



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
PERNAMBUCO

Campus Recife

Departamento Acadêmico de Ambiente, Saúde e Segurança

Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental

GREGÓRIO THOMAZ MONTEIRO WANDERLEY ESTANISLAU COSTA DE  
FARIAS

**AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DA POPULAÇÃO DE  
FERNANDO DE NORONHA FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Recife

2021

GREGÓRIO THOMAZ MONTEIRO WANDERLEY ESTANISLAU COSTA DE  
FARIAS

**AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DA POPULAÇÃO DE  
FERNANDO DE NORONHA FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Monografia apresentada ao Departamento Acadêmico de Ambiente, Saúde e Segurança em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dsc. Hernande Pereira da Silva

Recife

2021

F224a  
2021

Farias, Gregório Thomaz Monteiro Wanderley Estanislau Costa de.  
Avaliação de vulnerabilidade socioambiental da população de Fernando de Noronha  
frente às mudanças climáticas / Gregório Thomaz Monteiro Wanderley Estanislau Costa  
de Farias. --- Recife: O autor, 2021.  
50f. il. Color.

TCC (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de  
Pernambuco, Departamento Acadêmico de Ambiente, Saúde e Segurança - DASS,  
2021.

Inclui Referências e apêndices.

Orientador: Professor Dr. Hernande Pereira da Silva.

1. Mudanças climáticas. 2. Fernando de Noronha. 3. Vulnerabilidade socioambiental.  
I. Título. II. Silva, Hernande Perreira (orientador). III. Instituto Federal de Pernambuco.

CDD 551.6 (21ed.)

Catálogo na fonte: Emmely Silva CRB4/1876

GREGÓRIO THOMAZ MONTEIRO WANDERLEY ESTANISLAU COSTA DE  
FARIAS

**AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DA POPULAÇÃO DE  
FERNANDO DE NORONHA FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Monografia aprovada como requisitos finais do Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental ao término do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Recife, 14 de junho de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. DSc. Hernande Pereira da Silva**

Orientador - IFPE

---

**Prof. Dr. José Severino Bento da Silva**

Examinador Interno - IFPE

---

**MSc. Rayanna Barroso de Oliveira Alves**

Examinador Externo - INPE

---

**MSc. Maria Alice de Lira Borges**

Examinador Externo - PRODEMA-UFPE

Recife

2021

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço à natureza, por me revelar sentimentos tão simples de serem nomeados através de seus processos tão complexos que geram dúvidas e me instiga a tentar entendê-la para assim cuidá-la.

Agradeço também a todas e todos que sempre estiveram ao meu lado nessa longa caminhada, em especial minha mãe (Dona Thereza), pela entrega e todo cuidado que sempre esteve presente, minha companheira (Mariana) pelo companheirismo, pelo amor e zelo, meu filho (Bernardo) por sempre me colocar em meu lugar, e entender a beleza de ser criança e minha irmã (Mariah) por todas as vezes que me instigou a estudar e também todas as orientações.

Agradeço também ao meu orientador e amigo, Professor Hernande Pereira da Silva, pessoa com quem tive o privilégio de aprender coisas importantíssimas para minha formação.

Ao Instituto Federal de Pernambuco pelo curso oferecido.

Ao Núcleo de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (GEOSERE), na Universidade Federal Rural de Pernambuco, por todo suporte e estrutura.

## RESUMO

Em tempos atuais, um dos objetos de discussão no campo do conhecimento socioambiental é a mudança do clima e suas graves consequências. Conforme visto em diversos documentos científicos, pesquisadores afirmam que as mudanças climáticas são um fato e ocorrem principalmente em decorrência das atividades humanas. Organizações internacionais representadas por diversos países trabalham objetivando reconhecer as principais causas e impactos negativos relacionados à mudança do clima, para então promover estratégias de adaptação e mitigação específicas. De acordo com a literatura, a capacidade de uma pessoa ou um determinado grupo se adaptar e mitigar os efeitos negativos da mudança do clima está diretamente associada a fatores socioeconômicos. Sendo assim, populações habitando moradias precárias, de baixa renda, idosos, crianças, entre outros, são preponderantemente mais vulneráveis a tais efeitos. No Brasil, com a institucionalização da Lei N° 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima, observa-se então os esforços em compreender a natureza, intensidade e frequência dos impactos negativos relativos às mudanças climáticas, visando identificar populações vulneráveis e a promover medidas adaptativas e mitigadoras. O presente trabalho busca identificar e apresentar a existência de vulnerabilidade da população da ilha Fernando de Noronha por meio do Índice Municipal de Vulnerabilidade elaborado pela Fundação Oswaldo Cruz; dados censitários elaborados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; e geoprocessamento de imagens de satélite de alta resolução espacial através de softwares computacionais. Os resultados obtidos nesta análise demonstram média vulnerabilidade para a população de Fernando de Noronha, contudo os principais setores sensíveis ao clima são Povos e Populações Vulneráveis, Saúde e Recursos Hídricos.

Palavras-chave: Mudança Climática. Vulnerabilidade. Fernando de Noronha.

## **ABSTRACT**

Currently, one of the objects of discussion in the field of socio-environmental knowledge is climate change and its 'serious consequences. As seen in several scientific documents, researchers claim that climate change is a fact and occurs mainly as a result of human activities. International organizations represented by different countries work to recognize the main causes and negative impacts related to climate change, and then promote specific adaptation and mitigation strategies. According to the literature, the ability of a person or a particular group to adapt and mitigate the negative effects of climate change is directly associated with socioeconomic factors. Thus, populations living in precarious, low-income housing, the elderly, children, among others, are preponderantly more vulnerable to such effects. In Brazil, with the institutionalization of Law N° 12,187, December 29, 2009. Establishing the National Policy on Climate Change, efforts to understand the nature, intensity and frequency of negative impacts related to climate change are observed, aiming to identify vulnerable populations and promote adaptive and mitigating measures. The present work seeks to identify and present existence of vulnerability of the population of the island Fernando de Noronha through the Municipal Vulnerability Index elaborated by Oswaldo Cruz Foundation; census data prepared by the Brazilian Institute of Geography and Statistics; and geoprocessing of high spatial resolution satellite images through computer software. The results obtained in this analysis demonstrate an average vulnerability for the population of Fernando de Noronha, however the main climate-sensitive sectors are Vulnerable Peoples and Populations, Health and Water Resources.

Keywords: Climate Change. Vulnerability. Fernando de Noronha.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Carta de localização da ilha Fernando de Noronha. ....	21
Figura 2	Índice Municipal de Vulnerabilidade Adaptado. ....	23
Figura 3	Parâmetro para análise de vulnerabilidade social. ....	24
Figura 4	Resultado do Índice de Exposição na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha. ....	30
Figura 5	Resultado do Índice doenças associadas ao clima na escala de vulnerabilidade para ilha Fernando de Noronha. ....	31
Figura 6	Resultado do Índice de Pobreza na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha. ....	32
Figura 7	Resultado do Índice de Sensibilidade sociodemográfica na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha. ....	33
Figura 8	Resultado do Índice de Sensibilidade na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha. ....	34
Figura 9	Resultado do Índice de Capacidade Adaptativa na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha. ....	34
Figura 10	Resultado do Índice Municipal de Vulnerabilidade Adaptado na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha. ....	35



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Intervalos do Índice de Vulnerabilidade para associação dos pesos atribuídos. ....	24
Tabela 2	Intervalos do índice de cobertura vegetal e percentual e seus respectivos pesos. ....	25
Tabela 3	Intervalos do índice de doenças associadas ao clima e seus respectivos pesos. ....	26
Tabela 4	Intervalos do índice de pobreza, seus indicadores e respectivos pesos. ....	27
Tabela 5	Intervalos do índice de sensibilidade sociodemográfica, seus indicadores e respectivos pesos. ....	27
Tabela 6	Intervalos do índice de capacidade adaptativa e seus respectivos pesos. ....	28
Tabela 7	Taxa e peso do indicador de cobertura vegetal. ....	30
Tabela 8	Taxa e peso do indicador do Índice de doenças associadas ao clima. ....	31
Tabela 9	Taxa e peso dos indicadores do Índice de Pobreza na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha. ....	32
Tabela 10	Taxa e peso dos indicadores do Índice de Sensibilidade sociodemográfica. ....	33
Tabela 11	Taxa e peso dos indicadores do Índice de Capacidade Adaptativa. ....	34
Tabela 12	Resultado dos índices estudados. ....	35
Tabela 13	Síntese das informações sobre uso e ocupação do solo. ....	39

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
3.1	MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	14
3.2	VULNERABILIDADE.....	16
3.3	CONTEXTO POLÍTICO.....	18
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	20
4.2	DESENVOLVIMENTO DE ÍNDICES PARA IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADE.....	22
<b>4.2.1</b>	<b>Índice de Exposição.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Índice de Sensibilidade.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Índice de Capacidade Adaptativa.....</b>	<b>27</b>
4.3	IDENTIFICAÇÃO DE SETORES SENSÍVEIS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	28
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
5.1	DESENVOLVIMENTO DE ÍNDICES PARA IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADE.....	30
<b>5.1.1</b>	<b>Índice de Exposição.....</b>	<b>30</b>
5.1.1.1	<i>Índice de Cobertura Vegetal.....</i>	30
<b>5.1.2</b>	<b>Índice de Sensibilidade.....</b>	<b>31</b>
5.1.2.1	<i>Índice de doenças associadas ao clima.....</i>	31
5.1.2.2	<i>Índice de Pobreza.....</i>	32
5.1.2.3	<i>Índice de Sensibilidade Sociodemográfica.....</i>	33
<b>5.1.3</b>	<b>Índice de Capacidade Adaptativa.....</b>	<b>34</b>
5.2	IDENTIFICAÇÃO DE SETORES SENSÍVEIS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	35
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>

<b>APÊNDICE A - CARTA TEMÁTICA DE COBERTURA VEGETAL DA ILHA FERNANDO DE NORONHA EM 2005.....</b>	<b>44</b>
<b>APÊNDICE B - CARTA TEMÁTICA DE COBERTURA VEGETAL DA ILHA FERNANDO DE NORONHA EM 2011.....</b>	<b>45</b>
<b>APÊNDICE C - CARTA TEMÁTICA DE COBERTURA VEGETAL DA ILHA FERNANDO DE NORONHA EM 2016.....</b>	<b>46</b>
<b>APÊNDICE D - CARTA TEMÁTICA DOS CORPOS D'ÁGUA EM FERNANDO DE NORONHA EM 2005.....</b>	<b>47</b>
<b>APÊNDICE E - CARTA TEMÁTICA DOS CORPOS D'ÁGUA EM FERNANDO DE NORONHA EM 2011.....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE F - CARTA TEMÁTICA DOS CORPOS D'ÁGUA EM FERNANDO DE NORONHA EM 2016.....</b>	<b>49</b>
<b>APÊNDICE G - CARTA TEMÁTICA DE DIVISÃO TERRITORIAL E EXPANSÃO DA MANCHA URBANA ENTRE OS PERÍODOS DE 2005, 2011 E 2016.....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo avaliar a vulnerabilidade socioambiental da população de Fernando de Noronha frente às mudanças climáticas, visando identificar populações e territórios vulneráveis. A pesquisa foi realizada através da inserção do autor no Núcleo de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto da Universidade Federal Rural de Pernambuco (GEOSERE-UFRPE), o qual o professor orientador deste trabalho coordena.

Este trabalho emerge através da experiência do autor em um projeto de pesquisa maior intitulado “Utilização de dados e imagens dos satélites METEOSAT-8 e METOP visando estudos relativos às mudanças climáticas e desastres naturais no Nordeste do Brasil”. Enquanto estudante de Iniciação Científica, o autor ficou responsável pelas questões de mudanças climáticas em Fernando de Noronha, diante de sua vivência anterior de moradia na ilha por cerca de três anos. Nesse sentido, havia conhecimentos prévios sobre a realidade local e interesse em fortalecê-la.

Desde o início do curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental surgiu o interesse e identificação com as áreas de Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento e Mudanças Climáticas. Os conhecimentos dessas áreas possibilitaram a reflexão e atuação frente às vulnerabilidades socioambientais previamente conhecidas a partir da experiência do autor em Fernando de Noronha.

