities, as well as the uncertainties of future climatic conditions, the objective of this research was to develop a method to identify the socio-environmental vulnerability of the settlements. The method was built from the consideration of environmental (climate and water) and social variables. For the construction of the Social and Environmental Vulnerability Index (IVUSA), the following indicators were used: Standardized Precipitation Index (SPI), Index for Water Use - Water Resources Management (ICG) and the Conflict Index by Water Use - Water Resources Planning (icp), Water Security Index (ISH), Moisture Index (lu) and Social Vulnerability Index (IVS). The results showed that the use of these indicators in the construction of the IVUSA constitutes an integration of data that it satisfactorily represents the socio-environmental vulnerability of the settlements.

**Keywords:** Drought, water use conflicts, multicriteria analysis, risk, public policies.

## LISTA DE SIGLAS

AHP - Analytic Hierarchy Process

Icg - Índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos

Icp - Índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos

Incaper - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

ISH - Índice de segurança hídrica

Iu - Índice de umidade

IVA - Índice de vulnerabilidade ambiental

IVS - Índice de vulnerabilidade social

IVUSA - Índice de vulnerabilidade socioambiental

SPI - Índice Padronizado de Precipitação

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	OBJETIVOS .....	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1	Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil .....	13
3.2	Riscos e impactos decorrentes de desastres naturais .....	17
3.3	Assentamentos rurais no Brasil.....	22
3.4	Comunidades rurais e a produção de subsistência .....	26
3.5	Vulnerabilidade Socioambiental.....	28
3.6	Indicadores de Vulnerabilidade Ambiental .....	30
3.6.1	Índice Padronizado de Precipitação (SPI).....	31
3.6.2	Índice de conflito pelo uso da água.....	32
3.6.3	Classificação Climática - Índice de umidade .....	33
3.6.4	Índice de Segurança Hídrica – ISH .....	36
4	MATERIAL E MÉTODOS .....	40
4.1	Área de estudo .....	40
4.2	Etapas metodológicas para geração do índice de vulnerabilidade socioambiental – IVUSA.....	41
4.2.1	Dados econômicos e sociais e cálculo do Índice de Vulnerabilidade Social - IVS .....	43
4.2.2	Dados ambientais e cálculo do Índice de Vulnerabilidade Ambiental - IVA .....	45
4.2.2.1	Índice Padronizado de Precipitação (SPI).....	46
4.2.2.2	Índice de conflito pelo uso da água.....	50
4.2.2.3	Índice de umidade (Iu) .....	52
4.2.2.4	Índice de Segurança Hídrica (ISH).....	53
4.3	Geração do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental .....	54
4.4	Normalização dos dados.....	55
4.5	Estrutura hierárquica dos indicadores e definição dos pesos.....	56
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	58
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	78
7	REFERÊNCIAS .....	79
8	APÊNDICE .....	98

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional impõe pressões sobre as terras, águas, florestas e outros recursos naturais do planeta, provocando impactos negativos no meio ambiente. Apesar de o modelo econômico tradicional basear-se em ganhos com a produtividade e muitas vezes desconsiderar o meio ambiente, a sustentabilidade apoia-se em três pilares: social, econômico e ambiental. Logo, para o desenvolvimento econômico, o meio ambiente e seus recursos materiais e energéticos não devem estar esgotados.

Um dos recursos mais importantes e mais ameaçados é a água. A escassez hídrica interfere em diversas atividades: agrícola, pecuária, florestal, geração de energia, lazer, e no consumo industrial e doméstico. O uso inadequado dos recursos naturais, o desmatamento e a ocupação desordenada do espaço agrícola comprometem negativamente a sua sustentabilidade em quantidade e qualidade. Diversos índices têm sido utilizados para determinar a situação da segurança hídrica e auxiliar na definição de políticas públicas.

No campo da ciência florestal existe um consenso dos benefícios oferecidos pela diversidade biológica das florestas. Elas e os demais recursos florestais exercem o equilíbrio dos ecossistemas naturais e oferecem serviços ambientais fundamentais, sobretudo para comunidades rurais. A cobertura florestal em especial, pode oferecer serviços ambientais de grande importância, como a regulação e equilíbrio das funções hídricas, reduzindo tanto o risco de enchente na temporada chuvosa como a probabilidade de escassez de água na temporada da seca; a proteção dos solos e da biodiversidade, a estocagem do carbono, trazendo efeitos diretos nas concentrações de monóxido de carbono da atmosfera e contribuindo assim para o controle do efeito estufa (JARDIM; BURSZTYN, 2015; AZEVEDO et al., 2020). Os benefícios gerados pela floresta extrapolam os limites ambientais e trazem indispensáveis contribuições sociais e econômicas para a qualidade de vida humana.

A falta de manejos e práticas conservacionistas na recomposição de áreas florestais, assim como o uso de práticas prejudiciais aos ecossistemas naturais, geram graves problemas ambientais (JARDIM, 2010), principalmente hídricos. Associado a isto, as secas prolongadas têm ocasionado alterações do regime hidrológico, ameaçado à biodiversidade e gerado impactos sociais, econômicos e ambientais. O número de vítimas, em função de tais adversidades nas últimas décadas tem levado à busca por compreensão mais ampla desses fenômenos (SANTOS, 2008). Contudo, ressalta-se que estes impactos são fortemente potencializados pelas limitações sociais e econômicas da população, devido a sua vulnerabilidade.

Para o Intergovernamental Panel on Climate Change - IPCC (2001) as pessoas que possuem menos recursos serão os que mais dificilmente se adaptarão às mudanças climáticas e, portanto, são também os mais vulneráveis, pois a capacidade de adaptação é dada pela “riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidades, infraestrutura, acesso a recursos e capacidade de gestão”. Gonçalves et al. (2014) também sustentam que as classes mais pobres são as mais expostas, devido as condições sanitárias e sociais mais precárias, além da falta de apoio do Estado ou de outras fontes externas.

As mudanças climáticas também afetam os recursos naturais, dificultando o acesso à água, à produção de alimentos e danos à saúde. Os impactos oriundos dos eventos climáticos extremos podem gerar grandes prejuízos econômicos e criar estados de emergência ou calamidade. Centenas de milhões de pessoas poderão passar fome e sofrer com a falta de água à medida que o clima no mundo vai se alterando (PBMC, 2013).

No entanto, ressalta-se que dentro de um mesmo grupo social os desastres naturais não são sentidos igualmente por todos, pois as mulheres, as crianças e os idosos são os mais afetados (DE CASTRO COUTINHO et al., 2017). Segundo Carneiro et al. (2012) e Mariano et al. (2015) existe um desfavorecimento da população rural em relação à urbana, no que se refere às condições de vida, trabalho e saúde.

Discutindo sobre os impactos das mudanças climáticas, Pellegrino et al. (2007) citam suas preocupações com o Brasil e defendem que a vulnerabilidade torna-se ainda mais agravante quando trata dos seus impactos sobre a agricultura de países em desenvolvimento que são, de maneira geral, fortemente dependentes da atividade agrícola, seja ela de subsistência ou de base da economia nacional. A respeito do Espírito Santo, a equipe de meteorologia do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) alerta que o Estado não apresenta chuvas dentro do normal, ou acima do esperado, desde o ano de 2013 (ESTEVES, 2018). Cenários como este são capazes de provocar danos significativos às culturas de subsistência e, conseqüentemente, afetar o agricultor familiar.

A vulnerabilidade pode ser distinguida em ambiental, econômica, social, política ou jurídica (CASTILLO, 2014). A vulnerabilidade ambiental diz respeito à capacidade de grupos sociais preverem situações de exposição a perigos do meio ambiente, enfrentarem, resistirem e se recuperarem dos impactos causados pelos mesmos (BLAIKIE et al., 1994). Essa capacidade depende de muitos fatores, desde a localização física das populações até fatores de ordem socioeconômica, de política e cultural. Já a vulnerabilidade social é característica dos grupos populacionais, indicadores de desvantagem social, que demonstra a situação sociodemográfica da cidade.

Como junção entre a vulnerabilidade social e ambiental, tem-se a socioambiental, que pode ser conceituada como uma coexistência ou sobreposição espacial entre grupos populacionais pobres – vulnerabilidade social, que vivem ou circulam em áreas de risco ou de degradação ambiental – vulnerabilidade ambiental (CARTIER et al., 2009; ALVES et al., 2006). Ela pode ser expressa por índices que consistem em um “valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis que o compõem” (SICHE et al., 2007). Esses indicadores podem ser sociais, econômicos, ambientais, climáticos, hídricos, entre outros.

Vários trabalhos no Brasil e no mundo já utilizaram índices como uma eficiente ferramenta quantitativa e classificatória dos níveis de risco: Barcellos et al. (2000); Alves (2006); Deschamps (2008); Almeida (2010); Nascimento

(2011); Alcantara (2012); Freitas et al. (2012); Mendonça et al. (2016); Albuquerque et al. (2017); Santos et al. (2017); Siqueira Malta et al. (2017); Szewrański et al. (2018); Mavromatidi et al. (2018); De Vasconcelos et al. (2019). Os resultados desses estudos tem a finalidade de subsidiar atividades de planejamento, alocação de recursos, formulação de políticas e definições de prioridades nas diferentes esferas de governo. Todavia, os índices de vulnerabilidade socioambiental abordados na literatura são majoritariamente aplicados apenas em áreas urbanas e riscos de eventos ambientais como enchentes, terremotos e inundações.

A questão da vulnerabilidade é complexa, pois cada situação, população e região possui a necessidade de uma informação específica, e por esse motivo existem diversos índices, cada um desenvolvido para uma determinada realidade, com objetivos e utilizações diversas (SIQUEIRA MALTA et al.,2017).

“Água” e “assentamentos da reforma agrária” são temas inter-relacionados pela complexidade dos seus desdobramentos e pela interface que permeia com outros campos de pesquisa, como por exemplo, saneamento ambiental rural, desenvolvimento humano, desenvolvimento rural e territorial, entre tantos outros (LUCATI, 2021). O termo Reforma Agrária ganhou maior visibilidade após o surgimento oficial do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST em 1985. Os assentamentos rurais são parcelamentos de terras entregues aos trabalhadores rurais a fim de que possam extrair dali a sua subsistência, por meio das atividades agropastoris. Para o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, o que se deseja ao ser implantado um projeto de assentamento em uma área de desapropriação é que sejam melhoradas as condições ambientais naquele local (INCRA, 2017).

Todavia, percebe-se que a Política de Reforma Agrária deve ir além de apenas desapropriar latifúndios e assentar famílias de sem terra. É necessário criar condições para que o assentado possa se desenvolver e assim atrelado aos já reconhecidos direitos que fazem parte do mínimo existencial– moradia digna, saúde básica, saneamento, educação, renda mínima, assistência social, alimentação adequada – deve estar a qualidade ambiental, como elemento imprescindível para uma existência digna e saudável (FIGUEREDO, 2014).

As áreas onde os assentamentos da Reforma Agrária são inseridos frequentemente possuem um expressivo passivo ambiental, herança da forma de ocupação destas áreas e do modelo agrícola implantado nas antigas fazendas, que em muitos casos desconsideravam a capacidade de uso e ocupação dos solos e dos recursos naturais (MARCATTI, 2014). A degradação ambiental nos assentamentos junto com as características topográficas e pedológicas desfavorecidas dificultam as atividades agrícolas, o acesso à água de qualidade e a melhora na qualidade de vida. Por isso, os impactos sociais, econômicos e ambientais que a implantação de um assentamento de reforma agrária provoca deve ser alvo de estudos e acompanhamento.

Nesse contexto, apesar de serem ambientalmente conscientes quanto às vantagens de conservar recursos ambientais, a situação financeira das famílias assentadas e a falta de assistência técnica adequada dificultam a adoção de práticas conservacionistas e recomposição de áreas florestais. Ou seja, o desenvolvimento sustentável fica em função da situação econômico-financeira dos assentamentos. Portanto, os problemas ambientais e o uso da terra devem ser analisados considerando-se diferentes a ocupação, posse, uso e consequências socioambientais dessa utilização (SILVONE, 2008). Nota-se que a sustentabilidade ambiental, no cenário da reforma agrária, está em processo de evolução, sendo ainda escassos os estudos voltados para as problemáticas ambientais em assentamentos rurais implantados no Brasil.

A carência de estudos para assentamentos rurais da reforma agrária, a partir de uma análise de vulnerabilidade socioambiental para essas áreas, a fim de compreender a variabilidade espaço-temporal são perspectivas para essa presente tese. O índice de Vulnerabilidade Socioambiental – IVUSA deve demonstrar a fragilidade no abastecimento dos assentados e os impactos nas comunidades pela falta de água, integrando a diversidade climática, os ecossistemas e o perfil dos envolvidos, para identificação das áreas mais críticas e vulneráveis. Assim, por meio dessa ferramenta, cria-se uma oportunidade de contribuir no processo decisório para ordenamento territorial de desenvolvimento sustentável aos grupos menos assistidos.

A fim de estudar a viabilidade de implementação da presente proposta metodológica, foram estabelecidos objetivo gerais e específicos, como listados a seguir.

## **2 OBJETIVOS**

### Objetivo Geral

Propor um índice de análise de vulnerabilidade socioambiental aplicada a assentamentos rurais considerando-se aspectos sociais, econômicos, ambientais, hídricos e climáticos.

### Objetivos específicos

- Identificar e caracterizar as vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais presentes na área de estudo;
- Definir indicadores que considerem questões socioeconômicas e ambientais;
- Adaptar o cálculo do índice de vulnerabilidade socioambiental;
- Aplicar o modelo como estudo de caso para assentamentos do estado do Espírito Santo.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A estrutura da revisão de literatura está dividida pelos temas que possibilitam uma melhor compreensão do estudo.

**Tema 1 – Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil:** Nesse primeiro tópico explana-se sobre as alterações do clima, dados sobre ocorrências de desastres de origem climática no Brasil e seus impactos. A abordagem sobre os cenários de mudanças climáticas feitas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC) expõe a urgência de estudos para investigar maneiras de as atividades humanas não interferirem nos processos climáticos e elaboração de estratégias de adaptação e enfrentamento das consequências se cumpridas as projeções.

**Tema 2 – Riscos e impactos decorrentes de desastres naturais:** Tópico que conceitua e caracteriza os riscos e desastres naturais decorrentes das alterações no clima. Esse tema ainda fornece um panorama das atuais condições da escassez hídrica - que é um dos eventos climáticos extremos - do Espírito Santo, e os principais fatores contribuintes, como o uso e ocupação da terra.

**Tema 3 – Assentamentos rurais e Reforma agrária:** Aqui descreve-se o perfil dos agentes motivadores dessa pesquisa, suas formas de organização populacional e justificativa do trabalho.

**Tema 4 – Comunidades rurais e a produção de subsistência:** Esse tema caracteriza a área onde os assentamentos estão inseridos e apresenta as particularidades da produção de subsistência. O tópico segue evidenciando as consequências da seca para as comunidades rurais.

**Tema 5 – Vulnerabilidade Socioambiental:** Por meio dessa discussão pretende-se definir esse termo e expor estudos já realizados visando demonstrar a importância da determinação da vulnerabilidade socioambiental de uma área. Nesse tópico ainda serão apresentados os índices e as principais

metodologias aplicadas. Por último, são apresentadas informações para destacar a importância de se caracterizar as vulnerabilidades sociais e ambientais em microbacias rurais.

### Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil

O sistema climático da Terra é um conjunto altamente complexo, formado por cinco componentes principais: a atmosfera (gases, partículas e vapor d'água), a hidrosfera (água superficial e subterrânea), a criosfera (parte gelada do planeta), biosfera (conjunto dos seres vivos terrestres e oceânicos) e a superfície terrestre (terras emersas, com diferentes tipos de solo). A dinâmica do clima terrestre é determinada por fenômenos que ocorrem dentro desses componentes e entre eles (BRASIL, 2004).

Um dos principais elementos para o clima é a radiação solar. A Terra intercepta a radiação solar, sendo uma parte dela absorvida e a outra refletida de volta para o espaço pela atmosfera e pela superfície terrestre. Esse balanço de energia é fundamental para a manutenção da vida na Terra. Diferentes fenômenos podem afetar o equilíbrio entre a radiação que entra e a que sai da Terra, levando ao aquecimento ou ao resfriamento do sistema climático. Tais fenômenos podem ser naturais ou decorrentes de atividades humanas, como atividade solar, alterações na órbita da Terra, a variação climática natural, os aerossóis e alterações no efeito estufa (TILIO NETO, 2010). A comunidade de pesquisa científica internacional sobre o clima aponta que as emissões antropogênicas de Gases do Efeito Estufa (GEE) são provavelmente a principal causa do aumento da temperatura desde meados do século passado e, portanto, a maior responsável pelo desequilíbrio ambiental vigente (IPCC, 2013).

Durante uma conferência conjunta da Organização Mundial de Meteorologia (OMM) e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em 1988, foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, sigla em inglês IPCC). O IPCC foi constituído como um grupo de cientistas com a missão de reunir o

maior número possível de pesquisadores de diferentes países para coletar e analisar a literatura disponível sobre aquecimento global e consolidar relatórios sobre o assunto (AGRAWALA, 1997).

O IPCC reúne em um documento denominado Relatório de Avaliação (*Assesment Report – AR*), as evidências científicas relacionadas ao tema. Desde 1990 o IPCC publicou seis relatórios (1990, 1995, 2001, 2007, 2014 e 2022) expondo informações científica, técnica e socioeconômica referentes às mudanças climáticas. O sexto Relatório de Avaliação será finalizado em 2022. O Relatório de Avaliação sobre Mudanças Climáticas (AR5 – *Fifth Assessment Report*) alinha as informações em três partes: Ciência do Clima; Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades; e Mitigação das Mudanças Climáticas (SILVA, 2015). Ainda nesse relatório foram simulados quatro diferentes cenários de concentrações de gases, possíveis de acontecer até o ano de 2100.

Os modelos climáticos são usados como ferramentas para projeções de futuras mudanças do clima, como consequência de futuros cenários de forçamento climáticos (gás de efeito estufa e aerossóis). O IPCC concluiu um estudo sobre cenários de emissões de gases do efeito estufa (dióxido de carbono, metano e óxido nitroso) correspondendo a possíveis e diferentes trajetórias socioeconômicas para evolução do planeta no Século XXI.

A previsão é a de que a temperatura global deverá aumentar nos próximos 100 anos, entre 1,4°C e 5,8°C, considerando a média de 1990 como referência. As projeções de mudanças climáticas para o país indicam a possibilidade de impactos significativos, entre eles, aumento de temperatura, modificações nos padrões de chuvas e alterações na distribuição de extremos climáticos tais como secas, inundações, deslocamento de frentes frias, geadas, tempestades severas, vendavais, granizo, entre outros (NOBRE, 2010; FERREIRA E BARBI, 2012).

O IPCC simulou quatro diferentes projeções para mostrar o que ocorreria com o planeta em diferentes cenários – do otimista ao pessimista até o ano de 2100. São os “Caminhos Representativos de Concentração” – RCP. O clima futuro é projetado usando-se várias premissas de concentração de gases de efeito estufa e uso do solo, uma vez que a mudança climática tem

sido claramente associada à emissão antropogênica de gases. Os RCPs são calculados com base quantidade de reflexão de radiação solar, ou seja, o quanto haverá de alteração no balanço de radiação do sistema terrestre. O balanço de radiação corresponde à razão entre a quantidade de energia que entra e que sai de nosso planeta, indicando o quanto ficou armazenada no sistema terrestre de acordo com as concentrações de gases de efeito estufa e outros agentes climáticos (TOLEDO, 2013).

Os eventos climáticos extremos referem-se aos grandes desvios de um estado climático moderado. Como resultado das mudanças climáticas provocada pelo homem, a frequência desses extremos aumentou, tanto em termos de quantidade quanto de intensidade. Isso passou a ser observado de modo mais nítido a partir da segunda metade do século 20 (MARENGO, 2009). As alterações do clima somado aos eventos extremos intensificam e ampliam problemas que muitas vezes já são conhecidos numa cidade, como a ocorrência de fortes chuvas, alagamento, inundações e deslizamentos, e a expansão de doenças. Além disso, surgem novos desafios, como o desabastecimento de água causado por secas prolongadas, as ondas de calor mais frequentes e o aumento do nível do mar.

O Brasil detém um dos maiores potenciais hídricos do mundo, porém as modificações nos regimes das chuvas poderão influenciar a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos disponíveis para o abastecimento público e causar graves efeitos sobre atividades como agricultura, silvicultura, produção hidrelétrica e biodiversidade. Se por um lado as secas reduzem o fluxo de água nos rios e a recarga dos aquíferos, comprometendo a capacidade de armazenamento dos reservatórios superficiais e subterrâneos (ROSENZWEIG et al., 2011), por outro, a intensificação no volume de chuvas e sua concentração em curtos espaços de tempo pode gerar aumentos súbitos de vazão, e, conseqüentemente, o transporte de sedimentos, enchentes, assoreamento de corpos hídricos e a redução da qualidade da água.

Segundo o relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, algumas regiões do Brasil poderão apresentar alterações mais expressivas na temperatura e precipitação com o aquecimento global. Deverão

ocorrer intensificações dos eventos extremo ocasionando impactos em cidades e áreas vulneráveis às mudanças climáticas. O déficit de chuvas durante o verão e o outono de 2001 resultou em uma redução significativa do fluxo dos rios de toda a região Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, o que reduziu a capacidade de produção de energia hidrelétrica nessas áreas. A crise energética forçou o governo a impor medidas de racionamento de energia para evitar a interrupção total do fornecimento de energia (PAMPLONA, 2006).

O país vivenciou o primeiro furacão já observado no Atlântico Sul, o furacão Catarina, ocorrido em março de 2004, e no Sul-Sudeste do Brasil as chuvas intensas têm sido mais frequentes nos últimos 50 anos (PBMC, 2013; PBMC, 2016). Em novembro de 2008 fortes chuvas afetaram o estado de Santa Catarina e causaram grandes inundações e deslizamentos, que afetaram 1,5 milhão de pessoas, resultando em 120 mortes e deixando milhares de desabrigados (DEFESA CIVIL, 2008). Desde 2014, o sudeste do Brasil vem enfrentando uma severa seca. Em janeiro de 2015, os principais reservatórios atingiram níveis de armazenamento de apenas 5% de sua capacidade de 1,3 bilhão de m<sup>3</sup>.

Os efeitos da mudança do clima, dentre eles a intensificação de eventos climáticos, atinge a todos, mas a repercussão e intensidade de seus impactos não serão vivenciados da mesma forma pelos diferentes povos e populações. No contexto brasileiro, onde ainda perduram acentuadas desigualdades sociais e regionais, a pobreza é um dos fatores que mais contribuem para aumentar a sensibilidade da população aos efeitos da mudança do clima e reduzir sua capacidade adaptativa (BRASIL, 2016). Outros fatores que contribuem para a condição de vulnerabilidade social são as questões de gênero, cor e grupos populacionais tradicionais e específicos (PEITER et al., 2011).

No geral, todos os setores são vulneráveis às mudanças climáticas. Entretanto, o setor agrícola, devido a sua forte dependência ao clima e a necessidade cada vez maior da produção de alimentos, tem sido objeto de muitos estudos em todo o mundo. A redução das áreas cultiváveis, a falta de água para irrigação, reprodução das espécies e germinação de sementes, são alguns exemplos de impactos negativos. Esse quadro deverá agravar a fome

nos países mais pobres e que ainda sofrem com a escassez de alimento e aumento dos preços de produtos (BARBIERI et al., 2018). Pesquisas identificaram que os efeitos das mudanças climáticas em lavouras agrícolas aumentaram em torno de 20% o preço de “*commodities*” no mercado global, no período de 1980 a 2008 (LOBELL et al., 2011). O ano de 2009 foi considerado o mais seco dos últimos 80 anos.

Para Barbieri et al. (2018), as mudanças climáticas comprometem diretamente a saúde humana. A Organização Mundial de Saúde divulgou que no ano de 2015 houve mais de 7 milhões de mortes relacionadas à poluição ambiental e mudanças climáticas (WHO, 2015). Já as alterações na precipitação e temperaturas aceleram a propagação de doenças. No Brasil, no ano de 2016, os vírus transmitidos pelo mosquito *Aedes aegypt* mataram 734 pessoas, com quase 2 milhões de casos de dengue, zika e chikungunya. O Relatório Lancet Countdown identificou que o aquecimento global aumenta a capacidade de transmissão dessas doenças pelo mosquito – houve um incremento de 9,4% na capacidade de transmissão de doença desde 1950 (WATTS et al., 2017).

