


UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA  
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA E GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO

**MARINALVA COSTA**



**ESTIAGEM E SECA NA PORÇÃO SUL DO MUNICÍPIO DE BEQUIMÃO-MA E  
SUA RELAÇÃO COM A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS NO RIO AURÁ**

**Linha de pesquisa:** Dinâmica da Natureza e Conservação.



São Luís  
2018



**MARINALVA COSTA**

**ESTIAGEM E SECA NA PORÇÃO SUL DO MUNICÍPIO DE BEQUIMÃO-MA E  
SUA RELAÇÃO COM A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS NO RIO AURÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Mestrado Acadêmico em Geografia, Natureza e dinâmica do Espaço – PPGeo/UEMA, como partes dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

**Orientadora:** Profa. Dra. Quésia Duarte da Silva.

**Área:** Geografia

**Linha de pesquisa:** Dinâmica da Natureza e Conservação.

São Luís

2018

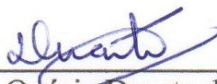
**ESTIAGEM E SECA NA PORÇÃO SUL DO MUNICÍPIO DE BEQUIMÃO-MA E  
SUA RELAÇÃO COM A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS NO RIO AURÁ**

MARINALVA COSTA

Dissertação aprovada em 01 / 02 / 2018

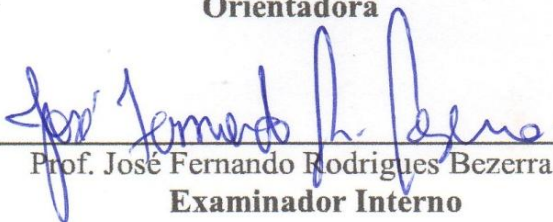
Período letivo: 2017.2

**BANCA EXAMINADORA**



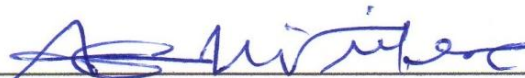
---

Profa. Dra. Quésia Duarte da Silva  
**Orientadora**



---

Prof. José Fernando Rodrigues Bezerra  
**Examinador Interno**



---

Prof. Dr. Antônio Cordeiro Feitosa  
**Examinador Externo**

São Luís

2018

A Deus pela vida, sabedoria e conhecimentos.  
Aos meus pais, irmãos e amigos (as) pela  
compreensão, incentivo e colaboração, em  
especial aos meus filhos - razão do meu viver e  
meu irmão Nizael Costa (*In memoriam*).



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela vida e oportunidades de vencer diversos obstáculos.

Aos meus pais Miguel Costa e Lauzita Costa pelas bênçãos, incentivo, educação, colaboração e amor eterno. Apesar das adversidades em nossas vidas sempre estivemos de mãos dadas em todos os momentos e, essa força potencializada pela nossa união nos torna cada vez mais firme e confiante nas bençãos divinas.

Aos meus irmãos Jaison Costa e Jacilene Costa pelo amor incondicional, disponibilidade e companheirismo em todos os momentos e, Nizael (*in memória*) falecido em 2002 - saudades eternas. Além dos meus sobrinhos: Jerferson, Nizael, Silvan, Jadson, Ellilene, Elaine, Geovane e Daniele, pela alegria de viver e amor verdadeiro.

A possibilidade em desenvolver esta pesquisa foi mediada por Jaison Costa, que sempre esteve disponível para contribuir com inúmeros conhecimentos de vivência na área estudada, além de sua capacidade em se relacionar com a população local, favorecendo o contato desses com a pesquisadora, que agradece imensamente.

Ao meu esposo Ubiraci Pestana Diniz – pela dedicação, paciência e amor, e aos meus filhos amados: Hudson Costa Diniz e Emily Costa Diniz, razão do meu viver. Perdão pelos momentos que tive que está distante de vocês. Sou imensamente feliz pela oportunidade de ser mãe de ambos e por esse cuidado, dedicação e amor recebido. E a Zilda Alexandrina, que sempre está dedicando seu amor a nossa família e contribuindo conosco.

Aos meus tios, em especial: Zulmira, Sandoval, Pedro, Dico e Miguel Amorim, pela sincera amizade e, aos meus primos, especialmente Moises Costa e José do Carmo Costa, que tanto se dedicaram e colaboraram para o desenvolvimento deste estudo.

Aos meus amigos (as), pelo carinho, amizade e colaboração direta ou indiretamente nesta caminhada, especialmente: Airline Pontes, Lucy Bastos, Barbara Silva, Edina Souza, Henriqueta Moraes, Claudenira Martins, Leonizia, Dulce Dutra, Sebastiana Soares, Rosilene Silva, Iracilda Diniz, Dorgivaldo, Ivan Ferreira, Marcio Guilherme, Raimundo Nonato (Natal), Rosilene Silva, Elys Cunhe e Nathiele Cunha, dentre outros, que têm sido minha fortaleza num momento tão singular em minha vida. Obrigada pelo abraço amigo e palavras de incentivo...

Aos professores do Departamento de Geociência da UFMA, pelos conhecimentos e troca de experiências durante a graduação e ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Edafologia e Pedologia – GEPEPE. Em especial ao professor Dr. Antônio C. Feitosa e a professora Dra. Regina Célia de Castro Pereira que contribuíram com novos direcionamentos na qualificação

e aos mestrandos da turma 2015 do PPGeo/UEMA, especialmente, Juscinaldo Góes – pela troca de inúmeros conhecimentos e Kadja Lima - que juntas superamos os momentos mais difíceis desse mestrado, porém, tudo se reverteu em conhecimento e experiência para a vida.

A todos que colaboraram para a realização desta pesquisa, em especial os moradores da área estudada, sobretudo: Deusdete, Elzelita, Basílio Barbosa, Pedro Goiabeira, Zé de Gregório, Vadico Barbosa, Domingos Rodrigues, Divanor, Ananias, dentre outros que contribuíram direto ou indiretamente com este trabalho, sou imensamente grata a vocês.

Ao meu eterno amigo, orientador e professor Dr. Marcelino Silva Farias Filho, pela amizade, paciência, oportunidade, esclarecimentos e especialmente incentivo para seguir buscando e produzindo novos conhecimentos. Esta pesquisa teve sua imensa contribuição enquanto pesquisador do Maranhão e conhecedor das características geoambientais da Baixada Maranhense. É imensurável sua contribuição em minha formação, por ser um excelente profissional e uma pessoa muito especial. OBRIGADA PROFESSOR, SEMPRE...

Às instituições e órgão públicos que colaboraram com dados e informação para a sistematização deste estudo, em especial ao Núcleo Geoambiental – NUEGO/UEMA, em especial aos Srs. Carlos Wendel S. Dias e Jucivan Lopes e, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão e a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), que fomentaram esta pós-graduação e subsidiaram a formação continuada desta pesquisadora através de diversas discussões inter e transdisciplinar entre as diversas áreas do conhecimento, além da inter-relação entre a graduação e a pós-graduação dos discentes da primeira turma de Geografia (2015), possibilitando a reflexão sobre a construção do conhecimento geográfico, com ênfase no estado do Maranhão.

Por fim, aos professores e colaboradores do PPGeo/UEMA especialmente, o professor Dr. José Fernando R. Bezerra – pessoa admirável, e a secretária Nana Alves, que com suas simpatias, inteligências e discernimentos, coordenaram e enfrentaram as inúmeras dificuldades, comuns ao início de um processo. Ao professor Dr. Claudio Eduardo de Castro que tem agora, a responsabilidade de prosseguir na coordenação deste mestrado.

A professora Dra. Quésia Duarte da Silva – orientadora desta pesquisa, que contribuiu enormemente com seus conhecimentos geográficos. Professora, obrigada pela paciência, dedicação, carinho, ensinamentos e especial amizade. A proposta em trabalhar com um tema ainda pouco estudo no Maranhão nos trouxe inúmeros desafios, superados no decorrer da pesquisa, a qual poderá trazer inúmeras contribuições à população da área estudada. MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS...



“Bem-aventurado o homem que acha sabedoria, e o  
homem que adquire conhecimento” (Provérbios).

## RESUMO

Nesta pesquisa foram analisados os fenômenos da estiagem e seca na porção sul do município de Bequimão-MA e sua relação com a construção de barramentos na bacia hidrográfica do rio Aurá. Para tanto, foi fundamental caracterizar os aspectos geoambientais do referido município e, por conseguinte da área estudada, identificar a ocorrência dos referidos fenômenos e suas causas geradoras e, detectar as principais mudanças na paisagem dos campos inundáveis, associadas à ocorrência das estiagens e secas. Bequimão está localizado na Mesorregião Norte e Microrregião do Litoral Ocidental Maranhense, estando inserido nas regiões hidrográficas do Atlântico Nordeste Ocidental e do Rio Pericumã. Pertence a duas Unidades de Conservação, sendo elas: Áreas de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses e da Baixada Maranhense e à Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional (Convenção de Ramsar). A área estudada tem influência dos rios Jacioca, Mata e Mojó - afluentes do rio Aurá, fazendo limites com municípios da Baixada Maranhense. Dados oficiais da Agência Nacional de Águas (ANA), através do Monitor de Secas do Nordeste Brasileiro, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil (CEPED), vêm indicando Bequimão como um dos municípios do estado do Maranhão que apresenta o fenômeno da seca. A população da área estudada afirma que os campos inundáveis “vem secando” muito rápido, fato que outrora não ocorria. Conceitualmente, os fenômenos da estiagem e seca apresentam distintos entendimentos, porém ambos se constituem em uma ocorrência natural e produzem reflexos sobre as reservas hidrológicas, comprometendo a segurança hídrica e resultando em distintos prejuízos para os setores produtivos e a biodiversidade. Os resultados apresentados nesta pesquisa consistem um conjunto de dados e informações obtidas em diversas fontes, que fazem abordagens sobre os fenômenos supramencionados, além da transcrição e/ou citações das falas dos entrevistados, os quais foram analisados, interpretados e organizados de forma sistemática. Sendo assim, pode-se inferir que os resultados alcançados conduzem para a aceitação de períodos prolongados de estiagens, os quais se caracterizam em distintas tipologias de secas, sobretudo nos anos 2007, 2010, 2012 a 2016, anos em que as chuvas ficaram abaixo da média anual (Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990) para a região e, as temperaturas apresentaram índices elevados (média 27 a 30,89 °C). A ocorrência de tais fenômenos tem relação com as variações de padrões de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre os oceanos tropicais, os quais afetam a posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico, assim como às anomalias de temperatura observadas no Oceano Pacífico, que resultam em anos com La Niña e/ou El Niño. As principais mudanças observadas nas paisagens da área estudada e adjacências são significativas, sobretudo resultantes da intervenção humana, a exemplo da inserção de retiros, construção de cercas e cultivos de pastagens nativas em áreas de matas ciliares, além de inúmeros açudes e barramentos na área dos campos inundáveis. O tema ora abordado demanda estudos complementares, subsidiado por monitoramento e avaliação de outros índices, para que se compreenda de forma significativa a ocorrências desses fenômenos na área estudada, assim como suas implicações sociais, econômicas e ambientais.

**Palavras-chave:** Estiagem/Seca. Campos inundáveis. Bequimão-MA.



## ABSTRACT

In this research was studied the drought and dry aspects in the southern of the Bequimão-MA municipality and its relation with the construction of buses in the watershed of the river Aurá was analyzed. Therefore, it was fundamental to characterize the geoenvironmental aspects of the mentioned municipality and, consequently of the studied area, to identify the occurrence of the mentioned aspects and their causes and to detect the main changes in the landscape of the floodplains, associated to the occurrence of droughts and dry. Bequimão is located in the North Mesoregion and Micro region of the Maranhense Western Coast, being inserted in the hydrographic regions of the North-East Atlantic and Pericumã River. It belongs to two Conservation Units, namely: Environmental Protection Areas of the Maranhenses and Maranhense Reservoirs and to the Convention on Wetlands of International Importance (Ramsar Convention). The studied area has influence of the rivers Jacioca, Mata and Mojó - tributaries of the river Aurá, making limits with municipalities of the Baixada Maranhense. Official data of the National Water Agency (ANA), through the Drought Monitor of the Brazilian Northeast, National Institute of Space Research - INPE, Cearense Foundation of Meteorology and Water Resources (FUNCEME), Center for Studies and Research in Engineering and Civil Defense CEPED), indicate that Bequimão is one of the municipalities in the state of Maranhão that presents the drought phenomenon. The population of the studied area affirms that the floodplains are "drying up" very fast, a fact that did not happen before. Conceptually, the phenomena of drought and drought present different understandings, but both constitute a natural occurrence and produce reflexes on hydrological reserves, compromising water security and resulting in different damages to the productive sectors and biodiversity. The results presented in this research consist of a set of data and information obtained from several sources, which approach the phenomena mentioned above, as well as the transcription and / or citations of the interviewees' speeches, which were analyzed, interpreted and organized in a systematic way. Thus, it can be inferred that the results obtained lead to the acceptance of prolonged periods of drought, which are characterized in different typologies of droughts, especially in the years 2007, 2010, 2012 to 2016, when the rains were below (1961-1990) for the region, and temperatures were high (average 27 to 30.89 degree C). The occurrence of such phenomena is related to variations in Sea Surface Temperature (SST) patterns on tropical oceans, which affect the position and intensity of the Intertropical Convergence Zone (TIC) on the Atlantic Ocean, as well as temperature anomalies observed in the Pacific Ocean, which result in years of La Niña and / or El Niño. The main changes observed in the landscapes of the studied area and adjacent areas are significant, mainly resulting from human intervention, such as the insertion of retreats, construction of fences and native pasture crops in areas of riparian forests, as well as numerous dams and buses in the area of flooded fields. The theme discussed here calls for complementary studies, subsidized by monitoring and evaluation of other indices, so that the occurrences of these phenomena in the studied area, as well as their social, economic and environmental implications can be significantly understood.