O percurso de construção deste trabalho conta em seu início com a aproximação e aprofundamento da bibliografia referente às Mudanças Climáticas, e seus efeitos sobre populações, assim como vulnerabilidade socioambiental. Importante destacar que na revisão bibliográfica foi encontrado apenas um trabalho que discorre sobre mudanças climáticas no arquipélago. Neste, realizado por Lacerda (2015, p. 20), objetivou-se “testar se as tendências climáticas de longo período observadas sobre Pernambuco e ilhas oceânicas do Atlântico acompanham as de aquecimento global”. Nesse sentido, o foco deste estudo foram as mudanças físicas. No trabalho aqui realizado pretende-se focar nas características sociais da população e suas vulnerabilidades frente às mudanças climáticas.

Ainda na revisão bibliográfica foi possível contextualizar a conjuntura política nacional sobre identificação de populações vulneráveis a efeitos de mudança climática e seus enfrentamentos. Em seguida, na metodologia do trabalho,

apresenta-se características da localidade estudada. Além disso, destrincha-se os índices utilizados para avaliar o perfil social da população estudada. As fontes de dados para abastecimento dos índices trabalhados foram o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Base de Dados do Estado de Pernambuco (BDE), o DATASUS do Ministério da Saúde e o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.

Estes índices compõem o Índice Municipal de Vulnerabilidade (IMV) elaborado pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Explica-se ainda a adaptação realizada pelo autor do IMV para contemplação dos resultados com maior confiabilidade. Apresenta-se os softwares computacionais de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (QGIS e SPRING) para a geração das cartas temáticas utilizadas para a obtenção dos resultados da pesquisa. Estes são apresentados e destrinchados, revelando que a população se encontra no geral em média vulnerabilidade, no entanto apresentando alta e muito alta vulnerabilidade nos índices de pobreza e sensibilidade sociodemográfica. Nesse sentido, reflete-se ainda no trabalho sobre a possibilidade de encontrar resultados mais pessimistas visualizando que a área estudada se trata de uma ilha que tem tido um aumento significativo de sua população.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a vulnerabilidade socioambiental da população de Fernando de Noronha frente às mudanças climáticas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Desenvolver índices que possibilitem identificar vulnerabilidade da população de Fernando de Noronha;
- b) Identificar setores sensíveis às mudanças climáticas;
- c) Fornecer informações sobre vulnerabilidade socioambiental para a gestão pública.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este trabalho orienta-se pela compreensão de fenômenos que caracterizam a ocorrência de mudanças climáticas as quais vem acontecendo gradativamente, sendo aceleradas a partir de atividades humanas. Portanto, aqui discorre-se sobre a vulnerabilidade socioambiental da população localizada em uma área bastante específica, a ilha Fernando de Noronha, em Pernambuco. Nesse sentido, utilizam-se índices agregados que tem como objetivo mensurar e avaliar a vulnerabilidade de um determinado grupo. Para auxiliar na avaliação realizada do índice, adotam-se aqui as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento de imagens de satélites para geração de cartas temáticas.

#### 3.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Os primeiros relatos do processo de mudanças climáticas, sobretudo àqueles relativos ao aquecimento global atribuídos à ação humana datam da década de 1950, quando, pela primeira vez, a comunidade científica levanta a hipótese de um aumento de temperatura proveniente das emissões dos gases de efeito estufa (GEE), em especial o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). A partir da década de 1980, cresce então a preocupação de diversos pesquisadores quanto aos impactos negativos dessas mudanças, levando-os a elaborar os primeiros modelos climáticos, na década de 1990, que explicavam a variabilidade do clima ao longo do século, levando em consideração a contribuição dos componentes naturais e antropogênicos (FONSECA, 2017).

Com o despertar da preocupação ambiental acerca dos problemas atribuídos à mudança do clima, no ano de 1992, em meio a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), no Rio de Janeiro, foram elaborados três convenções em forma de documento, dentre eles está a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), que foi assinado por 175 países, reconhecendo a mudança do clima como uma preocupação comum da humanidade (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2009).

Contextualizando a temática aqui discutida, é necessário compreender do que se trata o clima, a mudança do clima e quais seus potenciais efeitos negativos para

a população em um contexto geral. Contudo, é importante salientar que “as mudanças no clima global são um fato e vem ocorrendo pela ação da atividade humana [...] a Ciência do Clima demonstra que a humanidade irá enfrentar algum grau de Mudança Climática<sup>1</sup>”.

De acordo com Fonseca (2017), a definição de clima está relacionada com a descrição estatística de condição média do tempo, levando em consideração quantidades relevantes de variáveis como temperatura, precipitação e vento, numa escala de tempo, podendo variar de meses a milhares de anos. Nesse sentido, entende-se por mudança do clima a variação expressa em valores significativos onde haverá mudanças no estado médio do clima, persistindo por um período prolongado (AVZARADEL, 2010). Segundo a Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima, mudança climática é:

Mudança de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis (BRASIL, 2009, s/p.).

Quanto aos potenciais efeitos negativos atribuídos a mudança do clima, Confalonieri, Marinho e Barata (2011, p. 201-202) apontam três principais mecanismos que podem afetar a saúde da população:

Efeitos diretos dos eventos climáticos extremos que afetam a saúde através de influências sobre a fisiologia humana (ex. ondas de calor) ou provocando traumas físicos em acidentes, como em tempestades, inundações e deslizamento de terra; Efeitos sobre o meio ambiente que alteram fatores determinantes da saúde humana. Exemplos mais relevantes são os efeitos do clima afetando a produção de alimentos, a qualidade da água e do ar, assim como a ecologia de vetores (ex. mosquitos) de agentes infecciosos; Efeitos dos eventos climáticos sobre os processos sociais, determinando rupturas socioeconômicas, culturais e demográficas importantes. Um exemplo é a migração de grupos populacionais, desencadeada por secas prolongadas que afetam populações que dependem de agricultura de subsistência.

Barcellos *et al* (2009), descreve que o grau de sensibilidade da saúde humana aos impactos negativos provenientes da mudança climática, está relacionada às vulnerabilidades individual e coletiva, e também às características de cada território. Portanto, observa-se que fatores como idade e perfil de saúde são

---

<sup>1</sup> Informações coletadas a partir do portal online <http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/copa-verde/nucleo-mudancas-climaticas/experiencias-internacionais/item/8266>.



caracterizados como componente individual, enquanto o crescimento da população, pobreza, degradação do meio ambiente, modelo econômico, saneamento e o grau de urbanização, caracterizam os componentes que afetam a coletividade.

De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde (2009), existem diversos meios de produção de impactos negativos sobre a saúde humana relacionados a mudança do clima. Tais impactos podem acontecer de forma direta, ocasionando mortes via eventos extremos como o furacão Catarina, em Santa Catarina no ano de 2004, e de forma indireta, como em casos de alterações de ecossistemas e de ciclos biológicos, geográficos e químicos, podendo causar o aumento de incidência de doenças infecciosas. Outro fator importante é a expansão geográfica natural dos microrganismos, que tendem a aumentar com a elevação das temperaturas, representando riscos à saúde principalmente das populações mais vulneráveis (idosos, crianças e portadores de doenças crônicas).

Ainda discorre a Organização Pan-Americana da Saúde (2009, p. 17) que:

É praticamente certo que mudanças importantes no clima do planeta, como o aumento na incidência de eventos climáticos extremos, alterações no padrão pluviométrico, alteração no padrão de temperatura tem efeitos imprevisíveis sobre a saúde humana, considerando que diversos agravos têm relação direta com as condições do ambiente.

Nesse sentido, é conveniente afirmar que existe um recorte populacional bem definido daqueles que tem maior propensão a sofrer tais efeitos negativos, sendo esses os grupos com baixos índices de desenvolvimento social, cultural e econômico, pois, em decorrência de sua localização e características naturais do ambiente, tais grupos ou áreas são mais vulneráveis do que outros (REZENDE, 2016).

### 3.2 VULNERABILIDADE

Como visto anteriormente, o estudo da vulnerabilidade socioambiental está diretamente associado à capacidade de indivíduos ou grupos em suportar os efeitos negativos diversos, dentre eles os efeitos da mudança do clima. Portanto, é muito importante perceber, identificar e direcionar ações com finalidade de proporcionar a adaptação e até mesmo mitigação frente a tais efeitos para os diversos grupos sociais existentes no local, pois, conforme visto em Marengo (2008), no que diz

respeito à capacidade exclusivamente da população, aqueles com menor acesso a recursos e com menor capacidade em se adaptar são os mais vulneráveis.

De acordo com Confalonieri (2003), atualmente diversos pesquisadores têm utilizado o conceito de vulnerabilidade social para caracterizar determinados grupos que são mais afetados pelos efeitos negativos de natureza ambiental, inclusive aqueles relacionados ao clima. Dessa maneira, a fim de contextualizar a temática aqui discutida, é importante trazer alguns conceitos comumente utilizados pela comunidade científica.

Segundo a Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, citada anteriormente, vulnerabilidade é definida por:

Grau de suscetibilidade e incapacidade de um sistema, em função de sua sensibilidade, capacidade de adaptação, e do caráter, magnitude e taxa de mudança e variação do clima a que está exposto, de lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, entre os quais a variabilidade climática e os eventos extremos (BRASIL, 2009, s/p.).

Para Blaikie *et al.* (1994, p. 9), vulnerabilidade está relacionada com características de pessoas ou grupos em termos de sua “capacidade de antecipar, resistir, manejar e recuperar-se dos impactos causados por desastres”. Dow (1992), conceitua vulnerabilidade como “a capacidade diferenciada de grupos ou indivíduos de manejar riscos, baseada em suas posições relativas nos mundos físico e social”. Nesse sentido, a fim de relacionar o conceito de vulnerabilidade aos efeitos da mudança do clima, Tibúrcio e Correa (2012, p. 124) o definem tal como “a medida pela qual uma sociedade é suscetível de sofrer por causas climáticas”.

Baseado nos argumentos supracitados, pode-se afirmar que indivíduos ou grupos de baixa renda, habitando em moradias precárias, ausentes do atendimento de serviços de saneamento básico, entre outros fatores, são identificados como populações vulneráveis, e é justamente neste sentido em que setores governamentais e não governamentais, por meio de leis, planos e ações devem buscar identificar tais populações para que haja a promoção da redução dessa vulnerabilidade (BARATA, 2015).

### 3.3 CONTEXTO POLÍTICO

No que diz respeito ao contexto político, a partir da instituição do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima pelo Decreto N° 6.263 de novembro de 2007, da Política Nacional sobre Mudança do Clima pela Lei N° 12.187, de 29 de dezembro de 2009 e do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima pela Portaria N° 150 de maio de 2016, observam-se os esforços em identificar vulnerabilidades para adoção de medidas de adaptação adequadas aos diversos setores sociais (BARATA, 2015).

No tocante à Política Nacional sobre Mudança do Clima, observa-se que seus objetivos devem se harmonizar com o desenvolvimento sustentável buscando o crescimento econômico, a erradicação da pobreza e a redução das desigualdades sociais e estabelece planos setoriais de adaptação e mitigação às mudanças climáticas a fim de consolidar uma economia de baixo consumo de carbono (BRASIL, 2009). Quanto ao Plano Nacional sobre Mudança do Clima, de acordo com informações coletadas no Ministério do Meio Ambiente<sup>2</sup>, seus principais objetivos são:

1. Identificar, planejar e coordenar as ações para mitigar as emissões de gases de efeito estufa geradas no Brasil, bem como àquelas necessárias à adaptação da sociedade aos impactos que ocorram devido à mudança do clima;
2. Fomentar aumentos de eficiência no desempenho dos setores da economia na busca constante do alcance das melhores práticas;
3. Buscar manter elevada a participação de energia renovável na matriz elétrica, preservando posição de destaque que o Brasil sempre ocupou no cenário internacional;
4. Fomentar o aumento sustentável da participação de biocombustíveis na matriz de transportes nacional e, ainda, atuar com vistas à estruturação de um mercado internacional de biocombustíveis sustentáveis;
5. Buscar a redução sustentada das taxas de desmatamento, em sua média quinquenal, em todos os biomas brasileiros, até que se atinja o desmatamento ilegal zero;
6. Eliminar a perda líquida da área de cobertura florestal no Brasil, até 2015;
7. Fortalecer ações intersetoriais voltadas para redução das vulnerabilidades das populações;
8. Procurar identificar os impactos ambientais decorrentes da mudança do clima e fomentar o desenvolvimento de pesquisas científicas para que se possa traçar uma estratégia que minimize os custos socioeconômicos de adaptação do País.

---

<sup>2</sup> Informações coletadas a partir do portal online <http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima/plano-nacional-sobre-mudanca-do-clima>.