Os impactos das mudanças climáticas é um tema importante na discussão do desenvolvimento econômico das principais nações do mundo, gerando riscos para os principais setores econômicos. As variabilidades do clima, portanto, representam uma questão essencial para que se possa discutir a sustentabilidade no planeta e nas atividades humanas. Para promover a adaptação à mudança climática, tão importante quanto observar a exposição atual aos eventos extremos, é avaliar a exposição futura.

### 3.2 Riscos e impactos decorrentes de desastres naturais

O conceito de risco não é novidade no âmbito dos problemas políticos mundiais, sendo utilizado como característica definidora das sociedades modernas, que criaram instrumentos para identificar, medir e enfrentar os desastres naturais. Segundo Marandola Jr. e Hogan (2004), estudos a respeito dos riscos começaram no campo das ciências naturais, primeiro entre os

biólogos que se dedicam ao tema desde a década de 1920, antes mesmo da efervescência da chamada crise ambiental. Guivant (1998) assinala que, nesta abordagem, o risco é um evento adverso, uma atividade ou um atributo físico com certas probabilidades de provocar danos. O conceito de risco é uma definição moderna, vinculada ao agir humano. Os riscos são incertezas calculáveis que podem ser previstas e amparadas por seguro e compensação monetária.

Há distinção entre riscos tecnológicos, ambientais e econômicos. Consideram-se os eventos climáticos como riscos ambientais, tendo em vista todas as complexas relações entre sociedade e natureza. Os riscos ambientais não podem estar ligados apenas às ciências biológicas ou da terra, e sim precisam ser compreendidos como problemas mais amplos, que envolvem o social (LIMA,1995; LOOSE,2014). Para Lima (1995), a dimensão social dos riscos ambientais justifica-se pelo crescente número de sujeitos expostos e reforça que os riscos ambientais são sociais porque estes, normalmente, acentuam as desigualdades sociais, criam mecanismos para a estigmatização social de certas regiões e podem estar na base ou ser gatilho para a emergência de conflitos sociais.

Os desastres naturais são cada vez mais frequentes no cotidiano da população mundial. Eventos naturais adversos resultam em desastres naturais com consequências para a vida humana (RIBEIRO et al., 2017). No período de 1991 a 2012, foram registradas 38.996 ocorrências de desastres no Brasil, com aumento significativo nos últimos anos (CEPED/UFSC, 2013). Segundo Tominaga et al. (2009), apesar de o país estar livre de fenômenos naturais como terremotos e vulcões, existe um registro expressivo de eventos associados principalmente a estiagens, secas, deslizamentos e inundações, os quais proporcionam prejuízos e perdas significativas, inclusive de vidas humanas.

O Brasil é um país muito grande e diversificado e isso se reflete no seu clima. A seca é um fenômeno meteorológico complexo, com influências sociais frequentemente agravadas pela ação humana. Sua ocorrência evidencia a vulnerabilidade do homem a esse risco climático, demonstrando a necessidade

de um entendimento melhor, de melhor previsão de sua ocorrência e do uso correto de medidas mitigatórias (WILHITE; GLANTZ, 1987; BLAIN et al., 2010). Essa anomalia climática consiste em um desvio em relação às condições de longo prazo de variáveis como precipitação, umidade do solo, água subterrânea e vazão fluvial. Normalmente decorre de um índice de disponibilidade de água natural abaixo da média devido à variabilidade climática, resultando em taxas de precipitação baixas e/ou taxas de evaporação altas (DE NYS et al., 2016), que podem afetar a produção agrícola e o abastecimento de água.

Moura & Silva (2008) explicam que os eventos naturais somente passam a serem considerados desastres quando atingem seres humanos. Essa relação está sempre associada a danos, que ultrapassam a esfera econômica e interrompem a continuidade do funcionamento normal da sociedade, atingindo diretamente a qualidade de vida da população. Todavia, eventos naturais recorrentes tornam-se desastres devido a existência de populações em estruturas inadequadamente preparadas para suportar eventos de risco natural previstos.

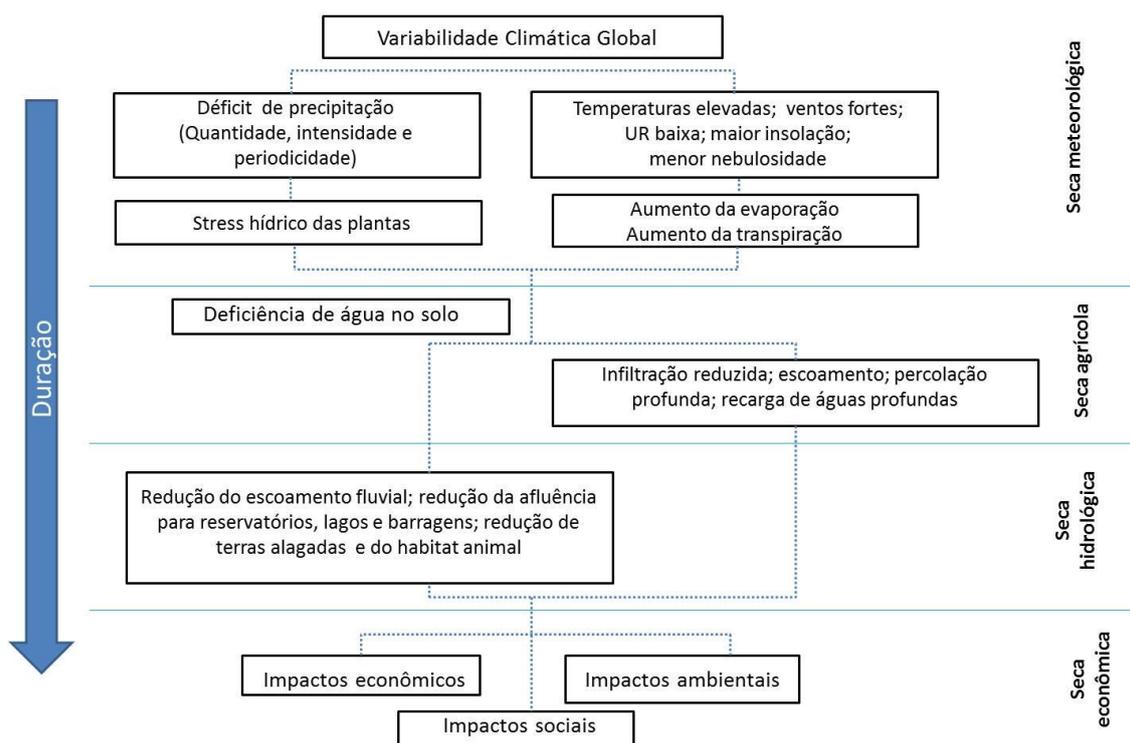
Com as mudanças climáticas globais, a intensidade e a frequência de desastres naturais e perdas associadas estão aumentando (Xu et al., 2006; YIN et al.; 2011). Dentre os danos diretos da seca e estiagem à população, destaca-se também a escassez extrema de água potável. Tais aspectos caracteriza esse fenômeno climático como desastre natural de grande magnitude.

A definição do conceito de seca é dependente da abordagem a ser realizada e essa temática dificulta a detecção do seu início e o monitoramento correto (QUIRING, 2009). Existem quatro classificações de secas decorrentes dos seus efeitos: meteorológica, hidrológica, agrícola e socioeconômica (HEIM, 2002). As três primeiras abordam a seca como um fenômeno físico, enquanto a última trata a seca em termos de oferta e demanda, monitorando os efeitos da escassez de água sobre a população.

O esquema apresentado na Figura 1 mostra a sucessão e a possível evolução temporal na cadeia de fenômenos resultantes de uma seca,

passando por todos os tipos de seca citados anteriormente. Tem início pela seca meteorológica, a qual desencadeia uma série de eventos que resultam em uma seca agrícola e, mais tarde, em função da longa duração do período da seca, torna-se uma seca hidrológica com impactos na afluência para reservatórios e lagos. Por último, ocorre a seca socioeconômica, que impacta os setores sociais, ambientais e econômicos (FERNANDES et al., 2009).

Figura 1. Esquema da sequência temporal dos diversos tipos de seca



Fonte: Adaptado de [www.drought.unl.edu](http://www.drought.unl.edu) (2002).

A seca difere de outros desastres naturais por seu processo ocorrer de forma lenta, tendo início e fim de difícil determinação. Por ser um processo lento, frequentemente a seca não atrai a atenção da comunidade, persistindo seu impacto mesmo depois do término do evento (MOLINA; LIMA, 1999). Um problema ainda existente é a definição de metodologias para diferenciar seca. Além disso, o Brasil apresenta carência em estudos prospectivos sobre os possíveis impactos em relação à seca, dificultando planejamento de ações e a obtenção de tecnologias necessárias para enfrentar esse problema.

O avanço da produção agrícola e a urbanização nos seus estados provocaram desmatamentos das áreas de florestas, restinga e mangue, do

bioma Mata Atlântica. O processo de ocupação dessa região deu-se, principalmente, implantação da pecuária e cafeicultura. O desmatamento para plantio do café aumentou a variabilidade da precipitação, intensificando a ocorrência de escassez e ou sua abundância. A média dos modelos climáticos estudados indica maior probabilidade de redução de chuva nestas regiões, como consequência do aquecimento global (PBMC, 2013).

Desde 2014 o sudeste do Brasil enfrenta uma das secas mais severas em décadas. Além dos desafios tradicionais e históricos, sobre o enfrentamento dos impactos das secas na região, novos desafios são colocados, diante da possibilidade de eventos extremos mais frequentes e intensos (DE NYS et al., 2016). O ciclo anual da precipitação no Espírito Santo acompanha o regime observado em toda a Região Sudeste do Brasil, ou seja, verão chuvoso e inverno seco, sendo a primavera mais chuvosa do que o outono. No entanto, os prejuízos econômicos ocasionados pela estiagem entre os anos 2000 e 2009 somaram 638,84 milhões de reais, sendo que destes, em torno de 420,80 milhões de reais foi somente na agricultura (SILVA et al., 2012).

O professor de Geografia Dorian Rangel explica que na seca de 2008, cidades capixabas registraram perdas populacionais enormes devido ao êxodo rural. Com isso, algumas localidades estagnam seu desenvolvimento econômico e social, apresentando um decréscimo populacional. Em 2013, cidades do Norte e Noroeste do Espírito Santo decretaram estado de calamidade pública por causa da seca. De acordo com o gestor de Segurança e Defesa Civil algumas localidades não possuíam água nem para beber. Em 2016, a Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh) alertou quanto à situação das vazões do Rio Jucu e Santa Maria da Vitória, que se apresentavam abaixo do limite crítico de até 78%, com risco iminente de racionamento de água na Grande Vitória (A GAZETA, 2015).

A economia capixaba é baseada na agropecuária, indústria e serviços, sendo que a agricultura é bastante diversificada, com culturas de origens tropical, subtropical e temperada (FEITOZA et al., 1979). Possíveis mudanças climáticas poderiam afetar todo o sistema econômico do estado, causando

danos à agricultura, ao sistema portuário, e até mesmo à sociedade em si. Por isso, torna-se necessária uma melhor investigação da seca e seus impactos, incluindo seu início e término. Para Wilhite (2000), esse tipo de evento climático extremo atenua a vulnerabilidade dos diferentes setores usuários dos recursos hídricos, perfazendo assim, em uma crescente demanda de pesquisas, visto que as perdas aumentaram significativamente como paralelo ao aumento do número e gravidade das secas.

### 3.3 Assentamentos rurais no Brasil

Historicamente a situação agrária do Brasil é baseada na concentração de terra nas mãos de um pequeno número de famílias, nas grandes propriedades rurais, no latifúndio. Isso acontece desde que a ocupação do território brasileiro era alicerçada na Concessão de Sesmarias aos senhores de posses vinculados à Coroa Portuguesa (ARAÚJO, 2006).

Apesar das lutas e conflitos agrários sempre existirem, somente em 1970 criou-se o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). No começo da década de 1980 surgiu o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) com várias outras organizações não governamentais, em apoio à causa da reforma agrária. Já em 1985, com o fim do regime militar, a reforma agrária retorna novamente à agenda política e nasce então o I Plano Nacional de Reforma Agrária (1985-1988) e, em 1988, na elaboração da Constituição Federal muda-se o estatuto da propriedade fundiária, legitimado pelo princípio da função social da terra (DELGADO, 2005). Em 1993, foi promulgada a Lei 8.629, que dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária. Em julho do mesmo ano, publicou-se a Lei Complementar 76 que dispõe sobre os procedimentos para conduzir a desapropriação de imóveis rurais (GUEDES PINTO, 1996).

Após essa mudança estratégica no período de redemocratização do País e, em especial, nas últimas décadas do século XX, houve um aumento

expressivo do número de assentamentos. Até setembro de 2005 foram criados mais de 6.600 assentamentos de reforma agrária no Brasil, onde foram beneficiadas quase 600000 famílias numa área de 48 milhões de hectares (SIPRA, 2005 *apud* ARAÚJO, 2006).

Contudo, esse aumento significativo no número de projetos não tem sido acompanhado por programas de estruturação interna, que criem as devidas condições de sustentabilidade econômica e, menos ainda, que estejam voltados para um manejo racional dos recursos naturais existentes nos assentamentos (SILVONE; TSUKAMOTO, 2007, p.3). Portanto, tão importante quanto o quantitativo de assentamentos criados ao longo da história, é saber a qualidade dos mesmos. Pois, atrelado aos direitos mínimos de todo cidadão como moradia digna, saúde básica, saneamento, educação, renda, assistência social e alimentação adequada, deve estar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

O fato de inicialmente a Política de Reforma Agrária ter tido como objetivo principal os aspectos socioeconômicos da questão fundiária, resultou em práticas que geram ou desconsideram a degradação ambiental nos assentamentos. Por isso, os impactos sociais, econômicos e ambientais, que a implantação de um assentamento de reforma agrária provoca, deve ser alvo de estudos e acompanhamento. Todavia, o enfrentamento dos problemas ambientais e o desenvolvimento sustentável esbarram justamente na desigualdade social e a falta de acesso aos direitos sociais básicos, cenário comum em assentamentos.

Com relação à propriedade rural, o cumprimento da sua função social pressupõe a coexistência dos requisitos previstos no art. 186 da Carta Magna:

Art. 186. A função social é cumprida quando a propriedade rural atende simultaneamente, segundo critérios e graus de exigência estabelecidos em lei, aos seguintes requisitos:

I - aproveitamento racional e adequado;

II - utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente;

III - observância das disposições que regulam as relações de trabalho;

IV - exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores.

Desse modo, o componente ambiental é indissociável das relações agrárias, já que a não preservação do meio ambiente significa inviabilizar ou reduzir a adequada produção da propriedade.

Apesar do MST mostrar-se totalmente favorável à causa ambiental, inclusive criticando o sistema de produção capitalista pelo intenso uso de agrotóxicos e pela utilização de sementes geneticamente modificadas, Sparovek (2003) aponta contradição nessas críticas, visto que a concretização da política agrária tem sido realizada à custa de intensa degradação ambiental, considerando a necessidade de desmatamento para a implantação do sistema produtivo. Além disso, ocupações promovidas pelo MST são acompanhadas de poluição e desrespeito aos animais, principalmente na “grande mídia” (SILVONE, 2008).

Dados do Imazon (Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia), divulgados em 2005, afirmam que os 132 assentamentos de Rondônia, por exemplo, devastaram 71% de suas florestas, que originalmente ocupavam cerca de 40 mil quilômetros quadrados. O estudo combinou os mapas de assentamentos do INCRA com imagens de satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e revelou ainda que, entre 1997 e 2002, em média 76% de todos os lotes para reforma agrária na Amazônia estabeleceram-se onde havia floresta em pé. Apenas 24% deles foram criados em áreas já desmatadas (IMAZON, 2006).

Contudo, ressalta-se que a maioria dos assentamentos rurais está localizada em áreas com características topográficas e pedológicas desfavorecidas. Ou seja, tratam-se de áreas onde já existem empecilhos naturais à obtenção de boa produtividade agrícola, muitas delas extremamente favoráveis a erosão e ao assoreamento. Somado a isso, a precária situação financeira dos assentados; a falta de assistência técnica adequada; a localização, a falta de infraestrutura contribui para a inexistência de um manejo ambiental adequado. Assim, com os inúmeros problemas ambientais

enfrentados pela humanidade, o uso da terra, influenciado pelo seu histórico de apropriação e pelo perfil de quem a ocupa, deve ser analisado tendo em vista esses diferentes aspectos: ocupação, posse, uso e consequências socioambientais dessa utilização (SILVONE, 2008).

Apesar dos problemas ambientais, Cardoso (2004) acredita que o processo de Reforma Agrária tem se tornado peça fundamental nos avanços econômicos e sociais, apresentando estratégias positivas na redução da pobreza e aumento da equidade social, por meio do fortalecimento da agricultura familiar e ao acesso à terra (GUANZIROLI, 2001). Portanto, os assentamentos possuem um papel importante no espaço rural no Brasil, pois são capazes de gerar emprego, diminuir o êxodo rural, incrementar a oferta de alimentos e a renda dos trabalhadores rurais e, conseqüentemente, melhorar a sua qualidade de vida (TARSITANO, 2011; SANGALLI et al. 2015).

No Brasil, de 1985 a 2011, foram assentadas aproximadamente um milhão de famílias através dos programas de reforma agrária empreendidos pelos Poderes Executivo Federal e Estaduais (SILVA, 2013). Atualmente o Espírito Santo possui 92 Projetos de Assentamentos com aproximadamente 4 mil famílias assentadas em quase 51.000 ha. As áreas dos assentamentos têm a finalidade de produção para subsistência e geração de renda das famílias assentadas. Para o INCRA, o modelo de assentamento rural é baseado em três critérios: viabilidade econômica, sustentabilidade ambiental e desenvolvimento territorial (INCRA, 2017).

Abordagens sobre sustentabilidade envolvendo comunidades tradicionais conduziram discussões que, notadamente em momentos de crise ambiental, de flexibilização de normas ambientais, das possibilidades de diluição do poder das comunidades tradicionais e de um retrocesso socioambiental, podem apontar para além de um diagnóstico, a indicação de caminhos para o fortalecimento da democracia (MATOS, 2018).

Ademais “a dimensão social está no cerne da estratégia de adaptação do Brasil, tendo presente a necessidade de proteger as populações vulneráveis dos efeitos negativos da mudança do clima e fortalecer sua capacidade de resiliência” (NDC, 2015). Questões de raça e gênero, dirigidas especialmente

às mulheres, populações tradicionais, grupos populacionais tradicionais e específicos e aos negros, incidem sobre a vulnerabilidade, especialmente em um contexto de desigualdades estruturantes (PEITER et al., 2011).

Assim, o desenvolvimento de políticas públicas voltadas a segmentos sociais diferenciados, a exemplo dos assentamentos da Reforma Agrária, devem contemplar todas as suas especificidades que os distinguem do restante da população nacional.

### 3.4 Comunidades rurais e a produção de subsistência

O aquecimento global poderá colocar em risco a produção de alimentos no Brasil. As mudanças climáticas terão efeito diferenciado na oferta de alimentos nas regiões do Brasil, podendo o País perder milhões de hectares de terras adequadas à agricultura por causa das alterações climáticas (PBMC, 2013). Os efeitos negativos desse cenário agrícola apontam para elevação de preços de algumas matérias-primas, especialmente os alimentos básicos como arroz, feijão e todos os produtos de carne, e, por conseguinte impactando ainda mais os pobres e o consumo desses itens básicos.

Sob a condição de quedas na produção da agricultura de subsistência, com conseqüente falta de alimentos para as populações expostas diretamente às adversidades do clima, os impactos das secas tornarão as desigualdades sociais acentuadas. As adversidades surgirão a nível regional e estarão concentrados, maiormente, nas regiões mais pobres do Brasil, pela vulnerabilidade social e em localidades rurais pela concentração da produção agrícola (PBMC, 2013).

As populações mais vulneráveis aos efeitos do clima são as que, por razões de ordem social, estão mais expostas aos desastres ambientais, assim como, têm menor capacidade de se proteger e de responder aos impactos adversos pelo limitado acesso das pessoas a bens e serviços básicos, inclusive os de saúde.

Nessa perspectiva, as comunidades com agricultura familiar, dependente de chuvas, serão muito mais sensíveis a mudanças nos padrões

da precipitação. Essas populações geralmente têm a sua capacidade de lidar com perigos ambientais limitadas pela falta de recursos humanos e financeiros (FICHER et al., 2002). Porém, a vulnerabilidade não é determinada apenas pela exposição aos fatores de risco. Ela é combinada com a resiliência, ou seja, a característica que aumenta a capacidade dos sistemas sociais e ecológicos de enfrentarem e se adaptarem aos estresses sociais, políticos e/ou ambientais e, assim, reduzirem a sua situação de vulnerabilidade (CINNER et al., 2009). A falta de capacidade adaptativa na agricultura pode indicar uma falta de sustentabilidade mais geral no sistema (WEHBE et al., 2005).

Consideram-se, ainda, como efeito das adversidades climáticas, as migrações para zonas urbanas de pessoas dependentes de atividades de subsistência, fugindo das condições das áreas rurais. Ao migrar, procuram os grandes centros, onde vão ocupar o que hoje chamamos de áreas de riscos, encostas, e beira de rios, aumentando ainda mais a problemática desses locais (CASTRO, 2007), reproduzindo as vulnerabilidades já identificadas.

O desenvolvimento rural sustentável pode ser definido como a melhoria das condições de vida das pessoas residentes nas áreas rurais, através de processos sociais que respeitem e articulem os seguintes princípios: eficiência econômica, equidade social e territorial, qualidade ambiental, sustentabilidade, participação democrática e responsabilidade cívica (MARTINHO, 2000).

As famílias assentadas vivem em áreas rurais e ganham parte ou todos os seus meios de subsistência de alguma forma de agricultura. Muitas pessoas dependem de práticas agrícolas que pouco se beneficiaram da tecnologia moderna, muitas delas vivem em lugares isolados, com pouco acesso aos recursos necessários para melhorar sua agricultura, levando suas vidas apenas ao nível de subsistência. Apenas em termos de número de pessoas, há um argumento muito forte para dar alta prioridade ao desenvolvimento rural.

Estratégias de adaptação se fazem necessárias para promover a resiliência das populações afetadas. Adaptação é o ajustamento nos sistemas naturais ou humanos em resposta a estímulos climáticos ou reais ou os seus efeitos, o que permite explorar oportunidades benéficas.

### 3.5 Vulnerabilidade Socioambiental

Após o 4º Relatório do IPCC, incorporou-se a temática das mudanças climáticas e do termo vulnerabilidade a todas as esferas da sociedade, no que se refere às políticas públicas (MARANDOLA JR., 2009). A definição frequentemente citada do IPCC é que a vulnerabilidade é o grau em que um sistema é suscetível e incapaz de lidar com os efeitos adversos das mudanças climáticas. Em todas as formulações, os principais parâmetros de vulnerabilidade são o estresse ao qual um sistema é exposto, sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação.

Para Adger (2006), a pesquisa de vulnerabilidade e a resiliência têm elementos comuns de interesse – os choques e tensões experimentados pelo sistema socioecológico, a resposta do sistema e a capacidade de ação adaptativa. A vulnerabilidade não é determinada apenas pela exposição aos fatores de risco, ela também aparece na resiliência do sistema que sofre o distúrbio (TURNER et al, 2003; BERKES, 2007).

O conceito de resiliência apresenta atualmente uma grande variedade de definições. A maioria das definições dá ênfase à capacidade do sistema enfrentar e se adaptar com sucesso a situações de perturbação, de estresse ou de adversidade sociais, políticos e/ou ambientais e, assim, reduzirem a sua situação de vulnerabilidade (ADGER, 2000; CINNER et al., 2009; FARRAL, 2012). Folke (2006) descreve resiliência como sendo a capacidade dos sistemas lidarem com a mudança, se adaptarem às alterações e moldarem as modificações. No contexto dos sistemas sociais e ecológicos, resiliência refere-se à magnitude da perturbação que pode ser absorvida antes que um sistema mude para um estado radicalmente diferente, bem como a capacidade de se auto-organizar e a capacidade de adaptação a circunstâncias emergentes (BERKES et al., 2003; FOLKE, 2006).