**Keywords:** Drought / Dry. Flooded fields. Bequimão-MA.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Histórico de chuvas (média em mm/mês) entre 1986-2010 no Maranhão	34
Figura 2	Afloramento de arenito às margens dos campos inundáveis em Bequimão	61
Figura 3	Presença de Gleissolos Tiomórficos nos campos inundáveis de Bequimão	69
Figura 4	Características vegetacionais da área estudada	73
Figura 5	Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990/ Precipitação acumulada mensal (mm)	75
Figura 6	Estresse hídrico na área dos campos inundáveis	77
Figura 7	Balanço de água no solo em Bequimão entre 2009 a 2016	78
Figura 8	Precipitação Acumulada (mm/24 hs) e Temperatura/Média(°C) -2006 a 2010	81
Figura 9	Precipitação Acumulada (mm/24 hs) e Temperatura/Média (°C) – 2011 a 2015	82
Figura 10	Restos mortais de bovino nas margens dos campos inundáveis	85
Figura 11	Dias com déficit hídrico na Região Nordeste e no Maranhão entre 2006 – 2015	88
Figura 12	Comparativo entre o 1º trimestre (2015, 2016 e 2017)	89
Figura 13	Comparativo entre o 2º trimestre (2015, 2016 e 2017)	90
Figura 14	Comparativo entre o 3º trimestre (2014, 2015 e 2016)	91
Figura 15	Comparativo entre o 4º trimestre (2014, 2015 e 2016)	92
Figura 16	Precipitação mensal, normal climática e anomalia no Nordeste do Brasil (2015)	93
Figura 17	Precipitação mensal, normal climática e anomalia no Nordeste do Brasil (2016)	94
Figura 18	Segundo semestre de 2017 com ocorrência de secas fraca e moderada	95
Figura 19	Sulcos e ravina formados pelo escoamento concentrado da água pluvial	98
Figura 20	Situação da Barragem Maria Rita construída na década de 1990	103
Figura 21	Intervenções humanas nos campos inundáveis (jan/2017)	103
Figura 22	Inserção de barramentos secundários: MA 310. Registro em 02/12/2016	105
Figura 23	Situação hídrica e intervenções antropogênicas na bacia hidrográfica do rio Aurá, no mesmo período (01/12/2016 e 02/12/2016)	106
Figura 24	Paisagem dos campos inundáveis em períodos de cheias e estiagens/secas	108
Figura 25	Alterações ambientais na área dos campos inundáveis	109
Figura 26	Paisagens associadas à construção e dinâmicas dos retiros na área estudada	109



## LISTA DE FOTOS

Foto 1	Construção de canal na área dos campos inundáveis da área estudada	38
Foto 2	Tabuleiros Dissecados	67
Foto 3	Colinas Amplas e Suaves	67
Foto 4	Planície Fluvial	67
Foto 5	Planície Fluviomarinha ou Planície de Maré	67
Foto 6	Processo erosivo e ocorrência de arenização na área estudada	71
Foto 7	Estratégia para adquirir água no período da estiagem/seca	87
Foto 8	Etapa de construção de açudes pelo poder público municipal de Bequimão (2016)	101

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Registro de secas na região Nordeste do Brasil, a partir do século XVI	24
Quadro 2	Tipologias de secas, segundo Dai (2010) <i>apud</i> Carvalho (2012)	28
Quadro 3	Tipologias de secas, segundo Sousa Júnior e Lacruz (2015)	28
Quadro 4	Classificação de Severidade da Seca	33
Quadro 5	Nível de instrução das pessoas de 10 anos ou mais de idade, em Bequimão	48
Quadro 6	Caracterização das unidades de relevo da área estudada	65
Quadro 7	Desmatamento nos municípios da bacia hidrográfica do rio Aurá, até 2015	97

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Ocupação dos entrevistados (2016-2017)	45
Gráfico 2	Efetivo dos principais rebanhos - Bequimão (1990; 2000; 2006; 2010 e 2015)	47
Gráfico 3	Produção agrícola municipal - lavoura temporária: 2004; 2010 e 2015	49
Gráfico 4	Produção agrícola municipal - lavoura permanente: 2004, 2010 e 2015	50
Gráfico 5	Repasses do Programa Bolsa Família/Ano (2009-2016), em Bequimão	52
Gráfico 6	Número de benefícios Bolsa Família/Ano (2009-2016), em Bequimão	52
Gráfico 7	Dados demográficos do censo 2010: população total; urbana e rural	53
Gráfico 8	Precipitação Acumulada/Média/anual (mm) nos anos de 2006 a 2015	83
Gráfico 9	Temperatura/Média (°C) em 24 horas – 2006 a 2015	84
Gráfico 10	Consequências da estiagem/seca, segundo os entrevistados (2016-2017)	85
Gráfico 11	Taxas desmatamento do Maranhão e Amazônia Legal (1988-2016 km <sup>2</sup> /ano)	96
Gráfico 12	Considerações sobre a importância da Barragem Maria Rita	101



## LISTA DE MAPAS

Mapa 1	Mapa de localização do município de Bequimão-MA	19
Mapa 2	Região hidrográfica do Rio Pericumã	56
Mapa 3	Hipsometria da bacia hidrográfica do Rio Aurá	57
Mapa 4	APA's das Reentrâncias Maranhenses e Baixada Maranhense	59
Mapa 5	Geologia da área estudada	62
Mapa 6	Unidades de relevo da área estudada	64
Mapa 7	Hipsometria da área estudada	66
Mapa 8	Solos da área estudada	70
Mapa 9	Formações vegetais da área estudada	72
Mapa 10	Isoietas da área estudada, período entre 1977 a 2006	76
Mapa 11	Registro de seca (2003 e 2015) no Brasil, Maranhão e Bequimão	77

## LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APP's	Áreas de Preservação Permanentes
CEPED	Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CONAGUA	Comissão Nacional da Água do México
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climático
EIA	Estudos de Impactos Ambientais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS	El Niño-Oscilação Sul
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDEC	Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IMESC	Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
K11	Formação Itapecuru
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NUGEO	Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão
PROCLIMA	Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste
PRODES	Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite
RIMA	Relatório de Impactos Ambientais
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SIGs	Sistemas de Informações Geo-referenciadas ou Sistemas de Informações Geográficas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades Conservação
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UC's	Unidades de Conservação
USP	Universidade de São Paulo
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO GEOGRÁFICA DE BEQUIMÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>20</b>
3.1 A água como recurso fundamental para a vida no Planeta Terra .....	20
3.2 A paisagem enquanto categoria de análise da Geografia .....	22
3.3 Conceitos e tipologias dos fenômenos da estiagem e seca .....	24
3.4 Fatores e elementos que determinam a ocorrência dos fenômenos da estiagem e seca .....	30
3.5 Construção de barragens e açudes em bacias hidrográficas e a legislação ambiental	35
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>39</b>
4.1 Revisão de literatura.....	40
4.2 Levantamento, seleção e aquisição de dados pluviométricos e material cartográfico	40
4.3 Pré-processamento de imagens, interpretação e elaboração de mapas temáticos .....	42
4.4 Organização e teste de instrumentos para coleta de dados em campo .....	42
4.5 Trabalho de campo .....	42
4.6 Elaboração, análise e interpretação dos dados .....	43
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
5.1 Condições socioeconômicas do município de Bequimão .....	44
5.1.1 Perfil social e econômico dos entrevistados (2016-2017) .....	45
5.2 Caracterização geoambiental da porção Sul do município de Bequimão .....	53
5.3 Ocorrência e causas geradoras da estiagem e seca na porção sul de Bequimão .....	79
5.3.1 Desmatamento .....	96
5.3.2 Processos erosivos e assoreamento dos ambientes hídricos .....	97
5.3.3 Construção de barragens e açudes na área dos campos inundáveis .....	100
5.3.4 Barramentos na bacia hidrográfica do rio Aurá e sua influência sobre a escassez hídrica na porção sul do município de Bequimão .....	104
5.4 Mudanças na paisagem dos campos inundáveis e sua relação com as estiagens e secas .....	108
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>111</b>
REFERÊNCIAS .....	114
APÊNDICE .....	125

## 1 INTRODUÇÃO

Conceitualmente, os fenômenos das estiagens e secas apresentam distintos entendimentos, os quais demandam conhecimentos e metodologias específicos para cada análise, considerando as especificidades da realidade estudada. Tais fenômenos se constituem em uma ocorrência natural e estão relacionados com períodos de déficits hídricos em determinadas regiões, em geral, resultantes de índices de precipitação abaixo da média e taxas de evaporação elevadas, podendo ser agravadas pelas interferências antropogênicas.

As estiagens ocorrem com maior frequência do que a seca, porém ambas produzem reflexos sobre as reservas hidrológicas em diversas regiões da Terra e resultam em distintos prejuízos para os setores produtivos e a biodiversidade. A ocorrência de períodos prolongados de estiagens e seca em determinadas regiões da Terra, tem se tornado tema de diversas discussões, tanto no meio acadêmico, quanto em diversos setores da sociedade civil.

Nas últimas décadas, a ocorrência desses fenômenos vem sendo associadas às mudanças climáticas e as intervenções humanas no ambiente. Para Carvalho (2012), é importante que haja uma compreensão da espacialidade e temporalidade desses fenômenos, assim como as consequências correlacionadas, visto que, as secas vem há algum tempo, pelo menos de fins dos anos de 1980 para cá, sendo (re) conhecidas como parte integrante das mudanças climáticas, em geral, sem a apresentação de evidências científicas aceitáveis.

Apesar disso, esta pesquisa não será permeada pelo viés das mudanças climáticas – que poderá ser tema de estudos futuros, mas pela compreensão dos processos atmosféricos que atuam sobre a região estudada e as ações humanas que interem na dinâmica hídrica local.

Para o desenvolvimento e sistematização deste estudo fez-se uma abordagem sobre os conceitos e tipologias dos fenômenos das estiagens e secas, suas causas geradores e consequências correlacionadas, subsidiadas pelos estudos dos autores: Castro (2003); Barreto (2009); Pires, Silva e Mendes (2010); Cirilo, Montenegro e Campos (2010); Sousa Júnior *et al.* (2011); Carvalho; Leivas *et al.* (2013 e 2014); Sousa Júnior e Lacruz (2015); Engle; Magalhães; Souza Filho *et al.* (2016); Nys, Engle e Quintana (2016) e, em órgãos oficiais, como: Agência Nacional de Águas - ANA, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - CPTEC/INPE, Classificação e Codificação Brasileira de Desastres – COBRADE, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil - CEPED UFSC e Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ.

Conforme essas abordagens, os períodos prolongados de estiagens e secas tem relação com processos atmosféricos e oceânicos que condicionam a distribuição espacial e

temporal das precipitações pluviométricas em determinada região, a exemplo do que ocorre no Nordeste do Brasil, onde as chuvas são causadas por movimentos de nuvens influenciados, especialmente, pelas Temperaturas da Superfície do Mar no Atlântico Tropical e no Pacífico Equatorial, associadas aos fenômenos El Niño e La Niña. As intervenções humanas nos ambientes hídricos, a exemplo da inserção de barramentos e açudes, também vêm se apresentando como fatores que podem favorecer a escassez hídrica em determinadas regiões. Sendo assim, é fundamental compreender os processos oceânicos e atmosféricos que interferem na disponibilidade de chuvas e as transformações no espaço geográfico, associados às práticas dos diversos usos do solo e dos ambientes hídricos.

Esta pesquisa é fundamental para área estudada - a porção sul do município de Bequimão, onde há um contraste significativo entre um período de elevado índice pluviométrico (média/anual de 2050 e 2250 mm) e, outro com déficit hídrico acentuado. Essa área tem influência dos rios Jacioca, Mata e Mojó - afluentes do rio Aurá, e faz limites com a Baixada Maranhense, apresentando características ambientais típicas dessa microrregião. A ocorrência desses eventos na área estudada tem se intensificado e, vem resultando em escassez hídrica, fato preocupante porque, a água além de ser um fator necessário para todas as formas de vida é um insumo imprescindível para o incremento das atividades produtivas.

É importante pontuar que, esta análise não considerou um período de 30 anos como comumente se caracteriza os estudos sobre as questões climáticas, mas o período entre 2006 e 2017, na qual os órgãos oficiais - a exemplo do Monitor de Secas do Nordeste Brasileiro, FUNCEME e CEPED e a população local - vêm indicando a ocorrência desses fenômenos cada vez mais frequente na região.

Ressalta-se, porém que, outros trabalhos científicos já foram desenvolvidos por Costa (2013) e Costa; Cunha; Farias Filho (2013) na referida área, porém, até o presente momento, ainda não havia sido pesquisados os fenômenos da estiagem e seca, apesar de identificados. O desenvolvimento desses estudos permitiu o contato com moradores locais, que sempre apresentavam a indicação e preocupação de que os campos inundáveis da área “vêm secando” muito rápido, fato que outrora não ocorria.

Nesse contexto, alguns moradores, a exemplo do Sr. Deusdete Viegas, Moises Pereira, José do Carmo, Jaison Costa, Domingos Rodrigues, dentre outros, solicitaram a realização de uma pesquisa científica capaz de explicar a ocorrência, cada vez mais comum, desses fenômenos na região. A autora desta pesquisa - que tem o conhecimento de vivência local, por ter nascido em um dos povoados da área estudada e relação de identidade e pertencimento com esse lugar, embora tenha migrado na década de 1980 para a capital do



Maranhão – São Luís, em busca de acesso a educação e trabalho - se propôs a estudar tais fenômenos, no intuito de sistematizar esse conhecimento, o qual poderá subsidiar políticas públicas capazes de minimizar suas consequências sobre a população local.

Sem pretensão de considerar este assunto acabado (caso contrário não seria ciência), esta pesquisa teve como objetivo geral, analisar o fenômeno da estiagem e seca na porção sul do município de Bequimão e sua relação com a construção de barramentos na bacia hidrográfica do rio Aurá. Para tanto, foi necessário caracterizar os aspectos geoambientais desse município e, por conseguinte da área estudada; identificar a ocorrência das estiagens e secas na região, assim como suas causas geradoras e, detectar mudanças na paisagem local e sua relação com a ocorrência de estiagem e seca.

Os pressupostos da Abordagem Geossistêmica juntamente com os métodos qualitativos e quantitativos subsidiaram esta análise, assim como a Paisagem enquanto categoria de análise geográfica - a qual possibilitou a análise das alterações ambientais locais.

O presente documento está estruturado em 6(seis) capítulos, sendo que o primeiro é composto pela introdução, seguido da localização e situação geográfica de Bequimão, no segundo capítulo. No terceiro capítulo consta a revisão de literatura, com abordagem dos seguintes temas: a água como recurso fundamental para a vida na Terra; a Paisagem enquanto categoria de análise da Geografia; conceitos e tipologias dos fenômenos da estiagem e seca; fatores e elementos que interferem nos fenômenos da estiagem e seca e a construção de barragens e açudes em bacias hidrográficas e a legislação ambiental.