O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima se trata de um instrumento construído pelo governo federal em colaboração com a sociedade civil, setor privado e governos estaduais, dividido em 11 setores temáticos estratégicos (Agricultura; Biodiversidade e Ecossistemas; Cidades; Desastres Naturais; Indústria e Mineração; Infraestrutura; Povos e Populações Vulneráveis; Recursos Hídricos; Saúde; Segurança Alimentar e Nutricional; e Zonas Costeiras), com finalidade de identificar fragilidades e promover ações para adaptação e redução do risco climático, com objetivo principal de:

Promover a gestão e redução do risco climático no país frente aos efeitos adversos da mudança do clima, de forma a aproveitar as oportunidades emergentes, evitar perdas e danos e construir instrumentos que permitam a adaptação dos sistemas naturais, humanos, produtivos e de infraestrutura (BRASIL, 2016, p.18).

Para este trabalho, utiliza-se como referência o setor temático Povos e Populações Vulneráveis do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, visando elaborar dados para então compreender o contexto no qual se insere a área de estudo.

O índice adotado neste trabalho para avaliação da vulnerabilidade da população em Fernando de Noronha é o Índice de Vulnerabilidade Municipal (IVM), elaborado pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) em parceria com outras instituições brasileiras de fomento à pesquisa científica, que contempla os meios social, econômico e ambiental (FONSECA, 2017).

## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo irei apresentar os procedimentos metodológicos adotados para analisar e avaliar a vulnerabilidade da população noronhense frente às mudanças climáticas, identificar setores sensíveis à tais mudanças, tendo em vista sintetizar informações para fornecer subsídio à gestão pública.

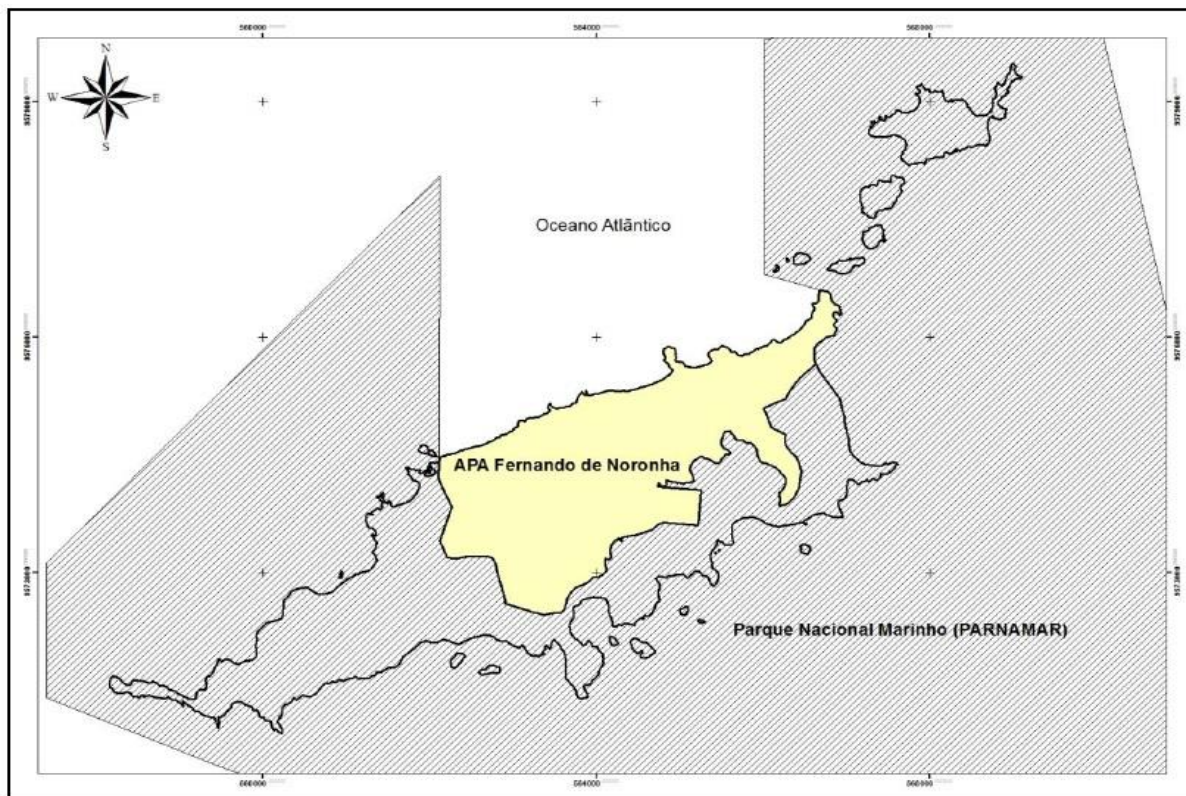
### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O arquipélago Fernando de Noronha é um conjunto de 21 ilhas, ilhotas ou rochedos oceânicos, totalizando uma área de 26 km<sup>2</sup>, pertencentes ao estado de Pernambuco. A ilha principal do arquipélago Fernando de Noronha possui uma área de 17,017 km<sup>2</sup>, representando 90% de toda a área do arquipélago, sendo esta a única habitada, contando com uma população de 2.630 habitantes e densidade demográfica de 154,55hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

O arquipélago se encontra no oceano Atlântico sul equatorial, com coordenadas 03° 54'S de latitude e 32° 25'W de longitude (ver **Figura 1**), afastado de Natal, capital do Rio Grande do Norte cerca de 350 km e 545 km de Recife, em Pernambuco, além de 710 km da capital do Ceará, Fortaleza (CASTRO, 2010; WILDNER; FERREIRA, 2012).

De acordo com Gouveia (2015), o território de Fernando de Noronha está dividido em duas unidades de conservação, sendo elas uma Área de Proteção Ambiental (APA Fernando de Noronha, Rocas, São Pedro e São Paulo), ocupando 30% de sua área e a outra refere-se ao Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, ocupando 70% restante de sua área.

Figura 1 – Carta de localização da ilha Fernando de Noronha.



Fonte: Núcleo de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto – GEOSERE (2006).

Quanto ao clima, observa-se que Fernando de Noronha é caracterizado como tropical quente, tendo duas estações distintas: a seca, que vai de setembro a fevereiro e a chuvosa, com precipitações de março a agosto. Durante a estação chuvosa, o índice pluviométrico pode atingir a marca de 2000 mm, enquanto durante a estação seca, este índice pode chegar a valores similares às regiões mais secas do semiárido nordestino, precipitando apenas 500 mm. Todavia, o índice pluviométrico médio é de 1300 mm (WILDNER; FERREIRA, 2012).

Os ventos alísios vindos da direção sudeste são predominantes, soprando a maior parte do ano, fato este que contribui com uma sensação térmica agradável, principalmente nos meses de junho a agosto. Os períodos de janeiro a março estão associados a pouca ventilação, o que aumenta a temperatura local neste período. A temperatura média local é de 28°C, variando de forma sutil no decorrer do ano, com ampliações térmicas de até 4°C (WILDNER; FERREIRA, 2012).

O abastecimento de água na ilha Fernando de Noronha é proveniente da Companhia Pernambucana de Águas e Esgoto (COMPESA), que utiliza o açude do

Xaréu e o açude da Pedreira como mananciais de captação, com capacidade de 200.000 m<sup>3</sup> e 24.000 m<sup>3</sup> respectivamente (MOTTA *et al.*, 2008).

Na tentativa de suprir a demanda hídrica da população de Fernando de Noronha, utilizam-se estratégias diversas, dentre elas estão a placa de captação de água pluvial, o sistema de dessalinização de água do mar, três poços de água subterrânea (Vidal 1, Xicó e Quartel) e também importação de água vinda do continente. No que diz respeito à qualidade da água nos poços em Fernando de Noronha, segundo estudos realizados pela equipe técnica da COMPESA, o único poço com perspectiva de uso é o Quartel (GOUVEIA, 2015).

Conforme visto em Brasil (2005, p. 9-10):

Atualmente, a demanda por água na ilha é maior do que a oferta. Sabe-se que 89,53% dos habitantes de Fernando de Noronha são atendidos pela rede de abastecimento público. Contudo, o racionamento é frequente, um volume pequeno de água chega aos estabelecimentos mesmo fora dos horários de racionamento e, de forma geral, a qualidade da água é considerada ruim. Apesar desse quadro, nem todas as alternativas de captação de água são exploradas, enquanto, outras são parcialmente exploradas.

## 4.2 DESENVOLVIMENTO DE ÍNDICES PARA IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADE

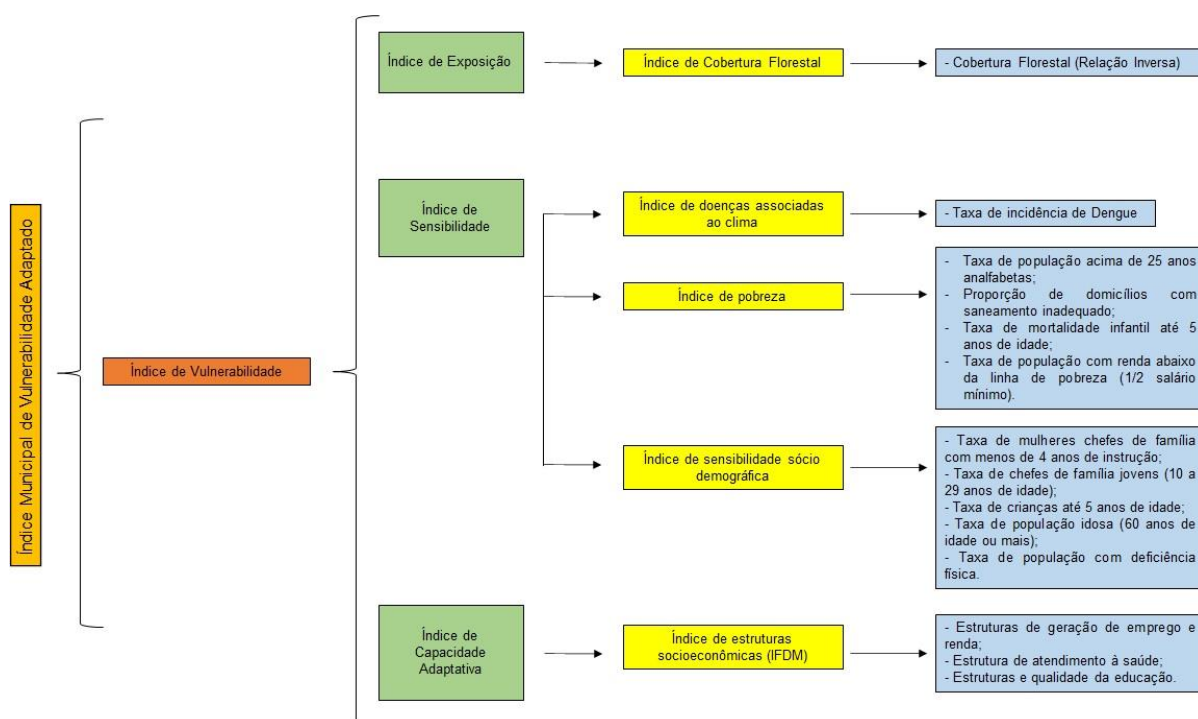
Para este trabalho, foi adotado o Índice Municipal de Vulnerabilidade (IMV) para analisar a vulnerabilidade da população em Fernando de Noronha. Este índice foi elaborado pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) em parceria com outras instituições brasileiras de fomento à pesquisa científica, sendo este o resultado da fusão de dois índices, o Índice de Vulnerabilidade Geral, composto pelos índices de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa e o Índice de Cenário Climático.

Segundo BARATA (2015, p. 27) a fusão do Índice de Vulnerabilidade Geral e o Índice de Cenário Climático tem o objetivo de:

Apoiar decisões setoriais sobre estratégias de adaptação aos efeitos projetados das mudanças climáticas, bem como contribuir para a avaliação e subsídio à formulação de políticas públicas prioritárias para aumentar a resiliência da população face aos novos cenários climáticos.

Para obter resultados de maior confiabilidade de modo contemplar a realidade da população aqui estudada, realizou-se uma adaptação do IMV<sup>3</sup>, portanto, aqui o chamaremos de Índice Municipal de Vulnerabilidade Adaptado (IMVa), onde foi utilizado apenas os parâmetros observados abaixo.

Figura 2 – Índice Municipal de Vulnerabilidade Adaptado.



Fonte: FIOCRUZ (2016). Adaptado pelo Autor.

As informações coletadas para elaboração dos resultados foram obtidas a partir do Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Base de Dados do Estado de Pernambuco (BDE), do DATASUS do Ministério da Saúde, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil e geoprocessamento de imagens de satélite realizadas pelo autor.