Em complemento a esses conceitos, define-se como capacidade adaptativa a habilidade do sistema de se ajustar às mudanças climáticas, à

capacidade de minimizar os efeitos do processo e à capacidade de se recuperar e aproveitar a nova situação (QUEIROZ E BARBIERI, 2009).

A vulnerabilidade apresenta três componentes: exposição, sensibilidade e resiliência, que são elementos dinâmicos e não podem ser predeterminados sem que se conheça a realidade do objeto de estudo. Nesse sentido, para a análise dos componentes é importante uma abordagem integrada (social e ambiental) através de dados obtidos nas comunidades pesquisadas, em conjunto com dados secundários sobre as características ambientais da região (DE ANDRADE et al., 2013).

É, portanto, através dessa abordagem que obtém-se conhecimento das vulnerabilidades climáticas e consegue-se avaliar os sistemas frágeis ou grupos marginalizados expostos a impactos. Em seguida, inicia-se o processo de desenvolvimento de estratégias de resiliência para responder às vulnerabilidades identificadas. Por fim, o processo de implementação de ações de construção de resiliência leva a uma melhor compreensão das vulnerabilidades, bem como das características do sistema e capacidades do agente, a fim de melhorar as estratégias de forma interativa (TYLER et al., 2010; PBMC, 2016).

Isto posto, pesquisadores e instituições de pesquisa começaram a se interessar pela discussão sobre vulnerabilidade, em decorrência dos crescentes índices de desigualdades sociais, da segregação socioespacial e degradação ambiental. Estudar a vulnerabilidade envolve uma discussão ampla e relevante por ter caráter multidisciplinar. Logo, a vulnerabilidade socioambiental pode ser definida como a coexistência, cumulatividade ou sobreposição espacial de situações de pobreza/privação social e de situações de exposição a risco e/ou degradação ambiental. Portanto, para a análise de problemas complexos, como é o caso da vulnerabilidade socioambiental, se deve pensar na utilização de indicadores que estejam correlacionados e que agreguem informações que represente fielmente uma realidade, bem como para realizar seu monitoramento e direcionar ações (VASCONCELOS, 2019).

Embora a proposta seja simplificada, não há no universo científico uma metodologia bem definida para as análises de vulnerabilidade, pois existem

dúvidas sobre: quais variáveis devem ser incorporadas, quais ferramentas técnicas devem ser aplicadas e como as informações serão disponibilizadas para promover benefícios sociais.

### 3.6 Indicadores de Vulnerabilidade Ambiental

Para planejar o uso e ocupação da terra de um território faz-se necessário conhecer a forma com que o ambiente reage a pressões antrópicas impostas, assim como o grau de suporte a essas pressões (GRIGIO, 2003). Os estudos sobre vulnerabilidade ambiental devem identificar áreas sensíveis a determinados fatores, por exemplo, áreas vulneráveis à seca. Essas informações devem ser usadas como ferramenta não apenas para o planejamento territorial, mas também como instrumento de organização social (GE et al., 2019).

Vulnerabilidade ambiental corresponde à resposta do meio às ações humanas agressivas, variando conforme suas características naturais e antropogênicas, afetando diretamente a estabilidade do meio, bem como sua qualidade ambiental (TAGLIANI, 2003; SANTOS; CALDEYRO, 2007). Com a condição de vulnerabilidade sendo identificada, a população pode ser orientada a buscar alternativas para melhorias. Buscando outra fonte de abastecimento, modificando suas técnicas de produção, procurando apoio técnico para auxiliá-lo. Para a construção do Índice de Vulnerabilidade Ambiental exige-se que elementos como geologia, geomorfologia, solos, vegetação e clima sejam avaliados de forma integrada, e baseada sempre no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre seus componentes físicos e bióticos (SILVA, 2012).

As secas são comumente classificadas em quatro categorias: (I) seca meteorológica; (II) seca agrícola; (III) seca hidrológica; e (IV) seca socioeconômica. A seca meteorológica é causada pela ausência da precipitação, possivelmente em combinação com alta evapotranspiração. A falta de umidade do solo causada pela seca meteorológica é chamada de seca

agrícola, e afeta diretamente as culturas agrícolas. A seca hidrológica refere-se aos níveis dos rios e reservatórios abaixo do normal. A seca socioeconômica refere-se ao impacto quando o déficit de água na falta de bens ou serviços, como a energia elétrica e alimentos, devido ao volume de água inadequado, à má distribuição das chuvas, ao aumento no consumo, ou ainda ao mau gerenciamento dos recursos hídricos (VROCHIDOU et al., 2013; SILVA, 2016).

As secas podem ser diagnosticadas, com base em uma série histórica de dados meteorológicos, por meio de índices quantificadores de secas e análises estatísticas. Esses índices diagnosticam os períodos de seca ou umidade em uma área pontual ou regional a partir de equações empíricas. A utilização de índices para quantificar a seca se faz necessária para determinar a intensidade, a duração e a frequência em que essa anomalia ocorre. Apesar de existirem diferentes índices de seca com distintas metodologias, ainda ocorre problemas na definição de metodologias para diferenciar seca e umidade (ULIANA et al., 2015). A utilização de índices simplificados baseados apenas na precipitação pluvial pode ser interessante em função da disponibilidade de dados, visto que em muitas regiões brasileiras ocorreram maiores difusões de estações pluviométricas quando comparadas com as estações meteorológicas ou fluviométricas (GUTTMAN, 1998; FERNANDES et al., 2010).

### 3.6.1 Índices de Seca

Os índices de seca são números classificados em categorias indicando o grau da seca naquele período. Estes índices são mais práticos em tomadas de decisões do que uma série histórica de dados. Há vários índices que identificam o quanto que a precipitação difere do normal precipitado em determinado período de tempo, sendo que, alguns são melhores do que outros para determinado tipo de uso (SILVA, 2011). Dentre os vários indicadores para quantificar, padronizar e comparar a seca em escala temporal e regional, cita-se o Índice Padronizado de Precipitação (SPI) e o Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) que são os mais conhecidos e mundialmente utilizados (BLAIN; BRUNINI, 2007).

O cálculo do SPI desenvolvido por McKee et al. (1993) requer uma série de dados mensais com no mínimo trinta anos. O índice é determinado a partir das funções de densidade de probabilidade que descrevem as séries históricas de precipitação em diferentes escalas de tempo. Conceitualmente, o SPI representa o comportamento da precipitação em função de valores de desvios padrão. Para uma determinada série de tempo, esses valores se afastam da média, criando assim a ideia de precipitação padronizada do índice. Como as séries históricas mensais de precipitação não seguem uma distribuição normal, e sim uma distribuição assimétrica (não distribuída uniformemente em torno do valor médio), para se calcular este índice é necessário um tratamento inicial das séries de dados, de tal forma que os valores tenham a distribuição normal desejada (LIMA, 2016).

O cálculo do SPI inicia com o ajuste das séries de totais mensais precipitados à função densidade de probabilidade Gama. Em seguida, a probabilidade acumulada de ocorrência de cada total mensal é estimada. A função Normal inversa gaussiana é aplicada a essa probabilidade resultando no valor SPI (GUEDES et al., 2012). Como o SPI é normalizado, climas úmidos e secos podem ser representados. Desse modo, este índice pode monitorar tanto os períodos úmidos quanto os secos (TSAKIRIS; VANGELIS, 2004). Os tipos de secas estão associados diretamente às escalas temporais do SPI, quanto maior a duração, maior o déficit hídrico e, conseqüentemente, maiores os prejuízos econômicos e sociais.

### 3.6.2 Índice de conflito pelo uso da água

A outorga de direito de uso da água é o instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar, por um período pré-estabelecido, os recursos hídricos, sendo um documento que deve garantir ao órgão gestor o controle quantitativo e qualitativo do uso da água. Considerando que a outorga, exceto em casos excepcionais, garante ao seu detentor a quantidade de água alocada, as vazões outorgadas devem ser consideradas como indisponíveis na

bacia quando da análise de concessão de novas outorgas. Dessa forma, a concessão de uma outorga gera impactos na disponibilidade hídrica da bacia em todo o seu período de vigência (IGAM, 2011; SILVA et al., 2015).

Assim, o conhecimento da quantidade da água já comprometida pelo uso, concedido através das outorgas, é essencial para que o Poder Público possa efetuar a gestão entre a disponibilidade e a demanda dos recursos hídricos (SILVA; RAMOS, 2001). Neste sentido, Moreira et al. (2012) propuseram um índice para identificação de conflito pelo uso da água, dada à constatação de que os índices são úteis para descrição da situação de uma bacia. O índice tem a finalidade de subsidiar as ações afetas à gestão dos recursos hídricos, nas quais se busca compatibilizar o uso, o controle e a proteção deste recurso ambiental (MOREIRA et al., 2012).

O índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos (icg), relacionado à gestão, demonstra o grau de uso do recurso hídrico em relação à máxima vazão passível de ser outorgada; e o índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos (icp), relacionado ao planejamento, demonstra as possibilidades de intervenção no curso d'água a fim de se buscar soluções de impacto imediato e de longo prazo para a mitigação de potenciais conflitos pelo uso da água (SILVA et al., 2015).

### 3.6.3 Classificação Climática - Índice de umidade

O clima influencia diretamente no processo de entrada e saída de água em uma bacia hidrográfica. A grande variação climática anual e sazonal do Brasil, devido as suas dimensões territoriais, determina a disponibilidade hídrica, constituindo-se como um mecanismo de sustentabilidade das atividades socioeconômicas (TUCCI; HESPANHOL; NETO, 2001). Além disso, as condições climáticas interferem na produção agrícola, no sistema econômico, no bem-estar da população e nas suas relações sociais. Assim, o ser humano é dependente das condições que o clima lhe impõe, estando sujeito às suas variações, sejam elas positivas ou negativas (JESUS, 2015).

A agricultura é influenciada principalmente pelo solo, água e clima. A identificação das características climáticas de uma região auxilia na avaliação do potencial agroclimático da área e das espécies vegetais adequadas a essa área, bem como a seleção de variedades de cultivos e necessidade de instalações de irrigação.

Dado a importância do fator clima, torna-se indispensável compreender a inter-relação entre os fenômenos atmosféricos. Para Nóbrega (2010), é possível analisar e definir os climas de diferentes regiões levando em consideração diferentes elementos climáticos ao mesmo tempo, otimizando a troca de informações e análises posteriores para diferentes propósitos. Nesse sentido, a temperatura do ar e as precipitações podem ser consideradas como os principais elementos climáticos, pois indicam os níveis energéticos e as disponibilidades hídricas da região (ROLIM et al., 2007; CUNHA; MARTINS, 2009).

As classificações climáticas de Köppen (1931) e Thornthwaite (1948) são as mais utilizadas, sendo a primeira baseada nas características térmicas e na distribuição sazonal da precipitação, e a segunda, fundamentada em dois índices climáticos principais (umidade e eficiência térmica). Ambas são fundamentais para estudos de ecologia, agricultura e recursos hídricos (AYOADE, 2010; SOUZA et al., 2013). O princípio da classificação climática é aplicado para expressar os diferentes agrupamentos das características da atmosfera em diferentes regiões do globo (PÉDELABORDE, 1970).

Portanto, a classificação climática identifica áreas ou regiões com características climáticas e biogeográficas relativamente homogêneas, fornecendo indicações importantes sobre as condições ecológicas, suas potencialidades agrícolas e o meio ambiente da região (ANDRADE JÚNIOR et al., 2005). Além disso, a delimitação do clima permite determinar áreas semelhantes sob a perspectiva socioeconômica (MEDEIROS et al., 2015) e fornece informações sobre as zonas de oferta e demanda de recursos hídricos e segurança alimentar (FORSYTHE et al. 2015).

Souza et al. (2013) explica que, apesar de serem desenvolvidos muitos trabalhos para definição das classificações climáticas no território brasileiro,

algumas diferenças espaciais são omitidas em função da grande extensão do país. Por isso é importante que as mesmas sejam aplicadas para regiões geográficas de menor extensão (KUINCHTNER; BURIOL, 2001).

A classificação climática de Thornthwaite define o tipo climático seco ou úmido utilizando dados de temperatura do ar e precipitação associados aos valores de evapotranspiração potencial e elementos do balanço hídrico climatológico para a análise de zonas climáticas (ROLIM et al. 2007; HERCEG et al. 2017; ZAREIE et al. 2016). Em comparação ao sistema de Köppen, Thornthwaite permite uma maior sensibilidade na definição dos limites climáticos, pois detecta pequenas variações espaciais com maior eficiência (CUNHA; MARTINS, 2009).

O balanço hídrico climatológico é utilizado para estimar o armazenamento da água no solo ao longo do tempo. É uma das maneiras de monitorar a água disponível, o excedente hídrico e o déficit hídrico, sendo importante para gestão de bacias hidrográficas e planejamento agrícola (TAYLOR; PHILP 2016).

O Sistema de Classificação Climática de Thornthwaite baseia-se em índices calculados a partir dos valores de deficiência hídrica anual (DEF), excedente hídrico anual (EXC) e a evapotranspiração potencial anual (ETP) extraídos do Balanço Hídrico. O índice hídrico (Ih) – Equação 13, índice de aridez (Ia) – Equação 14, e índice de umidade (Iu) – Equação 15, são utilizados na determinação dos tipos e subtipos climáticos. Para o fator hídrico, o tipo climático é representado pelo Iu, enquanto que o subtipo climático é determinado pelo Ia ou Ih (MARTINS et al., 2018).

$$Ih = \left( \frac{EXC}{ETP} \right) * 100$$

(13)

$$Ia = \left( \frac{DEF}{ETP} \right) * 100$$

(14)

$$Iu = ih - 0,6 * Ia$$

(15)

em que, EXC - excedente hídrico, em mm; ETP - evapotranspiração potencial anual, em mm; DEF - deficiência hídrica, em mm; Ih- índice hídrico; Ia - índice de aridez; Iu - índice de umidade.

O índice de umidade de Thornthwaite tem sido tradicionalmente utilizado como parâmetro do índice climático para estimar o estado de umidade anual dos solos, pois caracteriza a região por seu nível de aridez e umidade (LEÃO, 2016).

Diversos trabalhos já foram desenvolvidos para definição das classificações climáticas no Brasil e no mundo. Talchabhadel et al. (2019) usaram um modelo de Thornthwaite para caracterizar o clima do Nepal por meio do índice de umidade, usando um grande número de estações nos últimos 30 anos (1986-2015), e concluíram que 60% de seu território é considerado úmido. Souza et al. (2019) identificaram as regiões climáticas que ocorrem no interior do estado de Tocantins e sua variabilidade espacial. Assim, puderam definir zonas climáticas mais adequadas às atividades agropecuárias em Tocantins.

Moraes et al. (2020) também utilizaram o Sistema de Classificação Climática de Thornthwaite para delimitar as áreas com potencial produtivo de palmeiras nativas na Amazônia. De Oliveira Aparecido et al. (2020) calcularam os índices de aridez, hídrico e de umidade para todos os municípios do Mato Grosso do Sul, e posteriormente classificados de acordo com Thornthwaite (1948), com o objetivo de avaliar a influência das mudanças climáticas no balanço hídrico climatológico no bioma Pantanal do Brasil.

#### 3.6.4 Índice de Segurança Hídrica – ISH

A saúde e bem-estar das comunidades com o acesso a água segura e com eficazes sistemas de saneamento constitui um fator determinante para o desenvolvimento econômico e social da sociedade (VIEIRA, 2018). De acordo com o relatório divulgado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), cerca de três em cada dez pessoas em todo mundo não tem acesso a água potável e disponíveis em casa, e 4,4 bilhões de pessoas não tem acesso a saneamento básico gerido de forma segura. Das 2,1 bilhões de pessoas que não possuem água com gestão

segura, 844 milhões não têm nem um serviço básico de água potável. Isso inclui 263 milhões de pessoas que precisam gastar mais de 30 minutos por viagem para obter água de fontes fora do lar, e 159 milhões que ainda bebem água não tratada de fontes de água superficiais, como riachos ou lagos (OMS; UNICEF, 2017).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2020), segurança hídrica se refere à disponibilidade de água de qualidade e em quantidade suficiente para atender as necessidades humanas, atividades econômicas e conservação de ecossistemas aquáticos. A segurança hídrica está relacionada à gestão de riscos de eventos climáticos extremos a que a população e o meio ambiente estão sujeitos (ANA, 2019). Ou seja, é “a capacidade de uma população de salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade para garantir meios de sobrevivência, o bem estar humano, o desenvolvimento socioeconômico; para assegurar proteção contra poluição e desastres relacionados à água, e para preservação de ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política” (UN-WATER, 2013, p. VI).

Em 2019, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), em parceria com o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), desenvolveram o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), o qual consiste em um conjunto de intervenções estruturais e estratégicas para garantir a oferta de água e gestão dos riscos associados a eventos críticos, como cheias e secas (ANA, 2019). Para auxiliar na definição de políticas públicas, são utilizados índices que determinam a situação da segurança hídrica em relação a vários aspectos. Assim, no âmbito do PNSH, foi desenvolvido o Índice de Segurança Hídrica – ISH, para caracterizar as diferentes dimensões da segurança hídrica dentro no território nacional.

O ISH tem como objetivo retratar as condições da segurança hídrica ou insegurança hídrica de forma simples, incorporando o conceito de risco aos usos da água, expondo a diversidade climática, de ecossistemas e de uso e ocupação da terra, conduzindo e criando o elo entre as políticas públicas de infraestrutura hídrica e de gestão dos recursos hídricos. Foi estruturado a partir de quatro dimensões: humana, ecossistêmica, econômica e resiliência (ANA,

2019). Assim, por meio de um único valor, o ISH reflete os índices de desabastecimento da população e perdas econômicas por falta de água.

Cada dimensão é composta por um ou mais indicadores, formando uma combinação de variáveis ou atributos mensuráveis que, segundo a ANA, são capazes de quantificar aspectos pertinentes à segurança da água (BRITO et al., 2021). No processo de composição do ISH, em cada dimensão, foram atribuídos pesos aos respectivos indicadores para cálculo da média ponderada e normalização do índice. As dimensões humana e econômica permitem quantificar os déficits de atendimento às demandas efetivas (abastecimento humano e setor produtivo) e riscos associados, enquanto as demais dimensões, ecossistêmica e de resiliência, possibilitam identificar as áreas mais críticas e vulneráveis. Os indicadores possuem valores normalizados, classificados em cinco faixas. As classes variam de 1 a 5, em ordem decrescente do nível de segurança hídrica, conforme Figura 2. Por fim, o grau de segurança hídrica é resultante de uma média simples ou ponderada dos graus de segurança de cada dimensão (ANA, 2019).

Figura 2 – Classes do ISH

Símbolo	Intervalo	Grau
	1,00 - 1,5	Mínimo - 1
	1,51 - 2,5	Baixo - 2
	2,51 - 3,5	Médio - 3
	3,51 - 4,5	Alto - 4
	4,51 - 5,0	Máximo - 5

O ISH foi calculado para dois cenários referentes aos anos de 2017 e 2035. As mudanças entre o cenário observado e o previsto ocorrem em duas variáveis: nas estimativas de demanda por água e na estimativa da população urbana, alterando o grau da Dimensão Humana. A Figura 2 ilustra os indicadores das cinco dimensões utilizadas para elaboração do Índice de Segurança Hídrica.

Figura 3 - Dimensões do Índice de Segurança Hídrica - ISH



Fonte: ANA (2019).

Estudos recentes abordam o conceito de segurança hídrica aplicado ao abastecimento urbano (KRUEGER et al., 2019; JENSEN; WU, 2018; VEETIL; MISHRA, 2018; PADOWSKI et al., 2016) sendo que o ISH tem se mostrado eficiente no mapeamento da segurança hídrica de todo o Brasil. Machado (2018) propôs um conjunto de indicadores de segurança hídrica visando a melhoria da capacidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos superficiais da Bacia Hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim.

De Melo et al. (2021) desenvolveram um modelo capaz de avaliar a segurança hídrica com base em indicadores convencionais e o risco associado a partir de uma medida agrupada de gravidade, frequência e confiabilidade dos dados para o Estado de Minas Gerais. Rodriguez e Rodriguez (2021) utilizaram o ISH proposto pela ANA para analisar a situação hídrica aliada à municipalidade constatando que os planos desenvolvidos pelo PNSH são em sua grande parte realizados sem levar em consideração as pequenas bacias que são compartilhadas por pequenos municípios.

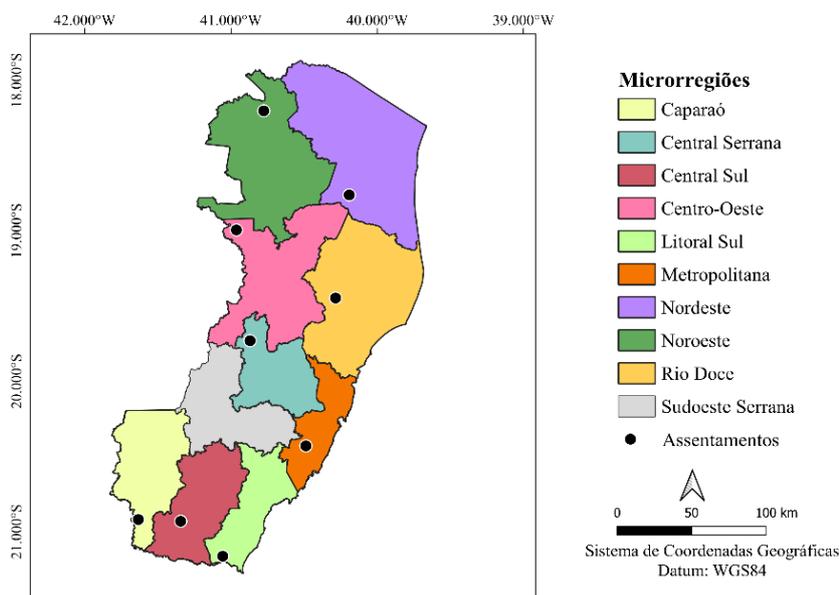
## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Nesse tópico serão abordados os meios aplicados para obtenção dos resultados deste estudo. Aqui, constam as informações acerca do modelo desenvolvido, da área escolhida como estudo de caso, aquisição dos dados, bem como a metodologia desenvolvida para construção dos índices e análise das informações geradas.

### 4.1 Área em estudo

Segundo a Lei 9.768, de 20 de dezembro de 2011, o Estado está dividido em 10 microrregiões de planejamento (Espírito Santo, 2011). A área em estudo compreende nove Projetos de Assentamentos rurais do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA nas microrregiões do Espírito Santo (Figura 4).

Figura 4 – Localização dos Assentamentos nas microrregiões do Espírito Santo.



Fonte: Espírito Santo (2011). Base de dados obtida INCRA (2019).

Os assentamentos para esse estudo foram selecionados considerando suas características similares, como tamanho e quantidade de famílias assentadas, bem como sua localização. Ou seja, um assentamento para cada microrregião do estado, excetuando-se a Sudoeste Serrana. Na Tabela 1 estão

dispostos os assentamentos, as microrregiões e municípios que estão inseridos e localização.