A metodologia e os procedimentos técnico-operacionais foram descritos no quarto capítulo, compreendendo: revisão de literatura; levantamento, seleção e aquisição de dados pluviométricos e material cartográfico; pré-processamento de imagens, interpretação e elaboração de mapas temáticos; organização e teste de instrumentos para coleta de dados em campo; trabalho de campo e elaboração, análise e interpretação dos dados.

Os resultados e discussão foram apresentados no quinto capítulo, composto pelos itens: condições socioeconômicas do município de Bequimão e o perfil social e econômico dos entrevistados (2016 – 2017), caracterização geoambiental da porção sul do município de Bequimão, ocorrências e causas geradoras da estiagem e seca na porção sul de Bequimão, desmatamento, processos erosivos e assoreamento dos ambientes hídricos, construção de barragens e açudes na área dos campos inundáveis; barramentos na bacia hidrográficas do rio Aurá e sua influência sobre a escassez hídrica na porção sul do município de Bequimão e as mudanças na paisagem dos campos inundáveis e sua relação com as estiagens e secas. As considerações finais compõem o sexto capítulo, seguido das referências e anexos.

## 2 LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO GEOGRÁFICA DE BEQUIMÃO

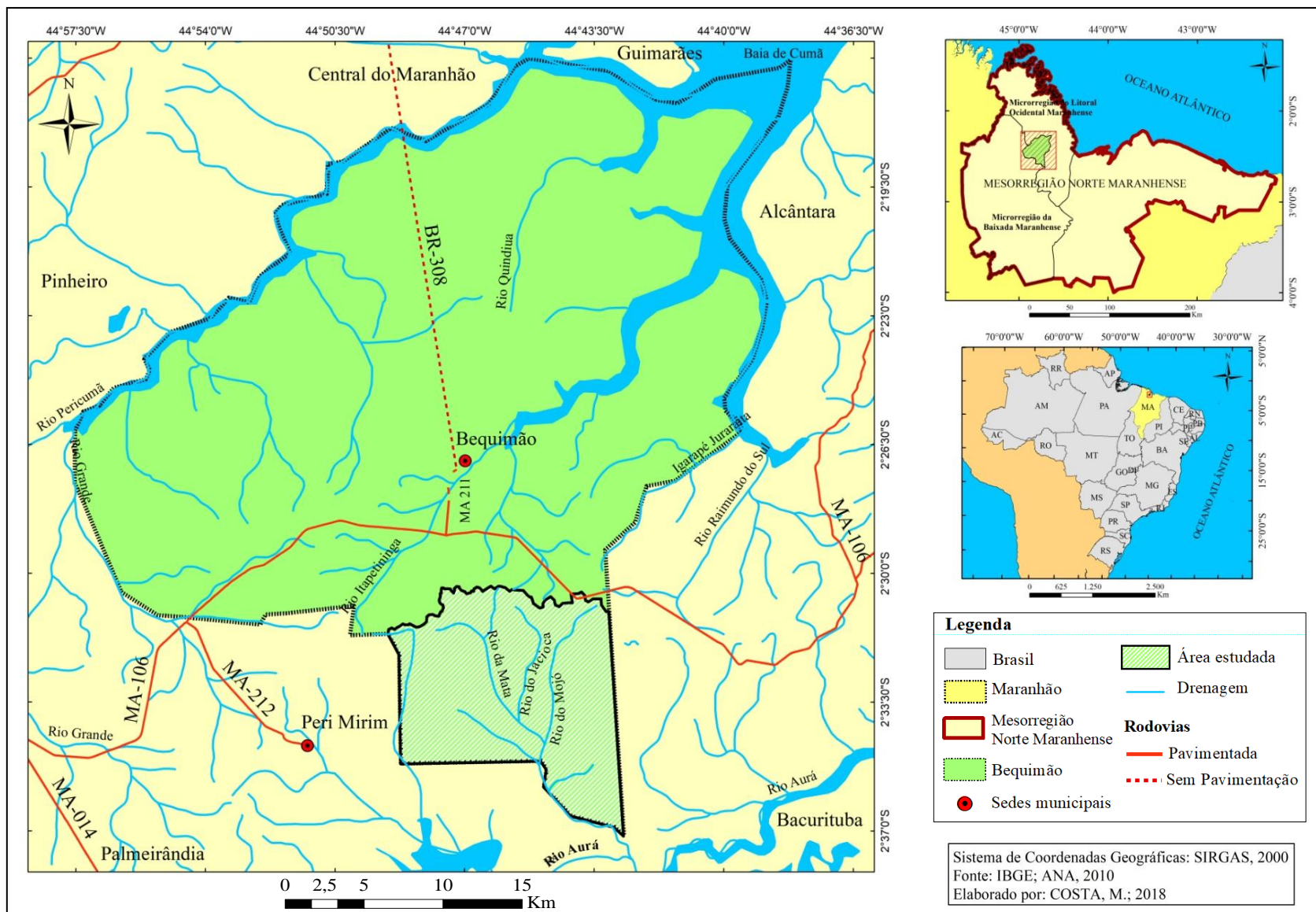
O município de Bequimão está inserido na Mesorregião Norte Maranhense e Microrregião do Litoral Ocidental Maranhense, encontrando-se, em linha reta, a 54 km de São Luís, capital do estado do Maranhão (Google Earth Pro, 2017), limitando-se com municípios de Alcântara, a leste e sul; Peri Mirim, a sul e sudoeste; Pinheiro, a oeste; Central do Maranhão, a noroeste e Guimarães, ao norte. A área territorial desse município está compreendido entre as coordenadas geográficas (44°36'30" O e 2°16'0"S e 44°57'30" O e 2°37'0"S), mapa 1, ocupando uma área de 797,716 km<sup>2</sup>, com densidade demográfica de 26,46 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

Bequimão está localizado na faixa tropical ou intertropical, especificamente na porção Centro-Norte do estado do Maranhão - área de transição entre a Amazônia e o Nordeste brasileiro. Nessa região, os raios solares incidem quase que perpendicularmente à superfície terrestre, resultando em elevada quantidade de luz incidente, temperaturas média (28 a 30 °C) e elevados índices pluviométricos (média de 2050 e 2250 mm) (INMET, 2017), porém concentrado. Esse fato interfere na disponibilidade hídrica do referido município que está atrelada ao período chuvoso, que ocorre de forma sazonal, em geral, entre janeiro e junho, seguido de um período prolongado de estiagem – em média 6(seis) meses (entre julho e dezembro), com alternância entre elevada disponibilidade de água no período chuvoso e escassez no período da estiagem e/ou seca.

O território de Bequimão possui influência dos rios Pericumã, Itapetinga, Raimundo do Sul e Aurá e, apresenta particularidades ambientais relevantes, motivo pelo qual está inserido em duas Unidades de Conservação - Áreas de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses e Baixada Maranhense e na Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional – Convenção de Ramsar. A porção sul desse município possui características ambientais típicas da microrregião da Baixada Maranhense, por estar inserida na planície de inundação do rio Aurá, as quais serão consideradas nesta análise.

O acesso ao referido município ocorre pela travessia da baía de São Marcos (via Ferry Boat), com saída do Terminal da Ponta de Espera em São Luís ao Terminal do Cujupe em Alcântara (média 22 Km de distância) (Google Earth Pro, 2017), seguindo a MA – 106 e 211, que são sobrepostas pela BR – 308. Outro acesso pode ocorrer com saída da capital do estado do Maranhão, em um percurso realizado pela rodovia BR–135 até a cidade de Miranda do Norte e BR-222 até a cidade de Vitória do Mearim, seguindo a rodovia estadual MA – 014; 106 e 211 até a sede municipal.

Mapa 1 - Localização do município de Bequimão-MA



### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Para fundamentar este estudo fez-se uma abordagem sobre os temas: a água como recurso fundamental para a vida no Planeta Terra; a Paisagem enquanto categoria de análise da Geografia; conceitos e tipologias dos fenômenos da estiagem e seca; fatores e elementos que interferem nos fenômenos da estiagem e seca; construção de barragens e açudes em bacias hidrográficas e a legislação ambiental que estabelece critérios para os diversos usos desses ambientes.

#### 3.1 A água como recurso fundamental para a vida no Planeta Terra

Historicamente, o desenvolvimento das sociedades humanas, assim como da diversidade da fauna e flora estiveram associados, sobretudo a disponibilidade hídrica, visto que a água é um recurso natural, fundamental para a vida no planeta Terra.

Segundo Karmann (2008), a origem da primeira água na história da Terra está relacionada com a formação da atmosfera, ou seja, a degaseificação do planeta. Para esse autor, esse recurso natural é a substância mais abundante na superfície do referido planeta, participando dos processos modeladores pela dissolução de materiais terrestres e do transporte de partículas, além de ser o melhor e mais comum solvente disponível na natureza.

A água no Planeta Terra apresenta um volume praticamente constante, estando atrelado ao ciclo hidrológico e, o território brasileiro contém cerca de 12% de toda a água doce do planeta (MMA, 2017). A água doce, utilizada com maior facilidade para consumo humano, é um bem natural renovável e vem apresentando alterações em sua qualidade e quantidade resultante, sobretudo, dos diversos usos indiscriminados, os quais podem comprometer a vida na Terra.

Meneguel e Etchebehere (2012) afirmam que, a água é vital para os ciclos biológicos, geológicos e químicos, responsáveis pelo equilíbrio dos ecossistemas. Ela mantém a vida sobre a Terra, através da fotossíntese, que produz biomassa através da reação entre  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . Assim, Karmann (2008) faz referência sobre a importância desse recurso natural para humanidade, inferindo que, praticamente 80% do corpo humano é composto por água.

Nessa perspectiva, Augusto *et al.* (2012) pontua que, é consenso que a água é um componente imprescindível para os ecossistemas e o desenvolvimento da vida no planeta Terra. Por isso, as intervenções humanas em ambientes hídricos requerem ações planejadas e eficientes. Por meio do planejamento fazem-se reconhecimento de problemas, seu diagnóstico

e as indicações para sua solução (CARVALHO, 2009). Esse planejamento deverá considerar o que estabelece a legislação vigente sobre os usos múltiplos da água, que no caso do Brasil é regulamentada pela Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Conforme os fundamentos da referida Lei:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997).

Segundo Maglio e Philippi Jr (2005), o planejamento é um processo e uma ferramenta utilizada para pensar e projetar o futuro; e contribui para que decisões sobre ações humanas não se baseiem em improvisação. Isso é relevante, porque a escassez de água doce para o consumo humano é um dos principais problemas enfrentados pela comunidade mundial no século XXI, fato que demanda um planejamento das intervenções antropogênicas sobre os ambientes hídricos. Portanto, debater a questão da segurança hídrica é um dos assuntos mais urgentes na atualidade. Essas discussões estão relacionadas à grave crise de abastecimento hídrico no mundo.

Nesse contexto, Rodrigues e Villela (2016) enfatizam que,

Para se analisar a disponibilidade de água é necessário observar, tanto as variáveis naturais das áreas das bacias hidrográficas geradoras de água bruta mais independentes, como a climática, considerando a “entrada” de água e o estado de preservação das superfícies receptoras, quanto as variáveis dependentes de gestão, a exemplo da capacidade da infraestrutura para o uso dessa água de entrada (RODRIGUES; VILLELA, 2016, p 10).

Por outro lado, Souza Filho (2012) lembra que, os recursos hídricos significam natureza e desenvolvimento socioeconômico. Igualmente, Azevedo (2012) enfatiza que, a água, antes de ser fator de desenvolvimento social e econômico, é um recurso essencial à vida no Planeta. Sendo assim, faz-se necessário que se compreenda a importância do planejamento das ações sobre os diversos usos e gestão da água, pois, a disponibilidade desse recurso tem significativa importância na formação das paisagens, especialmente aquelas onde a vegetação nativa tem relação direta com as precipitações pluviométricas e, sua falta potencializa os diversos usos do solo, resultando em significativas alterações ambientais.



### 3.2 A Paisagem enquanto categoria de análise da Geografia

A evolução do conceito de Paisagem, enquanto categoria da ciência geográfica, assim como as demais categorias – lugar, território, região e espaço – apresentaram distintas concepções ao longo do processo de sistematização da Geografia, que iniciou no século XIX com Alexandre von Humboldt e Karl Ritter, embora os primórdios dessa ciência tenha suas origens com os gregos, na Antiguidade Clássica.

Talaska (2011) assevera que, a evolução do conhecimento geográfico apresenta três acepções, sendo que, a primeira, a região natural, apoia-se nos dados da natureza; a segunda segue a matriz do historicismo de base neokantiana, onde a região passa a ser vista como uma paisagem cultural, a denominar-se região-paisagem e a terceira acepção, considera a região como criação intelectual, a partir de propósitos específicos dos geógrafos.

Para Moraes (2007), a noção de região enquanto categoria de análise da Geografia originou-se na Geologia, surgindo como uma parcela da superfície terrestre dotada de uma unidade natural, sendo caracterizada por sua individualidade estabelecida através de elementos da natureza, ou seja, os elementos que compõem a paisagem.

Desde o início da sistematização da ciência geográfica, houve uma inter-relação entre as categorias geográficas Região e Paisagem. Conforme Silva (2012), na escola francesa, fundamentada nas ideias de Vidal de La Blache, a “Paysage” é tida como resultado do relacionamento do homem com o seu espaço físico, assim, a paisagem ganha aspecto de espaço humano.

A Geografia Tradicional, por sua vez, em suas diversas versões privilegiou os conceitos de Paisagem e Região, em torno deles estabelecendo-se a discussões sobre o objeto da geografia e a sua identidade no âmbito das demais ciências. Segundo Corrêa (2000), nesse contexto, os debates incluíam os conceitos de paisagem cultural, gênero de vida e diferenciação de áreas.

No entender de Soares (2004), a ciência geográfica, ao longo de sua evolução, direcionou um de seus campos de investigação ao estudo da Paisagem. Em estudo publicado por Britto e Ferreira (2011), encontra-se uma síntese das abordagens e autores que influenciaram e ainda influenciam o estudo das paisagens na Geografia.