Quanto ao cálculo para avaliação da vulnerabilidade, foi utilizado uma média aritmética que pode ser observada abaixo:

$$IMVa = \frac{IE + IS + ICA}{3}$$

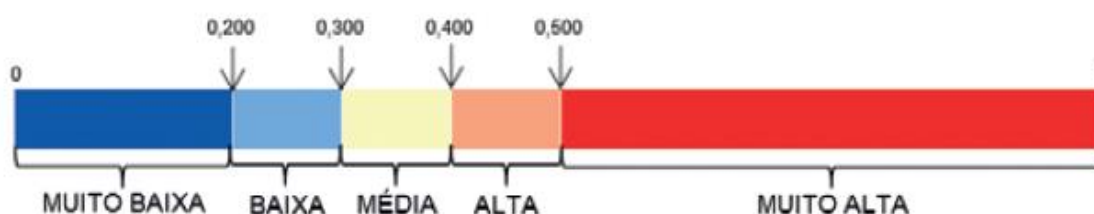
<sup>3</sup> Essa adaptação foi realizada devido a alguns dados desse índice não serem pertinentes a ilha Fernando de Noronha.



Para realizar esta avaliação, utilizou-se como referência o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) elaborado pelo Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada (IPEA). De acordo com o IPEA, este índice varia entre 0 e 1, portanto, quanto mais próximo de 0 menor é o grau de vulnerabilidade existente.

Como pode ser visto na **Figura 3**, no intervalo entre 0 e 0,200, é considerado que o local possui vulnerabilidade muito baixa. Em resultados entre 0,201 e 0,300, é considerado que o local possui vulnerabilidade baixa. Em resultados entre 0,301 e 0,400, considera-se que o local possui vulnerabilidade média. Entre 0,401 e 0,500, é considerado que o local possui vulnerabilidade alta. Por fim, resultados entre 0,501 e 1 são considerados como vulnerabilidade muito alta (ALVES, 2018).

Figura 3 - Parâmetro para análise de vulnerabilidade social.



Fonte: IPEA (2015)

Portanto, para avaliar o índice trabalhado, foram atribuídos pesos relativos a cada intervalo de intensidade do índice de referência, organizados de 0 a 4, onde 0 indica menor vulnerabilidade e 4 maior vulnerabilidade.

Tabela 1 – Intervalos do Índice de Vulnerabilidade para associação dos pesos atribuídos.

Intervalo do IVS	Intensidade	Peso
0 a 0,200	Muito Baixa	0
0,201 a 0,300	Baixa	1
0,301 a 0,400	Média	2
0,401 a 0,500	Alta	3
0,501 a 1	Muito Alta	4

Fonte: Autor (2021).

#### 4.2.1 Índice de Exposição (IE)

O Índice de Exposição aqui trabalhado é composto pelo subíndice de cobertura vegetal, que por sua vez está relacionado com fatores que interferem na vulnerabilidade da população estudada. A avaliação deste índice é de extrema importância, pois prejuízos aos ecossistemas, desmatamento florestal, mudanças na cobertura vegetal, redução da biodiversidade, entre outros fatores, podem causar severos impactos negativos sobretudo à saúde humana (FONSECA, 2017).

Para a avaliação do indicador de cobertura vegetal, utilizou-se o software SPRING v. 5.5.3, através da ferramenta de Classificação Supervisionada, a fim de mensurar a área de coberta por vegetação e descobrir possíveis modificações na cobertura vegetal, por meio de avaliações temporais das imagens trabalhadas. Portanto, quanto maior for a taxa de cobertura vegetal evidenciada, mais próximo do ideal estará a avaliação, pois esta oferece serviços ambientais que minimizam os impactos negativos da mudança do clima.

O cálculo para obtenção do resultado do Índice de Exposição se trata da relação inversa do resultado real, trabalhando apenas o percentual de área não coberta por vegetação. Portanto, o resultado deste índice foi expresso da seguinte forma:

$$IE = \frac{1}{ICF}$$

Tabela 2 – Intervalos do índice de cobertura vegetal e percentual e seus respectivos pesos.

Intervalo (%)	Peso atribuído
>40	0
21,01 a 40	1
10,01 a 20	2
5,1 a 10	3
0 a 5	4

Fonte: Autor (2021).

### 4.2.2 Índice de Sensibilidade (IS)

O Índice de Sensibilidade é composto pelos subíndices de doenças associadas ao clima, de pobreza e sensibilidade sociodemográfica. Para avaliar este índice utilizou-se dados sobre saúde da população, características socioeconômicas e fatores sociodemográficos que diretamente impactam na sensibilidade da população, podendo torná-la mais ou menos vulnerável aos efeitos das mudanças do clima.

Para obter o resultado quanto à sensibilidade da população, foi realizado o seguinte cálculo:

$$IS = \frac{IDAC + IP + ISSD}{3}$$

Tabela 3 – Intervalos do índice de doenças associadas ao clima e seus respectivos pesos.

<b>Peso atribuído</b>	<b>Taxa de incidência de dengue por 1.000 habitantes</b>
0	0 a 50
1	51 a 100
2	101 a 200
3	201 a 400
4	>400

Fonte: Autor (2021).

Tabela 4 – Intervalos do índice de pobreza, seus indicadores e respectivos pesos.

<b>Peso atribuído</b>	<b>Taxa da população acima de 25 anos analfabeta</b>	<b>Proporção de domicílios com saneamento inadequado</b>	<b>Taxa de mortalidade infantil até 5 anos de idade</b>	<b>Taxa da população com 10 anos de idade ou mais renda abaixo da linha da pobreza (1/2 SM)</b>
0	0 a 10	0 a 10	0 a 7,5	0 a 3,75
1	10,1 a 20	10,1 a 20	7,6 a 15	3,76 a 7,5
2	20,1 a 30	20,1 a 30	15,1 a 22,5	7,51 a 11,25
3	30,1 a 40	30,1 a 40	22,6 a 30	11,26 a 15
4	>40	>40	>30	>15

Fonte: Autor (2021).

Tabela 5 – Intervalos do índice de sensibilidade sociodemográfica, seus indicadores e respectivos pesos.

<b>Peso atribuído</b>	<b>Taxa de mulheres chefes de família com menos de 4 anos de instrução</b>	<b>Taxa de chefes de família jovens (10 a 29 anos de idade)</b>	<b>Taxa de crianças até 5 anos de idade</b>	<b>Taxa de população idosa (de 60 anos de idade ou mais)</b>	<b>Taxa de população com deficiência física</b>
0	0 a 7,5	0 a 3	0 a 0,25	0 a 0,25	0 a 0,25
1	7,6 a 15	3,1 a 6	2,6 a 5	2,6 a 5	2,6 a 5
2	15,1 a 22,5	6,1 a 9	5,1 a 7,5	5,1 a 7,5	5,1 a 7,5
3	22,6 a 30	9,1 a 15	7,6 a 10	7,6 a 10	7,6 a 10
4	>30	>15	>10	>10	>10

Fonte: Autor (2021).

#### 4.2.3 Índice de Capacidade Adaptativa (ICA)

O Índice de Capacidade Adaptativa é formado pelo subíndice de estruturas socioeconômicas, que representa a capacidade de resposta da população estudada. Semelhante ao Índice de Exposição, para obtenção do resultado deste índice, foi utilizado a relação inversa do resultado real de cada indicador, pois, de acordo com a metodologia aplicada, para avaliar a capacidade de resposta de uma população, deve-se trabalhar com a diferença dos resultados obtidos em cada indicador.

Tais resultados foram coletados a partir do Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal e desenvolvidos da seguinte forma:

$$ICA = \frac{1}{IESE}$$

Tabela 6 – Intervalos do índice de capacidade adaptativa e seus respectivos pesos.

Peso atribuído	IFDM
0	>0,8
1	0,61 a 0,8
2	0,41 a 0,6
3	0,21 a 0,4
4	0 a 0,2

Fonte: Autor (2021).

#### 4.3 IDENTIFICAÇÃO DE SETORES SENSÍVEIS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Para identificar os setores que são sensíveis às mudanças do clima, utilizou-se como referência os quadros das ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento de imagens de satélite para elaboração de cartas temáticas.

A aquisição de imagens de satélite da área de estudo foi realizada a partir do software Google Earth Pro, devido à grande dificuldade de encontrar imagens de alta resolução espacial e sem cobertura de nuvens para a área de estudo. As imagens trabalhadas são de três períodos diferentes, sendo eles 22 de setembro de 2005 (período de estiagem), 03 de março de 2011 e 10 de julho de 2016 (períodos de chuva).

Após a aquisição das imagens, fez-se necessário o seu devido georreferenciamento. Portanto, neste trabalho foi adotado o Sistema de Projeção Cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum Sirgas 2000, realizado através do software Quantum GIS v. 2.18. O software Quantum GIS é um programa gratuito de geoprocessamento de imagens, podendo ser baixado diretamente do site próprio, sem custos de licença.

Para realizar o mapeamento da mancha urbana e corpos hídricos, foi utilizado o software Quantum GIS v. 2.18 através da ferramenta de criação de polígonos em *shapefile* nas imagens adquiridas. Após o mapeamento, foram realizados cálculos para mensurar a área relativa dos componentes estudados.

Como contribuição à comunidade acadêmica e para a gestão pública, os resultados produzidos e apresentados neste trabalho, servirão como base dados sintetizados sobre vulnerabilidade da população frente à mudança do clima.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados deste trabalho serão apresentados em ordem cronológica de acordo com os objetivos traçados. Tais resultados servirão para avaliar a vulnerabilidade da população noronhense e servir como base de dados para estudos futuros, de maneira que possibilite a formulação de ações integradas para a melhoria da qualidade de vida da população estudada.

### 5.1 DESENVOLVIMENTO DE ÍNDICES PARA IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADE

O resultado da análise de vulnerabilidade frente à mudança do clima possibilitou identificar a real situação da população através da utilização dos parâmetros pertinentes à área de estudo. Segue abaixo as tabelas contendo os indicadores utilizados e seus respectivos resultados.

#### 5.1.1 Índice de Exposição

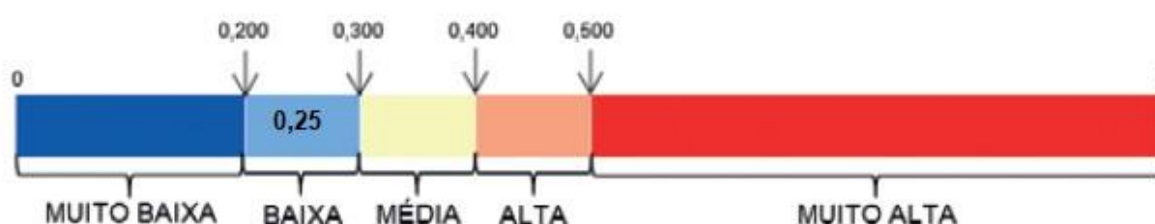
##### 5.1.1.1 Índice de Cobertura Vegetal

Tabela 7 – Taxa e peso do indicador de cobertura vegetal.

Indicador	Cobertura vegetal (relação inversa)
Taxa (%)	38
Peso atribuído	1

Fonte: Autor (2021).

Figura 4 – Resultado do Índice de Exposição na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha.



Fonte: Autor (2021).

Com base na escala de vulnerabilidade adotada neste estudo, observa-se que o Índice de Exposição é considerado como vulnerabilidade baixa. De acordo com Fonseca (2017), a conservação dos ecossistemas é de extrema importância pois oferecem diversos fatores de proteção às comunidades humanas como: regulação dos ciclos hidrológicos, estabilidade do solo, provisão de alimentos e água, entre outros. Portanto, quanto maior a área de cobertura vegetal nativa conservada, maiores serão os benefícios em que as comunidades terão no que diz respeito a saúde e qualidade de vida.

### 5.1.2 Índice de Sensibilidade

O Índice de sensibilidade é composto pelos índices de doenças associadas ao clima, pobreza e sensibilidade sociodemográfica como visto anteriormente. Portanto, segue abaixo os seus respectivos resultados.

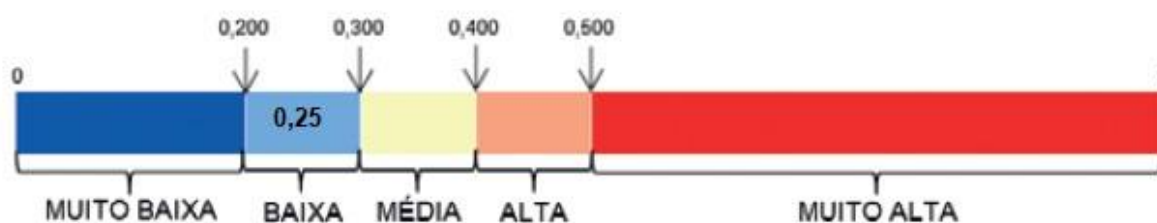
#### 5.1.2.1 Índice de doenças associadas ao clima

Tabela 8 – Taxa e peso do indicador do Índice de doenças associadas ao clima.