Tabela 1 – Localização dos assentamentos

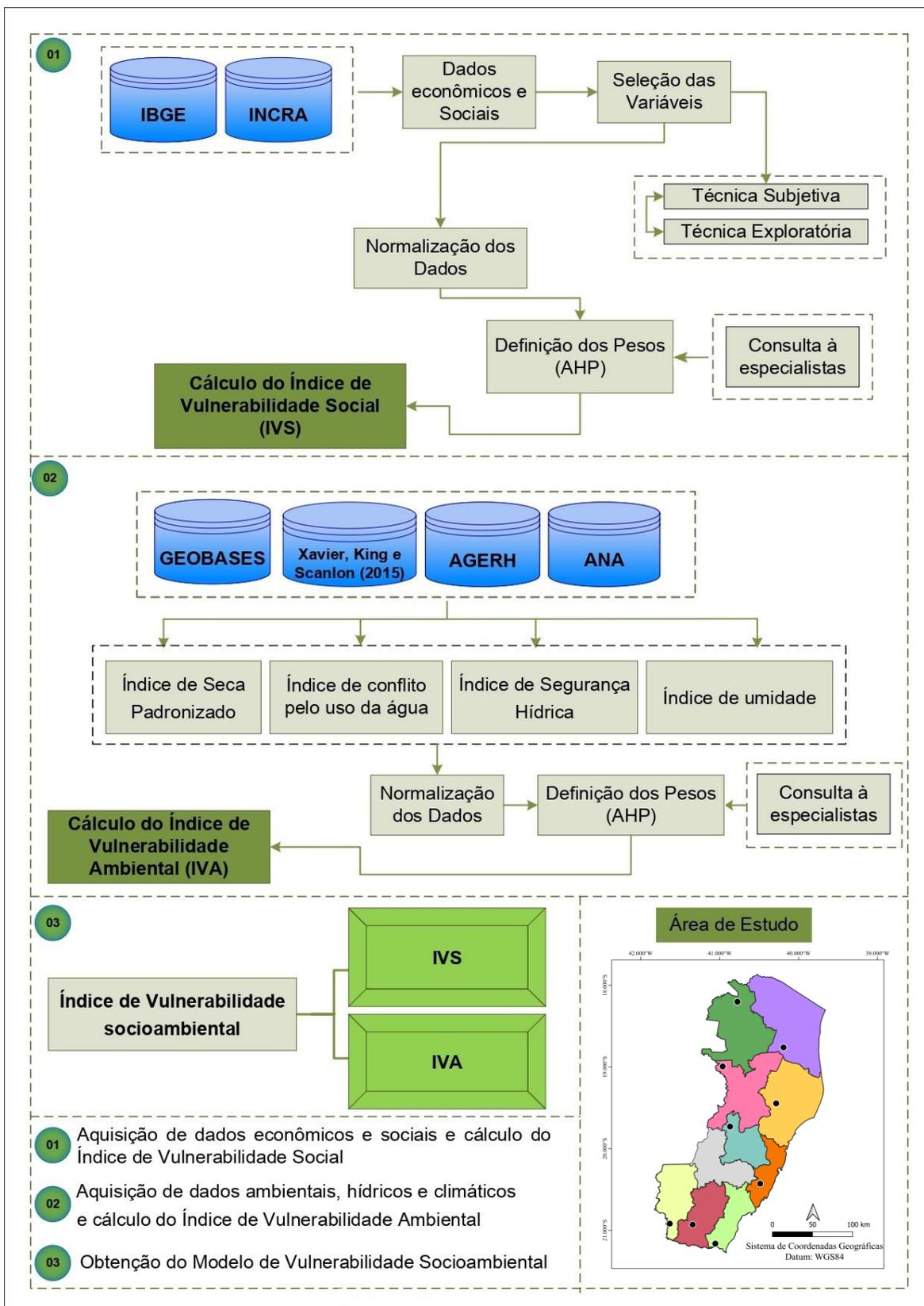
<b>Assentamento</b>	<b>Município</b>	<b>Microrregião</b>	<b>Latitude (°)</b>	<b>Longitude (°)</b>
PA. Santa Clara	Viana	Metropolitana	-20,458454	-40,526261
PA. Ita	Itaguaçu	Central Serrana	-19,768270	-40,868340
PA. José Marcos	Presidente Kennedy	Litoral Sul	-21,164798	-41,100130
PA. Monte Alegre	Muqui	Central Sul	-20,949090	-41,395415
PA. Florestan Fernandes	Guaçuí	Caparaó	-20,929081	-41,723241
PA. Sezinio Fernandes	Linhares	Rio Doce	-19,475890	-40,287370
PA. Boa Esperança	Alto Rio Novo	Centro-Oeste	-19,05077	-40,966470
PA. Georgina	São Mateus	Nordeste	-18,778020	-40,212720
PA. Novo Sonho	Ecoporanga	Noroeste	-18,199282	-40,801672

A temperatura média anual nas regiões onde os assentamentos estão inseridos é de 24,1 °C, variando de 23,1 a 25,1 °C, com valores mais elevados no nordeste do estado. A precipitação média anual é de 1178,8 mm, com o maior valor (1356,7mm) na região Central Sul e menor na região Centro Oeste com 1031,5 mm.

#### 4.2 Etapas metodológicas para geração do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental – IVUSA

Para a compressão da vulnerabilidade socioambiental é necessário o entendimento inicial, de forma separada, dos elementos, processos e interações que comandam as dinâmicas socioeconômicas e ambientais. Logo, a metodologia desta pesquisa foi dividida em três etapas: a vulnerabilidade socioeconômica, a vulnerabilidade ambiental e por fim, a integração destas duas para a definição da vulnerabilidade socioambiental dos assentamentos. Os procedimentos necessários para obtenção do Índice Socioambiental estão descritos nos itens a seguir e resumidamente no fluxograma metodológico (Figura 5).

Figura 5 - Etapas para geração do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental.



Fonte: A autora

#### 4.2.1 Dados socioeconômicos e cálculo do Índice de Vulnerabilidade Social - IVS

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é construído a partir da compilação das características que mais representam as vulnerabilidades da população em estudo. O índice socioeconômico compreende dados sobre a pobreza, renda, educação, saúde, e saneamento básico. A princípio, o projeto de tese previa a aquisição desses e demais informações por meio da aplicação *in loco* de questionários semiestruturados para todas as famílias nas comunidades, todavia a pandemia mundial da COVID-19 impossibilitou essa etapa e, como alternativa, essas variáveis foram obtidas a partir do último Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em 2010.

Ainda não existe consenso sobre quais indicadores devem ser utilizados para mensurar a vulnerabilidade social, assim para a escolha desses indicadores seguiu-se os passos:

- Técnica subjetiva, conforme conhecimento do pesquisador sobre riscos sociais;
- Técnica exploratória utilizando-se de pesquisa e revisão da literatura para identificar estudos semelhantes relacionados à vulnerabilidade socioambiental no Brasil, possibilitando a seleção de indicadores coincidentes em condições sociais que se repetem (VASCONCELOS, 2019).

Para diagnosticar a vulnerabilidade social foram considerados os indicadores: saneamento básico, Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM), incidência da pobreza e Índice de GINI, que depois de integradas representam a situação sociodemográfica das famílias assentadas.

O Indicador de saneamento básico representa o percentual de domicílios que possuem saneamento básico considerando os sistemas de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotamento sanitário e de resíduos sólidos adequados. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM é uma

medida geral e sintética utilizada para classificar o grau de desenvolvimento econômico e qualidade de vida dos lugares. O IDHM brasileiro segue as mesmas três dimensões do IDH global – saúde, educação e renda. O IDHM é um número que varia entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano de um município.

A pobreza, assim como a desigualdade, pode ser medida de diferentes formas. A medida de pobreza mais utilizada é a proporção de pobres que é a razão entre o número de pessoas que vive abaixo da linha de pobreza e a população total. O Índice de Gini mede o grau de concentração de renda de determinado grupo. Ou seja, de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita. Seu valor é 0 quando não há desigualdade (a renda domiciliar per capita de todo os indivíduos tem o mesmo valor) e tende a 1 à medida que a desigualdade aumenta.

A construção do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) pode ser expressa pelo somatório dos indicadores e ponderada por diferentes pesos associado aos mesmos, conforme Equação 1,

$$IVS = \frac{\sum_{i=1}^n IND_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (1)$$

em que, IVS: Índice de vulnerabilidade social, adimensional; IND: Indicador; P: peso.

Os indicadores que o compõe o IVS seguiram uma padronização conforme item 4.4.

Os pesos de cada variável que compõe o IVS foram definidos pelo método “Processo Analítico Hierárquico” (*Analytic Hierarchy Process – AHP*), desenvolvido por Saaty (1977). Esse método é comumente utilizado na definição de pesos e importância de variáveis para identificação das áreas mais vulneráveis. A construção da hierarquia requer experiência e conhecimento do tema técnico-científico referente ao problema e, portanto adotou-se a metodologia descrita no item 4.5.

A partir do cálculo do IVS foi possível estabelecer uma classificação entre os valores de intervalos encontrados (vulnerabilidade muito baixa, baixa,

moderada, alta e muito alta). Portanto, os valores mais próximos de um refletem maior vulnerabilidade e, por conseguinte, apresentam as piores condições sociais e econômicas.

O IVS varia de 0 a 1, de modo que, quanto mais próximo a 1, maior é a vulnerabilidade social de um assentamento. As classes podem ser muito baixa (0 a 0,200), baixa (0,201 a 0,300), média (0,301 a 0,400), alta (0,401 a 0,500) ou muito alta ( $\geq 0,501$ ) (IPEA, 2015), como observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Classes do IVS

<b>Índice</b>	<b>Nível de vulnerabilidade social</b>
0,00 – 0,200	Muito baixa
0,201 – 0,300	Baixa
0,301 – 0,400	Moderada
0,401 – 0,500	Alta
0,501 – 1,00	Muito alta

#### 4.2.2 Dados ambientais e cálculo do Índice de Vulnerabilidade Ambiental - IVA

Os dados ambientais (hidrológicos e climáticos) dos assentamentos têm como objetivo identificar e descrever o meio ambiente das áreas de estudo e, sobretudo, as potencialidades, limitações e riscos ambientais. Para a construção do Índice de vulnerabilidade ambiental, foram utilizados os seguintes indicadores: Índice Padronizado de Precipitação (SPI), Índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos (icg), Índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos (icp), Índice de segurança hídrica (ISH), e Índice de umidade (Iu).

A realização da Classificação Climática de Thornthwaite (1948), com enfoque no Índice de Umidade (Iu) e a aplicação do Índice de Precipitação Padronizado (SPI), foram utilizadas para identificar as condições úmidas e secas ao longo do tempo nas áreas de estudo. Portanto, o SPI foi aplicado para identificar os períodos classificados como moderadamente, severamente

e extremamente secos e obter uma perspectiva da escassez de chuva no período de 1980 a 2016.

A ocorrência de estiagens torna os conflitos mais frequentes e intensos no meio rural. Os Índices icp e icg apresentam numericamente a condição de utilização dos recursos hídricos, diante dos potenciais conflitos pelo uso da água. Por isso, na composição do IVA esses indicadores foram utilizados com o objetivo de conhecer a quantidade de água já comprometida pelo uso, concedido através das outorgas, nos assentamentos.

O ISH determina e caracteriza a situação da segurança hídrica em relação a vários aspectos. Reflete por meio de um único valor, os índices de desabastecimento da população e perdas econômicas por falta de água. O ISH contempla um conjunto de indicadores que retrata a água em quantidade e qualidade para abastecimento e setor produtivo (industrial, pecuária e irrigação), disponibilidade de água para usos naturais, reservas (artificiais e naturais) e a variabilidade pluviométrica. Portanto, no IVA o ISH trata-se de um indicador de disponibilidade hídrica em diversas dimensões.

#### 4.2.2.1 Índice Padronizado de Precipitação (SPI)

O cálculo do SPI desenvolvido por Mckee et al. (1993) requer uma série de dados mensais com no mínimo trinta anos. Para cálculo do índice utilizou-se dados mensais de precipitação pluviométrica de 1980 a 2016, obtidos a partir do trabalho de Xavier, King e Scalon (2016), disponibilizados em (<https://utexas.app.box.com/v/Xavier-et-al-IJOC-DATA>). Este trabalho contém dados meteorológicos diários, em grids com resolução de 0,25° x 0,25° (27,78 km), extraídos de estações automáticas e convencionais disponíveis no Brasil.

Após identificação das áreas do estudo a partir de coordenadas geográficas, foram selecionados os respectivos pixels para extração dos dados desejados, utilizando um *script* no software *Spyder*, segundo Cesconetto (2021). Elaborou-se então planilhas eletrônicas contendo os dados e as respectivas coordenadas geográficas de assentamento.

Os dados mensais de precipitação de 36 anos foram usados como parâmetro de entrada para o cálculo do SPI, ao qual utilizou-se o software MDM (*Meteorological Drought Monitoring*) que consiste em um programa computacional para calcular índices de seca meteorológica com base em chuva (AgriMetSoft, 2017). Os resultados do *software* podem ser obtidos em escalas média anual, mensal e sazonal de 3, 6, 9, 12, 18, 24 e 48 meses. Neste trabalho adotou-se a escala de tempo anual e a precipitação normal como a média dos anos hidrológicos de 1980 a 2016.

Os valores do SPI foram calculados para a escala temporal anual, seguindo a metodologia descrita em Mckee et al. (1993). Os dados de totais mensais precipitados foram ajustados à distribuição de probabilidade Gama. Com base na distribuição probabilística Gama, a relação entre a probabilidade de ocorrência e os valores de precipitação, pode ser expressa pela Equação 2:

$$g(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad (2)$$

em que,  $\alpha$  = parâmetro de forma da distribuição gama,  $\alpha > 0$  (adimensional);  $\beta$  = parâmetro de escala da distribuição gama,  $\beta > 0$  (mm);  $x$  = total de precipitação,  $x > 0$  (mm);  $\Gamma(\alpha)$  = função gama; e  $g(x)$  distribuição gama.

A função gama é representada pela Equação 3:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} y^{\alpha-1} e^{-y} dy \quad (3)$$

O método da máxima verossimilhança de Thom (1966) é utilizado para ajustar os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ :

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (4)$$

$$\beta = \frac{x}{\alpha} \quad (5)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (6)$$

em que,  $\bar{x}$  = média aritmética da precipitação pluvial (mm); e  $n$  = números de observações da série de precipitação (adimensional).

Feito isso, os resultados dos parâmetros são utilizados para calcular a probabilidade cumulativa de um evento de precipitação para a escala de tempo considerada, conforme Equação 7:

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dx \quad (7)$$

A distribuição gama  $\Gamma(\alpha)$ , não é definida para  $x=0$ , no entanto, é possível que a série histórica de registros tenha valores iguais à zero de precipitação, tornando-se necessário definir a função para esses valores. Logo, após a estimação de  $g(x)$  para as séries de precipitação sob investigação, o SPI pode ser calculado por meio da Equação 8:

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \quad (8)$$

Se  $m$  é o número de zeros em uma série de precipitações de  $n$  dados, Thom (1966) indica que  $q$  pode ser estimado por:

$$q = \left(\frac{m}{n}\right) \quad (9)$$

Em que,  $q$  é a probabilidade de ocorrência de precipitação zero;  $m$  é o número de observações com chuva igual a zero;  $n$  é o número de observações com chuva maior que zero;  $H(x)$  é a distribuição de probabilidade cumulativa.

Assim, prossegue-se convertendo a distribuição de probabilidade cumulativa  $H(x)$  em uma variável aleatória normalizada ( $Z$ ), com média zero e desvio padrão igual a unidade, que corresponde ao valor de SPI. O valor de ( $Z$ )

pode ser obtido pela aproximação matemática desenvolvida por Abramowitz e Stegun (1965):

$$Z = SPI = -\left(t \frac{C_0 + C_1 + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right) \text{ para } 0 < H(x) \leq 0,5 \quad (10)$$

$$Z = SPI = +\left(t \frac{C_0 + C_1 + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right) \text{ para } 0,5 < H(x) \leq 1 \quad (11)$$

Os coeficientes das Equações 10 e 11 são:

$C_0 = 2,515517$ ;  $C_1 = 0,802853$ ;  $C_2 = 0,010328$ ;  $d_1 = 1,432788$ ;  $d_2 = 0,189269$ ;  $d_3 = 0,001308$

$t$  é definido por:

$$t = \sqrt{\ln \ln \left[ \frac{1}{(H(x))^2} \right]} \text{ para } 0 < H(x) \leq 0,5 \quad (12)$$

$$t = \sqrt{\ln \ln \left[ \frac{1}{1 - (H(x))^2} \right]} \text{ para } 0,5 < H(x) \leq 1 \quad (13)$$

Após a determinação dos valores de SPI, os assentamentos foram classificados quanto à severidade da seca conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Valores do índice padronizado de precipitação e classes de seca e umidade.

<b>SPI</b>	<b>Classe</b>
$\geq 2,00$	Extremamente úmido
1,5 – 1,99	Severamente úmido
1,00 – 1,49	Moderadamente úmido
0,1 – 0,99	Umidade incipiente
0 – -0,99	Seca incipiente
-1,00 – -1,49	Moderadamente seco
-1,50 – -1,99	Severamente seco
$\leq - 2,00$	Extremamente seco

Fonte: McKee et al. (1993,1995) citado por Blain et al. (2010).

Para efeito do cálculo do IVA foi necessário estabelecer somente um único valor de entrada no Índice. Para isso, calculou-se a média histórica do SPI para cada assentamento.

#### 4.2.2.2 Índice de conflito pelo uso da água

Para o cálculo do índice de conflito pelo uso da água foram necessários os valores das vazões outorgadas e das vazões estimadas nas confluências da hidrografia em cada assentamento, conforme Moreira et al. (2012). Portanto, são necessários os dados da vazão mínima ( $Q_{90}$ ), uma vez que esta é a vazão mínima de referência adotada pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH), sendo a percentagem máxima passível de outorga correspondente a 50%; da vazão média de longa duração ( $Q_{mld}$ ); das vazões outorgadas ( $Q_{out}$ ) e das vazões estimadas na foz dos segmentos da hidrografia.

Os dados das vazões  $Q_{90}$ ,  $Q_{mld}$ , bem como as informações do cadastro de outorgas e interferências foram adquiridos junto ao banco de dados da AGERH. Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas contendo as

coordenadas geográficas do ponto de captação, a finalidade de uso da água e o volume outorgado.

Conforme proposto por Moreira et al. (2012) foram calculados os índices de conflito pelo uso da água na gestão ( $i_{cg}$ ) e índices de conflito pelo uso da água no planejamento ( $i_{cp}$ ) dos recursos hídricos das bacias, considerando-se o segmento de um rio como unidade de estudo.

O valor de  $i_{cg}$  é dado por:

$$i_{cg} = \frac{Q_{out}}{xQ_{mr}} \quad (14)$$

Em que,  $i_{cg}$  = índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos, adimensional;  $Q_{out}$  = vazão outorgada a montante da foz do segmento em estudo em  $m^3 s^{-1}$ ;  $x$  = percentagem expressa em decimal da  $Q_{mr}$  passível de ser outorgada, adimensional;  $Q_{mr}$  = vazão mínima de referência estimada na foz do segmento em estudo, em  $m^3 s^{-1}$ .

Para o estudo em questão, utilizou-se como percentual da vazão mínima de referência o valor de 50% da  $Q_{90}$ . Logo, o produto obtido por  $x$  e  $Q_{mr}$  corresponde à vazão máxima passível de ser outorgada para usos consuntivos no Espírito Santo. Os valores de  $i_{cg}$  podem variar entre  $0 \leq i_{cg} \leq 1$ , situação na qual as vazões outorgadas a montante da foz do segmento em estudo se encontram dentro dos limites legais; e para  $i_{cg} > 1$  significa que as vazões outorgadas a montante da foz do segmento em estudo superam os limites previstos pela legislação.

O Índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos ( $i_{cp}$ ) é expresso pela Equação:

$$i_{cp} = \frac{Q_{out}}{Q_{mld}} \quad (15)$$

em que  $i_{cp}$  = índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos, adimensional; e  $Q_{mld}$  = vazão média de longa duração na foz do segmento em estudo, em  $m^3 s^{-1}$

Os valores de  $i_{cp}$  variam entre  $0 \leq i_{cp} \leq 1$ , que refere-se à situação na qual, existindo o conflito pelo uso da água, ainda se pode contorná-lo com a adoção de medidas estruturais; e  $i_{cp} > 1$  que diz respeito ao cenário que na qual o conflito não pode ser contornado apenas com medidas estruturais

#### 4.2.2.3 Índice de umidade ( $I_u$ )

Inicialmente foram utilizados dados pluviométricos e de temperatura do ar, além das latitudes correspondentes aos assentamentos, para o cálculo do balanço hídrico climatológico baseado na metodologia de Thorwthwaite e Mather (1955), o qual fornece informações da disponibilidade hídrica pelo cálculo de excedente (EXC), de deficiência (DEF) e de retirada e reposição (ALT) hídrica no solo. Foram utilizados dados médios mensais de 1980 a 2016, obtidos a partir do banco de dados disponibilizado por Xavier, King e Scalon (2016).

Os procedimentos para obtenção do balanço hídrico climático foram realizados a partir do método proposto por Thornthwaite e Mather (1955). Para isso, utilizou-se as planilhas eletrônicas no Excel desenvolvidas por Rolim e Sentelhas (1999). Desta forma, foram pode-se obter os valores normais das seguintes variáveis: evapotranspiração real e potencial, excedente e deficiência hídrica.

Posteriormente, com base nos valores médios anuais de cada variável do balanço hídrico climatológico ( $EXC$ ,  $DEF$  e  $ETP$ ) foram calculados: o Índice Hídrico ( $I_h$ ), o Índice de Aridez ( $I_a$ ) e o Índice de Umidade ( $I_u$ ) (OMETTO, 1981), presentes na Classificação Climática de Thornthwaite (1948). Para ambos os cálculos, assumiu-se a capacidade de água disponível do solo (CAD) igual a 100 mm. Visto que o método proposto por Thornthwaite (1948) utiliza dados do excesso e déficit hídrico anual, derivada do balanço hídrico, nesse trabalho o foco principal foi no Índice de Umidade ( $I_u$ ) com o objetivo de identificar as condições úmidas ao longo do tempo nas áreas dos assentamentos.

Para o índice hídrico (*Ih*), que é a relação em porcentagem entre o excedente hídrico (*EXC*) e a evapotranspiração potencial (*ETP*), seguiu-se a Equação 16:

$$Ih = \left( \frac{EXC}{ETP} \right) * 100 \quad (16)$$

Feito isso, determinou-se o índice de aridez (*Ia*), que representa a deficiência hídrica:

$$Ia = \left( \frac{DEF}{ETP} \right) * 100 \quad (17)$$

Finalmente o índice de umidade (*Iu*) é definido pela equação:

$$Iu = ih - 0,6 * Ia \quad (18)$$

Onde: *Ih*=Índice Hídrico; *Ia*=Índice de Aridez; *Iu*=Índice de Umidade; *EXC* = excedente hídrico oriundo do *BHC* (mm); *DEF* = déficit hídrico oriundo do *BHC* (mm); *ETP* = evapotranspiração potencial oriunda do *BHC* (mm).

Os tipos climáticos correspondem aos valores do *Iu*. Portanto, os valores podem variar entre  $-60 \leq Iu \leq 100$ , do árido ao super-úmido e correspondem a umidade de cada local.

#### 4.2.2.4 Índice de Segurança Hídrica (*ISH*)

O Índice de Segurança Hídrica (*ISH*) foi elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA) para retratar as diferentes dimensões da segurança hídrica, incorporando o conceito de risco aos usos da água (ANA, 2019). A metodologia nesse trabalho visa adicionar os resultados do *ISH* como um indicador para compor o índice de vulnerabilidade socioambiental proposto.

Assim, realizou-se download dos dados vetoriais do índice de segurança hídrica do Brasil por meio do portal de metadados da ANA (<https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>). Os dados, que

estão disponibilizados em escala de ottobacias, foram analisados e extraiu-se àqueles referentes às áreas dos assentamentos com o uso do software livre QGIS 3.18.1.

Nos casos dos assentamentos cuja dimensão territorial abrange duas ou mais ottobacias, foi necessário realizar uma média aritmética ponderada entre os valores do *ISH*, considerando as áreas de cada ottobacia conforme equação:

$$ISH = \frac{\sum_{i=1}^n xi * \acute{a}rea}{\sum_{i=1}^n \acute{a}rea} \quad (19)$$

Em que:  $xi$ = valor do *ISH* na ottobacia; área= área em km<sup>2</sup> da ottobacia.

Para diagnosticar a vulnerabilidade ambiental desenvolveu-se o Índice de Vulnerabilidade Social (*IVA*), conforme equação 20.

$$IVA = \frac{\sum_{i=1}^n IND_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (20)$$

em que, *IVA*: Índice de vulnerabilidade ambiental, adimensional; *IND*: Indicador; *P*: peso.