O geógrafo Milton Santos também considerou a Paisagem como categoria de análise geográfica. Esse autor entende a Paisagem como sendo imagem e representação de espaço apropriado e produzido pela sociedade, ou seja, é o conjunto de formas, as quais num dado momento, exprime as heranças que representam as sucessivas relações entre a sociedade

e a natureza, sendo história congelada, mas participa da história viva (SANTOS, 2006). Para esse autor, são as suas formas que realizam, no espaço, as funções sociais, ou seja:

A paisagem existe através de suas formas, criadas em momentos históricos diferentes, porém coexistindo no momento atual. No espaço, as formas de que se compõe a paisagem preenchem, *no momento atual, uma função atual*, como resposta às necessidades atuais da sociedade. Tais formas nasceram sob diferentes necessidades, emanaram de sociedades sucessivas, mas só as formas mais recentes correspondem a determinações da sociedade atual (SANTOS, 2006, p. 69).

A concepção de Paisagem para Geografia é, portanto, o campo de atuação capaz de resgatar o ontem e o hoje, em uma determinada área geográfica, onde fazem partes inúmeras variáveis naturais e sociais que vão sendo modificadas ao longo do tempo e espaço (SOARES, 2004), ou seja, tem um caráter social. Apesar disso, Bertrand (2004) pontua que, o conceito de paisagem apresenta um problema de ordem epistemológica, e é um termo pouco usado e impreciso. Dessa forma, estudar uma paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método, porém, isto não inviabiliza a análise geográfica através desse conceito.

Para Britto e Ferreira (2011), discutir a pluralidade conceitual e cognitiva do conceito de paisagem, principalmente no âmbito da Geografia, constituiu certamente um grande desafio. Contudo, para superar essa questão, o pesquisador deve deixar claro em seu estudo que, não se trata somente da análise da paisagem “natural”, mas da paisagem total integrando todas as implicações da ação antrópica. Isso é indispensável porque,

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos dispartados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 2004, p. 141).

Soares (2004) pontua que, a abordagem da paisagem nos estudos geográficos constitui na atualidade uma área de investigação que subsidia respostas às pesquisas na área socioambiental, possibilitando ao investigador tratar com certa fluidez a interdisciplinaridade que vai exigir questões relativas à sua linha de investigação. Dessa forma, o pesquisador poderá fazer um enfoque de forma integrada entre os elementos que a compõem, ou seja, em sua totalidade considerando suas inter-relações.

É nessa perspectiva que a categoria geográfica *paisagem* subsidiou esta abordagem sobre os fenômenos da estiagem e seca na porção sul do município de Bequimão e sua relação com a construção de barragens no rio Aurá. A ocorrência desses eventos com maior frequência na área estudada, tem resultado em alterações significativas na paisagem local, sobretudo resultante das ações humanas, no intuito de minimizar as consequências desses fenômenos sobre a população local e a biodiversidade.

### 3.3 Conceitos e tipologias dos fenômenos da estiagem e seca

Os fenômenos das estiagens e secas são historicamente conhecidos no Brasil, especialmente na Região Nordeste, formada pelos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Essa região possui uma área de 1.554.257,0 km<sup>2</sup>, abriga uma população de aproximadamente 53.081.950 habitantes, sendo que deste total, 73% vivem na área urbana e 27%, na área rural (CEPED UFSC, 2015).

De acordo com Barreto (2009), a história das secas no Brasil, especificamente na região Nordeste, tem sido registrado a partir do século XVI e tem resultado em migração desenfreada, epidemias, fome, sede, miséria, dentre outras questões, quadro 1.

**Quadro 1** - Registro de secas na região Nordeste do Brasil, a partir do século XVI

Ano	Características gerais das secas ocorridas no Nordeste do Brasil
1580, 1583 e 1585	A primeira notícia sobre seca foi descrita pelo padre Fernão Cardin. Nesse período houve uma grande seca, onde cinco mil índios se deslocaram do Sertão de Pernambuco e Rio Grande do Norte para o litoral, pois as fazendas haviam deixado de produzir, causando fome em várias áreas.
1692	A seca atingiu todo o Rio Grande do Norte e Paraíba, causando prejuízos à população e pecuária.
1700, 1720 e 1790	Em 1700, as capitânicas do Maranhão, Ceará e Rio Grande do Norte foram as mais atingidas, onde houve elevados prejuízos às atividades produtivas e a população, que morreram em grande número. A pior seca e longa estiagem que se iniciou em 1720 e se prolongou até 1727, totalizando sete anos.
1877 a 1879	Período mais crítico no Nordeste, conhecido como a “Grande Seca”, resultando em doenças, fome, sede e em trágica mortandade, com estimativa de cerca de 500.000 óbitos. Logo, a migração se intensificou e, um enorme contingente populacional partiu para a Amazônia e estados vizinhos.
1915	Na época, a fome e a falta de higiene provocaram um quadro social preocupante para a região Nordeste, especialmente no Ceará, onde houve ações para impedir a migração da população local.
1932	Surgiu a indústria da seca: as oligarquias econômicas e políticas da região que usavam recursos do governo em benefício próprio, com o pretexto de combater as mazelas do fenômeno climático.
1979	Essa seca durou quase cinco anos, comprometendo a produção agrícola. Dados oficiais dão conta de que, nessa época, morreram 3,5 milhões de pessoas por conta de enfermidades e desnutrição.
1980	Essa foi uma das secas mais prolongadas da história do Nordeste, atingindo toda região: durou 7 anos, tendo seu ápice em 1981, deixando um rastro de miséria e fome.
1993 e 1996 a 1999	Os efeitos de uma nova seca no Nordeste: população faminta promovendo saques a depósitos de alimentos e feiras livres, animais morrendo e lavouras perdidas. Com exceção do Maranhão, todos os demais estados do Nordeste foram atingidos, com cerca de 5 milhões de pessoas afetadas.
2001	Foi um prolongamento do período de seca do final da década de 1990, que teve uma trégua em 2000. Para piorar a situação, a falta de chuvas em todo o Brasil contribuiu para a pior crise energética que o país já viveu, somando a estiagem prolongada à falta de investimentos no setor elétrico.
2012 a 2016	O Nordeste tem a pior seca dos últimos 30 anos (alguns meios de comunicação afirma que dos últimos 60 anos), dizimando quase por completo, a pecuária e agricultura familiar. Segundo os dados da pesquisa Produção da Pecuária Municipal, do IBGE, a região perdeu 4 milhões de animais. Conforme o Monitor de Secas do Nordeste, 2015 e 2016 foram os mais preocupantes atingindo toda região Nordeste do Brasil.

Fonte: BARRETO, 2009; CIRILO, MONTENEGRO e CAMPOS, 2010; CEPED, 2015 e ANA, 2016.

A ocorrência de períodos prolongados de estiagens e secas vêm sendo objeto de estudos, desenvolvidos especialmente pelos órgãos oficiais (ANA, CPTEC/INPE, COBRADE, CEPED; FUNCEME e IMESC) e, autores como Sousa Júnior *et al.* (2011); Carvalho (2012); Leivas *et al.* (2013 e 2014); Sousa Júnior e Lacruz (2015); Engle (2016); Magalhães (2016), Souza Filho *et al.* (2016) e Verner (2016), dentre outros.

A incidência desses fenômenos tem relação com processos atmosféricos e oceânicos que condicionam a distribuição espacial e temporal das precipitações pluviométricas em determinada região. No caso do Nordeste, as chuvas são causadas por movimentos de nuvens influenciados, especialmente, pelas Temperaturas da Superfície do Mar no Atlântico Tropical e no Pacífico Equatorial, graças aos fenômenos El Niño e La Niña.

Para Sousa Júnior *et al.* (2011), os períodos prolongados de estiagens e/ou secas afetam, sobretudo a economia, e causam inúmeros danos à população atingida. Todavia, a quantificação das áreas afetadas por esses eventos, ainda é um grande desafio devido à falta de informação mais detalhada e contínua. Recentemente, a ocorrência de estiagens e secas em algumas regiões do Brasil vem impulsionando um diálogo mais intenso em todo o País.

Esse diálogo é importante porque, a seca pode ser vista como um desvio em relação às condições de longo prazo de variáveis como precipitação, umidade do solo, água subterrânea e vazão fluvial (MAGALHÃES, 2016). Ainda segundo esse autor,

A seca costuma decorrer 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. No entanto, é importante distinguir a seca de aridez e a seca de escassez de água. Aridez é uma característica permanente de um clima seco, enquanto que a seca é um desvio do clima de longo prazo. Seca é um fenômeno natural; já escassez de água ocorre quando a humanidade usa mais água do que há disponível naturalmente (MAGALHÃES, 2016, p 19).

Segundo Martins *et al.* (2016), compreender e distinguir a diferença entre tais fenômenos é de extrema relevância na atualidade, visto que a recente crise hidrológica no Brasil tem afetado não só a região Nordeste, sujeita a secas recorrentes, mas também as grandes áreas metropolitanas, a exemplo da Região Sudeste, especialmente no Estado de São Paulo que, em 2014 passou pela pior escassez de água dos últimos 80 anos (IDEC, 2014), que resultou em uma crise tanto hídrica quanto humana.

Sobre essa questão, Magalhães (2016) pontua que, de acordo com vários modelos climatológicos, é provável que aumente a frequência e a intensidade de secas no Nordeste, assim como a duração do período seco, como ocorre, atualmente, em certas regiões do Brasil. Diante dessa realidade, o Brasil precisa caminhar em direção a uma política proativa para o enfrentamento das secas, haja vista que:

As temperaturas globais deverão elevar-se em pelo menos dois graus até o final do século. Haverá mais evapotranspiração e, portanto, menor umidade no solo. Vários modelos indicam que poderá reduzir-se o fluxo de água em importantes bacias do Nordeste, como no São Francisco (MAGALHÃES, 2016 p. 34).

A ocorrência frequente desses fenômenos em determinadas regiões, resulta em menos umidade, devido à reduzida disponibilidade de água, fato que favorece as implicações sobre a agricultura e a economia em geral, além das condições de vida. A recente crise hidrológica ocorrida no Brasil em 2014 e 2015 atingiu grandes áreas metropolitanas, a exemplo de São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. Conforme o Globo (2015), nesse período um quinto da população brasileira sofreu os efeitos dessa seca, pois, ao menos 45,8 milhões de pessoas vivem em regiões em que os níveis dos reservatórios ficaram abaixo do normal e a quantidade de chuvas foi menor do que a média histórica. Essa crise hídrica nos centros urbanos do Brasil pode ter relação ainda com a má gestão desse recurso hídrico.

Por isso, Nys, Engle e Quintana (2016) afirmam que, esse fato chamou a atenção das autoridades para a necessidade de uma maior coordenação e gestão desse recurso, entre diferentes setores e níveis de governo, assim como da sociedade civil. Apesar disso, a definição de um conceito global para os fenômenos de estiagens e secas ainda é de difícil formulação, fato que compromete a especificação desses fenômenos e suas tipologias.

Conforme Sousa Júnior e Lacruz (2015), a falta de uma definição precisa e universalmente aceita desse fenômeno gera confusão ao se definir se um evento realmente é seca e qual sua severidade. Nas considerações de Sousa Júnior *et al.* (2011), a estiagem está relacionada com a queda acentuada das reservas hídricas de superfície e de subsuperfície de uma dada região e com as consequências dessa queda sobre o fluxo dos rios e sobre a produtividade agropecuária.

Em geral, as estiagens se caracterizam por serem menos intensas que as secas e por ocorrerem em períodos de tempo menores, estando associadas ao período de baixas vazões dos rios. No entender Castro (2003), que também faz considerações acerca dessa questão, esses fenômenos se diferenciam porque a seca, do ponto de vista meteorológico, se caracteriza por ser uma estiagem prolongada e que provoca uma redução sustentada das reservas hídricas existentes, afetando, sobretudo as atividades produtivas e a biodiversidade.

Nesse caso, Magalhães (2016) defende que “a seca costuma decorrer de um índice de disponibilidade de água natural baixo da média devido à variabilidade das precipitações pluviométricas, resultando em taxas de precipitação baixas e/ou taxas de evaporação altas”. A seca vem sendo definida como uma deficiência de precipitação durante um período



prolongado de tempo, resultando em escassez de água (LEIVAS, 2014). Sobre essa questão, a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE, 2013) esclarece que, a estiagem é considerada como um período prolongado de baixa ou nenhuma pluviosidade, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição e, a seca como uma estiagem prolongada, durante o período de tempo suficiente para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico.

No entender de Pires, Silva e Mendes (2010), as situações de seca constituem uma ocorrência natural associada essencialmente à falta de precipitação, que se verificam todos os anos em diversas regiões do mundo, a exemplo do que ocorre em grande parte do Nordeste do Brasil. Esses autores, afirmam ainda que, o problema das secas deve enquadrar-se em anomalias da circulação geral da atmosfera, a que correspondem flutuações de clima numa escala local ou regional. Conforme a CEPED (2013), no Brasil, as secas se instalam periodicamente na região Nordeste e se relacionam com múltiplos fatores condicionados pela geodinâmica terrestre global e seus aspectos climáticos e meteorológicos.

Apesar dessa indefinição, pode-se compreender que, em geral, as estiagens ocorrem com mais frequência do que a seca, porém ambas produzem reflexos sobre as reservas hidrológicas em diversas regiões da Terra, e suas ocorrências resultam em distintos prejuízos para os setores produtivos, assim como para a biodiversidade das áreas atingidas. Por isso, Passador e Passador (2010) afirmam que, o que é preponderante nessa abordagem é entender que, tanto a estiagem quanto a seca, tem um caráter natural e ocorre em diferentes conjunturas sociais e incide, negativamente, nas condições de vida das populações afetadas.

Segundo a FIOCRUZ (2015), a seca é comumente definida como um evento climatológico, mas pode ser agravada pelas atividades humanas. No entender de Khan *et al.* (2005) e Sousa Júnior *et al.* (2011), a severidade de um evento de seca não pode ser correlacionada apenas a redução dos índices pluviométricos, mas sobretudo às suas consequências sobre os aspectos, econômicos, sociais, ambientais e culturais.

As implicações da seca são menos óbvios do que outros desastres naturais, e estão mais dispersos numa grande área geográfica, fato que dificulta sua quantificação, e isto ocorre porque, é difícil determinar o início e o fim desse evento, assim como os critérios que podem ser utilizados para tal (SOUSA JÚNIOR e LACRUZ, 2015).