Indicador	Taxa de incidência de dengue
Taxa (por 1.000 habitantes)	88,21
Peso atribuído	1

Fonte: Autor (2021).

Figura 5 – Resultado do Índice doenças associadas ao clima na escala de vulnerabilidade para ilha Fernando de Noronha.



Fonte: Autor (2021).

De acordo com o resultado da análise sobre doenças associadas ao clima elaborada no estudo, é visto que o resultado é igual a baixa vulnerabilidade. Nesse



sentido, no que diz respeito a este índice, observa-se que a população em questão mantém boas condições de adaptação para combater a ocorrência de dengue.

Em um contexto geral, as mudanças nos ecossistemas estão associadas às ações humanas, que podem gerar o aumento dos riscos de infecção por doenças transmissíveis e mudar a condição de vulnerabilidade local (FONSECA, 2017).

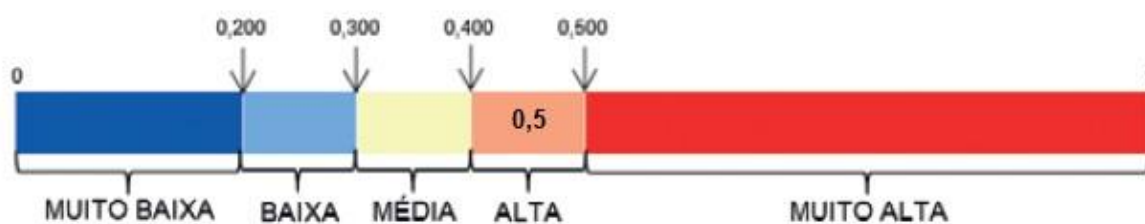
### 5.1.2.2 Índice de Pobreza

Tabela 9 – Taxa e peso dos indicadores do Índice de Pobreza na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha.

Indicador	População acima de 25 anos analfabeta	Proporção de domicílios com saneamento inadequado	Mortalidade infantil até 5 anos de idade	População com 10 anos de idade ou mais renda abaixo da linha da pobreza (1/2 SM)
Taxa (%)	12,9	21,9	14,47	25,65
Peso atribuído	1	2	1	4

Fonte: Autor (2021).

Figura 6 – Resultado do Índice de Pobreza na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha.



Fonte: Autor (2021).

Conforme visto no resultado da análise deste índice, observa-se que a população estudada se encontra em alta vulnerabilidade, o que indica baixa capacidade de adaptação e mitigação sobre impactos negativos provenientes da mudança climática.

Cenários de mudança do clima impactam com maior intensidade as populações pobres, pois estas se encontram sob maior influência do risco de traumas, doenças físicas e mentais, e morte, causados pelo aumento da poluição,

temperaturas internas mais altas, exposição a toxinas e patógenos existentes em inundações e o surgimento de novos vetores (FONSECA, 2017).

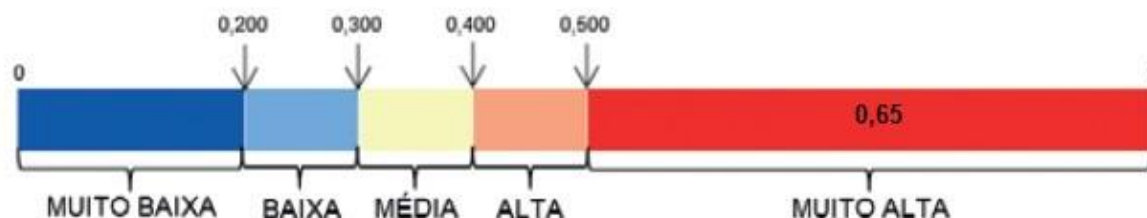
### 5.1.2.3 Índice de Sensibilidade Sociodemográfica

Tabela 10 – Taxa e peso dos indicadores do Índice de Sensibilidade sociodemográfica.

Indicador	Taxa de mulheres chefes de família com menos de 4 anos de instrução	Taxa de chefes de família jovens (10 a 29 anos de idade)	Taxa de crianças até 5 anos de idade	Taxa de população idosa (de 60 anos de idade ou mais)	Taxa de população com deficiência física
Taxa (%)	34,33	77,47	8,82	3,68	4,6
Peso atribuído	4	4	3	1	1

Fonte: Autor (2021).

Figura 7 – Resultado do Índice de Sensibilidade sociodemográfica na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha.

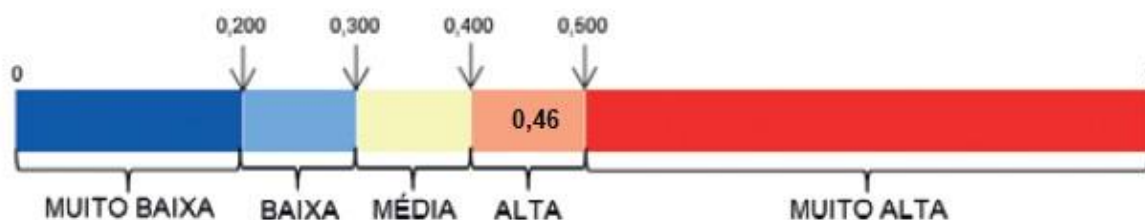


Fonte: Autor (2021).

A partir do desenvolvimento deste índice, observa-se que o seu resultado é igual a vulnerabilidade muito alta, demonstrando que fatores sociais são as principais fontes de atenção para a população estudada no que diz respeito à mitigação dos impactos negativos provenientes à mudança do clima.

Quanto ao Índice de Sensibilidade, após aplicação dos procedimentos metodológicos, observa-se que o resultado referente ao seu peso é igual a 0,46, sendo assim, observa-se que o Índice de Sensibilidade é visto como alta vulnerabilidade.

Figura 8 – Resultado do Índice de Sensibilidade na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha.



Fonte: Autor (2021).

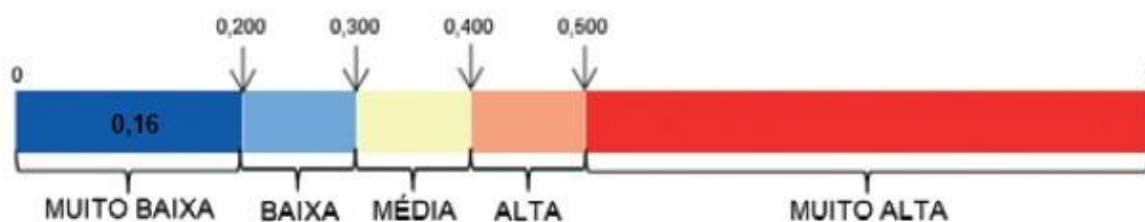
### 5.1.3 Índice de Capacidade Adaptativa

Tabela 11 – Taxa e peso dos indicadores do Índice de Capacidade Adaptativa.

Indicador	Estruturas de geração de emprego e renda	Estruturas de atendimento à saúde	Estruturas de qualidade da educação
Taxa	0,69	0,86	0,79
Peso atribuído	1	0	1

Fonte: Autor (2021).

Figura 9 – Resultado do Índice de Capacidade Adaptativa na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha.



Fonte: Autor (2021).

Baseado na escala de vulnerabilidade aqui estudada, observa-se que o Índice de Capacidade Adaptativa é considerado como muito baixa, o que indica que as estruturas geração de emprego e renda, saúde e educação mantém boa qualidade no atendimento desses serviços.

Após calcular os índices separadamente que compõem o Índice Municipal de Vulnerabilidade Adaptado, se fez necessário agregá-los para a obtenção de um resultado.

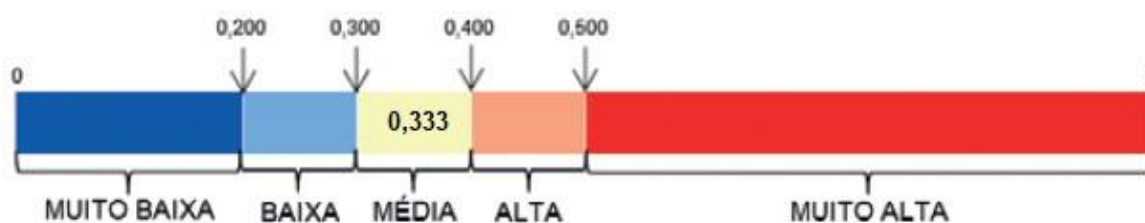
De acordo com os cálculos realizados para avaliação da vulnerabilidade da população de Fernando de Noronha frente às mudanças do clima, observa-se que esta se enquadra em vulnerabilidade média, uma vez que o resultado referente a esta análise é 0,333.

Tabela 12 – Resultado dos índices estudados.

	Índice de Exposição	Índice de Sensibilidade	Índice de Capacidade Adaptativa
Peso atribuído	1	2	1

Fonte: Autor (2021).

Figura 10 – Resultado do Índice Municipal de Vulnerabilidade Adaptado na escala de vulnerabilidade para a ilha Fernando de Noronha.



Fonte: Autor (2021).

## 5.2 IDENTIFICAÇÃO DE SETORES SENSÍVEIS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A partir do desenvolvimento dos índices para análise de vulnerabilidade, torna-se possível identificar na área estudada os principais setores temáticos estratégicos sensíveis às mudanças climáticas. Nesse sentido, observa-se que esses setores são: Povos e Populações Vulneráveis, Saúde e Recursos Hídricos.

As populações mais pobres, em países tropicais serão as mais afetadas pelos impactos negativos provenientes da mudança do clima. De acordo com o Brasil (2016, p.143):

Essa condição está associada a um quadro de fragilidades socioeconômicas que impede o enfrentamento de intempéries climáticas. O resultado é uma situação de aumento da exposição à doenças, aumento da insegurança alimentar e da subnutrição, na ocorrência de perdas materiais e de moradias, e na redução dos meios de produção e fontes de renda. Outros fatores associados a essa condição de vulnerabilidade incluem: ocupação inadequada do solo, precariedade de moradias, dificuldade de acesso a saneamento básico e outros serviços públicos como educação e saúde.

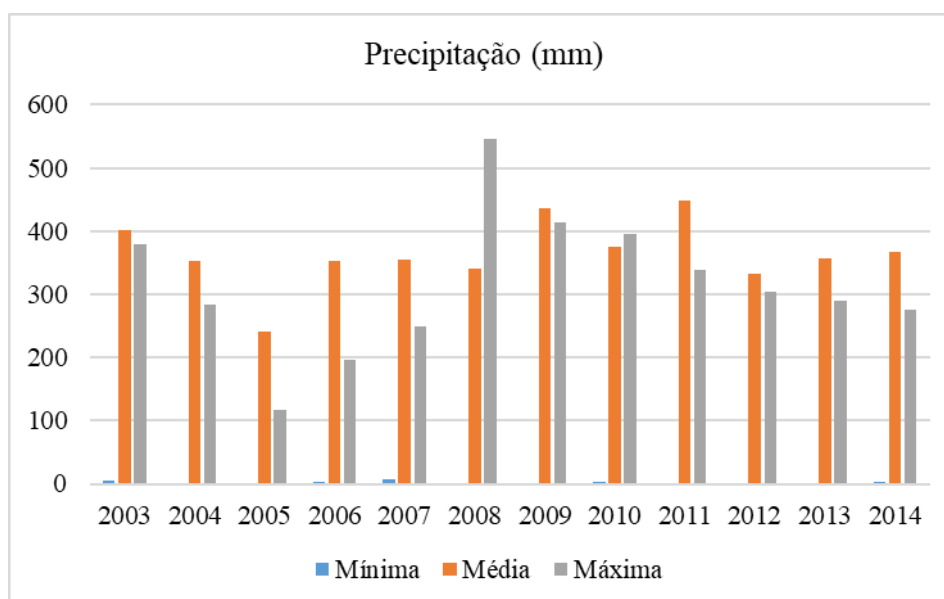
Conforme visto nos resultados obtidos anteriormente, os Índices de Pobreza e Sensibilidade Sociodemográfica que compõem o Índice de Sensibilidade, são os que requerem maior atenção, principalmente os indicadores de Proporção de domicílios com saneamento inadequado, População com 10 anos de idade ou mais renda abaixo da linha da pobreza, Taxa de mulheres chefes de família com menos de 4 anos de instrução, Taxa de chefes de família jovens, Taxa de crianças até 5 anos de idade, que apresentaram resultados entre média e muito alta vulnerabilidade, fato que evidencia um alto grau de sensibilidade individual para tais recortes populacionais em se lidar com os impactos negativos provenientes da mudança do clima sobre a saúde humana.