Ressalta-se que para cálculo do *IVA*, os indicadores que o compõe seguiram uma padronização conforme item 4.4.

#### 4.3 Geração do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental

O Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (*IVUSA*) foi calculado usando diferentes pesos para o Índice de Vulnerabilidade Ambiental (*IVA*) e Índice de Vulnerabilidade Social (*IVS*), como pode ser visualizado na equação 21.

$$IVUSA = \frac{(IVA * 0,40) + (IVS * 0,60)}{2} \quad (21)$$

Em que: *IVUSA*= Índice de Vulnerabilidade Socioambiental; *IVA*= Índice de Vulnerabilidade Ambiental; *IVS*= Índice de Vulnerabilidade Social.

Tratando-se especialmente de assentamentos da reforma agrária, para o cálculo do *IVUSA*, estabeleceu-se diferentes pesos para os índices ambiental e social, visto que a problemática das áreas onde estão inseridos envolve principalmente o contexto social. Portanto, considerou-se o peso de 0,40 para o *IVA* e 0,60 para o *IVS*.

Dessa forma, foi possível encontrar um valor em uma escala que varia de 0 a 1, onde o máximo corresponde a 1, Vulnerabilidade muito alta e 0 vulnerabilidade muito baixa. Para a representação gráfica do índice, categorizou-se as áreas dos assentamentos conforme classes de vulnerabilidade, definindo-se diferentes cores aos respectivos valores para representar o nível de vulnerabilidade socioambiental dos assentamentos. A escala seguiu os mesmos valores de classificação da Tabela 2.

#### 4.4 Normalização dos dados

Nessa etapa foram padronizadas as variáveis dos índices de vulnerabilidade social e ambiental para harmonizar as escalas dos diferentes dados. Para efeito deste trabalho, foi usada a normalização *min-max* que mapeia os dados do vetor original  $X$  em um novo domínio, definido pelo intervalo  $[Lmin, Lmax]$ , por meio de transformações lineares, definidas pela função:

$$X' = \frac{X - Xmin}{Xmax - Xmin} (Lmax - Lmin) + Lmin \quad (22)$$

em que:

$X'$ = variável normalizada;  $X$  = variável observada a ser normalizada;  $Xmin$ = Valor mínimo da variável  $X$ ;  $Xmax$ = Valor máximo da variável  $X$ .

Os indicadores que compõe este estudo podem exercer relação positiva com a vulnerabilidade quando contribuem para a diminuição da mesma, ou relação negativa, contribuindo para o aumento da vulnerabilidade. Para os

indicadores com relação positiva, utilizou-se a equação 23 e para àqueles com relação negativa, a equação 24. Assim, possibilitou-se o cruzamento entre os indicadores, ao qual gerou resultados que variam entre “0” zero e “1” um. Portanto quanto mais próximo de zero, menor a vulnerabilidade e, o contrário, quanto mais próximo de um, maior será a vulnerabilidade.

$$\text{Positiva: } X_{i,j} = \frac{(X_{i,max} - X_{i,j})}{(X_{i,max} - X_{i,min})} \quad (23)$$

$$\text{Negativa: } X_{i,j} = \frac{(X_{i,j} - X_{i,min})}{(X_{i,max} - X_{i,min})} \quad (24)$$

Os tipos de relação (positiva ou negativa) que cada indicador representa em sua contribuição para a vulnerabilidade estão dispostos no Quadro 1.

Quadro 1 – Relação dos indicadores e sua respectiva situação com a vulnerabilidade.

<b>Indicador</b>	<b>Relação</b>
<b>Ambiental</b>	
SPI	+
Icg	-
Icp	-
ISH	+
Iu	-
<b>Socioeconômico</b>	
Saneamento básico	+
IDHM	+
Incidência de Pobreza	-
Índice de GINI	-

#### 4.5 Estrutura hierárquica dos indicadores e definição dos pesos

Para definir o grau de importância de cada indicador e construir a estrutura hierárquica dos indicadores, foram selecionados doze especialistas com diferentes visões sobre o tema. Os profissionais com vivência prática e acadêmica e conhecimento teórico puderam colaborar respondendo ao questionário para a composição do índice de vulnerabilidade socioambiental.

Para a realização das comparações par-a-par, foi elaborado um formulário utilizando um aplicativo *on line* de gerenciamento de pesquisas – *Google Forms* e enviado individualmente aos participantes pelo correio eletrônico juntamente com o convite para a participação e instruções para o correto preenchimento (APÊNDICE A). A partir da percepção de cada convidado, foram realizadas comparações entre os pares de critérios a fim de determinar um *ranking* de importância entre eles.

Assim, para a construção do *IVS* aqui proposto, a partir de dados do Censo Demográfico (2010) realizado pelo IBGE, foram identificados os indicadores que melhor representam as condições do assentamento e seu grau de importância. Para o *IVA* seguiu-se o mesmo procedimento analisando-se a influência de cada indicador para a representatividade do cenário ambiental.

A partir de comparações aos pares em cada nível de hierarquia, os participantes atribuem pesos aos critérios para diferenciar a importância relativa de cada elemento. As comparações pareadas são realizadas com base em uma escala de prioridades padrão, própria do Processo Analítico Hierárquico (PAULA E CERRI, 2012) conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Escala de comparadores com os respectivos pesos de importância

Valores	Importância mútua
1/9	Extremamente menos importante que
1/7	Muito fortemente menos importante que
1/5	Fortemente menos importante que
1/3	Moderadamente menos importante que
1	Igualmente importante a
3	Moderadamente menos importante que
5	Fortemente mais importante que
7	Muito fortemente mais importante que
9	Extremamente mais importante que

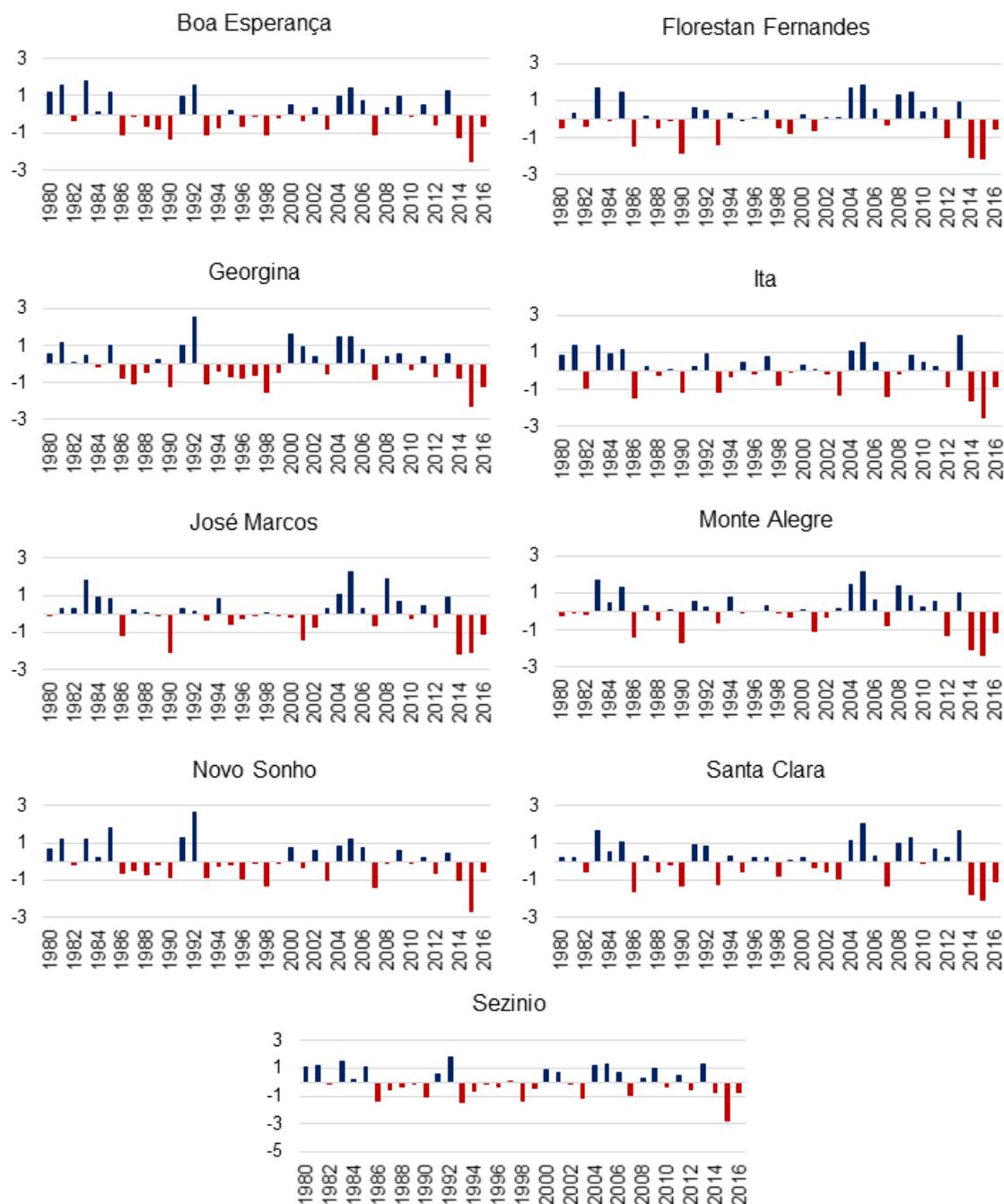
Fonte: adaptado de Saaty (1977).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do Índice Padronizado de Precipitação (*SPI*) foi possível identificar ocorrências de secas severas a extremas nas áreas dos assentamentos durante o período de 1980 a 2016 (APÊNDICE A). O período mais significativo de seca ocorreu de 2014 a 2016. Os resultados do *SPI* (Figura 6) indicaram condições de seca ou umidade excessiva apenas em alguns anos da série histórica de dados para as áreas de estudo. Como por exemplo, os anos de 1983 e 2005 apresentaram umidade severa e extrema com valores iguais ou inferiores -2,00. Em contrapartida, 2014 e 2015 foram anos severamente ou extremamente secos. Estes períodos podem intensificar, em alguns casos, os efeitos da pobreza nos assentamentos.

A seca observada em 2014 e 2015 também foi identificada por Maciel (2021) ao estudar as relações entre os aspectos climatológicos, hidrológicos e indicadores de pobreza em municípios de Minas Gerais. Segundo o autor, este déficit hídrico pode estar associado à “crise hídrica” ocorrida no sudeste do Brasil durante o verão, sendo este um dos períodos com os mais baixos índices pluviométricos nos últimos 30 anos. Algumas regiões sofreram déficit de precipitação de mais de 300 mm (COELHO et al., 2016).

Figura 6 – Comportamento do Índice Padronizado de Precipitação (*SPI*) na série histórica.



As discussões aqui apresentadas são principalmente relacionadas às categorias de seca, pois a escala de tempo utilizada para o *SPI* foi a anual e, portanto, monitora a seca hidrológica e seus impactos principalmente em mananciais hídricos, reservatórios artificiais e aquíferos (BATISTA JÚNIOR, 2012). Conforme observado na Figura 6 e Figura 7, os assentamentos que

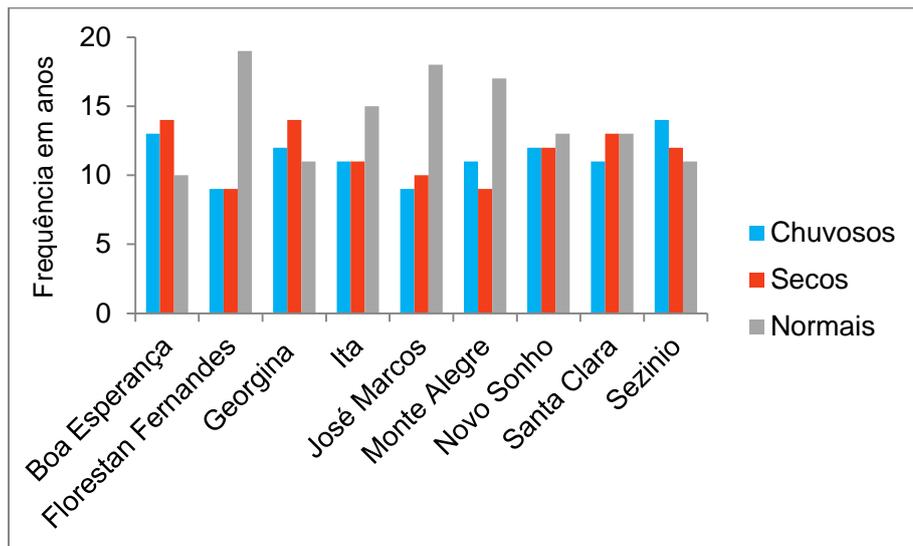
apresentaram a maior ocorrência de anos secos foram Georgina e Boa Esperança (14 anos). Esses assentamentos estão localizados nas microrregiões Nordeste e Centro Oeste, as quais são comumente afetadas pela seca (SANTOS et al., 2019; ROCHA PINHO et al., 2021).

Em especial, os assentamentos localizados ao Norte e parte da região Noroeste do Estado, como Novo Sonho, Georgina e Boa Esperança devem receber uma atenção especial, pois essa região é marcada por problemas de déficit hídrico e classificadas, inclusive, no Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação aos Efeitos da Seca como áreas susceptíveis à desertificação (MMA, 2005; SEAMA, 2017).

O assentamento Georgina, por exemplo, tem uma expressiva produção de café e pimenta-do-reino, principais culturas no Norte do Estado e carros-chefes da Cooperativa de Beneficiamento, Comercialização e Prestação de Serviços dos Agricultores Assentados - Coopterra (FIDELIS, 2022). Assim como o assentamento Georgina, o trabalho desenvolvido pelos agricultores no assentamento Sezinio destaca-se no Estado. A produção alimenta as famílias que vivem na comunidade e também é comercializada via Programa Nacional de Aquisição de Alimentos (PAA), Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae) e Compra Direta da Agricultura (CDA). Além da existência de duas associações na comunidade: a Associação dos Pequenos Agricultores do Assentamento Sezinio Fernandes De Jesus (Apas) e a Associação Jequitibá (ESTEVES, 2019).

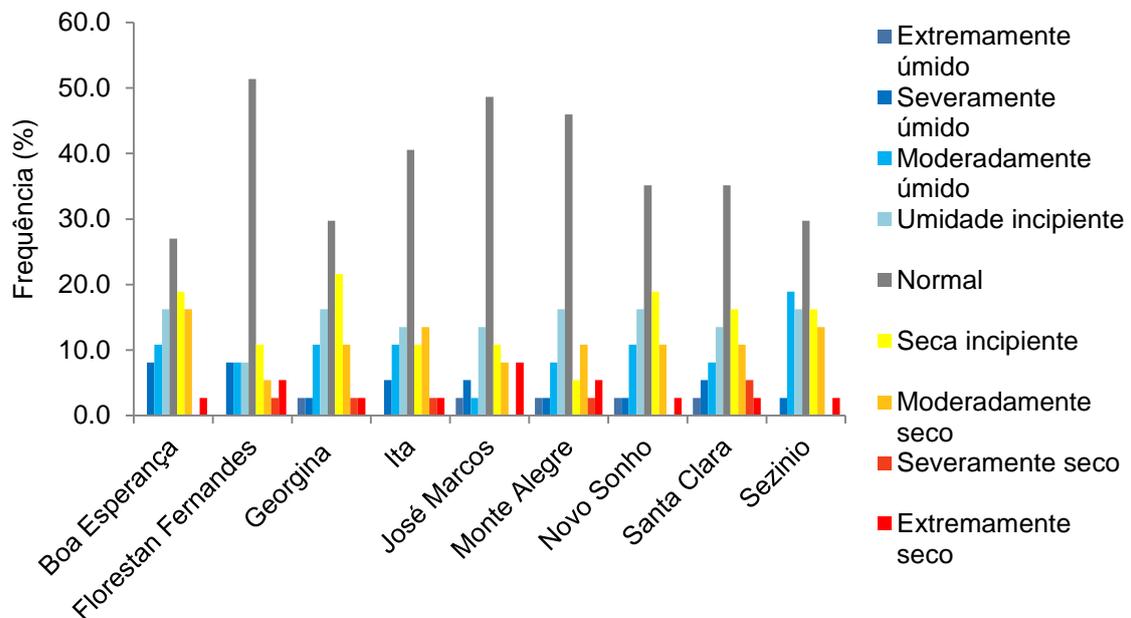
Portanto, a quantidade e distribuição das chuvas interferem diretamente no planejamento agrícola e o monitoramento da frequência e intensidade das secas torna-se imprescindível. O *SPI* anual é ligado diretamente com à escassez hídrica em forma de vazão e aos níveis de água dos lençóis freáticos (GUEDES; MACEDO; SOUZA, 2012).

Figura 7 – Ocorrência de anos chuvosos, secos e normais.



Todavia, apesar dos anos com eventos climáticos extremos, no geral os resultados do *SPI* anual indicaram que a área de estudo apresentou o predomínio de anos de chuva próxima ao normal. A categoria próxima ao normal obteve maiores frequências de ocorrência, como observado na Figura 8.

Figura 8 – Frequência (%) dos resultados do *SPI* em classes.



Verifica-se que somente no assentamento Boa Esperança, a frequência de eventos da classe normal apontou menor discrepância entre as demais classes.

Os episódios de secas e significativa produção da agricultura podem ajudar a explicar os valores das vazões outorgadas no Assentamento Georgina e Sezinio. Os dados dispostos na Tabela 5 mostram que em quatro assentamentos foram identificadas outorgas vigentes em suas áreas: Boa Esperança (01), Georgina (12), Novo Sonho (01) e Sezinio (40).

Tabela 5 – Resultados dos Índices de conflito pelo uso da água

Assentamento	Nº de interferências	Qout_m³/s	Q90_m³/s	Qm_m³/s
Boa Esperança	1	0,001	0,003	0,014
Florestan Fernandes	0	0	-	-
Georgina	12	0,038	0,079	0,33
Ita	0	0	-	-
José Marcos	0	0	-	-
Monte Alegre	0	0	-	-
Novo Sonho	1	0,013	0,492	2.433
Santa Clara	0	0	-	-
Sezinio	40	0,055	0,617	3,056

Sendo a agricultura a principal fonte de renda dos assentados, a falta de recursos hídricos representa uma ameaça para a produção agrícola, já que essa atividade é totalmente dependente de água. Nos últimos anos, alterações no regime de chuva obrigaram a região Sudeste, outrora livre da escassez, a conviver com problemas de falta d'água (CECCHERINI, 2021). Segundo Mota e Silva (2021) a seca afeta especialmente os pequenos agricultores familiares, pois são mais vulneráveis, devido à baixa capacidade de adaptação frente às mudanças do clima. Além disso, acarreta diversos problemas que desestabilizam a estrutura econômica e redução da qualidade de vida e bem-estar das famílias.

Em comunidades rurais, onde devido à inexistência de abastecimento de água pelo sistema convencional público, a água destinada ao consumo humano, dessedentação de animais, a produção de alimentos e irrigação é proveniente de nascentes, rios e/ou pequenos reservatórios. Portanto, pressupõe-se que as outorgas identificadas nesse trabalho têm como principal objetivo o abastecimento humano das famílias assentadas.

Os resultados evidenciam uma situação moderada em relação ao índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos em todas as áreas de estudo ( $0 < icp \leq 1$ ) como observado na Tabela 6, indicando a inexistência de vazões outorgadas ou que as vazões outorgadas são inferiores à vazão média de longa duração. A análise dos índices de conflito pelo uso da água na gestão (*icg*) e no planejamento (*icp*) dos recursos hídricos possibilita verificar a quantidade da água já comprometida pelo uso, concedido através das outorgas, e pode ser uma ferramenta para que o Poder Público possa efetuar a gestão entre a disponibilidade e a demanda dos recursos hídricos (SILVA; RAMOS, 2001).

Entende-se que pela ausência de outros meios abastecimento de água, assim como a maioria das áreas rurais, os assentamentos utilizam os mananciais de forma justificável. Por isso, a avaliação dos resultados dos Índices *icp* e *icg* deve ser feita de forma cautelosa. Pois mensurar a disponibilidade hídrica e controlar o uso da água sem considerar principalmente a finalidade de uso, além de dificultar a identificação das áreas de conflito, torna a tomada de decisão ineficiente (PAULA, 2014).

Assim sendo, pode-se iniciar grandes conflitos ambientais, não pela escassez, mas pelos confrontos de interesse de uso da água. Tal como a apropriação de terras, o acesso à água também está intimamente relacionado com a desigualdade socioeconômica. Nesse cenário, o espaço rural, que une tanto pequenas propriedades com gestão comunitária, quanto os grandes empreendimentos tendem a entrar em confronto (RIBEIRO; GALIZONI, 2003). Segundo Proêza, Vaneli e Moreira (2020) entre os anos de 2015 e 2016 o Espírito Santo encontrava-se em condição de déficit hídrico e esse período agravou a crise hídrica. Essa condição e os impactos dela decorrentes, como

os conflitos hídricos, ficaram mais destacados na região Norte do estado, onde estão localizados dois dos quatro assentamentos com os piores IVA (Georgina – 3,88 e Novo Sonho 3,15).

Na Tabela 6 estão dispostos os dados dos indicadores ambientais e seus valores normalizados, bem como o resultado do IVA. Já na Tabela 7 encontra-se os dados socioeconômicos e o resultado do IVS.

Tabela 06 - Indicadores ambientais e resultados do IVA para os assentamentos em estudo.

Assentamento	SPI	ICG	ICP	ISH	lu	SPI_norm	ICG_norm	ICP_norm	ISH_norm	lu_norm	IVA
Boa Esperança	0,00000	0,50	0,05	3,58	-3,91	0,50	0,50	0,05	0,356	0,221	0,354
Florestan Fernandes	0,00000	0,00	0,00	4,52	12,17	0,50	0,00	0,00	0,120	0,341	0,202
Georgina	0,00054	0,92	0,11	3,71	-12,83	0,50	0,92	0,11	0,322	0,154	0,388
Ita	0,00081	0,00	0,00	3,42	-6,87	0,50	0,00	0,00	0,394	0,198	0,311
Jose Marcos	- 0,00027	0,00	0,00	4,22	-6,52	0,50	0,00	0,00	0,194	0,201	0,227
Monte Alegre	- 0,00027	0,00	0,00	3,80	11,98	0,50	0,00	0,00	0,301	0,340	0,279
Novo Sonho	- 0,00027	0,39	0,04	3,81	-7,55	0,50	0,39	0,04	0,297	0,193	0,315
Santa Clara	0,00081	0,00	0,00	3,44	7,27	0,50	0,00	0,00	0,390	0,305	0,314
Sezinio	0,00054	0,18	0,02	3,56	-9,65	0,50	0,18	0,02	0,359	0,178	0,316

	P_SPI	P_ICG	P_ICP	P_ISH	P_lu
<b>Pesos - AHP</b>	0,268912	0,100351	0,157423	0,421865	0,051449

Tabela 7 – Indicadores sociais e resultados do IVS para os assentamentos em estudo.

Assentamento	IDHM	Incidência da Pobreza	% Saneamento adequado	GINI	IDHM_norm	Inc.Pob_norm	Sanea_norm	GINI_norm	IVS
Boa Esperança	0,664	42,39	0,0	0,5305	0,336	0,4239	1,00	0,470	0,562
Florestan Fernandes	0,703	38,56	0,0	0,5229	0,297	0,3856	1,00	0,504	0,537
Georgina	0,735	36,13	0,7	0,5773	0,265	0,3613	0,99	0,477	0,518
Ita	0,702	22,82	1,0	0,4341	0,298	0,2282	0,99	0,566	0,455
Jose Marcos	0,657	42,24	4,5	0,4958	0,343	0,4224	0,95	0,476	0,551
Monte Alegre	0,694	26,85	1,1	0,5216	0,306	0,2685	0,99	0,478	0,476
Novo Sonho	0,662	52,28	1,9	0,4965	0,338	0,5228	0,98	0,504	0,608
Santa Clara	0,686	32,51	4,4	0,4502	0,314	0,3251	0,96	0,423	0,497
Sezinio	0,724	37,12	3,0	0,5243	0,276	0,3712	0,97	0,550	0,519

	P_Saneamento	P_IDHM	P_Incidência	P_GINI
<b>Pesos - AHP</b>	0,265351	0,15117	0,508287	0,075195

Na Tabela 6 também constam os resultados do *ISH*. A maioria dos assentamentos foi classificada com o grau de segurança hídrica alto (> 3,51). Dois assentamentos (Ita e Santa Clara) estão na classe média e no nível máximo de *ISH* está apenas o Florestan Fernandes. Apesar do *ISH* do Florestan Fernandes alcançar o nível máximo, o índice não condiz com a realidade. Principalmente porque mesmo com a disponibilidade de água na área do assentamento, as famílias ainda são impedidas de captarem a água para uso. Logo, utilizam apenas a água proveniente de nascentes que muitas vezes não é o suficiente para o abastecimento dos assentados (OLIVEIRA et al., 2020). Ou seja, nesse caso, os recursos naturais abundantes são desassociados da acessibilidade. Nesse contexto, Poff et al., (2016); Rêgo et al., (2017); Reuss (2005) reforçam a discussão de que a presença de reservatórios não garante, necessariamente, a segurança hídrica de uma região.