Sobre desastre, entende-se:

[...] resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios (BRASIL, 2012).

Sendo assim, é necessário compreender as diversas tipologias das secas, as quais demandam metodologias específicas para sua caracterização, quadro 2. Esse conhecimento poderá subsidiar ações de planejamento específico para cada realidade.

**Quadro 2** - Tipologias de secas, segundo Dai (2010) *apud* Carvalho (2012)

<b>Tipos de Seca</b>	<b>Características</b>
Seca meteorológica	Ocorre em um período de meses a anos, com precipitação abaixo da normal climatológica. Muitas vezes, é acompanhada de temperaturas acima do normal, que precedem e podem causar outros tipos de secas. Esse tipo de seca é produzido por anomalias persistentes (por exemplo, alta pressão), segundo padrões de circulação atmosférica de grande escala, muitas vezes, provocados por anomalias nas Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) ou por outras condições remotas. Condições locais específicas como evaporação reduzida e umidade associada a solos secos e temperaturas altas, podem aumentar as anomalias atmosféricas.
Seca agrícola	Corresponde a um período em que os solos ficam secos, como resultado de precipitação pluviométrica abaixo da média e de eventos de chuva intensa, mas menos frequentes, com evaporação acima do normal. Esses fatores determinam produção reduzida das lavouras e diminuição do crescimento das plantas.
Seca hidrológica	Ocorre quando a vazão dos rios e o armazenamento de água em aquíferos, lagos ou reservatórios caem abaixo dos níveis médios a longo prazo. A seca hidrológica se desenvolve mais lentamente, pois envolve água armazenada que se esgota, mas não é repostada.

Fonte: Carvalho (2012 *apud* DAI,2010), adaptado por COSTA, M.; 2017.

Sousa Júnior e Lacruz (2015) caracterizam as tipologias da seca como: meteorológica, agrícola, hidrológica e socioeconômica, quadro 3. As secas meteorológicas se diferenciam especialmente por sua característica natural (fenômeno físico), e a agrícola, a hidrológica e a socioeconômica, pelas demandas da sociedade e do meio ambiente.

**Quadro 3** - Tipologias de secas, segundo Sousa Júnior e Lacruz (2015)

<b>Tipos de secas</b>	<b>Características</b>
Seca meteorológica	Definida em função de um limiar de déficit de precipitação estabelecido para um período determinado, podendo variar de acordo com a região. Tem uma relação com a deficiência de precipitação (quantidade, intensidade e tempo), reduzida infiltração, escoamento superficial, percolação profunda e recarga das águas subterrâneas; altas temperaturas, ventos fortes, baixa umidade relativa do ar, maior isolamento, menos nebulosidade.
Seca agrícola	Ocorre quando o solo não dispõe de água para suprir as necessidades das culturas e para o crescimento das espécies forrageiras em um período determinado. Apresenta relação com a deficiência hídrica do solo, resultando em estresse hídrico das plantas, redução da biomassa e da produtividade.
Seca hidrológica	Manifesta-se como deficiência na disponibilidade de água tanto superficial como subterrânea. É medida pelo caudal dos rios e pelo nível freático dos lagos e reservatórios.
Seca socioeconômica	Refere-se à situação de acontecer quando a escassez hídrica afeta as pessoas e está associada à oferta e demanda de bens e serviços.

Fonte: SOUSA JÚNIOR; LACRUZ (2015), adaptado por COSTA, 2017.

Souza Filho *et al.* (2016) pontuam que, as secas meteorológicas têm sua ocorrência associada à dinâmica, tanto espacial quanto temporal das precipitações. Sobre as secas agrícolas e hidrológicas, Carvalho (2012) entende que, podem ser resultantes da falta de precipitação, incluindo precipitações mais intensas, porém menos frequentes; gestão inadequada da água e a erosão do solo, os quais podem causar ou aumentar esse tipo de seca, potencializando a escassez hídrica nas regiões atingidas.

Diante disso, Carvalho (2012, p. 12) assegura que “a seca não é um problema apenas meteorológico, mas fundamentalmente social” porque envolve questões de manutenção da vida e de sustento. Para FIOCRUZ (2015), a seca interfere no desenvolvimento econômico e social, assim como na qualidade ambiental, podendo implicar nos determinantes da saúde, principalmente no que se refere ao acesso à qualidade e quantidade de água potável e alimentação necessária à manutenção das populações.

Esse órgão afirma ainda que, futuramente a porção Centro-Oeste e o extremo Norte do Maranhão, poderão ser as áreas mais afetadas pela diminuição no volume de chuvas.

Os 217 municípios do Maranhão poderão ficar, progressivamente, mais quentes e mais secos até 2070. A parte oeste do estado, por exemplo, poderá ter um aumento de mais de 5°C e uma diminuição de até 32% no volume de chuvas no período indicado. As informações fazem parte de uma pesquisa inédita que avaliou a vulnerabilidade das cidades maranhenses à mudança do clima. Coordenado pela FIOCRUZ em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, o estudo faz parte das atividades do projeto Vulnerabilidade à Mudança do Clima (FIOCRUZ, 2016).

É importante pontuar que, a ampliação e o fortalecimento da infraestrutura hídrica, com gestão adequada, constituem requisitos essenciais para a solução do problema, servindo como elemento básico para minimizar o êxodo rural e promover a interiorização do desenvolvimento (CIRILO, MONTENEGRO e CAMPOS, 2010). Além dessas, políticas públicas regionais devem ser desenvolvidas no intuito de minimizar os problemas correlacionados a esses fenômenos.

Assegurar que a água esteja disponível para as diferentes formas de consumo implica viabilizar investimentos de distintas naturezas e, sobretudo, gerenciar cuidadosamente sua oferta e uso (LAPLANE, 2012). Esse autor afirma ainda que, como elemento indispensável ao desenvolvimento socioeconômico, a água precisa ser administrada adequadamente, de forma a permitir que os diversos usos ligados ao bem-estar da população e ao desenvolvimento econômico regional sejam prontamente atendidos.

Para tanto, deve haver estudos que avaliem e monitorem a disponibilidade de água em determinada bacia hidrográfica e a demanda da população local, a exemplo da área estudada, que apresenta grande variação espacial e temporal na disponibilidade desse recurso.

### 3.4 Fatores e elementos que determinam a ocorrência dos fenômenos da estiagem e seca

O conhecimento dos fatores (latitude, altitude, maritimidade, continentalidade, correntes marítimas, massas de ar, vegetação e o relevo, além daquelas relacionadas às atividades humanas) e elementos (radiação solar, temperatura, umidade e pressão atmosférica) que determinam os fenômenos da estiagem e secas vem apresentando relevância no contexto atual. Esses estudos buscam compreender os componentes que influenciam na ocorrência de tais fenômenos e seus efeitos sobre a biodiversidade.

A Zona de Convergência Intertropical – ZCIT é um dos fatores que determinam os índices pluviométricos no Norte do Maranhão, e, por conseguinte na área analisada. Para a FUNCEME (2016), esse é o sistema meteorológico mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil.

A ZCIT é uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul. De maneira simplista, pode-se dizer que a convergência dos ventos faz com que o ar, quente e úmido ascenda, carregando umidade do oceano para os altos níveis da atmosfera ocorrendo à formação das nuvens (FUNCEME, 2016).

A Zona de Convergência Intertropical está localizada em uma região de interação entre processos atmosféricos e oceânicos, os quais, Ambrizzi (2010) afirma que ainda não são bem entendidas, porém importante na análise dos fenômenos climáticos da região Nordeste. Apesar disso, é sabido que essa interação tem influência dos Ventos Alísios, Temperatura da Superfície do Mar (TSM), El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e La Niña. Conforme a FUNCEME (2016), a ZCIT é mais significativa sobre os oceanos interferindo diretamente na Temperatura da Superfície do Mar (TSM) que estão intimamente relacionadas.

Segundo o INPE (2016), a interação entre a superfície dos oceanos e a baixa atmosfera adjacente é um dos principais componentes do sistema climático da Terra. Os processos de troca de energia e umidade determinam o comportamento do tempo e do clima de determinadas regiões. Porém, este estudo não aborda especificamente esses termos, apesar de apresentarem significativa correlação com os fenômenos ora estudados.

O uso dos termos tempo e clima apresentam certa confusão conceitual. Apesar disso, Steinke (2012, p. 18) afirma que, “a noção de tempo adotada pelos meteorologistas admite que as combinações dos elementos meteorológicos sejam instantâneas e ocorram em locais pontuais da superfície da Terra” e, o clima “constitui um conjunto de eventos de tempo semelhantes (tendências), mais ou menos estáveis, que resulta em condições relativamente permanentes, durante um período de tempo mais longo”.

No entender de Ayoade (2004), o tempo e o clima podem juntos ser considerados como uma consequência e uma demonstração da ação dos processos complexos ocorridos na atmosfera, nos oceanos e na Terra. Para esse autor, a atmosfera é uma mistura mecânica estável de gases, como: nitrogênio, oxigênio, argônio, bióxido de carbono, ozônio e o vapor d'água, principalmente. Os processos atmosféricos influenciam outros processos no ambiente terrestre, especialmente na biosfera, hidrosfera e litosfera, os quais não se sobrepõem uns aos outros, mas continuamente permutam matéria e energia entre si.

Nesse contexto, o fenômeno do El Niño - que representa o aquecimento anormal das águas superficiais e sub-superficiais do Oceano Pacífico Equatorial (CEPTEC/INPE, 2016), juntamente com outros fatores, interferem diretamente nesse processo, onde ocorre o enfraquecimento dos ventos alísios e o aumento da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Oceano Pacífico Equatorial Leste, resultando na diminuição das águas mais frias que afloram próximo à costa oeste da América do Sul.

Essas anomalias superficiais de temperaturas, tanto positiva (quente) – que resulta no El Niño, quanto negativa (fria) que favorece a ocorrência do La Niña, causam alterações na circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos, determinando alterações nos padrões de transporte de umidade, afetando o regime pluviométrico de determinadas regiões, a exemplo do Nordeste do Brasil que apresenta diminuição nos índices pluviométricos em anos de anomalias de temperaturas positivas, fato que pode favorecer a ocorrências das secas.

O CEPTEC/INPE (2016) afirma ainda que, as anomalias do sistema climático que são mundialmente conhecidas como El Niño e La Niña representam alteração do sistema oceano-atmosfera no Oceano Pacífico Tropical, e que tem consequências no tempo e no clima em todo o Planeta, sendo considerado responsável pela ocorrência de períodos prolongados de estiagens e secas, devido a desigual distribuição de chuvas, tanto espacial quanto temporal, sobretudo no Nordeste brasileiro.

Esse fenômeno inibe a formação de nuvens e, por conseguinte, decorre em precipitações menores do que a média histórica, as quais podem resultar em diversos tipos de secas. O problema das secas deve enquadrar-se em anomalias da circulação geral da atmosfera, a que correspondem flutuações do clima numa escala local e regional (PIRES, SILVA e MENDES, 2010).

Os conhecimentos dos fatores que determinam os fenômenos da estiagem e seca têm permitido ao Brasil acompanhar essas alterações, sendo que as contribuições mais importantes a este respeito são devidas, em boa medida, aos estudos e pesquisas realizados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), por intermédio do Instituto de

Pesquisas Espaciais (INPE), e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio da Secretaria de Biodiversidade e Florestas e da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (CARVALHO, 2012).

Conforme Sousa Filho (2012), a mudança climática é outro condicionante que pode produzir tendências e/ou modificar o padrão de variação do clima. A mudança climática é um termo que designa uma tendência de alteração da média no tempo (SENTELHAS E ANGELOCCI, 2007), porém não será priorizada neste estudo. Para Verner (2016), no Brasil, estima-se que as implicações das mudanças climáticas cause uma diminuição média de 12% na renda per capita até 2058, fato que demanda monitoramento sistemático.

Sobre o fenômeno da seca, Camurça (2014) afirma que a compreensão reducionista da problemática da seca associada à falta de água, facilita a naturalização dos seus efeitos sobre as populações atingidas. Para essa autora, a naturalização desse fenômeno que se concretizou como social e histórico, resulta em implicações que compreendem perdas na produção agropecuária, na produção da pesca, dentre outras.

Na tentativa de acompanhar e/ou prever as consequências da seca sobre as sociedades humanas, vários órgãos, a exemplo do CEPTEC/INPE no Brasil e, o NUGEO/UEMA no estado do Maranhão vem monitorando a dinâmica atmosférica, sobretudo com uso de tecnologias cada vez mais eficiente, para avaliar a redução da precipitação nos anos de seca e os efeitos sobre as atividades produtivas e a sociedade.

Diante da necessidade de sistematizar dados sobre as secas e classificá-las, a Agência Nacional de Águas (ANA), através do Monitor de Secas no Nordeste do Brasil elaborou uma tabela, que identifica os tipos de secas de acordo com níveis de intensidade e seus possíveis impactos, quadro 4.

O Monitor de Secas do Nordeste envolveu entes federais e estaduais, visando alcançar uma ação de monitoramento mais coordenada entre as diferentes esferas administrativas, proporcionando o engajamento cooperativo de instituições federais e estaduais, assim como o aumento da sensibilização acerca das condições de seca no Nordeste (BANCO MUNDIAL, 2015), e permite representar de maneira convergente e consistente o estágio da seca, estabelecendo diferentes graus de severidades e permitindo acompanhar a evolução temporal e espacial desta.

Segundo a ANA (2016), o Monitor de Secas tem como objetivo principal, integrar o conhecimento técnico e científico já existente em diferentes instituições estaduais e federais para alcançar um entendimento comum sobre as condições de seca, como: sua severidade, a evolução temporal e espacial, e suas consequências sobre os diferentes setores da economia.