Além disso, é importante refletir sobre a vulnerabilidade de populações localizadas em pequenas ilhas, pois estão mais susceptíveis a sofrer os efeitos negativos das mudanças climáticas do que aquelas localizadas em grandes continentes, fato este que poderia aumentar o valor indicado no resultado desta pesquisa (IPCC, 2014).

Com base na pesquisa bibliográfica aqui presente, é visto que a oferta de água para a população é menor do que a demanda, fato este que leva ao racionamento sistemático deste recurso. Dessa maneira, o setor de abastecimento de água é caracterizado também como sensível à mudança do clima, uma vez que a água é um dos elementos essenciais para a manutenção da qualidade de vida de todos os organismos vivos que dependem deste recurso.

Através das informações coletadas por meio do geoprocessamento de imagens, observa-se que nos períodos de estiagem os principais mananciais de captação de água para o abastecimento da população perdem bastante recurso por meio da evaporação. Também é observado que os níveis de precipitação no período seco chegam quase a zero, como pode ser visto no **Gráfico 1** do comportamento da precipitação mínima, média e máxima entre os anos de 2003 a 2014. Portanto, é importante perceber que fatores relacionados a mudança do clima podem agravar ainda mais a atual situação hídrica em Fernando de Noronha.

Gráfico 1 – Comportamento da precipitação em Fernando de Noronha.



Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Clima. Adaptado pelo autor (2021).

Portanto, com a finalidade de demonstrar o comportamento da vegetação nos períodos secos e chuvosos, segue no Apêndice cartas temáticas elaboradas a partir de classificação supervisionada através do software SPRING, onde foi obtido o resultado referente à área de cobertura vegetal para o ano de 2005, 2011 e 2016.

As imagens trabalhadas foram obtidas nos dias 22 de setembro de 2005 (período de estiagem), 03 de março de 2011 e 10 de julho de 2016 (ambas no período chuvoso). Os resultados obtidos através desta análise serviram para compor o Índice de Exposição que é um dos componentes do Índice Vulnerabilidade utilizado neste trabalho.

De acordo com esta análise, observa-se que a cobertura vegetal da área estudada sofre bastante com a evapotranspiração durante o período seco, fazendo com que grande parte de sua extensão fique seca, enquanto nos períodos chuvosos, observa-se que toda sua extensão demonstra padrões completamente diferentes, demonstrando bastante resiliência. Conforme visto em Lacerda (2015), o clima na área estudada nos períodos secos se assemelha bastante com os padrões observados no semiárido do nordeste, fato este que intensifica a necessidade de proteção da vegetação nativa e também dos recursos hídricos disponíveis.

Quanto ao mapeamento dos corpos d'água, observou-se que existe uma grande variação no volume de água dos mananciais da ilha de acordo com a estação em que se encontra (seca ou chuva). Através do mapeamento da imagem

do dia 22 de setembro de 2005 referente ao período de estiagem, observa-se que os açudes do Xaréu e Pedreira tem 22.311 m<sup>2</sup> e 3.616 m<sup>2</sup> respectivamente e o açude da Ema se encontra em colapso. No que diz respeito ao período chuvoso, referente à imagem do dia 10 de julho de 2016, observa-se a área dos açudes do Xaréu, Pedreira e Ema são respectivamente 64.157 m<sup>2</sup>, 4,089 m<sup>2</sup> e 16,063 m<sup>2</sup>.

Portanto, visualizando projeções de crescimento populacional e o consequente aumento da mancha urbana, observa-se que atualmente a população é de aproximadamente 5.000 habitantes, podendo chegar a aproximadamente 8.000 habitantes na alta estação, o que é chamado de população flutuante.

Nesse sentido, a vetorização da mancha urbana na ilha Fernando de Noronha através do software Quantum GIS possibilitou analisar sua expansão e realizar uma comparação entre os períodos estudados. Os resultados obtidos através desta análise demonstram que houve um aumento da mancha urbana em 25,43 hectares ou 0,2543 km<sup>2</sup>. Esta expansão está relacionada com o aumento da população residente na ilha.

De modo a organizar as informações aqui obtidas, segue abaixo a **Tabela 13** contendo todas as informações supracitadas.

Tabela 13 – Síntese das informações sobre uso e ocupação do solo.

<b>Resultado do mapeamento</b>				
	<b>2005</b>	<b>2016</b>	<b>2005 (%)</b>	<b>2016 (%)</b>
<b>Vegetação</b>	10,65 km <sup>2</sup>	12,8 km <sup>2</sup>	62	75
<b>Mancha urbana</b>	1,17 km <sup>2</sup>	1,43 km <sup>2</sup>	7	8,5
<b>Solo exposto</b>	3,93 km <sup>2</sup>	0,04 km <sup>2</sup>	23	-
<b>Açude do Xaréu</b>	22,311 m <sup>2</sup>	64,157 m <sup>2</sup>	-	-
<b>Açude da Pedreira</b>	3,616 m <sup>2</sup>	4,089 m <sup>2</sup>	-	-
<b>Açude da Ema</b>	-	16,063 m <sup>2</sup>	-	-

Fonte: Autor (2021).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da realização deste estudo, torna-se possível refletir sobre o quanto importante se faz a elaboração de indicadores de vulnerabilidade que contemplem a realidade local das diversas áreas a serem estudadas, pois para cada localidade existem fatores característicos que influenciam direta ou indiretamente a dinâmica social, econômica e ambiental. Portanto, é necessário adaptar tais indicadores ou até mesmo criar novos indicadores para gerar dados de maior confiabilidade, de maneira que demonstre resultados que mais se aproximem à realidade da área estudada.

Estes indicadores servirão como base de dados para estudos futuros, uma vez que não havia dados sobre vulnerabilidade socioambiental frente à mudança do clima para Fernando de Noronha. Também é importante salientar que os estudos por meio de indicadores devem ser realizados periodicamente, para que haja a possibilidade de comparação entre os dados obtidos visando a melhoria contínua, por meio da promoção de ações e políticas públicas que busquem reduzir a vulnerabilidade socioambiental frente às mudanças climáticas.

Portanto, através dos resultados aqui obtidos, observa-se que a população de Fernando de Noronha se encontra enquadrada atualmente em média vulnerabilidade. Porém, por se tratar de uma população localizada em uma ilha afastada do continente e completamente dependente de recursos trazidos dele, o resultado dessa amostra poderia ser alterado se houvesse indicadores que contemplassem tal dependência.



## REFERÊNCIAS

- ALVES, Rayanna Barroso de Oliveira. **Desenvolvimento do sistema de informações geográficas para monitoramento da desertificação e extremos climáticos no estado de Pernambuco**. 2018. 100f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
- AVZARADEL, Pedro Curvello Saavedra. Mudanças climáticas: uma análise dos impactos sobre o meio ambiente e os direitos humanos. **Lex Humana**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 85-108, 2010. Disponível em: <http://seer.ucp.br/seer/index.php/LexHumana/article/view/35>. Acesso em: 02. Jul. 2020.
- BARATA, Martha Macedo de Lima. **Estudo da vulnerabilidade socioambiental da população dos municípios baianos inseridos na bacia hidrográfica do Rio São Francisco no bioma Caatinga, aos impactos das mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2015. 266 p. Relatório de Pesquisa. Disponível em: [http://www.fiocruz.br/ioc/media/Estudo\\_de\\_Vulnerabilidade\\_Bahia.pdf](http://www.fiocruz.br/ioc/media/Estudo_de_Vulnerabilidade_Bahia.pdf). Acesso em: 23. Jun. 2020.
- BARCELLOS, Christovam *et al.* Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Brasília, v.18, n. 3, p.285-304, 2009. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v18n3/v18n3a11.pdf>. Acesso em: 27 Jun. 2020.
- BLAIKIE, Piers *et al.* **At Risk: Natural Hazards, People's vulnerability and disasters**. Routledge, London, 1994. Disponível em: [https://www.preventionweb.net/files/670\\_72351.pdf](https://www.preventionweb.net/files/670_72351.pdf). Acesso em: 17. Jun. 2020.
- BRASIL. **Resumo Executivo - Plano de Manejo, Fase 1, APA de Fernando de Noronha – Rocas – São Pedro e São Paulo**. Brasília, 2005. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/Resumo%20Executivo\\_f.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/Resumo%20Executivo_f.pdf). Acesso em: 30. Jun. 2020.
- BRASIL. **Decreto Nº 6.263 de novembro de 2007**. Institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima - CIM, orienta a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/decreto/d6263.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6263.htm). Acesso em: 29. Jun. 2020.
- BRASIL. **Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2009. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm). Acesso em: 01. Jul. 2020.
- BRASIL. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2016. Disponível em:

[http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/PNA\\_Volume%20I.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/PNA_Volume%20I.pdf). Acesso em: 01. Jun. 2020.

CASTRO, João Wagner Alencar. Ilhas oceânicas da Trindade e Fernando de Noronha, Brasil: Uma visão da geologia ambiental. **Revista Gestão Costeira Integrada**, v. 10, n. 3, p.303-319, 2010.

CLETO, Alice Watson. **De cemitério de ideias a embrião de sementes: uma experiência sobre a mobilização social em Fernando de Noronha**. 2013. 192f. Dissertação (Mestrado Profissional em Turismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: [http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/14295/1/2013\\_AliceWatsonCleto.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/14295/1/2013_AliceWatsonCleto.pdf). Acesso em: 22. Jul. 2020.

CONDEPE-FIDEM – Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco. BDE – Base de Dados do Estado. **Social**. Disponível em: [http://www.bde.pe.gov.br/estruturacaogeral/conteudo\\_site2.aspx](http://www.bde.pe.gov.br/estruturacaogeral/conteudo_site2.aspx). Acesso em: 14. Mai. 2020.

CONFALONIERI, Ulisses Eugenio Cavalcanti. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Terra Livre**, São Paulo, v. 19, n. 20, p. 193-204, 2003. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/uconfalonieri2.pdf>. Acesso em: 05. Mai. 2020.

CONFALONIERI, Ulisses Eugenio Cavalcanti; MARINHO, Diana; BARATA, Martha Macedo Lima. Vulnerabilidade em matéria de saúde pública na região metropolitana do Rio de Janeiro na perspectiva das mudanças climáticas. In: GUSMÃO, P.; BESSEMAN, S. (Org). **Megacidades, Vulnerabilidade e Mudança Climática: Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. São José dos Campos: INPE, 2001, p. 201-225. Disponível em: <http://www.poli.ufrj.br/noticias/arquivos/completo.pdf>. Acesso em: 30. Abr. 2020.

DOW, Kirstin. Exploring differences in our common future (s): the meaning of vulnerability to global environmental change. **GEOFORUM**, v. 23, n. 3, p. 417-436, 1992. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0016718592900526>. Acesso em: 02. Jun. 2020.

FONSECA, Ana Flávia Quintão. **Vulnerabilidade socioambiental e de saúde da população dos municípios mineiros aos impactos das mudanças climáticas**. 2017. 244f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva do Centro de Pesquisas René Rachou, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/19455>. Acesso em: 27. Jun. 2020.

GOUVEIA, Mariana Araújo Caccia. **Disponibilidade, demanda hídrica e problemáticas socioambientais: arquipélago de Fernando de Noronha/PE**. 2015. 74f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2015.

Disponível em: <https://alsafi.ead.unesp.br/handle/11449/142928>. Acesso em: 22. Jun. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Brasília, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/fernando-de-noronha/panorama>. Acesso em: 25. Jun. 2020

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Small Islands. **Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability. Part B: Regional aspects**. New York, 2014, p.1613-1654. Disponível em: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-PartB\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-PartB_FINAL.pdf). Acesso em: 15. Jul. 2020.

LACERDA, Francinete Francis. **Tendências de temperatura e precipitação e cenários de mudanças climáticas de longo prazo no Nordeste do Brasil e em ilhas Oceânicas**. 2015. 114f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17405>. Acesso em: 01. Ago. 2020.

MARENGO, José Antônio. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**. n. 27, p. 149-176, 2008. Disponível em: [http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/329/323](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/329/323). Acesso em: 01. Ago. 2020.

MOTTA, Maurício *et al.* Avaliação da qualidade da água dos mananciais na ilha de Fernando de Noronha. **Revista Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 3, n. 3, p. 114-217, 2008. Disponível em: [http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/viewFile/139/pdf\\_165](http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/viewFile/139/pdf_165). Acesso em: 14. Jul. 2020.