Valores superestimados do *ISH* também foram discutidos por de Brito et al. (2022) e Melo et al. (2021), e reforçam a necessidade de modelos adaptados através de uma combinação de indicadores de segurança e parâmetros de risco como gravidade e probabilidade de ocorrência. No entanto, mesmo tendo algumas divergências, atribuídas provavelmente às exigências de ferramentas, limitações computacionais e análises complexas em escalas nacionais (BRITO et al., 2022), o Índice de Segurança Hídrica produzido pela ANA é válido e é importante na gestão de Bacias Hidrográficas. Todavia, se faz necessário averiguar a situação local do uso quanto à classe do manancial, disponibilidade, tipo de uso, entre outros (MENDES et al., 2020).

Os assentamentos demonstraram pouca variação para a vulnerabilidade ambiental. Seis dos nove assentamentos estudados tiveram o *IVA* classificado como moderado. Os demais assentamentos foram classificados como baixa vulnerabilidade ambiental. Esse resultado pode ser explicado pelos altos valores do *ISH* e pelo peso que foi atribuído à esse indicador, somado ao fato de não possuírem outorgas vigentes e conseqüentemente terem seus resultados de *icg* e *icp* zerados. A influência desses indicadores pode ser verificada a partir do alto valor do *IVA* do assentamento Georgina,

provavelmente devido à quantidade de outorgas e suas respectivas vazões concedidas na área.

A análise dos problemas sociais nos assentamentos permite conhecer as condições em que as famílias vivem e características do ambiente domiciliar. Os indicadores que compõem o IVS, bem como seus resultados estão dispostos na Tabela 7, os valores do Índice de GINI nos municípios onde os assentamentos estão inseridos, exceto São Mateus (Assentamento Georgina), ficaram abaixo da média brasileira (0,536) e do Espírito Santo (0,5723) (IBGE, 2010). Ou seja, a desigualdade social foi menor nos municípios localizados nas áreas de estudo. O maior valor do Índice de GINI atingiu 0,5773 em São Mateus, demonstrando maior concentração de renda e por consequência intensa desigualdade de renda e de ordem socioeconômica quando comparado aos demais. Ao passo que na cidade de Itaguaçu foi o menor valor (0,4341) e, portanto revela uma melhor situação de igualdade entre a sua população.

Para Barros et al. (2010), o Espírito Santo teve um declínio da pobreza entre os anos de 2001 a 2008 devido ao crescimento econômico e à queda na desigualdade constatados no estado. De acordo com Ferrari et al. (2011), do Instituto Jones de Santos Neves (IJSN), a pobreza diminuiu 48,97% no período de 2003 a 2009, sendo o Bolsa Família responsável por 5,40% dessa queda. Embora, estes dados mostrem que a desigualdade social no Espírito Santo tenha regredido no período, fato este, comprovado pela diminuição do Índice de GINI, as disparidades socioeconômicas não reduziram proporcionalmente, pois segundo Barros et al. (2010b), em 2008, a renda per capita dos 1% mais ricos (R\$ 6.500,00) era 90 vezes a renda per capita dos 10% mais pobres (R\$ 72,00).

De acordo com Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal- IDHM apresenta, de maneira quantitativa, a situação dos municípios no que diz respeito à educação (escolaridade), longevidade (expectativa de vida, que possui estreitas relações com investimentos na área da saúde) e renda. Varia de zero a um, e quanto mais próximo de um, maior o desenvolvimento humano. É considerado muito

baixo - entre 0,0 e 0,499; baixo - entre 0,500 e 0,599; médio - entre 0,600 e 0,699; alto - entre 0,700 e 0,799 e muito alto - entre 0,8000 e 1,0.

Os municípios de Guaçu (Florestan Fernandes), Itaguaçu (Ita), Linhares (Sezinio) e São Mateus (Georginia) tiveram o IDHM considerados altos. Os demais municípios tiveram seus valores entre 0,600 e 0,6999 e foram classificados como médio, dentre eles, José Marcos (Presidente Kennedy) e Novo Sonho (Ecoporanga) tiveram os menores valores. É o IDHM que pode determinar a existência e a extensão de desigualdades existentes na população e facilitar políticas públicas para solucionar tal problemática (QUEIROZ et al., 2021).

Dias et al. (2021) estudaram as características da região das Montanhas do Espírito Santo e observaram avanços no IDHM em todos os municípios, inclusive Itaguaçu, nos dez anos avaliados (IBGE, 2016). Atribuíram os altos valores do IDHM ao sucesso nas políticas públicas relacionadas à saúde, educação e geração de renda da gestão dos municípios. Já para Fehn (2011), um município com alta densidade demográfica e grande porte populacional possui arrecadações mais elevadas, sendo sua arrecadação proporcional a riqueza do município. Assim é possível atribuir, em partes, o alto valor do IDHM de Linhares (Sezinio) à arrecadação referente à cota dos *royalties* de petróleo para o município que possui grande extensão territorial e densidade demográfica de 38 habitantes por km<sup>2</sup>, faturando cinco vezes mais que a capital do estado.

As três dimensões do IDHM possuem dependência espacial entre elas, por isso Lorena et al. (2011) acreditam que o clima, a qualidade de vida e o baixo índice de violência devem estar entre os principais motivos que também contribuem para elevar o índice. A microrregião noroeste, região onde o Assentamento Novo Sonho está inserido, é um exemplo desse cenário, visto que por ser uma região basicamente agrícola, vem sofrendo com os efeitos do processo de desertificação, contribuindo para a diminuição da produção e conseqüentemente para a baixa renda e médio IDHM.

A incidência da pobreza refere-se ao índice que representa o percentual de habitantes que estão abaixo da linha de pobreza. O conceito de pobreza

pode referir-se tanto ao subdesenvolvimento regional e local, que impõe privações em condições básicas de existência, como luz elétrica, água encanada e instalações sanitárias, e dificuldade de acesso aos serviços de saúde e educação; quanto às características demográficas e nas limitações do capital humano e financeiro das famílias, que prejudicam a capacidade de elevar a renda família (KAGEYAMA; HOFFMANN, 2006). A pobreza e a vulnerabilidade estão ligadas, mas não são sinônimos. Os pobres são vulneráveis justamente porque sofrem muitas privações, como educação e uma saúde, por exemplo.

Nesse contexto, os assentamentos Ita e Monte Alegre possuem o menor percentual de pobreza (22,82 e 26,85 respectivamente), reforçando os altos valores de IDHM. Em contrapartida, os municípios que abrigam os assentamentos Novo Sonho, Boa Esperança e José Marcos a incidência de pobreza é mais elevada. Esses números podem ser um pouco maior se considerar que os assentamentos estão em áreas rurais, onde os trabalhadores agrícolas sofrem a maior incidência de pobreza pela possibilidade da baixa produtividade e do desemprego sazonal (PNUD, 2014). No meio rural brasileiro, 21% das pessoas tinham rendimento *per capita* de até R\$ 70,00, cerca de 39% viviam com até  $\frac{1}{4}$  de salário mínimo *per capita* e aproximadamente 66% com até  $\frac{1}{2}$  salário mínimo *per capita* (PNUD, 2014).

Segundo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, a população rural do Brasil constitui-se em 29,8 milhões de pessoas, formada por quilombolas, assentados e comunidades rurais. Cerca de 25% da população rural do Brasil vivem em extrema pobreza, contribuindo direta ou indiretamente para o surgimento de doenças de veiculação hídrica, parasitoses e diarreia (MARTELLI, 2013). Por isso, tornar-se motivo de preocupação para as áreas rurais, onde a população é excluída da infraestrutura que não acompanha o desordenado crescimento urbano (GUERRA; CUNHA, 2012).

Nesse sentido, como observado na Tabela 7, os maiores percentuais de saneamento adequado foram para o assentamento José Marcos e Santa Clara que ficam em Presidente Kennedy e Viana respectivamente. Porém, torna-se

evidente que a população rural vive em condições precárias de saneamento básico, pois dentre as áreas de estudo, a melhor condição é de aproximadamente 5%.

Esse panorama reflete a condição nacional. O número de pessoas que não contam com os serviços de saneamento ambiental em suas residências no Brasil é muito alto. Em que a cada dez pessoas sem saneamento sete vivem em áreas rurais (VETTORE; LAMARCA, 2015). Diversos autores apontaram o problema da falta de saneamento no meio rural (DAMÁZIO et al., 2016; CAMARA et al., 2019). O saneamento básico integra os serviços de abastecimento de água; disposição de esgotos sanitários; acondicionamento, coleta, transporte e destinação de resíduos sólidos; provimento da drenagem e manejo das águas pluviais (BRASIL, 2007). Porém, devido aos altos custos das tecnologias de saneamento convencionais, os gestores excluem as populações rurais, indígenas, assentados e quilombolas (MOTA et al., 2015).

A ausência de saneamento adequado é fortemente ligada às condições de saúde pública. Regiões sem água tratada e saneamento podem favorecer o crescimento de bactérias patogênicas, vírus, protozoários e metazoários, podendo causar diversas doenças até mesmo mortalidade (MENDES et al., 2016). Por sua vez, a infecção por parasitárias intestinais está intimamente conectada à pobreza, sendo as maiores taxas de prevalência observada em países de baixa e média renda, onde a higiene é precária e o acesso de água potável e saneamento é ausente ou inadequado (HARHAY et al., 2010).

Ao analisar o perfil epidemiológico da esquistossomose no estado do Espírito Santo de 2010 a 2015, CARVALHO; SIQUEIRA (2019) indicaram que a atividade em área rural e as condições socioeconômicas favorecem o maior acometimento dessa população, já que o modo de produção agrícola e as condições ambientais se transformaram em fatores de risco adicionais para a transmissão, visto que alguns sistemas de irrigação adotados podem levar caramujos para as hortas, e a lavagem das verduras nos rios condicionam os agricultores a uma exposição contínua.

A partir dos dados sociais coletados, calculou-se o Índice de Vulnerabilidade social atribuindo os pesos conforme estabelecidos pelos

especialistas (Tabela 7). É possível perceber que três assentamentos foram classificados com a vulnerabilidade moderada e seis assentamentos apresentam-se com o *IVS* alto. Com o presente trabalho, constatou-se fragilidades dos assentados em relação à qualidade de vida, renda, educação e saneamento básico.

Diante dos resultados, pode-se inferir que os assentamentos mais vulneráveis apresentaram as maiores taxas de Incidência de pobreza, visto que o peso de importância atribuído a esse indicador foi aproximadamente 50% em relação aos demais. Assim, esses assentamentos carecem de maior atenção e recursos financeiros por parte dos gestores públicos para minimizar a vulnerabilidade social relativa à pobreza. O Assentamento Novo Sonho obteve o maior valor para o *IVS*, sendo justificado pelo baixo IDHM e elevadas taxas de Incidência da Pobreza e GINI. Assim como aconteceu com José Marcos, porém este conta com um percentual de saneamento maior.

O *IVS* foi desenvolvido como uma medida comparativa da vulnerabilidade social entre os assentamentos em diferentes municípios, relacionada à pobreza da população utilizando dados disponibilizados pelo IBGE. Portanto, assim como proposto por Drachler et al. (2014), o *IVS* consiste em uma medida relativa, pois mensura as desigualdades entre os locais em termos de vulnerabilidade, e não constitui uma medida de nível absoluto de vulnerabilidade. Portanto, O *IVS* pode, sempre que necessário, ser ampliado para incluir outros indicadores sociais, conforme a realidade e necessidades de cada região.

Nota-se que os assentamentos são projetos criados muito mais para resolver situações de conflitos localizados, do que situações de pobreza e exclusão social, ou mesmo para resgatar o potencial produtivo da agricultura familiar (NORDER, 1997). Mas, somente a conquista da terra não garante aos assentados saúde, educação, transporte e moradia em condições adequadas, nem a infraestrutura produtiva (terras férteis, assistência técnica, eletrificação, apoio creditício e comercial) (BERGAMASCO et al., 1997). Isto implica que é preciso definir políticas públicas para restabelecer esse passivo social, cultural, ambiental e sanitária dessas comunidades.

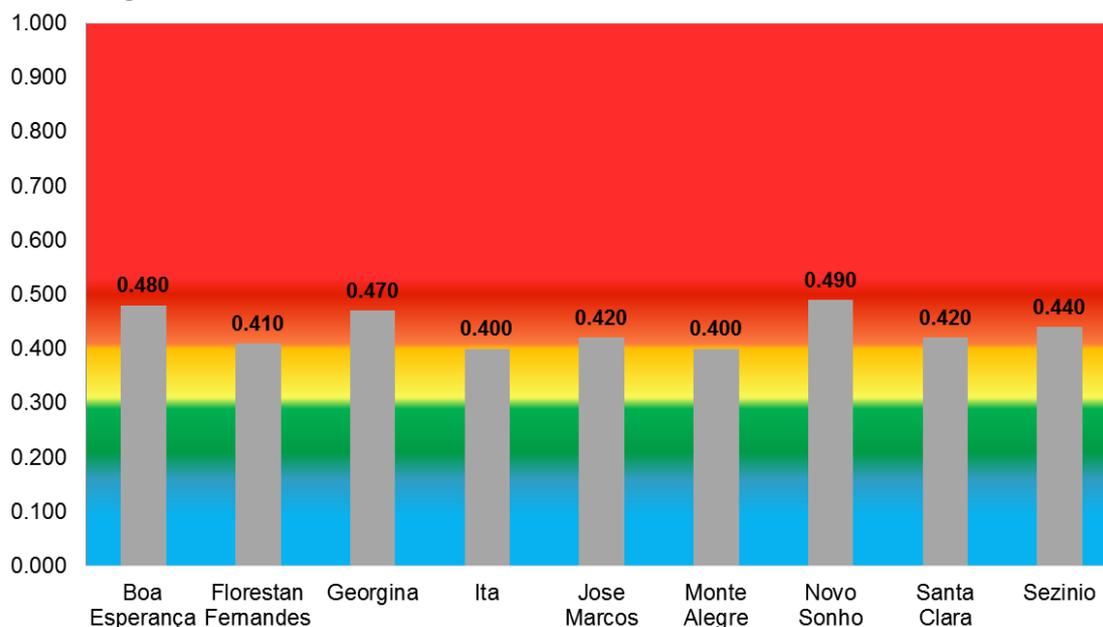
O objetivo dos projetos de assentamentos é proporcionar às famílias de pequenos agricultores e trabalhadores agrícolas de baixa renda que foram afastados de suas terras, o alcance de maior igualdade social, melhor distribuição do poder político e melhorias de ordem econômica (SANTANA et al., 2012). Todavia o assentamento deve ser visto como um empreendimento que exige planejamento desde o uso e ocupação da área até o fornecimento de infraestrutura básica, como por exemplo, estradas, rede de energia elétrica, esgotamento sanitário, fornecimento de água potável entre outros (FRANZINI, 2010). Trabalhos como os de Bugelli e Felício (2019), Holgado et al. (2014); Lannes e Soares (2014) fizeram importantes contribuições sobre a problemática do saneamento em assentamentos da reforma agrária.

Nesse sentido, as políticas públicas são responsáveis por melhorar as condições estruturais, minimizando dificuldades históricas e contribuindo para o desenvolvimento das sociedades nas quais se inserem (JUNQUEIRA; LIMA, 2008). Portanto, o *IVS* pode auxiliar aos gestores oferecendo subsídios para determinar os critérios de alocação de recursos financeiros, materiais e humanos em diferentes áreas com base no princípio de equidade.

Esses dados combinados com o *IVA* revelam o nível de vulnerabilidade socioambiental. Portanto, os resultados do *IVUSA* correspondem aos assentamentos aos quais coexistem ambientes e populações expostas a riscos decorrentes de fenômenos naturais e sociais simultaneamente. A exposição física e vulnerabilidade social, quando juntas, caracterizam territórios de risco que demandam atenção e medidas para redução do problema, visando à proteção de vidas humanas e/ou danos materiais (MACEDO et al., 2015).

Conforme descrito na Figura 9, as classificações obtidas para o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental foram somente dois tipos: moderada e alta; com destaques para os assentamentos Ita e Monte Alegre. Verifica-se que os assentamentos onde predominou a alta vulnerabilidade socioambiental são também aqueles que prevaleceram os altos valores da vulnerabilidade social. Por outro lado, as áreas que predominam as classes de moderada vulnerabilidade socioambiental, coexistem com os menores valores do Índice de vulnerabilidade social e ambiental simultaneamente.

Figura 9 - Índice de Vulnerabilidade Socioambiental - IVUSA



Trabalhos que analisaram a vulnerabilidade socioambiental a partir da integração de dados físicos e sociais chegaram a resultados parecidos, tendo os aspectos sociais uma maior participação na classificação da vulnerabilidade (MARQUES et al., 2017; FREITAS et al., 2015). Isso demonstra que populações com diferentes classes socioeconômicas estão expostas ao risco, porém são mais vulneráveis àquelas que vivem em condições de infraestrutura, renda e educação mais desfavoráveis, tornando-se menos propensas à resiliência após eventos adversos. Em regiões onde ocorrem eventos de seca, as vulnerabilidades ambientais somam-se às vulnerabilidades socioeconômicas existentes. Através disso, a infraestrutura local e a organização política, intensificam os impactos nas comunidades (IPCC, 2012; IPCC, 2014).

Ressalta-se que outras variáveis poderiam ser utilizadas como indicadores para compor o Índice de Vulnerabilidade socioambiental, porém a seleção dos indicadores é um processo complexo, que depende do acesso aos dados, e que deve proporcionar uma abordagem integrada da vulnerabilidade e, simplificar a realidade da área de estudo, para possibilitar a compreensão do fenômeno estudado (TEIXEIRA, 2022; BIRKMANN et al., 2013).

Os estudos que priorizam ajustes metodológicos para pequenas localidades devem ser considerados importantes. Estudiosos têm buscado simplificar e popularizar os métodos que oferecem diagnóstico de

vulnerabilidade climática para comunidades rurais, principalmente comunidades de agricultores familiares (GADELHA et al., 2021). O IVUSA traz informações sobre a interação entre os aspectos climatológicos, hidrológicos e determinados indicadores econômicos para os assentamentos estudados.

Compreender a dinâmica dos riscos e vulnerabilidades possibilita a identificação das necessidades e possíveis impactos. Dessa forma é possível auxiliar na gestão de risco e medidas de adaptação antes e durante desastres climáticos, bem como no estabelecimento de medidas para minimizar riscos futuros (SENA, ET AL., 2017). Nesse sentido, o IVUSA proposto possibilitou apontar as nuances da vulnerabilidade socioambiental a eventos climáticos extremos em assentamentos e pode ser atualizado à medida que novos dados sejam disponibilizados. Portanto, o índice é uma eficiente ferramenta para elaboração de planos de preparação e resposta para o enfrentamento de possíveis problemas e, conseqüentemente, da sua mitigação (MALTA et al., 2017).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de componentes socioeconômicas, ambientais, climáticas e hidrológicas na construção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental constitui uma integração de dados que representa a vulnerabilidade socioambiental dos assentamentos.

O desenvolvimento dessa pesquisa teve certas limitações, principalmente de ordem temporal e espacial, devido às escalas e difícil aquisição de alguns dados tanto sociais e ambientais.

A proposta metodológica deste trabalho encontra-se estruturada de forma inovadora para estudos de vulnerabilidade socioambiental em escala local. Porém, apesar do Índice possuir potencial, os resultados mais refinados poderão ser obtidos por meio de coleta de dados *in loco*.

A utilização do método multicritério e *AHP* proporcionou índices coerentes para avaliação dos riscos, bem como os indicadores ambientais e socioeconômicos mais influentes.

## 7 REFERÊNCIAS

A Gazeta, Vitória, ES, 06/12/2015, p.12-13, c.1-6. Especial.  
<http://www.ijsn.es.gov.br/bibliotecaonline/Record/329594>

AGRAWALA, S. Explaining the evolution of the IPCC structure and process. ENRP Discussion Paper, Kennedy School of Government, Harvard University, 1997,

ALBUQUERQUE, E.L.S.; MEDEIROS, C. N. Vulnerabilidade socioambiental em bacias hidrográficas no Setor Leste Metropolitano de Fortaleza, Ceará. **Ateliê Geográfico**, v. 11, n. 1, p. 109-126, 2017.

ALCANTARA, V. S. de. Vulnerabilidade Socioambiental na Macrorregião da Costa Verde. 2012. 127 f. Dissertacao (Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisa Social) – Escola Nacional de Ciencias Estatísticas, Fundacao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE, Rio de Janeiro, 2012.

ALMEIDA, L. Q. Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrografica do rio Maranguapinho, regio metropolitana de Fortaleza, Ceara. 2010, 278 f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Estadual Paulista, Campus Rio Claro-SP, 2010.

ALVES, H. P. F.; TORRES, H. G. Vulnerabilidade Socioambiental na Cidade de Sao Paulo: Uma analise de familias e domicilios em situacao de pobreza e risco ambiental. São Paulo em Perspectiva, v. 20, n. 1, p. 44-60, 2006.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Plano nacional de segurança hídrica. Portal ANA. Brasília. 2019. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2022.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Segurança Hídrica: do conceito à aplicação prática no planejamento da infraestrutura hídrica estratégica do Brasil.[2020] Disponível em: <https://pnsh.ana.gov.br/home>. Acesso em: 13 jan. 2022.

ABRAMOWITZ, M.; STEGUN, I. A. **Handbook of mathematical function**. [S.l.]: Dover Publications, 1965. 1045 p.

AgriMetSoft. Meteorological Drought Monitor (Version 1) [Computer software]. Available at: <https://agrimetsoft.com/MDM.aspx>. 2017.

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; BARROS, A.H.C.; SILVA, C.O.; GOMES, A.A.N. Classificação climática e regionalização do semiárido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agronômica**. V.36, p.143-151, 2005.

ARAÚJO, F. C. Reforma agrária e gestão ambiental: encontros e desencontros. 2006. 242 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável)-Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

AZEVEDO, J. C.; ENES, P.; MARCOS, N.; NUNES, C.; PONTES, R.; NUNES, J. Floresta: Uma aproximação quantitativa à disponibilidade de subprodutos. **Health care**, v. 88, p. 558-566, 2020.

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 13, ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, 332p.

BARBIERI, A.F. Transições populacionais e vulnerabilidade às mudanças climáticas no Brasil. *Redes. Revista do Desenvolvimento Regional*, v. 18, n. 2, p. 193-213, 2013.

BARBIERI, M.D.; DA COSTA FERREIRA, L.; BARBI, F.. Governando as mudanças climáticas: As estratégias políticas de Brasil e China. **Idéias**, v. 9, n. 2, p. 71-98, 2018.

BARCELLOS, C.; SABROZA, P. C. Socio-environmental determinants of the leptospirosis outbreak of 1996 in western Rio de Janeiro: a geographical approach. **International Journal of Environmental Health Research**, v. 10, n. 4, p. 301-313, 2000,

BARROS, R.; DE CARVALHO, M.; FRANCO, S.; MENDONÇA, R. Determinantes da queda na desigualdade de renda no Brasil. Rio de Janeiro: IPEA, 2010 (Texto para Discussão, n. 1460). 2010a.