**Quadro 4** - Classificação de Severidade da Seca

<b>Categoria</b>	<b>Percentil</b>	<b>Descrição</b>	<b>Impactos Possíveis</b>
S0	30%til	Seca Fraca	Entrando em seca: veranico de curto prazo diminuindo plantio, crescimento de culturas ou pastagem. Saindo de seca: alguns déficits hídricos prolongados, pastagens ou culturas não completamente recuperadas.
S1	20%til	Seca Moderada	Alguns danos às culturas, pastagens; córregos, reservatórios ou poços com níveis baixos, algumas faltas de água em desenvolvimento ou iminentes; restrições voluntárias de uso de água solicitadas.
S2	10%til	Seca Grave	Perdas de cultura ou pastagens prováveis; escassez de água comuns; restrições de água impostas.
S3	5%til	Seca Extrema	Grandes perdas de culturas / pastagem; escassez de água generalizada ou restrições.
S4	2%til	Seca Excepcional	Perdas de cultura / pastagem excepcionais e generalizadas; escassez de água nos reservatórios, córregos e poços de água, criando situações de emergência.

Fonte: Monitor de Secas<sup>1</sup>. Adaptado por COSTA, M.; 2017

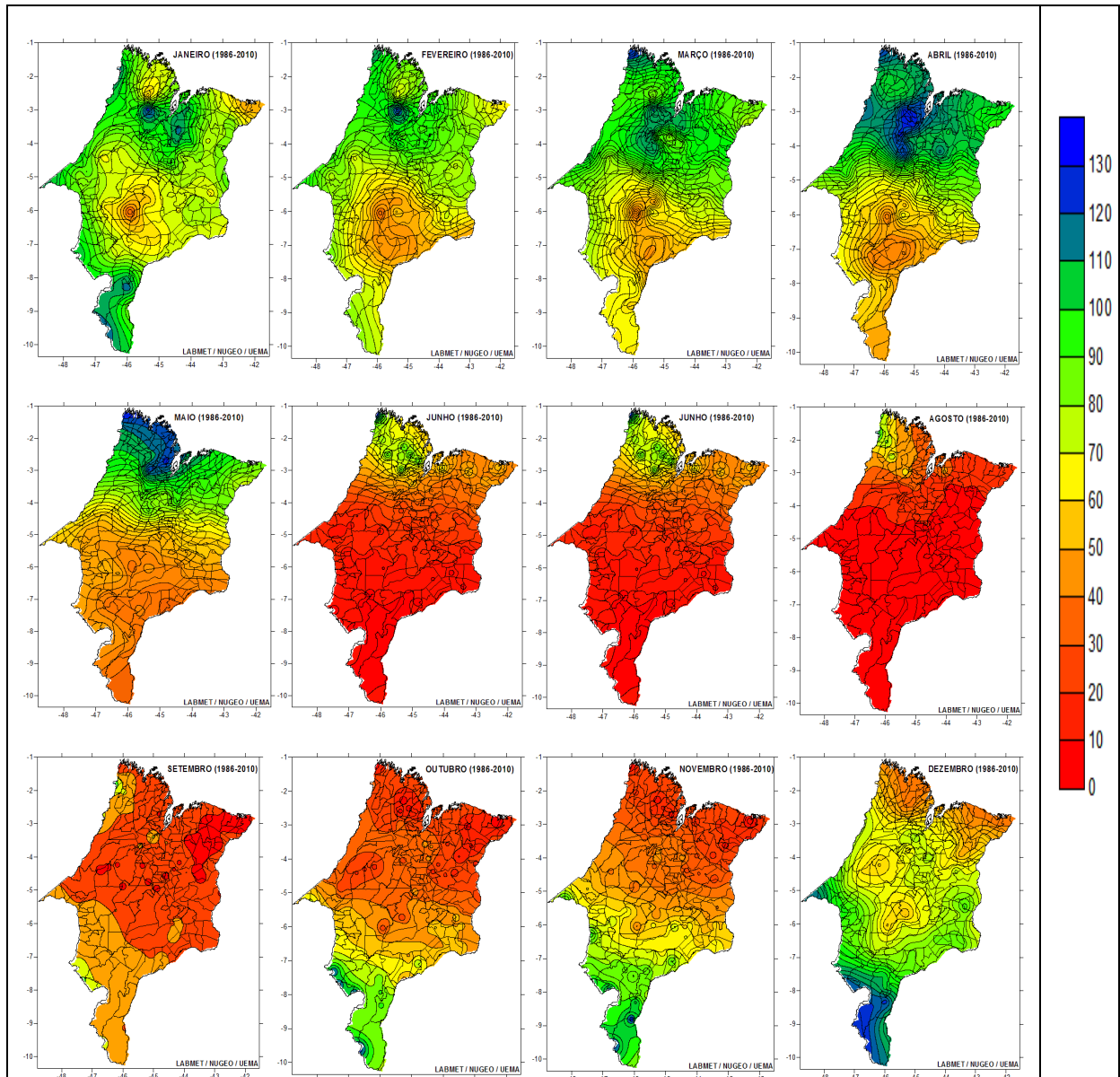
A sistematização dos dados disponibilizados pelo Monitor de Secas está sendo desenvolvido por um grupo de especialistas e instituições brasileiros (entidades federais e estaduais, universidades e com a participação da sociedade civil) e conta com apoio técnico e financeiro do Banco Mundial e parceiros internacionais, como a Comissão Nacional da Água do México (CONAGUA) e o Centro Nacional de Mitigação de Secas, dos Estados Unidos, além de instituições governamentais e acadêmicas da Espanha (ANA, 2016).

Desde 2014, esse órgão disponibiliza dados sobre os estados do Nordeste, através de mapas produzidos mensalmente, os quais poderão viabilizar a aplicação de políticas públicas para atender a população em períodos de escassez de água. Isso ocorreu após as recentes secas, as quais estimularam diversas discussões no Brasil e, esforços para acompanhar sua ocorrência e desenvolver planos de preparação para enfrentar a seca. Esses planos são instrumentos operacionais que definem diferentes ações em função da severidade de seca (BANCO MUNDIAL, 2015).

No estado do Maranhão, o Núcleo Geoambiental (NUGEO) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) vem sistematizando dados de precipitação, com dados históricos de chuvas entre 1986-2010, figura 1, na qual pode ser observada a dinâmica pluviométrica na Mesorregião Norte do Maranhão, que apresenta índices pluviométricos consideráveis, sobretudo entre os meses de abril e maio e, um déficit hídrico significativo entre agosto e dezembro, fato que merece uma análise bastante criteriosa e proposições de ações para minimizar os possíveis problemas correlacionados.

<sup>1</sup>Estágios de seca, ou categorias, as quais definem a intensidade de seca no mapa do Monitor. Fonte: Adaptado do National Drought Mitigation Center, Lincoln, Nebraska, U.S.

**Figura 1** - Histórico de chuvas (média em mm/mês) entre 1986-2010 no Maranhão



Fonte: NUGEO/UEMA (2016), adaptado por COSTA, 2017.

O CEPED (2011) afirma que, dentre os estados nordestinos o que menos se identifica com a característica maior dessa região: a escassez de recursos hídricos - é o Maranhão. Os estudos sobre a ocorrência da seca nesse Estado, ainda se apresentam de forma bastante elementar, apesar dos dados publicados pelos órgãos supramencionados.

O desenvolvimento de estudos sobre essa temática é fundamental, porque a seca é entendida como um desastre natural de origem meteorológica e climatológica, essencialmente complexo e que resulta em implicações distintas sobre as sociedades atingidas. Esses estudos poderão subsidiar ações de planejamento, gestão dos recursos hídricos disponíveis, uso adequado do solo, além da gestão da seca através de ações proativas.

### 3.5 Construção de barragens e açudes em bacias hidrográficas e a legislação ambiental

Os usos diversificados nas bacias de drenagem ou bacias hidrográficas têm resultado em significativas alterações ambientais, sobretudo associadas à construção de reservatório, açudes e barragens com objetivos múltiplos, além do desenvolvimento de atividades agropecuárias em áreas de matas ciliares, dentre outras.

Nas considerações de Souza *et al.* (2011), as bacias hidrográficas podem ser definidas como a área superficial drenada parcial ou totalmente por um ou por vários cursos de água. Para esses autores, a concentração de materiais em um rio é controlada por diversos fatores naturais da bacia de drenagem, dentre os quais se destacam: a geologia, geomorfologia, pedologia, cobertura vegetal natural, uso do solo e fatores climáticos, dentre outros, os quais podem ser alterados pelas ações humanas.

Sobre os ambientes fluviais, Karmann (2008) entende que estes são importantes no processo de transporte de partículas, desde a forma iônica (em solução) até cascalho e blocos, representando o meio mais eficiente de erosão da superfície terrestre, além de serem responsáveis pelo fornecimento de água e alimento para diversas espécies da flora e fauna, sobretudo para as sociedades humanas.

As atividades antropogênicas nas bacias de drenagem podem alterar a dinâmica desses processos, especialmente quando ocorre a supressão da cobertura vegetal, através do desmatamento – prática que poderá aumentar o escoamento superficial e o transporte de sedimentos e nutrientes para outras áreas -, assim como a inserção de obras de engenharia, a exemplo da construção de barragens e açudes.

Dentre os principais efeitos físicos gerados pelos barramentos e açudes em ambientes fluviais, está a ocorrência de mudanças significativas nos padrões de vazões e respectivo controle no transporte de sedimentos que afetam as condições morfológicas desses canais (MONTE, 2014), visto que a capacidade de transporte de sedimentos e descargas é acentuadamente reduzida. Tais intervenções podem provocar múltiplas alterações nas condições naturais da área de drenagem, interferindo na dinâmica fluvial e na forma de vida das populações ribeirinhas, podendo alterar significativamente seu habitat físico.

A grande questão é que essa prática poderá resultar em uma série de alterações socioambientais, a exemplo da inundação de áreas agricultáveis e residenciais, assim como alterar a dinâmica hidrológica dos ambientes fluviais ou planícies de inundações a montante e jusante dos barramentos. Apesar disso, essa prática tem sido historicamente um importante

meio de atender às necessidades hídricas das regiões que apresentam déficits hídricos, mesmo sazonalmente, a exemplo do que ocorre na Baixada Maranhense e adjacências.

De acordo com Braga *et al.* (2006), no Brasil, a construção de barragens ocorreu massivamente no século XIX, notadamente no estado do Ceará onde foram desenvolvidas ações e obras que se restringiam basicamente a escavações de poços e cacimbas, além de pequenos barramentos nas nascentes dos rios. Esse autor assegura que:

Entre 1886 e 1889, período de grande seca, o imperador, D. Pedro II, criou a Comissão da Seca, formada por uma equipe internacional e multidisciplinar. Tendo como referências experiências e modelos estrangeiros, a comissão apresentou proposta de construção de açudes e reservatórios públicos que, além de ter mais resistência, permitindo a passagem de água de um ano para outro, tinha um caráter mais abrangente, ampliando o atendimento a pequenas localidades. O açude do Cedro, iniciado em 1888 e concluído em 1906, do ponto de vista físico e institucional, é o marco desse período (BRAGA *et al.*, 2006, p. 640).

Em 1934, foi aprovado o Código das Águas – importante marco jurídico para o Brasil, sendo que do total de 205 artigos do referido código, cerca de 30% referem-se ao aproveitamento hidráulico. Diante disso, a abordagem sobre a questão da água e seus usos múltiplos tornou-se imprescindível, pelo importante papel que desempenha no processo de desenvolvimento socioeconômico e manutenção da vida. Esse bem deve ser entendido como um bem público dotado de valor econômico (BRAGA *et al.*, 2006).

Fernandes (2010) lembra que, a história do meio geográfico é permeada pelas relações entre a sociedade e a natureza, havendo uma tendência para que, nas áreas de ocupação humana, o meio natural seja crescentemente artificializado. Conforme Nascimento (2006), diversos interesses e problemas norteiam a construção de barragens e açudes, em ambientes fluviais e coadunam com a possibilidade de majorar as atividades produtivas, especialmente a agropecuária e a pesca artesanal ou comercial, além de aumentar a disponibilidade de água para o consumo humano.

Todavia, essa prática se não planejada adequadamente pode proporcionar significativas alterações ao meio ambiente e, por conseguinte, a degradação ambiental. Sobre essa questão, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981) dispõe que, por meio ambiente pode-se entender: “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” e, por degradação da qualidade ambiental, “a alteração adversa das características do meio ambiente” (BRASIL, 1981).

Portanto, essas práticas devem considerar o que está estabelecido na referida legislação e as indicações da Lei nº 12.334/2010 que, estabelece a Política Nacional de

Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, e criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. O Art. 2º, da referida legislação estabelece as definições sobre barragens, reservatório, segurança de barragem, empreendedor, gestão de risco e dano potencial associado à barragem.

A barragem é compreendida como “qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas” (BRASIL, 2010).

A construção de barragens e açudes tem sido a solução técnica recorrentemente inserida em ambientes hídricos, embora questionável, quanto a sua eficiência. Essas obras, em geral, são planejadas e executadas por instituições governamentais que realizam investimentos públicos, com o discurso de desenvolvimento socioeconômico regional. Em geral, a elaboração e execução desses projetos apresentam-se alheias às particularidades locais, podendo alterar modos de vida e de organização social, assim como os elementos físicos dos ambientes onde são inseridos.

Valêncio e Gonçalves (2006) asseguram que, o incremento capitaneado por uma barragem segue um roteiro conhecido, que se realiza como farsa, pela difusão do discurso de que os frutos positivos do progresso serão colhidos por todos. Nesse caso, podem-se citar a construção dos grandes diques da Baixada Maranhense<sup>2</sup>, que vem sendo discutido há algum tempo nas esferas do governo do Maranhão, com o discurso de progresso regional, o qual apresenta interesses, especialmente, de cunho político e o Programa Diques da Produção, que tem como objetivo garantir a contenção de água doce e o combate da salinização dos campos inundáveis da Baixada Maranhense e adjacências.

Os Diques da Produção estão em processo de execução em vários municípios da Baixada Maranhense e Litoral Ocidental Maranhense, com a construção e implantação de canais de acumulação de água, a exemplo da área dos campos inundáveis da área estudada, que está sendo construído alguns desses diques na foz dos rios Mojó e Jacioca, foto 1. Obras dessa natureza vêm sendo construídas desde o século XIX na região, a exemplo do que ocorreu em São Bento, com o objetivo de reduzir o processo de salinização natural dos campos inundáveis e armazenamento de água doce nos campos inundáveis.

---

<sup>2</sup> Os Diques da Baixada Maranhense são uma obra de engenharia que permitirá a contenção de água doce nos campos naturais durante a estação chuvosa, retardando o seu escoamento para o mar sem alterar as cotas máximas naturais de inundação. Portal Brasil <http://www.brasil.gov.br/>>. Acesso em: 23/02/2017.