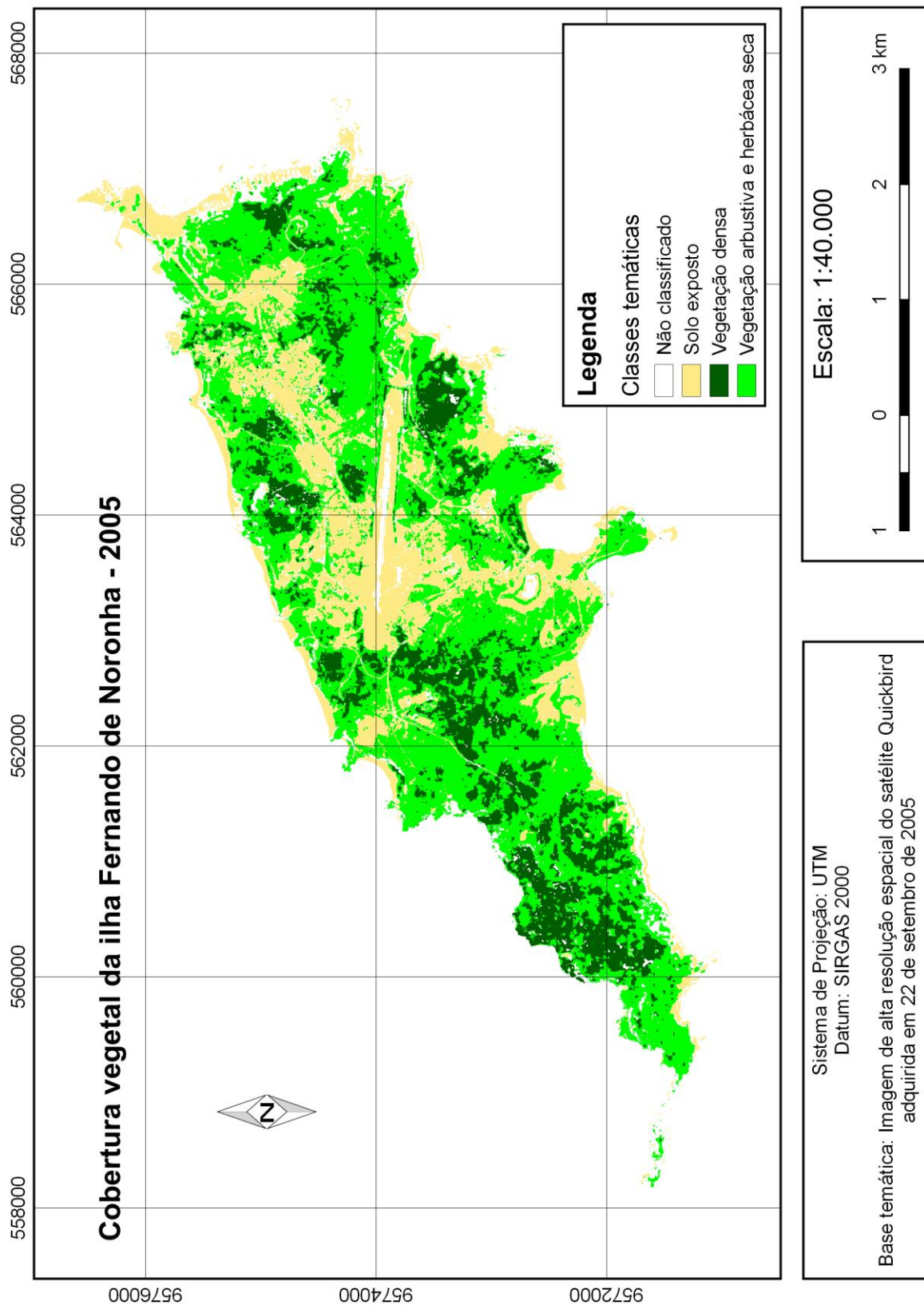
ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Mudança climática e saúde: Um perfil do Brasil**. Brasília, 2009. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/mudanca\\_climatica\\_saude.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/mudanca_climatica_saude.pdf). Acesso em: 25. Jun. 2020.

REZENDE, P. S. **Metodologia para avaliação da vulnerabilidade socioambiental: estudo da cidade de Paracatu (MG)**. 2016. 194f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16245/1/MetodologiaAvaliacaoVulnerabilidade.pdf>. Acesso em: 03. Jul. 2020.

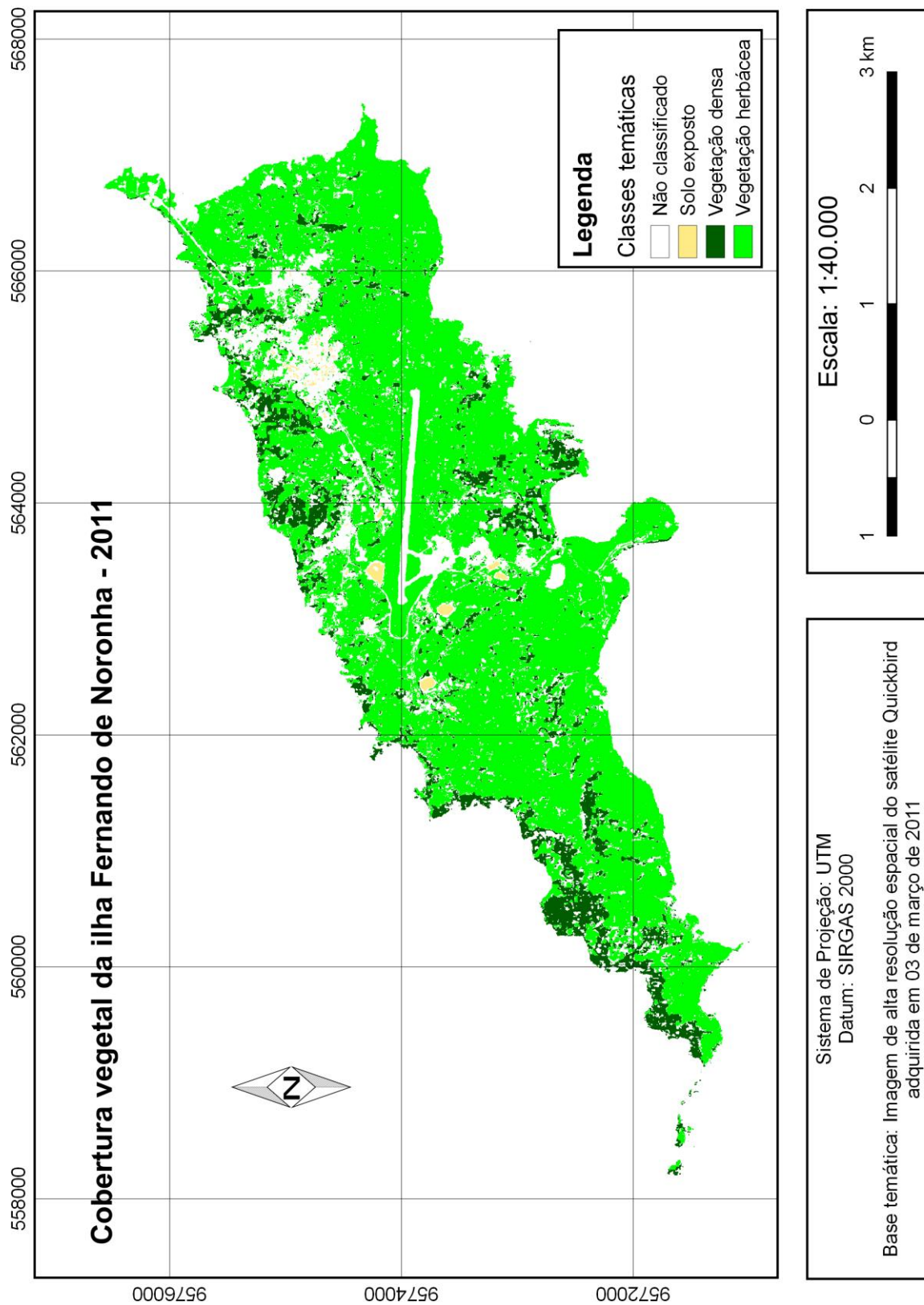
TIBÚRCIO, Luiz Henrique; CORRÊA, Marcelo de Paula. Análise da vulnerabilidade da microrregião de Itajubá por meio do IVG com vistas à mitigação dos impactos causados pelas mudanças climáticas. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 123-139, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v15n3/a08v15n3.pdf>. Acesso em: 06. Jul. 2020.

WILDNER, Wilson; FERREIRA, Rogério Valença. Geoparque Fernando de Noronha (PE). Proposta. In: SCHOBENHAUS, C. e SILVA, C. R. (Org.) **Geoparques do Brasil: propostas**. Rio de Janeiro: CPRM, p. 317-360, 2012. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17159/1/noronha.pdf>. Acesso em: 17. Jun. 2020.

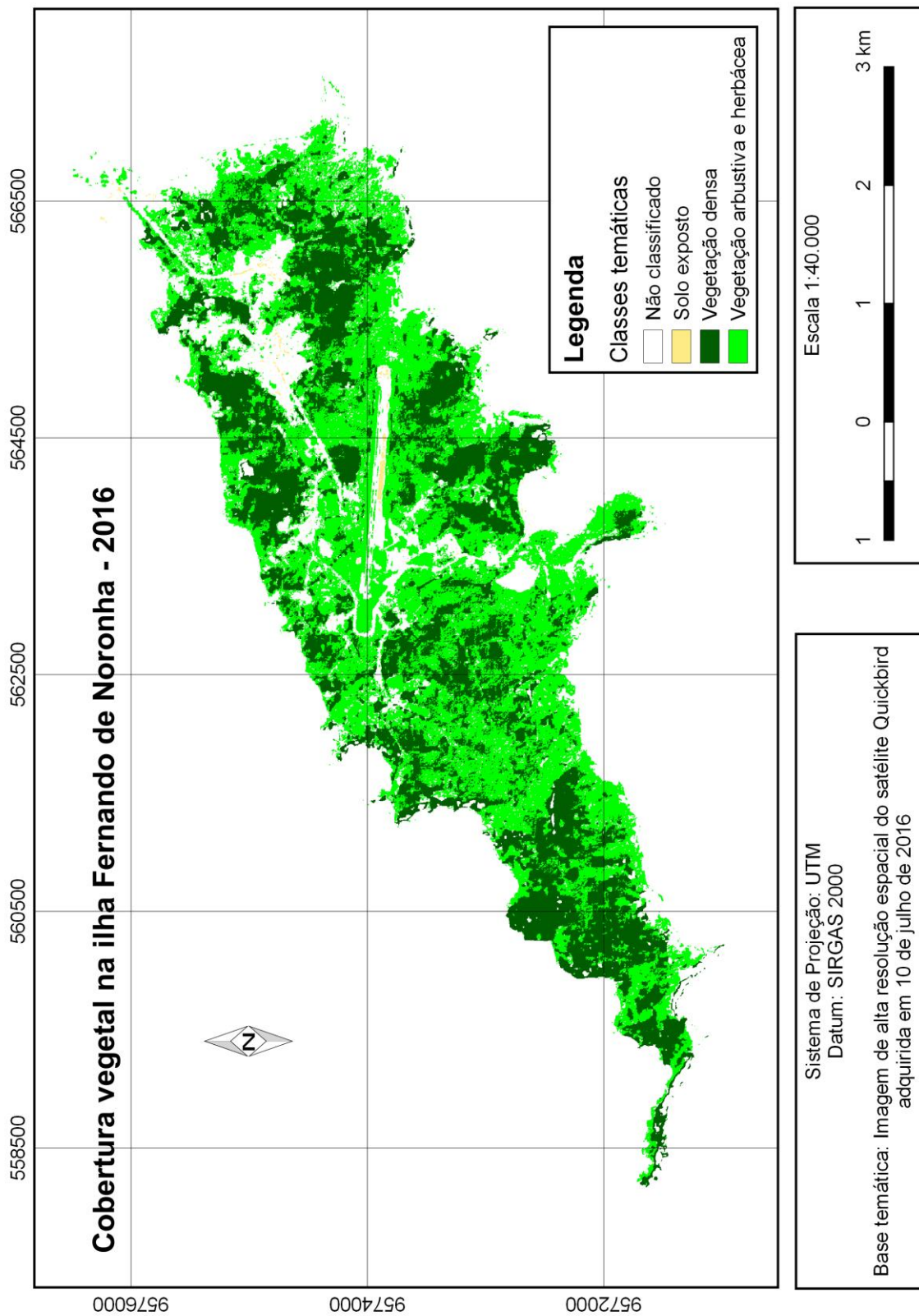
**APÊNDICE A – CARTA TEMÁTICA DE COBERTURA VEGETAL DA ILHA  
FERNANDO DE NORONHA EM 2005.**