BARROS, Ricardo Paes de et alii. Pobreza no Espírito Santo. In: Espírito Santo: instituições, desenvolvimento e inclusão social. VESCOVI, Ana Paula; BONELLI, Regis (orgs). Vitória: IJSN, 2010b

BATISTA JÚNIOR, W. Identificação e avaliação dos fatores de ocorrência de secas na bacia do rio Guandu – Espírito Santo. 2012. Doutorado em Meteorologia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. e WISNER, B. (1994) - **At risk. Natural hazards, people's vulnerability and disasters**. Routledge, London. 284p. 1994.

BLAIN, G. C.; PICOLI, M. C. A.; LULU, J. Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura mínima do ar no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 68, p. 807-815, 2009.

BLAIN, G. C.; PEZZOPANE, J. R.; PEZZOPANE, J. E.; BONOMO, R. Índice padronizado de precipitação aplicado às condições de seca no Estado do Espírito Santo. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v.14, n.10, p.1067-1073, 2010,

BERGAMASCO, S. M. P. P.; NORDER, L. A. C.; VILLA, F. A. Os impactos regionais dos assentados rurais do estado de São Paulo. Campinas, Feagri/Unicamp, 1997, (Relatórios de Pesquisa I e II).

BIRKMANN, Joern et al. Framing vulnerability, risk and societal responses: the MOVE framework. **Natural hazards**, v. 67, n. 2, p. 193-211, 2013.

BRAGA, H.A.; MOLION, L. C. B. A Seca de 2013/2014 na Região Sudeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 41, n. 1, p. 100-107, 2018.

BRANDÃO JR., A.; SOUZA JR., C. Desmatamento nos Assentamentos de Reforma Agrária na Amazônia. *IMAZON: O Estado da Amazônia*, n. 7, p. 1-4, 2006.

BRASIL / IMAZON. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2006.

Brasil (2007). Lei nº 11,445, de 5 de janeiro de 2007, Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 11,445, de 5 de janeiro de 2007, Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: volume 1 : estratégia geral : portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016 / Ministério do Meio Ambiente. --. Brasília : MMA,. 2 v. 2016.

BRITO, H. C.; DE BRITO, Y. M. A.; RUFINO, I. A. A. O Índice de Segurança Hídrica do Brasil e o Semiárido Brasileiro: Desafios e Riscos Futuros. **Rev. Bras. Cartogr**, v. 74, n. 1, 2022.

BUGELLI, C. B.; FELÍCIO, J. D. Saneamento rural: a experiência da implementação de uma tecnologia de saneamento no Assentamento Nova São Carlos (São Carlos-SP). *R. Tecnol. Soc.*, Curitiba, v. 15, n. 35, p. 78-91, jan./abr. 2019.

CAMARA, L. R. A.; SILVA, D. D. S.; SALES, L. L. N.; SILVA, D. W. S.; PINHEIRO, E. M. Qualidade de vida e percepção ambiental dos moradores de comunidades rurais em São Luís (MA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (Revbea)**. São Paulo, V. 14, No 1: 263-274, 2019.

CAMPANHARO, W.A.; GUARIZ, H.R.; CECÍLIO, R.A.; DE HOLLANDA, M.P. Caracterização climática atual e previsões futuras para o estado do Espírito Santo. In: **Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. Mudanças climáticas, recursos hídricos e energia para uma agricultura sustentável. Belo Horizonte: SBA: UFV: Embrapa Milho e Sorgo, 2009.

CARDOSO, R. Sustentabilidade, o desafio das Políticas Sociais no século 21, São Paulo em Perspectiva, v.18, n.2, p.42-48, 2004.

CARNEIRO, F. F.; HOEFEL, M. D. G.; SILVA, M. A. M.; NEPOMUCENO, A. R.; VILELA, C.; AMARAL, F. R.; LOPES, P. A. Mapeamento de vulnerabilidades socioambientais e de contextos de promoção da saúde ambiental na comunidade rural do Lamarão, Distrito Federal, 2011, **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 37, n. 125, p. 143-148, 2012.

CARTIER, R.; BARCELLOS, C.; HÜBNER, C.; PORTO, M. F. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, p. 2695-2704, 2009.

CARVALHO, R. R. S.; SIQUEIRA, J.H. Caracterização epidemiológica da esquistossomose no estado do Espírito Santo de 2010 a 2015. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde/Brazilian Journal of Health Research**, v. 21, n. 1, p. 95-103, 2019.

CASTILLO, M. Cómo se construye la vulnerabilidad en Cundinamarca, Colombia, o la historia de la eterna pobreza (de la vivienda) rural. **Bulletin de l'Institut français d'études andines**, n. 43 (3), p. 559-585, 2014.

CASTRO, J. **Geografia da fome, o dilema brasileiro: pão ou aço**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 7ª ed. 2007. 318p

CECCHERINI, Mauro (ed.). Crise hídrica: falta d'água chega ao Sudeste; como tudo começou? Disponível em: <https://www.camara.leg.br/radio/programas/449532-crise-hidrica-falta-daguachega-ao-sudeste-como-tudo-comecou/>. Acesso em: 29 ago. 2021,

CEPED; UFSC – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012: volume Brasil. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2013, Disponível em: [http://150.162.127.14:8080/atlas/ Brasil%20Rev%202.pdf](http://150.162.127.14:8080/atlas/Brasil%20Rev%202.pdf)

CESCONETTO, L. B. Aplicação de redes neurais artificiais para a modelagem hidrológica de bacias hidrográficas. 2021, 90f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo. 2021.

COELHO, C. A.; DE OLIVEIRA, C. P.; AMBRIZZI, T.; REBOITA, M. S.; CARPENEDO, C. B.; CAMPOS, J. L. P. S.; REHBEIN, A. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. **Climate Dynamics**, v. 46, n. 11, p. 3737-3752, 2016.

COUTINHO, E. D. C.; ROCHA, E. J. P. D.; LIMA, A. M. M.; RIBEIRO, H. M. C.; GUTIERREZ, L. A. C. L.; BARBOSA, A. J. S.; TAVARES, P. A. Riscos socioeconômicos e ambientais em municípios banhados pelos afluentes do Rio Amazonas. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 5, p. 814-828, 2017.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, p.1-11, 2009.

DAMÁZIO, S.M.; SOARES, A.R; SOUZA, M.A.A. Perfil parasitológico de escolares da localidade de Santa Maria, zona rural do município de São Mateus/Es, Brasil. **Revista de APS**, v. 19, n. 2, 2016.

DE BRITO, F. P.; TAVARES, T. M. V.; DA SILVA, E. K. A. Divisão sexual do trabalho, protagonismo das mulheres e vulnerabilidade ambiental no assentamento da reforma agrária “Recreio”, Filadélfia (TO). **Vivências**, v. 18, n. 35, p. 233-256, 2022.

DEFESA CIVIL. Municípios com decretos - 03 Dez 08 Arquivado em 4 de dezembro de 2008, no Wayback Machine.. Desastre SC Enchentes 2008 (04/12/08). Página visitada em 6 de dezembro de 2008.

MELO, M. C.; FORMIGA-JOHNSON, R. M.; DE AZEVEDO, J. P. S.; DE OLIVEIRA NASCIMENTO, N.; MACHADO, F. L. V.; PACHECO, F. A. L.; FERNANDES, L. F. S. A raw water security risk model for urban supply based on failure mode analysis. **Journal of Hydrology**, v. 593, p. 125843, 2021,

DE NYS, E.; ENGLE, N.L.; MAGALHÃES, A.R. Secas no Brasil: política e gestão proativas. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos-CGEE; Banco Mundial, 2016. 292 p.

DESCHAMPS, M. V. Estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. Revista Cadernos de Metr pole, n  19, 1  semestre, p. 191-219. 2008.

DRACHLER, M. D. L.; LOBATO, M. A. D. O.; LERMEN, J. I.; FAGUNDES, S.; FERLA, A. A.; DRACHLER, C. W.; LEITE, J. C. D. C. Desenvolvimento e valida o de um  ndice de vulnerabilidade social aplicado a políticas públicas do SUS. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 3849-3858, 2014.

DELGADO, G.C.; A Questão Agrária no Brasil, 1950-2003, In: JACCOUD, Luciana (org.); SILVA, Frederico Barbosa et al. Questão Social e Políticas Sociais no Brasil Contempor neo. Brasília: IPEA, p.51-90, 2005.

QUEIROZ, A. P. F.; GUIMARÃES, E. R. L.; DE CASTRO, F. C. N.; JÚNIOR, D. S. G.; NASCIMENTO, A. M.; DE MELO, F. J. C. Aplica o do conceito de Smart Cities na Cidade de Recife-PE. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e155101522456-e155101522456, 2021.

DE OLIVEIRA APARECIDO, L.E.; LOREN ONE, P.A.; LOREN ONE, J.A. ET AL. Climate changes and their influences in water balance of Pantanal biome. **Theor Appl Climatol**. V.143, p.659–674, 2021.

DIAS, R.; DE MUNER, L. H.; FORNAZIER, M.; GUARÇONI, R.; ALIXANDRE, F.; KROHLING, C. Indica o geográfica: café das montanhas do Espírito Santo. **Incaper em Revista**. v. 11 e 12, p. 06-24, 2021, DOI: 10,54682/ier.v11e12-p06-24.

ESPÍRITO SANTO. Lei n  9.768, de 20 de dezembro de 2011, Dispõe sobre a defini o das microrregiões e macrorregiões de planejamento no estado do Espírito Santo. Diário Oficial do Estado, Vitória, 28 dez. 2011, Disponível em: <Disponível em: <https://bit.ly/2QgXad9> >. Acesso em: 22 jan. 2020,

ESTEVES, J. 2017 termina com chuvas abaixo do esperado . **INCAPER**, 2018. Disponível em: < <https://incaper.es.gov.br/Not%C3%ADcia/2017-termina-com-chuvas-abaixo-do-normal-no-estado>>. Acesso em: 10 de abr. de 2022.

ESTEVES, J. Assentamento Sez nio: exemplo de luta, amor   terra, diversifica o e sustentabilidade . **INCAPER**, 2019. Disponível em: < <https://incaper.es.gov.br/Not%C3%ADcia/assentamento-sezinio-exemplo-de>

luta-amor-a-terra-diversificacao-e-sustentabilidade >. Acesso em: 04 de abr. de 2022.

FABRES, T. M. Classificação climática segundo Köppen e Thornthwaite e caracterização edafoclimática referente à região de Santa Maria, RS. 2009. 127 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

FEHN L.A.C. Capacidades municipais e vigilância sanitária: análise do Estado do Espírito Santo. 2011, 73 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2011.

FEITOZA, L. R.; SCÁRDUA, J. A.; SEDIYAMA, G. C.; OLIVEIRA, L. M. e VALLE, S. S. 1979. Estimativa das temperaturas médias mensais e anual do Estado do Espírito Santo. Revista Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, v.9, n.3, p.279-291,

FERNANDES, D.S.; HEINEMANN, A.B.; PAZ, R.L.F. da; AMORIM, A. de O.; CARDOSO, A.S. Índices para a quantificação da seca. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2009. 45p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 244).

FERREIRA, A. Incaper apresenta relatório de perdas na agropecuária devido aos eventos climáticos. **INCAPER**, 2021, Disponível em: < <https://incaper.es.gov.br/Not%C3%ADcia/incaper-apresenta-relatorio-de-perdas-na-agropecuaria-devido-aos-eventos-climaticos> >. Acesso em: 04 de abr. de 2022.

FERREIRA, L. C.; BARBI, F. Questões ambientais e prioridades políticas na China. **ComCiência**, n. 137, 2012.

FERNANDES, L. F. S. A raw water security risk model for urban supply based on failure mode analysis. **Journal of Hydrology**, v. 593, p. 125843, 2021,

FERRARI, Tatiana K; CASTRO, Magnus W. Desigualdade de renda no Espírito Santo: uma análise de decomposição. Vitória: IJSN, 2011 [Texto para discussão n. 26]

FIDELIS, L. Cooperativa fundada por assentados é referência nacional. Conexão SAFRA,2022. Disponível em: <<https://conexaosafra.com/geral/cooperativa-fundada-por-assentados-e-referencia-nacional/>>. Acesso em: 05 de mai. de 2022

FIGUEREDO, L.M. Reforma Agrária no estado socioambiental de direito. In: MEZZARROBA, O.; FEITOSA, R.J.R.; SILVEIRA, V.O.; SÉLLOS-KNOERR, V.C (org.). Direito ambiental I. 1, ed. São Paulo: Clássica Editora, 2014. p. 290-308. Disponível em: <https://editoraclassica.com.br/uploads/livros/957077fb7dfb59fe3f6a284f8636ff0f1.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2022.

FORSYTHE, N.; BLENKINSOP, S.; FOWLER, H.J Exploring objective climate classification for the Himalayan arc and adjacent regions using gridded data

sources, *Earth Syst. Dynam.*, v.6, p.311–326. 2015. <https://doi.org/10.5194/esd-6-311-2015>.

FRANZINI, A. S. Avaliação hidrogeológica em área de assentamento. 2010, 97 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

FREITAS, M.I.C.; ROSSETTI, L.A.F.G.; OLIVEIRA, R.B.N. Risk mapping in urban areas: methodological essay for sample area of Santos, São Paulo–Brazil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 5, 2015.

FREITAS, C. M. D.; CARVALHO, M. L. D.; XIMENES, E. F.; ARRAES, E. F.; GOMES, J. O. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência: lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, p. 1577-1586, 2012.

FRITZSCHE, K. et al. **The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments**. Verlag nicht ermittelbar, 2014. 180 p.

GADELHA, D.P.; CARVALHO, T. K.N.; LUCENA, R. F. P. Adaptação do Índice de Vulnerabilidade Sócio-Climática (ISVC) em uma comunidade rural do semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 18, p. 567-575, 2021a.

GADELHA, D. P.; CARVALHO, T. K. N.; LUCENA, R. F. P. Indicadores de vulnerabilidade climática: estudo de caso na Comunidade São Francisco, semiárido da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.** [online]. 2021, vol. 8, n. 18, p. 543-557, 2021b.

GONÇALVES, K. S.; SIQUEIRA, A. S. P.; CASTRO, H. A. de; HACON, S. S. Indicador de vulnerabilidade sociambiental da Amazônia Ambiental. O caso do município de Porto Velho, Rondônia, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3809-3817, 2014.

GUANZIROLI, C.E. Reforma agrária e globalização da economia - O caso do Brasil. Projeto de cooperação técnica. Rio de Janeiro: INCRA/FAO, p.24. 2001,

GUEDES PINTO, L. C. Reforma Agrária no Brasil: Esboço de um Balanço. In: TEIXEIRA, Eryl Cardoso; VIEIRA, Wilson da Cruz (editores). Reforma da Política Agrícola e abertura econômica. Viçosa/MG, 210p, 1996.

GUERRA, A; CUNHA, S. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

GUIVANT, J. A trajetória das análises de risco: **da periferia ao centro da teoria social**. **Revista Brasileira de Informações Bibliográficas**, n.46, p.3-38, 1998.

GUPTA, AJAY K. et al. Mapping socio-environmental vulnerability to climate change in different altitude zones in the Indian Himalayas. **Ecological Indicators**, v. 109, p. 105787, 2020.

HARHAY, M.O.; HORTON, J.; OLLIARO, P.L. Epidemiology and control of human gastrointestinal parasites in children. **Expert Review of Anti-infective Therapy**, v.8, n.2, p.219–234, 2010.,

HEIM, R.R. A review of twentieth: century drought indices used in the United States. **Bulletin of the American Meteorology Society**, v. 83, p. 1149–1163, 2002.

HERCEG, A.; KALICZ, P.; KISFALUDI, B. The significance of the interception in a Thornthwaite-type monthly step water balance model in context of the climate change. In: **EGU General Assembly Conference Abstracts**. 2017, p. 12305.

HOLGADO, H. C.; PADUA, J. B.; CAMILO, L. R.; DORNELES, T. M. A qualidade do saneamento ambiental no assentamento rural Amparo no município de Dourados-MS. **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 3, p. 535-545, 2014.

IBGE. Censo 2010, Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: set. 2021

IBGE - Agência de Notícias. Indicadores Sociais Municipais 2010: incidência de pobreza é maior nos municípios de porte médio. 2011, Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14124-asi-indicadores-sociais-municipais-2010-incidencia-de-pobreza-e-maior-nos-municipios-de-porte-medio>>. Acesso em 04 de Abril. 2022

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (2019). Polígonos referentes aos assentamentos rurais localizados no Estado do Espírito Santo.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/>> Acesso em: 21/01/2022.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001, Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II. TAR: Summary for Policymakers. [http://www.meto.gov.uk/sec5/CR\\_div/ipcc/wg1/WG1-SPM.pdf](http://www.meto.gov.uk/sec5/CR_div/ipcc/wg1/WG1-SPM.pdf).

IPCC. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaption. A special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Field CB, Barros V, Stocker T, Qin D, Dokken D, Ebi K, et al., editors. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2012. 582 p.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

IPCC. 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 CB, Barros VR, Dokken D, Mach K, Mastrandrea M, Chatterjee M, et al., editors. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2014. 1132 p.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Índice de vulnerabilidade social: mapa. Disponível em: <<http://ivs.lpea.gov.br/index.php/pt/mapa>>. Acesso em: 17 mai 2018. Brasília: Ipea, 2015.

JARDIM, M. H. Pagamentos por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso do município de Extrema-MG. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, UnB, Brasília. 2010.

JENSEN, O.; WU, H. Urban water security indicators: Development and pilot. **Environmental Science & Policy**, v. 83, p. 33-45, 2018.

JESUS, J. B. Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática pelo método de Thornthwaite e Mather para o município de Aracaju-SE. **Scientia Plena**, 11(5). Recuperado de <https://scientiaplenu.org.br/sp/article/view/2161>

JUNQUEIRA, C. P.; LIMA, J.F. Políticas públicas para a agricultura familiar no Brasil. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 159-176, 2008

KAGEYAMA, A.; HOFFMANN, R. Pobreza no Brasil: uma perspectiva multidimensional. **Economia e Sociedade**, v. 15, n. 1, p. 79-112, 2006.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

KRUEGER, E.; RAO, P. S. C.; BORCHARDT, D. Quantifying urban water supply security under global change. **Global Environmental Change**, v. 56, p. 66-74, 2019.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G.A. Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v.2, n.1, p.171-182, 2001,

LANNES, L. S.; SOARES, G.F. Saneamento básico e assentamento rural—um estudo de caso do Assentamento Zumbi dos Palmares, RJ . **Biológicas & Saúde**, v. 4, n. 13, 2014.

LEÃO, S. Z. Assessing the trade-off between data quality and spatial resolution for the Thornthwaite Moisture Index mapping. **Journal of Spatial Science**, v. 62, n. 1, p. 85-102, 2017,

LIMA, M.L. Viver com o risco: abordagens da psicologia social ambiental. **Inforgo**, v.9-10, p.39-54, 1995.

LOBELL, D.B.; SCHLENKER, W.; COSTA-ROBERTS, J. Climate trends and global crop production since 1980, **Science**, 5 may, 2011.

LOOSE, Eloisa Beling. Riscos climáticos no circuito da notícia local: percepção, comunicação e governança. 2016. 455 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, UFPR, Curitiba, 2016.

LOPES, K. C. S. A.; LOPES, P. R.; BORGES, J. R. P. Saneamento Ambiental no Meio Rural e transição Agroecológica: um estudo no assentamento Horto Loreto - Araras/SP. **Retratos de Assentamentos**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 779-785, jul. 2014.

LORENA, R. B.; BERGAMASCHI, R. B.; LEITE, G. R. Análise exploratória espacial do Índice de Desenvolvimento Humano municipal do estado do Espírito Santo. **Anais. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Curitiba, PR, Brasil**, v. 30, p. 4776, 2011.

LUCATI, Leticia Bolonha. (In) segurança hídrica e o desafio de viver e produzir no PDS Sepé Tiaraju, SP. 2021. 146f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) - Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2021.

MACEDO, Y. M.; ALMEIDA, L. Q.; MACIEL, A. B. C.; Troleis, A. L. Vulnerabilidade socioambiental em escala de detalhe: O caso de mãe Luiza, Natal, RN, Brasil. **GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeeducacionais**, v. 6, n. 2, p. 145-157, 2015.

MACIEL, S. A. Clima, disponibilidade hídrica e pobreza na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. 287 f. 2021, <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2021.5528>

MACHADO, F. H. Proposição de indicadores de segurança hídrica: seleção, validação e aplicação na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, Jundiá - SP, Brasil. 2018. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Sorocaba, 2018.

MALTA, F. S.; COSTA, E.M.; MAGRINI, A. Índice de vulnerabilidade socioambiental: uma proposta metodológica utilizando o caso do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, p. 3933-3944, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil. Brasília, 2005. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_desertif/\\_arquivos/pan\\_brasil\\_portugues.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/pan_brasil_portugues.pdf). Acesso em: 30 abr. 2022.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambient. soc.**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 95-110, Dec. 2004.

MARCATTI, B. A. Impacto do uso da terra e da estratificação ambiental no assentamento rural Florestan Fernandes sobre a qualidade do solo. 2014. 102f.

- Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre. 2014.
- MARENCO, J.A. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. **FBDS (org) Mudanças Climáticas Eventos Extremos no Brasil**. p, p. 05-19, 2009.
- MARIANO, E. B.; CARNIATTO, I.; DOS REIS, G. H.; JUNIOR, E. J. Análise da saúde ambiental em grupos sociais no município de Diamante D'Oeste (PR). **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 12, n. 1, p. 51-63, 2015.
- MARQUES, M. L.; SILVA, M. C.; CAMARGO, D. M. Análise espacial da vulnerabilidade socioambiental no município de Campinas, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 9, p. 1711-1723, 2017.
- MARTELLI, F. H. "Saneamento básico e qualidade das águas – Conceitos fundamentais, principais doenças disseminadas pela água. Principais indicadores biológicos da qualidade da água". 2013, São Carlos: Prefeitura de São Carlos. Disponível em: [http://saneamento.cnpdia.embrapa.br/downloads/Conceitos\\_](http://saneamento.cnpdia.embrapa.br/downloads/Conceitos_) Acesso em: 10 mar. 2022.
- MATOS, Raimundo Giovanni França. Desafios da concretização da cidadania ambiental em reservas extrativistas. 2018. 213 f. Tese (Direito Político e Econômico) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo. 2018.
- MAVROMATIDI, A.; BRICHE, E.; CLAEYS, C. Mapping and analyzing socio-environmental vulnerability to coastal hazards induced by climate change: An application to coastal Mediterranean cities in France. **Cities**, v. 72, p. 189-200, 2018.
- MCKEE, T.B.; DOESKEN, N.J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to times scale. In: Conference on Applied Climatology, 8., 1993, Boston. **Anais...** American Meteorological Society, Boston: PREPRINTS, p.179 – 184, 1993.
- MEDEIROS, R. M.; MATOS, R. M.; SIVA, P. F.; SABOYA, L. M. F.; FRANCISCO, P.R. M. Classificação climática e zoneamento agroclimático de culturas para São João do Cariri - PB. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.21, p.2984-2996, 2015.
- MELO, M. C et al. A raw water security risk model for urban supply based on failure mode analysis. **Journal of Hydrology**, v. 593, p. 125843, 2021.
- MENDES, A. N.; COSTA, A. C.; KOPPE, E. C.; FILGUEIRAS, L. A. Incidência de ascaridíase em comunidade quilombola de Cachoeiro de Itapermirim, Espírito Santo, Brasil. **Boletim Informativo Geum**, v. 7, n. 1, p. 28, 2016.
- MENDES, J.P.; FERREIRA, D.H.L.; SUGAHARA, C. R. Bacias Hidrográficas PCJ: impactos da segurança hídrica no Assentamento Milton Santos, Americana/SP. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 8, n. 65, 2020.

MENDONÇA, F.; BUFFON, E. A. M.; CASTELHANO, F. J.; SITO, G. Resiliência socioambiental-espacial urbana a inundações: possibilidades e limites no bairro Cajuru em Curitiba (PR). **Revista da ANPEGE**, v. 12, n. 19, p. 279-298, 2016.

MOLINA, P.A; LIMA, L.C.T.M. (1999). Estudo de Secas agrícolas no Nordeste Brasileiro. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 13: anais. Belo Horizonte: ABRH, 1999.