É importante pontuar que, a região supramencionada se constitui em uma ampla região marcada pela diversidade social, cultural, ambiental – com presença de ricos ecossistemas, em geral, adaptados a sazonalidade das cheias e estiagens e/ou secas anuais.

**Foto 1** – Construção de canal na área dos campos inundáveis da área estudada



Fonte: RODRIGUES, G. C. Dez/2017

Santos e Pinheiro (2010) garantem que, a inserção de barragens nos ambientes dessa região tem resultado em diversas alterações socioambientais, especialmente com a redução da quantidade e qualidade de pescados, além da disponibilidade de água na área dos campos inundáveis. No entender de Santos (2007), a alternância das fases de cheia e seca na Baixada Maranhense resulta em expressivas mudanças das condições ambientais faunísticas e florísticas e tem efeitos diversos sobre a população local e seu modo de vida. Para essa autora, a construção de reservas constitui provavelmente um dos mais expressivos exemplos de pressão e capacidade de interferência que o homem exerce sobre a natureza.

Diante disso, é fundamental esclarecer que, a resolução CONAMA 001 de 23/01/1986 no seu artigo 2º, inciso VII indica que a construção de barragens dependerá da elaboração de Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e respectivo Relatório de Impactos Ambientais (RIMA).

A construção de barragens e açudes nos ambientes da Baixada Maranhense e adjacências – a exemplo do que ocorre na porção sul do município de Bequimão, em geral, não dispõe de tais documentos, fato que pode contribuir para a ocorrência de significativas alterações no ambiente local, por isso requerem monitoramento e avaliação de suas implicações nos ambientes hídricos locais, assim como sua eficácia.



## 4 METODOLOGIA

A pesquisa científica é um processo em contínua evolução e demanda uma metodologia - que é o estudo sistemático e lógico dos métodos empregados nas ciências, seus fundamentos, sua validade e sua relação com as teorias científicas.

Segundo Gerhardt e Silveira (2009), o método científico compreende basicamente um conjunto de dados iniciais e um sistema de operações ordenadas adequado para a formulação de conclusões, de acordo com certos objetivos predeterminados. Esses autores afirmam ainda que,

A metodologia se interessa pela validade do caminho escolhido para se chegar ao fim proposto pela pesquisa; portanto, não deve ser confundida com o conteúdo (teoria) nem com os procedimentos (métodos e técnicas). Dessa forma, a metodologia vai além da descrição dos procedimentos (métodos e técnicas a serem utilizados na pesquisa), indicando a escolha teórica realizada pelo pesquisador para abordar o objeto de estudo ( GERHARDT e SILVEIRA, 2009, p. 13).

Segundo Marconi e Lakatos (2003), por método de pesquisa entende-se uma gama de técnicas com as quais se procede à compreensão de determinado tema, ou seja, se refere à execução da pesquisa e ao detalhamento das formas e dos meios a serem utilizados para a obtenção dos dados necessários ao desvendamento do problema.

Dessa forma, o desenvolvimento desta pesquisa seguiu os pressupostos da Abordagem Geossistêmica, proposta pelo russo Vitor Sotchava e introduzida no contexto mundial pelos estudos do francês Georges Bertrand, e centra suas análises no método qualitativo, subsidiado pelo método quantitativo. Para Sotchava (1978) citado por Ross (2006), os geossistemas são fenômenos naturais, embora todos os fatores econômicos e sociais afetem sua estrutura e peculiaridades espaciais.

Segundo Pereira (2012), a Abordagem Geossistêmica contribui para superação dos estudos setorizados dos componentes da natureza, bem como favorece o entendimento da estrutura funcional e das conexões do mesmo, e aborda fatores de ordem abiótica, biótica e antropogênica. Tal abordagem considera a interação entre os elementos que compõem o sistema ambiental, entendido como um conjunto dos processos e das interações dos elementos que compõem o meio ambiente, incluindo, além dos fatores físicos e bióticos, os de natureza socioeconômica, política e institucional (IBGE, 2004).

Conforme Souza (2013), a pesquisa qualitativa vem sendo utilizada como um instrumento teórico-metodológico importante em estudos das ciências humanas, a exemplo da Geografia, rompendo com o paradigma da “quantificação” como método predominante na apresentação dos resultados da análise. Para Lima e Moreira (2015), a combinação entre o

método qualitativo e quantitativo pode contribuir no desvelamento de determinados fenômenos ou objeto de investigação. Os dados qualitativos e quantitativos são comumente utilizados na construção de variáveis que subsidiam na descrição, interpretação e explicação dos fenômenos analisados, como ocorreu nesta pesquisa.

Sobre essa questão Pessôa (2012) pontua que, o método qualitativo tem sido uma ferramenta importante na análise geográfica, porque possibilita a delimitação temporal e espacial dos fenômenos estudados, no qual o pesquisador tem a possibilidade de interpretar e interagir com o objeto de estudo.

Sendo assim, para alcançar os objetivos propostos neste estudo foram desenvolvidos os seguintes procedimentos técnico-operacionais:

#### **4.1 Revisão de literatura**

A revisão de literatura priorizou a bibliografia nacional e regional, referente aos dados pertinentes ao tema ora estudado. A fundamentação teórica sobre a água como recurso fundamental para a vida no Planeta Terra; a paisagem enquanto categoria de análise da Geografia, conceitos e tipologias dos fenômenos da estiagem e seca, fatores e elementos que interferem nos fenômenos da estiagem e seca e a construção de barragens e açudes em bacias hidrográficas e a legislação ambiental, subsidiaram o desenvolvimento e a sistematização desta pesquisa, por fornecerem dados históricos e atuais relevantes.

O uso das tecnologias de informação e comunicação foi fundamental neste processo, porque permitiu o acesso a inúmeros trabalhos científicos, assim como dados e informações oficiais, que implicaram no desenvolvimento de habilidades e sistematização deste conhecimento. Isso foi necessário porque, segundo Marconi e Lakatos (2003), antes de iniciar qualquer pesquisa de campo, o primeiro passo é a análise minuciosa de todas as fontes documentais, que sirvam de suporte à investigação projetada.

#### **4.2 Levantamento, seleção e aquisição de dados pluviométricos e material cartográfico**

Para o desenvolvimento desta etapa foram desenvolvidas pesquisas documentais e contatos diretos, tanto em fontes primárias quanto secundárias. Os dados sobre os índices pluviométricos foram adquiridos junto aos órgãos oficiais: NUGEO/UEMA, CPTEC/INPE, FUNCEME-CE, CEPED/UFSC e ANA, através do Monitor de Secas do Nordeste Brasileiro, os quais possibilitam a análise e interpretação da dinâmica pluviométrica (entre 2006 e 2017).



Em Bequimão não há Estação Hidrometeorológicas de Superfície, por isso o NÚCLEO GEAMBIENTAL - NUGEO/UEMA – disponibilizou os dados diários da PCD meteorológica instalada no município de Alcântara (02°20' S; 44°24' W com Alt. 56 m).

Os dados de pluviosidade (correspondentes ao período entre 2006 e 2015) disponibilizados apresentam descontinuidade, sobretudo em 2014 e 2015, momento em que a estação esteve em manutenção, fato que dificultou a análise sistemática dos mesmos. Neste trabalho não foi possível incluir dados referente à umidade relativa do ar e pressão atmosférica porque também apresentaram descontinuidade significativa no período analisado.

Para determinar a Precipitação Acumulada Média/Anual e a Temperatura Média/Anual, fez-se a soma dos índices diários disponibilizados pelo NUGEO/UEMA e transformados em gráficos para melhor visualização. Essa técnica foi necessária para que os dados obtidos pudessem ser comparados às Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990 e, identificar períodos de precipitação pluviométrica com índices abaixo da média, assim como a ocorrência de estiagens e secas.

Para complementar este estudo foram elaborados mapas temáticos com as características geoambientais da área estudada, através do processamento de dados georreferenciados utilizando o software ARC GIS 10.3 (EFL 999703439). Na elaboração dos mapas de geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação utilizou-se o banco de dados georreferenciado sobre recursos naturais do IBGE (2010) com base cartográfica, em formato vetorial, shape, publicada na escala 1:1.000.000, compilado a partir das cartas do Projeto RADAMBRASIL, com escala original de 1:250.000.

O mapa de hipsometria foi gerado a partir da base de dados do CPRM, EMBRAPA e Miranda (2017). O mapa de isoietas e seca foi elaborado a partir dos dados da ANA (2010). Essas bases de dados utilizam o Sistema de Coordenadas Geográfica (GCS\_WGS\_1984), as quais foram adaptadas para SIRGAS 2000.

Os dados e informações disponíveis no Sistema de Recuperação Automática do IBGE – SIDRA subsidiaram a análise e interpretação dos aspectos socioeconômicos do município de Bequimão, baseados nas atividades produtivas locais: a agricultura itinerante e a pecuária extensiva.

A pesca artesanal é uma das mais importantes atividades socioeconômicas desenvolvida na área estudada, porque assegura a manutenção alimentar da população local, porém, não há dados disponíveis sobre essa produção em Bequimão. Todas essas atividades estão diretamente relacionadas à disponibilidade hídrica na região, sendo consideravelmente prejudicadas com a ocorrência de períodos prolongados de estiagens ou secas.

### **4.3 Pré-processamento de imagens, interpretação e elaboração de mapas temáticos**

Para a elaboração dos mapas temáticos da área estudada foram pré-processadas imagens e/ou shapefiles adquiridos no banco de dados dos órgãos supramencionados, com escalas variáveis, conforme a necessidade de análise. Os dados foram manipulados e pré-processados com uso de dados de sensoriamento remoto implementado em um Sistema de Informações Geográficas - SIG (ArcGIS 10.2, licença EFL 999703439), utilizado para criação e utilização de mapas. O conhecimento científico dos aspectos geoambientais da área estudada (Geologia, Geomorfologia, Hidrografia, Hipsometria, Pedologia, etc.) auxiliaram na descrição, interpretação e sistematização dos dados espacializados nos produtos cartográficos.

### **4.4 Organização e teste de instrumentos para coleta de dados em campo**

Nesta etapa elaborou-se um roteiro de entrevista com 10 formulários, os quais foram aplicados de forma aleatória com a população local, caracterizando-se como pré-teste. A técnica utilizada foi fundamental para validação desta etapa da pesquisa, assim como proporcionar fidedignidade, operatividade e estimativas sobre os prováveis resultados. Segundo Marconi e Lakatos (2003) essa técnica consiste em testar os instrumentos da pesquisa, verificando até que ponto esses instrumentos têm, realmente, condições de garantir resultados isentos de erros. Após a identificação de algumas incoerências nesse instrumento de pesquisa, foram realizados os devidos ajustes, resultando no roteiro oficial, em anexo.

### **4.5 Trabalho de campo**

Após a definição do tema a ser estudado, iniciou-se os trabalhos de campo, que se apresentaram como uma possibilidade de estudar e conhecer os fenômenos da estiagem e seca na área estudada. As atividades ocorreram entre novembro de 2015 a dezembro 2017, nos meses de: novembro e dezembro de 2015; janeiro, fevereiro, maio, agosto, novembro e dezembro de 2016; janeiro e fevereiro e dezembro de 2017, totalizando 11 (onze) atividades, nas quais foram observadas e caracterizadas as principais intervenções antrópicas na área dos campos inundáveis e adjacências, assim como a dinâmica hídrica (período de cheia, estiagem e/ou seca) e suas implicações sobre as atividades produtivas e os ambientes hídricos locais.

Em dezembro de 2016 fez-se o reconhecimento de grande parte da área da bacia hidrográfica do rio Aurá, com intuito de identificar intervenções humanas que pudessem

favorecer a escassez hídrica na área estudada. Nesse momento foi possível identificar diversos barramentos secundários na MA-310, os quais mantêm grande quantidade de água a montante dessa barragem e favorecem a escassez hídrica a jusante, como observada na área estudada.

Durante essa etapa, foram realizadas 35 entrevistas formais com questões semiestruturadas e 25 entrevistas abertas, aplicadas com moradores que residem nas margens dos campos inundáveis e adjacências. A entrevista é um importante instrumento de trabalho das ciências humanas, que neste caso, foi subsidiada por formulário, que segundo Marconi e Lakatos (2003) é um dos instrumentos essenciais para a investigação social, cujo sistema de coleta de dados consiste em obter informações diretamente do entrevistado. Nesse caso, cada entrevista ocorreu através de um encontro entre a pesquisadora e o morador (entrevistado), com intuito de obter dados e informações a respeito do objeto estudado.

O perfil da população envolvida neste estudo considerou o gênero (mulheres entre 28 a 67 anos e homens entre 37 a 78 anos). A seleção dos entrevistados não ocorreu de forma sistemática, visto que foram entrevistados os moradores que se encontravam disponíveis no momento e, que se propuseram a participar da pesquisa. Todos os entrevistados demonstraram interesse com o assunto abordado, haja vista que, são diretamente afetados pelas estiagens e secas na região.

Por fim, nas atividades de campo foram realizados registros fotográficos, com o uso de Smartphone – SANSUNG J2, cujas imagens subsidiaram as discussões apresentadas.

#### **4.6 Elaboração, análise e interpretação dos dados**

Os dados obtidos por meio das técnicas supracitadas foram elaborados e classificados de forma sistemática através da seleção, codificação e tabulação. Para Marconi e Lakatos (2003), a codificação é uma técnica operacional utilizada para categorizar os dados que se relacionam, ou seja, transforma dados qualitativos em quantitativos, favorecendo sua análise - entendida como a tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores e, a interpretação - atividade intelectual que procura dar um significado mais amplo às respostas, vinculando-as a outros conhecimentos.

Os dados adquiridos na pesquisa foram representados por meio de quadros e gráficos, elaborados no software da Microsoft Office Excel 2007 e Word 2007, assim como através de figuras e fotos organizadas de forma sistemática. Essa organização foi essencial porque possibilitou a elaboração, análise e interpretação dos dados, assim como sua representação, de forma clara e objetiva no texto final.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo foram analisados, interpretados e sistematizados os resultados desta pesquisa, subsidiadas pela literatura supramencionada, visando maior clareza e confiabilidade. Os dados apresentados consistem no conjunto de informações obtidas em diversas fontes que fazem abordagens e/ou coletam dados e informações sobre os fenômenos da estiagem e seca, além da transcrição ou citações das falas dos entrevistados, organizadas de forma sistemática.