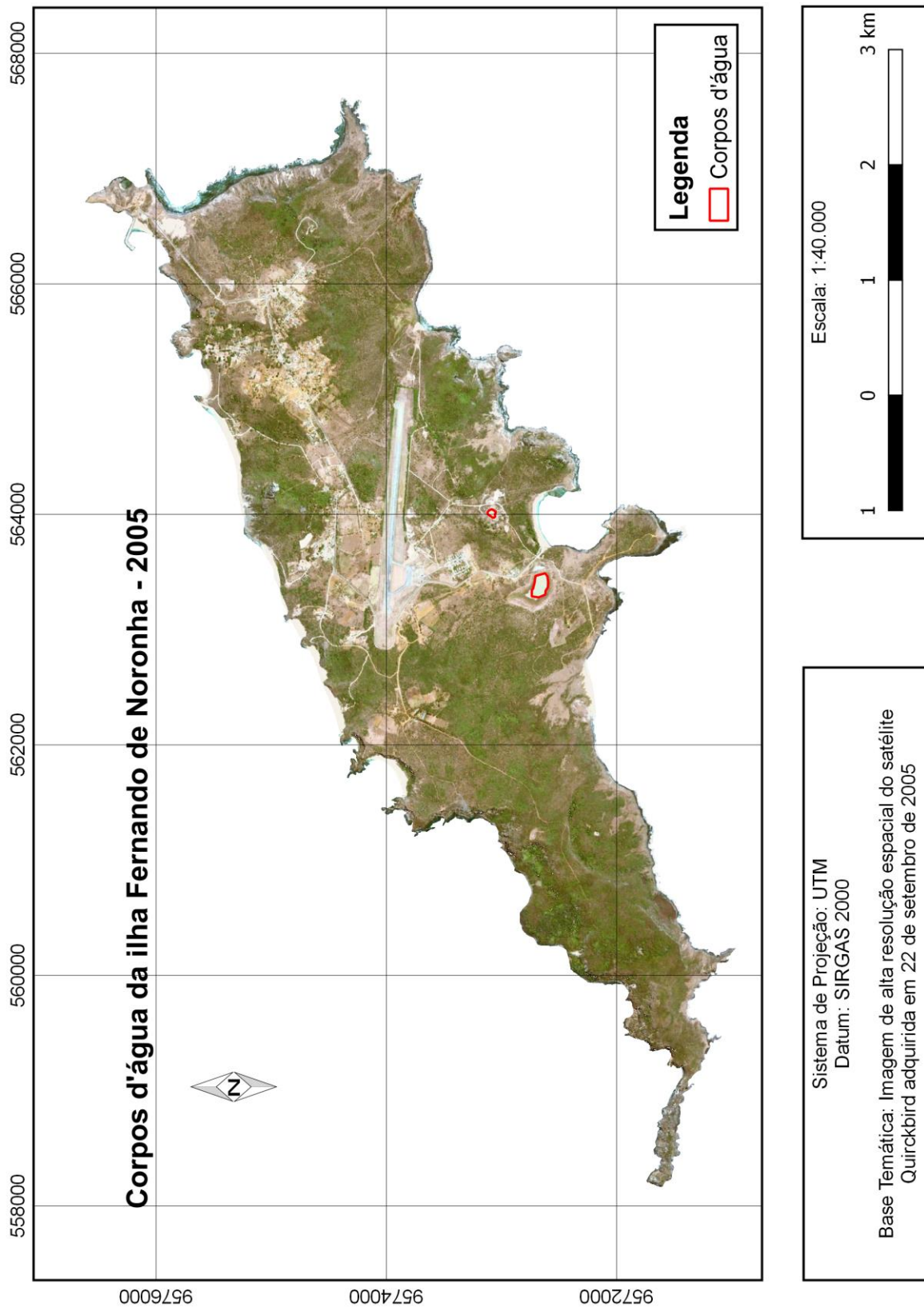
**APÊNDICE B – CARTA TEMÁTICA DE COBERTURA VEGETAL DA ILHA  
FERNANDO DE NORONHA EM 2011.**



**APÊNDICE C – CARTA TEMÁTICA DE COBERTURA VEGETAL DA ILHA FERNANDO DE NORONHA EM 2016.**

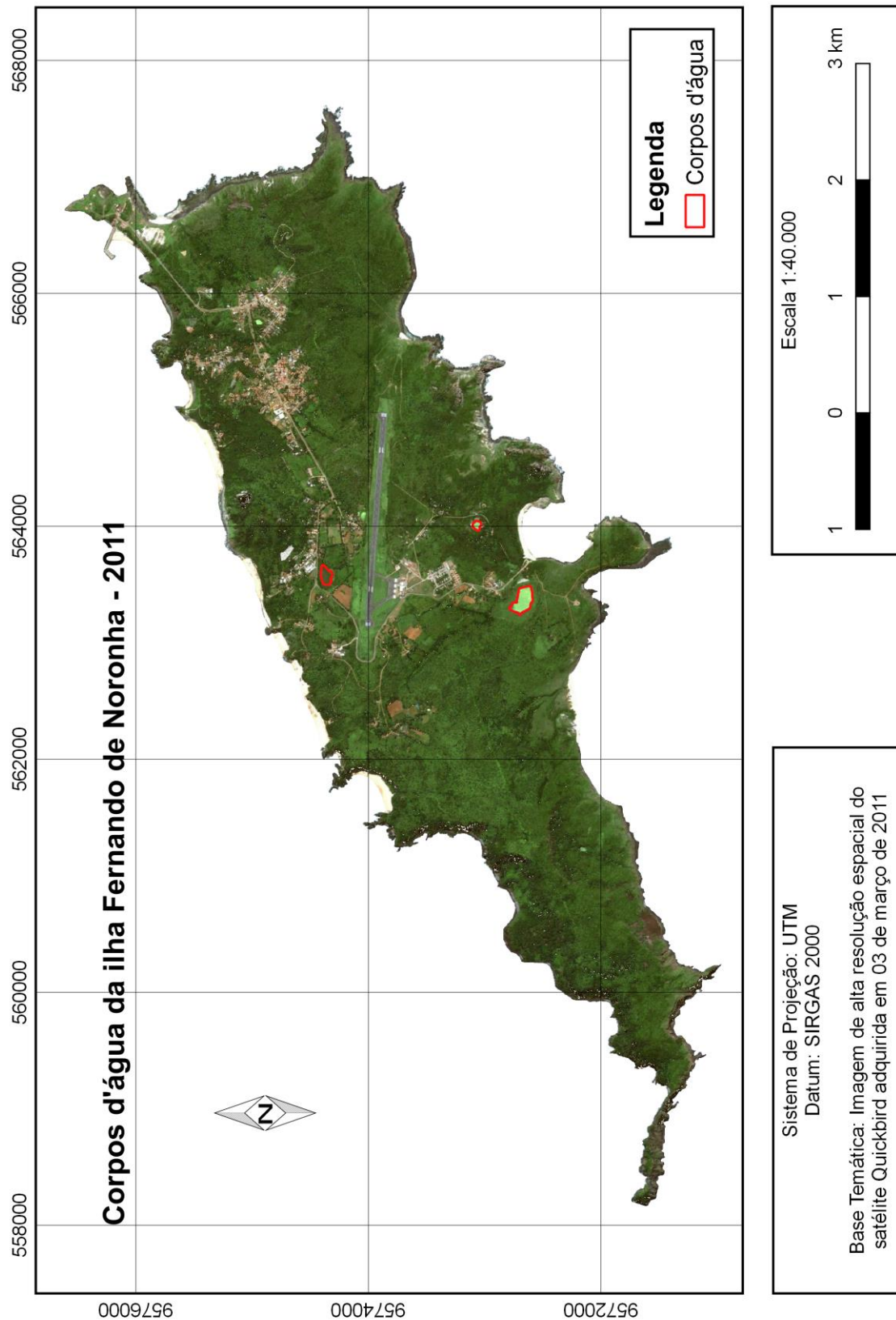


**APÊNDICE D – CARTA TEMÁTICA DOS CORPOS D'ÁGUA EM FERNANDO DE NORONHA EM 2005.**

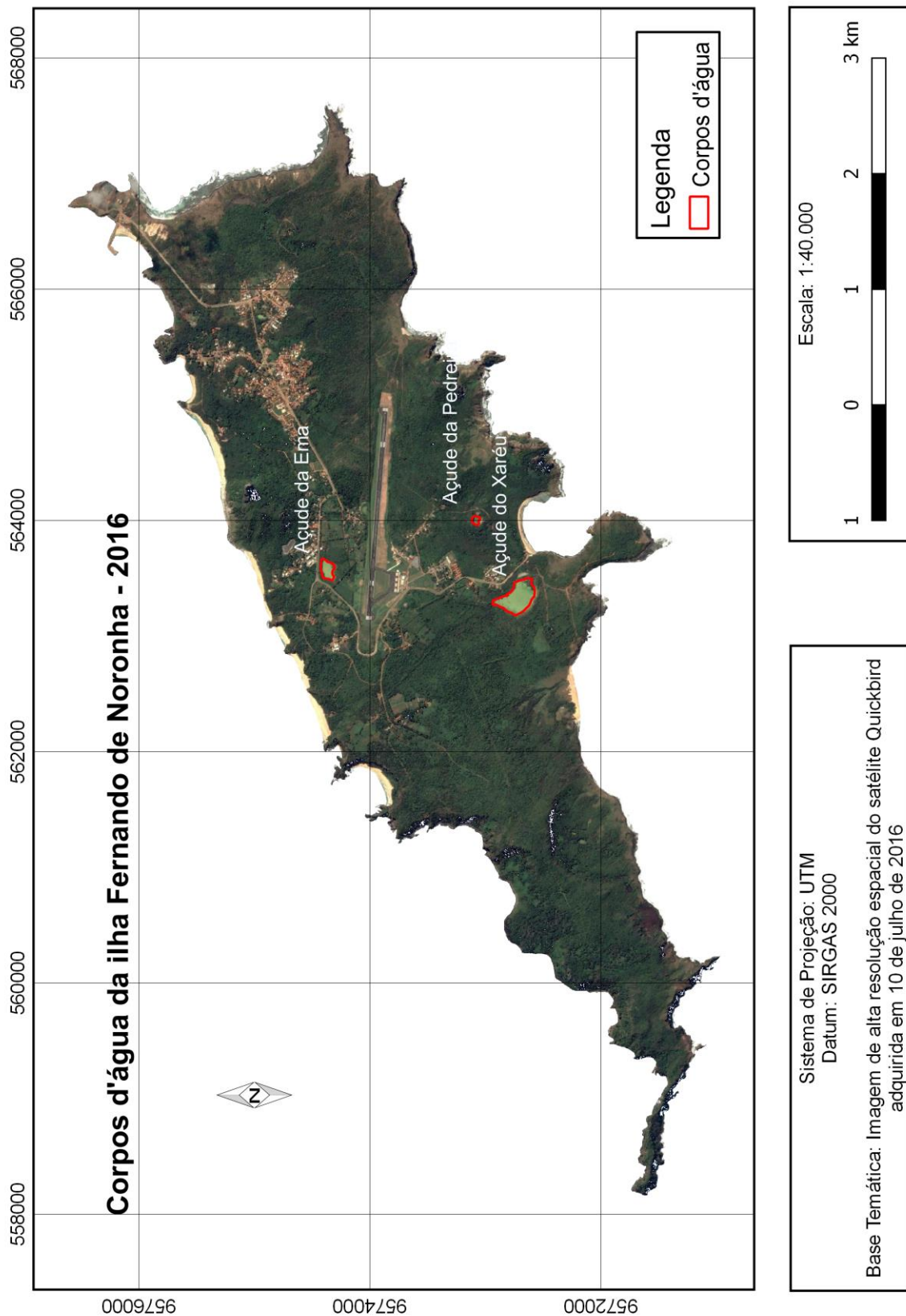




**APÊNDICE E – CARTA TEMÁTICA DOS CORPOS D'ÁGUA EM FERNANDO DE NORONHA EM 2011.**



**APÊNDICE F – CARTA TEMÁTICA DOS CORPOS D'ÁGUA EM FERNANDO DE NORONHA EM 2016.**



**APÊNDICE G – CARTA TEMÁTICA DE DIVISÃO TERRITORIAL E EXPANSÃO DA MANCHA URBANA ENTRE OS PERÍODOS DE 2005, 2011 E 2016.**