MORAES, J.R.; ROLIM, G.S.; MARTORANO, L.G.; APARECIDO, L.E.O.; OLIVEIRA, M.S.; FARIAS NETO, J.T. Agrometeorological models to forecast açai (*Euterpe oleracea* Mart.) yield in the Eastern Amazon. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 4, p. 1558-1569, 2020.

MOREIRA, M. C.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; LARA, M. D. S. (2012). Índices para identificação de conflitos pelo uso da água: proposição metodológica e estudo de caso. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 17, n. 3, p. 7-15, 2012.

MOTA, J. J. P.; SOUSA, C. D. S. S.; SILVA, A. C. D. Saneamento básico e seu reflexo nas condições socioambientais da zona rural do baixo Munim (Maranhão). **Revista Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 54, p. 140-160, 2015.

MOTA, Z. M.; SILVA, A. R. D. SEGURANÇA HÍDRICA NA AGRICULTURA FAMILIAR. **Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente**, v.2(3), n.29, 2021, <https://doi.org/10.51189/rema/2051>

MOURA, R.; SILVA, L. A. D. A. E. Desastres naturais ou negligência humana? **Revista Geografar**, 3(1), 58–72, 2008.

NASCIMENTO, J. A. S. Vulnerabilidade a eventos climáticos extremos na Amazônia ocidental: uma visão integrada na bacia do rio Acre. 2011, 185 f. Tese (Doutorado Planejamento Energetico) – Universidade Federal do Rio de Janeiro/ COPPE/ Programa de Planejamento Energetico, Rio de Janeiro-RJ, 2011.

NDC. Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada Para Consecução do Objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima. República Federativa do Brasil, 10 pp. 2015. Informação disponível em [http://www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desenvsust/BRASIL-NDC-portugues.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-NDC-portugues.pdf) e acesso em 06 de abril. de 2022.

NOBRE, Carlos A. Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. **Parcerias estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 239-258, 2010,

NÓBREGA, R. S. Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n. 1, p. 18-22, 2010.

NORDER, L.A. C. Assentamentos rurais: casa, comida e trabalho. Campinas, IFCH/Unicamp, 1997 (dissertação de mestrado).

OLAIZ, A. H.; SINGHAR, S. H.; VANN, J. D.; HOUSTON, S. L. Comparison and applications of the Thornthwaite moisture index using GIS. In: **PanAm Unsaturated Soils 2017**, p. 280-289. 2018.

OLIVEIRA, F. R.; CECÍLIO, R. A.; ZANETTI, S. S.; FERRAZ, F. T. Qualidade de água e diagnóstico socioambiental das famílias do assentamento Florestan Fernandes. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 74, p. 226-240, 2020,

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981. 425p.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines**. Geneva: OMS e UNICEF, 2017, Disponível em: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/launch-version-report-jmp-watersanitation-hygiene.pdf?ua=1> Acesso em 24 de janeiro de 2022.

ORLANDO OLIVARES, B.; HERNÁNDEZ, R.; COELHO, R.; MOLINA, J. C.; PEREIRA, Y. Analysis of climate types: Main strategies for sustainable decisions in agricultural areas of Carabobo, Venezuela. **Scientia Agropecuaria**, v. 9, n. 3, p. 359-369, 2018.

PADOWSKI, J.C.; CARRERA, L.; JAWITZ, J. W. Overcoming urban water insecurity with infrastructure and institutions. **Water Resources Management**, v. 30, n. 13, p. 4913-4926, 2016.

PAMPLONA, Nicola e TEREZA, Irany. Em 2000, o jeito foi racionar para não ter apagão Rio de Janeiro: **O Estado de S. Paulo**, 2006.

PAULA, B.L.; CERRI, L.E.S. Aplicação do processo analítico hierárquico (AHP) para priorização de obras de intervenção em áreas e setores de risco geológico nos municípios de Itapeirica da Serra e Suzano (SP). UNESP, Geociências, São Paulo, v.31, n.2, p.247-257, 2012.

PAULA, C. O. Conflicts of the use of water in river basin light and impacts in agricultural activity. 2014. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

PBMC, 2013: Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo do GT2. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. 28 p.

PÉDELABORDE, P. Introduction à l'étude Scientifique du Climat. Paris: SEDES, 1970, 246p.

PEITER, G.; MALUF, R.S.; ROSA, T. DA SILVA (Coord.). Mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação: parte 1 - Mobilização e iniciativas de adaptação; parte 2 - Populações vulneráveis e agenda pública no Brasil. Rio de Janeiro: COEP, 2011, 288 p. (Coleção COEP. Cidadania em rede 5).

PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. D.; MARIN, F. R. Mudanças Climáticas Globais e a Agricultura no Brasil. **Revista Multiciência**. Campinas-SP, nº 8. p. 139-162. Mai. 2007.

PNUD. Relatório de desenvolvimento Humano 2010, Tradução de Strategic Agenda LLP. Nova Iorque: [s.n.], 2010, ISBN 9780230284456 90101,

PNUD, Relatório do Desenvolvimento Humano - IDH (2014) - Sustentar o Progresso Humano: Reduzir as Vulnerabilidades e Reforçar a Resiliência. Communications Development Incorporated, Washington DC, EUA.  
[http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2014\\_pt\\_web.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2014_pt_web.pdf)

POFF, N. L.; BROWN, C. M.; GRANTHAM, T. E.; et al. Sustainable water management under future uncertainty with eco-engineering decision scaling. **Nature Climate Change**, v. 6, n. 1, p. 25–34, 2016. DOI. 10.1038/nclimate2765.

PROÊZA, T.R.B.; VANELI, B.P.; MOREIRA, L.L. Conflitos hídricos e o potencial papel dos acordos de cooperação comunitária em sua prevenção e tratamento. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 171-190, 2020.

QUIRING, S. M. Monitoring drought: an evaluation of meteorological drought indices. **Geography Compass**, Chichester, v. 3, p. 64-88, 2009.

RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. DE O.; ALBUQUERQUE, J. DO P. T.; RIBEIRO, M. M. R.; NUNES, T. H. C. A gestão de recursos hídricos e a transposição de águas do Rio São Francisco para o açude Epitácio Pessoa – Boqueirão. Anais do XXII SBRH. **Anais...** . p.1–8, 2017, Florianópolis: Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. The water balance in agricultural and natural systems. In: **Soil, Plant and Atmosphere**. Springer, Cham, 2020, p. 289-312.

RIBEIRO, Jefferson; VIEIRA, Rafaela; TÔMIO, Daniela. Análise da percepção do risco de desastres naturais por meio da expressão gráfica de estudantes do Projeto Defesa Civil na Escola. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 42, 2017.

ROCHA PINHO, L. G.; SOUZA, G. S.; LEAL, É. D. A. S.; SOUZA LINO, L.; ALVES, A. G.; DE SOUZA, W. L.; ELIAS, J. Mudanças climáticas e a produção de café conilon na microrregião Centro-Oeste do estado do Espírito Santo. **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, v. 7, n. 1, p. 01-14, 2021.

RODRIGUEZ, Fernando Antonio; RODRIGUEZ, Renata del Giudice. SEGURANÇA HÍDRICA & MUNICIPALIDADE – GOVERNANÇA E CIDADANIA PELA ÁGUA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Belo Horizonte: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, p. 1-11, 2021.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C. Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955). Piracicaba. ESALQ. 1999.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. *Bragantia*, v. 66, n. 4, p. 711- 720, 2007.

ROSA, L. A. S. Segurança Hídrica: Um olhar sobre a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Brasília, 2019. 190 f.: il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável)—Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

ROSENZWEIG, C. et al., 2011: Urban Climate Change in Context. Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network, C. Rosenzweig, W. D. Solecki, S. A. Hammer, S. Mehrotra, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 3–11,

SAATY, T.H. A scaling method form priorities in hierarquical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v.15, n. 3, p. 234-281, 1977, [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5).

SANGALLI, A. R.; DA SILVA, H. C. H.; DA SILVA, I. F.; SCHLINDWEIN, M. M. Associativismo na agricultura familiar: contribuições para o estudo do desenvolvimento no assentamento rural lagoa grande, em dourados (ms), BRASIL. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 17, n. 2, p. 225-238, 2015.

SANTANA, A.T.; LUVIZOTTO, C. K.; CUBA, R. M. F.C. Saneamento básico e sua relação com a qualidade de vida nos assentamentos do município de Teodoro Sampaio-SP. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 12, 2012.

SANTOS, Andréa Souza. Vulnerabilidades socioambientais diante das mudanças climáticas projetadas para o semi-árido da Bahia. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós – Graduação em Desenvolvimento Sustentável. UNB. 153p. Brasília – DF. 2008.

SANTOS, M. R. D. S.; VITORINO, M. I.; PIMENTEL, M. A. D. S. Vulnerabilidade e mudanças climáticas: análise socioambiental em uma mesorregião da Amazônia. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 5, p. 842-854, 2017,

SANTOS, R. B. D.; MENEZES, J. A.; CONFALONIERI, U.; MADUREIRA, A. P.; DUVAL, I. D. B.; GARCIA, P. P.; MARGONARI, C. Construção e aplicação de um índice de vulnerabilidade humana à mudança do clima para o contexto brasileiro: a experiência do estado do Espírito Santo<sup>1</sup>, **Saúde e Sociedade**, v. 28, p. 299-321, 2019.

SCOTT, R. L.; BIEDERMAN, J. A. Partitioning evapotranspiration using long-term carbon dioxide and water vapor fluxes. **Geophysical Research Letters**, v. 44, n. 13, p. 6833-6840, 2017.

SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEAMA. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo. Diagnóstico dos Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo - Relatório sobre Eventos Críticos (D3) Revisão 3**, Agosto-2017, Vitória: SEAMA/AGERH, 2017, 83p. Disponível em: <[https://perh.es.gov.br/Media/perh/Arquivos%20Biblioteca/Diagn%C3%B3stico%20sobre%20Eventos%20Cr%C3%ADticos\\_PERHES.pdf](https://perh.es.gov.br/Media/perh/Arquivos%20Biblioteca/Diagn%C3%B3stico%20sobre%20Eventos%20Cr%C3%ADticos_PERHES.pdf)>

SEKI, M. S.; TETTO, A. F.; TRES, A.; DE SILOS VIEIRA, RI. Classificação climática do Estado do Espírito Santo segundo as zonas de vida de Holdridge. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. Supl. 2, p. 1-19, 2021.

SENA, A., EBI, K. L.; FREITAS, C., CORVALAN; C., BARCELLOS, C. Indicators to measure risk of disaster associated with drought: Implications for the health sector. **PloS one**, v. 12, n. 7, p. e0181394, 2017,

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & sociedade**, v. 10, p. 137-148, 2007.

SILVA, B. M. B., SILVA, D. D., MOREIRA, M. C. Índices para a gestão e planejamento de recursos hídricos na bacia do rio Paraopeba, Estado de Minas Gerais. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, p. 685-697, 2015.

SILVA, D. D.; RAMOS, M. M. Planejamento e gestão integrados de recursos hídricos. Brasília: MMA/SRH/ABEAS/UFV, 2001, 89 p.

SILVA, J. M. O. **Análise Integrada na Bacia Hidrográfica do rio Pirangi - CE: Subsídios para o Planejamento Ambiental**. Tese de Doutorado. UFC. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Fortaleza - CE, 290 p. 2012.

SILVA, L.J. Avaliação do mercado potencial das reduções certificadas de emissões para as pequenas centrais hidrelétricas outorgadas e inventariadas no Brasil. 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2015.

SILVA, L.W.S. A agroecologia no contexto dos assentamentos de reforma agrária do Espírito Santo Projetos e mediações subjacentes. 2013, 162f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

SILVONE, B. R.; TSUKAMOTO, R. Y. **Reflexões sobre a questão socioambiental em assentamentos de reforma agrária**. Anais do III Simpósio Internacional de Geografia Agrária. Londrina, 2007.

SIMONATO, D. C., DE FIGUEIREDO, R. A., DORNFELD, C. B., BERGAMASCO, S. M. P. P. Condições socioeconômicas e qualidade de vida de um assentamento rural no noroeste paulista, Ilha Solteira/SP. **Retratos de assentamentos**, v. 17, n. 2, p. 339-356, 2014.

SIPRA - Sistema de Informações de Projetos de Reforma Agrária do Incra. 2005. Disponível em: <https://www.gov.br/conecta/catalogo/apis/sipra-reforma-agraria>

SIQUEIRA MALTA, F.; DA COSTA, E. M.; MAGRINI, A. Índice de vulnerabilidade socioambiental: uma proposta metodológica utilizando o caso do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 12, 2017.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIN, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

SOUZA, F. H. M. D.VIOLA, M. R.AVANZI, J. C.GIONGO, M.VIEIRA FILHO, M. Thornthwaite's Climate Regionalization for the State of Tocantins, Brazil. **Floresta**, v. 49, n. 4, p. 783-792, 2019. <https://doi.org/10.5380/rev.v49i4.59188>

SPAROVEK, G. **A qualidade dos assentamentos da reforma agrária brasileira**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2003,

SZEWRĄŃSKI, S.; ŚWIĄDER, M.; KAZAK, J. K.; TOKARCZYK-DOROCIAK, K.; VAN HOOFF, J. Socio-Environmental Vulnerability Mapping for Environmental and Flood Resilience Assessment: The Case of Ageing and Poverty in the City of Wrocław, Poland. **Integrated environmental assessment and management**, v. 14, n. 5, p. 592-597, 2018.

TALCHABHADEL, R.; KARKI, R.; YADAV, M.; MAHARJAN, M.; ARYAL, A.; RAJ THAPA, B. Spatial distribution of soil moisture index across Nepal: a step towards sharing climatic information for agricultural sector. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 137, n. 3, p. 3089-3102, 2019.

TAYLOR, M.A.; PHILP, M.L. Beyond agriculture: A review of the Thornthwaite Moisture Index with respect to road pavements and other infrastructure applications. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 10, n. 6, p. 528-540, 2016.

TARSITANO, M. A. A. et al. Caracterização das ações de assistência técnica e extensão rural no assentamento Timboré, SP. In: BERGAMASCO, S. M. P. P.; OLIVEIRA, J. T. A.; ESQUERDO, V. F. S. (Org.). Assentamentos rurais no século XXI: temas recorrentes. Campinas: FEAGRI/UNICAMP; São Paulo: INCRA, 2011, p. 167-186

TEIXEIRA, D. L. S. **Vulnerabilidade socioambiental a inundações: estudo de caso de uma sub-bacia no Sul de Minas Gerais**. 2022 (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos)- Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2022

THOM, H. C. S. Some methods of climatological analysis. Geneva: World Meteorological Organization, 1966, 53 p. (WMO. Technical note, 81).

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance** Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)

THORNTHWAITE, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr. Rev.**38, 55-94.

TILIO NETO, PD. Ecopolítica das mudanças climáticas: o IPCC e o ecologismo dos pobres [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010, As mudanças climáticas na ordem ambiental internacional. pp. 37-81, ISBN: 978-85-7982-049-6.

TOLEDO, Karina. Quinto relatório do IPCC mostra intensificação das mudanças climáticas. **Agência FAPESP**, São Paulo, n. 17944, 27 set. 2013, Disponível

em: < <http://agencia.fapesp.br/quinto-relatorio-do-ipcc-mostra-intensificacao-das-mudancas-climaticas/17944/>> Acesso em: 07 set.2021.

TOMINAGA, L. D.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org). **Desastres naturais conhecer para prevenir**. 1,ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009 Disponível em: <http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>

TSIROS, I. X.; NASTOS, P.; PROUTSOS, N. D.; TSAOUSIDIS, A. Variability of the aridity index and related drought parameters in Greece using climatological data over the last century (1900–1997). **Atmospheric Research**, v. 240, p. 104914, 2020,

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar de M. Cordeiro. *Gestão da água no Brasil*. Brasília: Unesco, 2001, 156 p.

ULIANA, E. M.; MENDES, M. A. D. S. A.; DE ALMEIDA, F. T.; DOS REIS, E. F.; XAVIER, A. C.; SILVA, J. G. F. Índice de precipitação padronizado: estudo de caso para região noroeste do Estado do Espírito Santo, Brasil. **Nativa**, v. 5, n. 5, p. 330-336, 2017.

UN - UNITED NATIONS. *World Population Prospects: The 2013 Revision*. Vol. 1, Comprehensive Tables. New York: UN Statistical Office. 2013.

UNICEF e OMS. Acesso à água potável-2019. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>. Acesso em 21 de jan. de 2022.

VASCONCELOS, Ana Cecília Feitosa de. *Indicadores de vulnerabilidade Socioambiental: proposição de framework e aplicação na cidade de Natal - RN / Ana Cecília Feitosa de Vasconcelos*. - 2019. 127 f.: il.

VEETTIL, A. V.; MISHRA, A. K. Potential influence of climate and anthropogenic variables on water security using blue and green water scarcity, Falkenmark index, and freshwater provision indicator. **Journal of environmental management**, v. 228, p. 346-362, 2018.

VIEIRA, J. *Água e Saúde Pública*. Edições Sílabo, Ed. 1a. Lisboa: Edições Sílabo. 2018.

XAVIER, A. C.; KING, C. W.; SCANLON, B. R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980-2013). **International Journal of Climatology**, v. 36, p. 2644–2659, 2015.

WATTS, N. et al. The *Lancet* Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health. *The Lancet*, 2017,

WESTSTRATE, J. et al. The sustainable development goal on water and sanitation: learning from the millennium development goals. **Social Indicators Research**, [S.l.], v. 143, p. 795- 810, 2018.

WHO – World Health Organization. *Reducing Global Health Risks Through Mitigation of Short-Lived Climate Pollutants*. Scoping Report for Policy-makers. Geneva, WHO Press, 2015.

WILHITE, D. A.; GLANTZ, M. H. Understanding the drought phenomenon: The role definitions. In: Wilhite D. A.; Easterling, W. E.; Wood, D. W. Planning for drought toward a reduction of societal vulnerability. Boulder: Westview Press, 1987, p.11-14.

XU, S. Y.; WANG, J.; SHI, C.; YAN, J. P. Research of the natural disaster risk on coastal cities. **Acta Geographica Sinica**, v. 61, n. 2, p. 127-138, 2006.

ZAREIE, A.; AMIN, M. S. R.; AMADOR-JIMÉNEZ, L. E. Thornthwaite moisture index modeling to estimate the implication of climate change on pavement deterioration. **Journal of Transportation Engineering**, v. 142, n. 4, p. 04016007, 2016.

YIN, Jie et al. Community-based scenario modelling and disaster risk assessment of urban rainstorm waterlogging. **Journal of Geographical Sciences**, v. 21, n. 2, p. 274-284, 2011.

## APÊNDICE A

Ano	Boa Esperança	Florestan Fernandes	Georgina	Ita	José Marcos	Monte Alegre	Novo Sonho	Santa Clara	Sezinio
1980	1,2	- 0,5	0,6	0,8	- 0,1	- 0,3	0,7	0,2	1,1
1981	1,5	0,3	1,2	1,4	0,3	0,0	1,2	0,2	1,2
1982	- 0,3	- 0,4	0,1	-1,0	0,3	- 0,1	- 0,1	- 0,6	0,0
1983	1,8	1,7	0,5	1,4	1,9	1,7	1,2	1,7	1,5
1984	0,1	- 0,1	- 0,1	0,9	0,9	0,4	0,2	0,6	0,2
1985	1,2	1,4	1,0	1,2	0,8	1,3	1,8	1,1	1,1
1986	-1,1	-1,4	- 0,8	-1,5	-1,1	-1,4	- 0,6	-1,6	-1,4
1987	- 0,1	0,1	-1,1	0,2	0,3	0,3	- 0,5	0,3	- 0,5
1988	- 0,6	- 0,5	- 0,4	- 0,2	0,0	- 0,4	- 0,7	- 0,6	- 0,3
1989	- 0,8	- 0,1	0,2	0,1	- 0,1	0,0	- 0,2	- 0,1	- 0,1
1990	-1,4	-1,9	-1,2	-1,2	-2,1	-1,7	- 0,8	-1,3	-1,1
1991	0,9	0,6	1,0	0,2	0,3	0,5	1,3	0,9	0,6
1992	1,5	0,4	2,6	0,9	0,1	0,3	2,7	0,9	1,8
1993	-1,1	-1,4	-1,0	-1,1	- 0,4	- 0,6	- 0,9	-1,2	-1,4
1994	- 0,7	0,3	- 0,4	- 0,3	0,8	0,7	- 0,2	0,3	- 0,7
1995	0,2	0,0	- 0,7	0,5	- 0,5	0,0	- 0,2	- 0,6	- 0,1
1996	- 0,7	0,0	- 0,7	- 0,2	- 0,2	0,0	-1,0	0,2	- 0,4
1997	- 0,1	0,4	- 0,6	0,8	- 0,1	0,3	- 0,1	0,2	0,0
1998	-1,1	- 0,5	-1,5	- 0,8	0,0	- 0,1	-1,3	- 0,8	-1,4
1999	- 0,2	- 0,8	- 0,4	- 0,1	0,0	- 0,3	- 0,1	0,0	- 0,5
2000	0,5	0,2	1,6	0,3	- 0,1	0,1	0,8	0,2	0,9
2001	- 0,3	- 0,6	0,9	0,1	-1,4	-1,1	- 0,3	- 0,4	0,7
2002	0,4	0,1	0,4	- 0,2	- 0,7	- 0,3	0,6	- 0,6	- 0,1
2003	- 0,8	0,0	- 0,5	-1,3	0,3	0,1	-1,0	- 0,9	-1,2
2004	1,0	1,6	1,5	1,0	1,1	1,4	0,8	1,1	1,2
2005	1,4	1,8	1,5	1,6	2,3	2,2	1,2	2,0	1,3
2006	0,7	0,5	0,8	0,5	0,3	0,6	0,7	0,3	0,6
2007	-1,1	- 0,4	- 0,8	-1,4	- 0,6	- 0,8	-1,4	-1,4	-1,0
2008	0,4	1,3	0,4	- 0,2	1,9	1,4	- 0,1	1,0	0,3
2009	0,9	1,4	0,5	0,8	0,7	0,9	0,6	1,3	1,0
2010	- 0,1	0,4	- 0,3	0,4	- 0,3	0,2	0,0	0,0	- 0,3
2011	0,5	0,6	0,4	0,2	0,5	0,6	0,2	0,7	0,5
2012	- 0,6	-1,0	- 0,7	- 0,9	- 0,7	-1,3	- 0,7	0,2	- 0,5
2013	1,2	0,9	0,5	1,9	0,9	1,0	0,4	1,7	1,3
2014	-1,3	-2,1	- 0,8	-1,6	-2,2	-2,1	-1,0	-1,8	- 0,8
2015	-2,6	-2,2	-2,2	-2,5	-2,1	-2,4	-2,7	-2,1	-2,8
2016	- 0,7	- 0,5	-1,2	- 0,9	-1,1	-1,1	- 0,5	-1,1	- 0,8
<b>MÉDIA</b>	<b>0,0000000</b>	<b>0,0000000</b>	<b>0,0005405</b>	<b>0,0008108</b>	<b>- 0,0002703</b>	<b>- 0,0002703</b>	<b>- 0,0002703</b>	<b>0,0008108</b>	<b>0,0005405</b>



## (1) IDHM X (2) Incidência da pobreza \*

A indicação da intensidade de importância deverá ser feita sempre analisando o primeiro indicador em relação ao segundo.

Extremamente menos importante    Muitíssimo menos importante    Muito menos importante    Menos importante    Mesma importância    Mais importante

IDHM X  
Incidência  
da  
pobreza

## (1) IDHM X (2) Índice de GINI \*

A indicação da intensidade de importância deverá ser feita sempre analisando o primeiro indicador em relação ao segundo.

Extremamente menos importante    Muitíssimo menos importante    Muito menos importante    Menos importante    Mesma importância    Mais importante im

IDHM  
X  
Índice  
de  
GINI

## (1) Incidência da pobreza X (2) Índice de GINI \*

A indicação da intensidade de importância deverá ser feita sempre analisando o primeiro indicador em relação ao segundo.

Extremamente menos importante    Muitíssimo menos importante    Muito menos importante    Menos importante    Mesma importância    Mais importante

Incidência  
da  
pobreza X  
Índice de  
GINI