### 5.1 Condições socioeconômicas do município de Bequimão

Bequimão apresenta um contingente populacional de 20.344 habitantes (IBGE, 2010), dos quais 7.166 (35,2%) se encontravam em situação de extrema pobreza, ou seja, com renda domiciliar *per capita* abaixo de R\$ 70,00. Do total de extremamente pobres, 5.335 (74,5%) viviam no meio rural e 1.831 (25,5%) no meio urbano (Ministério do Desenvolvimento Social - MDS, 2016). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM vem apresentando ascensão, sendo que em 1991 esse índice correspondia a 0,299, em 2000, a 0,422 e em 2010 correspondia a 0,601 (IBGE, 2010).

Conforme o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (2016), 45,1% da população de Bequimão ocupam-se na agropecuária, produção florestal, pesca e aquicultura. Para Correia Filho (2011), essas atividades produtivas juntamente com as transferências governamentais, o setor empresarial com 86 unidades atuantes e o trabalho informal são as principais fontes de recursos desse município.

É importante pontuar que, atualmente em Bequimão não é desenvolvida a bubalinocultura extensiva, em função de questões ambientais e exigências da população desse município. Após vários conflitos entre pescadores, agricultores e os criadores nas décadas de 1980/90, foi sancionada a Lei Municipal nº 02/2003 em 09 de junho de 2003 que regulamenta essa questão no referido município.

Art 1º. Fica terminantemente proibida a criação de gado bubalino (búfalo), soltos, no território deste município;

Art. 2º - A criação de búfalos no território deste município, somente será permitida em regime de cativo, em áreas particulares e fora dos campos inundáveis e naturais (BEQUIMÃO, 2003).

Apesar disso, os entrevistados alegaram que a retirada desses animais da área dos campos inundáveis de Bequimão trouxe consequências negativas, porque esses eram importantes na escavação dos campos e manutenção dos igarapés. Segundo Costa (2013), a

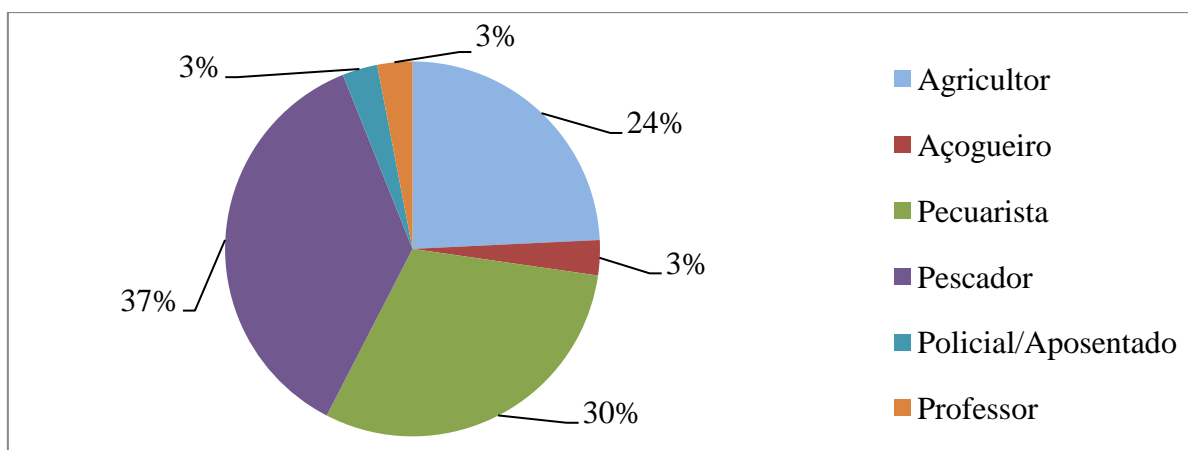
criação de búfalos de forma extensiva não é permitida em Bequimão, porque sua inserção ao invés de contribuir para o desenvolvimento regional e municipal ocasionou foi o aumento dos conflitos no campo, sobretudo entre pescadores, agricultores e criadores. Conforme Muniz (2007), esses animais possuem hábitos incompatíveis com a dinâmica da Baixada Maranhense e adjacências, porque são capazes de invadir áreas de cultivos e pesca, resultando em diversos prejuízos para população e aos ecossistemas locais. Esse fato justifica a proibição do incremento dessa atividade de forma extensiva em Bequimão.

### 5.1.1 Perfil social e econômico dos entrevistados (2016-2017)

Na área estudada, as principais atividades produtivas estão atreladas ao setor primário da economia, desenvolvidas em pequenas propriedades rurais, com predomínio de mão de obra familiar, pouco uso de técnicas ou equipamentos modernos, assim como auxílio técnico e capital elementar, apresentando baixa produtividade. Apesar disso, a pecuária extensiva, a agricultura familiar, a pesca artesanal e o extrativismo (mineral, animal e vegetal), auxiliam na manutenção alimentar da população local, assim como as aposentadorias e o seguro defeso pago aos pescadores artesanais no período da piracema.

A ocupação predominante da população entrevistada é de pescadores artesanais (37%); seguido de agricultores familiar (24%) e criadores de animais (30%), gráfico 1, os quais dependem da disponibilidade hídrica local. Essas atividades produtivas são consideravelmente prejudicadas com a ocorrência de períodos prolongados de estiagens e secas na região, sobretudo a pecuária extensiva - porque nesse período ocorre uma mortandade considerável de animais, por falta de água e alimentação, assim como a pesca artesanal – que é completamente comprometida pela escassez hídrica.

**Gráfico 1** - Ocupação dos entrevistados (2016-2017)



A população entrevistada realiza diversas outras atividades, que juntas auxiliam na manutenção alimentar de suas famílias. Nesse caso, Moura (2002) afirma que, na agricultura familiar os sistemas agrícolas são diversificados e complexos porque quase sempre incluem cultivos anuais, perenes e criação de animais, onde a produção resultante é destinada a manutenção familiar, sendo comercializado apenas o excedente.

É possível observar que no período entre 1990 a 2015, houve um decréscimo no efetivo dos principais rebanhos criados em Bequimão. Os percentuais desse decréscimo correspondem a: 39,82% de bovinos; 92,68% de bubalinos; 41,74% caprinos; 52,26% equinos; 47,55% galináceos – galinhas e 20,84% galináceos total; 56,21% ovinos e 43,31% de suínos, representados por classe e quantitativos, gráfico 2.

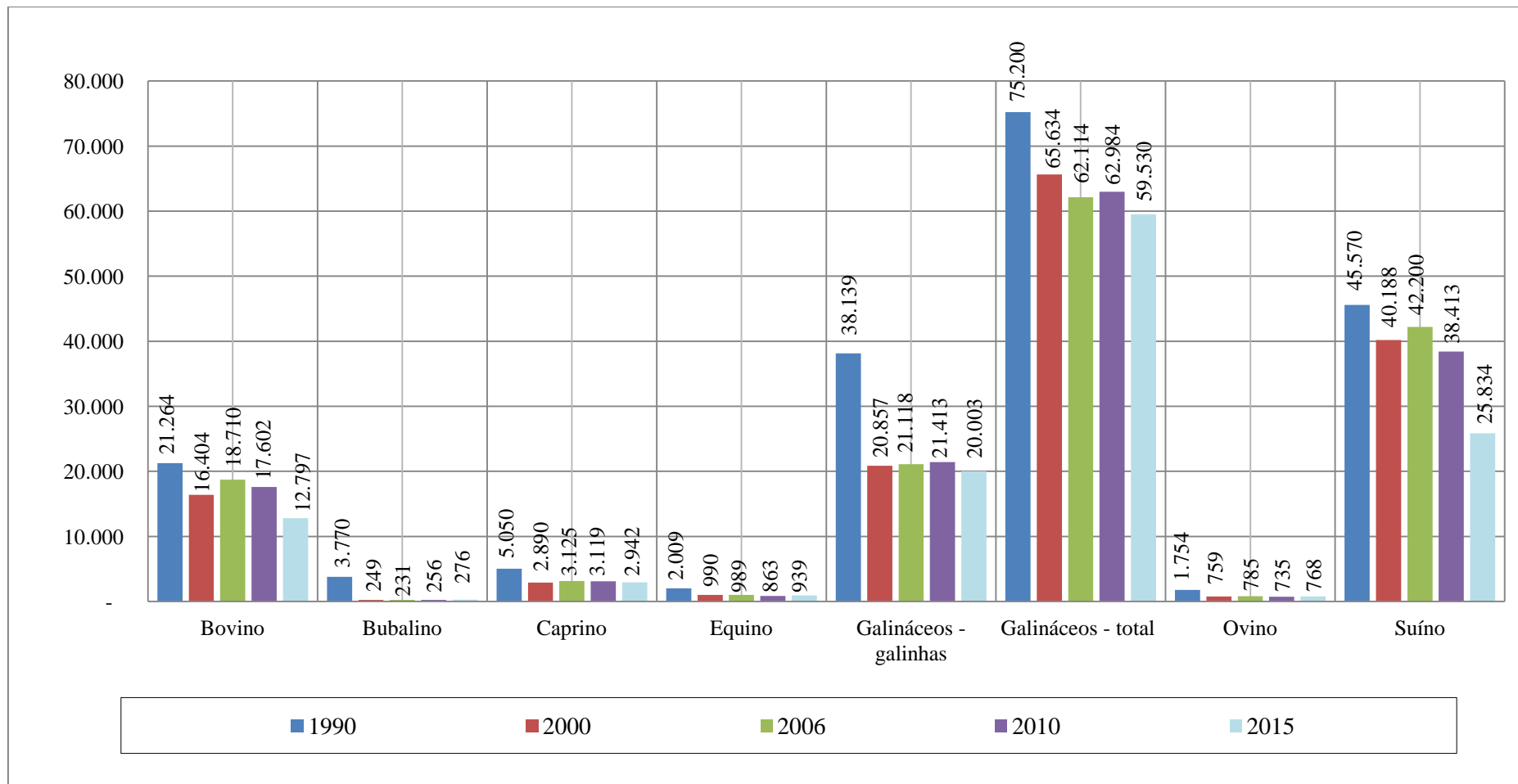
A queda na produção desse município requer acompanhamento sistemático e avaliação de suas causas e implicações, com ênfase na questão da escassez hídrica, sobretudo nas áreas propícias ao desenvolvimento da pecuária extensiva e pesca artesanal – atividades fundamentais para a manutenção e segurança alimentar da população desse município.

Ressalta-se, porém que, a diversidade das atividades econômicas é indispensável, tanto na geração de renda (monetária e não monetária) quanto na produção de alimentos. Assim, o Estado deve desenvolver e implementar políticas públicas no intuito de assegurar ao pequeno produtor, condições mínimas para o desenvolvimento de sua produção.

A demanda por gêneros alimentícios oriunda da pecuária – sobretudo no período da estiagem e/ou seca, quando há escassez de peixes de água doce - faz com que a população local busque alternativas para suprir suas necessidades, a exemplo da comercialização intermunicipal de gado de corte e pescados, realizados, especialmente com Bacurituba e São Bento que possuem as mesmas condições ambientais para o desenvolvimento dessas atividades, porém, estão à montante dos barramentos inseridos na MA-310, que represam água no médio curso do rio Aurá, favorecendo o incremento da produção nestes e, por conseguinte, prejudicando aqueles municípios que estão à jusante, como ocorre em Bequimão, Alcântara, Peri Mirim e Palmeirândia, o que será discutido em capítulo posterior.

É importante esclarecer que, atualmente há tecnologias no mercado capazes de aperfeiçoarem o desenvolvimento das atividades produtivas, tanto comercial quanto familiar, porém, o acesso dos pequenos produtores a essas tecnologias, ainda é dificultado pelas desigualdades socioeconômicas e políticas, a exemplo do que ocorre na área estudada. Isso ocorre porque, o Estado do Maranhão possui uma Política Agrícola de incentivo a agricultura comercial, direcionada ao agronegócio em detrimentos da agricultura familiar – responsável pela produção de gêneros alimentícios e geração de renda.

**Gráfico 2 - Efetivo dos principais rebanhos - Bequimão (1990; 2000; 2006; 2010 e 2015)**



Fonte: SIDRA/IBGE, 2017. Adaptado por COSTA, M.; 2017.

A agricultura familiar é uma atividade de pouca expressão na área estudada, tanto em termos de área quanto em valor de produção, isto porque o fenômeno da modernização agrícola anteriormente citada, que determinou as transformações desse setor no Maranhão, sobretudo a partir da década de 1970, ainda não atingiu todo o território maranhense. Nesse caso, a agricultura moderna está direcionada especialmente as *commodities*, a exemplo da produção de soja no Sul e Leste maranhense, que é destinada, principalmente para a exportação, por apresentar melhor valor agregado, diferentemente da produção resultante da agricultura familiar que é destinada ao mercado interno.

A produção agrícola de Bequimão integra-se a cultura temporária - culturas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir e a cultura permanente - culturas de longo ciclo vegetativo, que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio.

A cultura temporária desse município corresponde à produção de arroz, feijão, melancia, milho e a mandioca - que constitui o representante mais significativo dessa classe, com uma produção equivalente a 13.584 toneladas, em 2015, gráfico 3. A mandioca serve como matéria prima para a produção de farinha, utilizada na alimentação humana e, alimento para os animais, principalmente no período da estiagem ou seca (por ser adaptada a déficit hídrico). A cultura permanente integra-se à fruticultura, atividade agrícola pouco representativa, tanto em termos de área, quanto em valor da produção municipal, estando associada à produção de banana, coco-da-baía, limão, manga e tangerina, gráfico 4.

Além da falta de orientação técnica, a questão educacional é um entrave para a melhoria no incremento das atividades produtivas e, se mostra como limitante à ascensão social. Segundo o IBGE (2010), Bequimão apresenta um contingente de 10.706 (52,63%, da população total) de habitantes acima de 10 anos de idade, que não possui instrução ou tem apenas o ensino fundamental incompleto, quadro 5, fato que se constatou nesta pesquisa, pois 54% dos entrevistados cursou apenas o ensino fundamental I; 20% fundamental II incompleto; 9% ensino médio e um percentual considerável de analfabetos (11%).

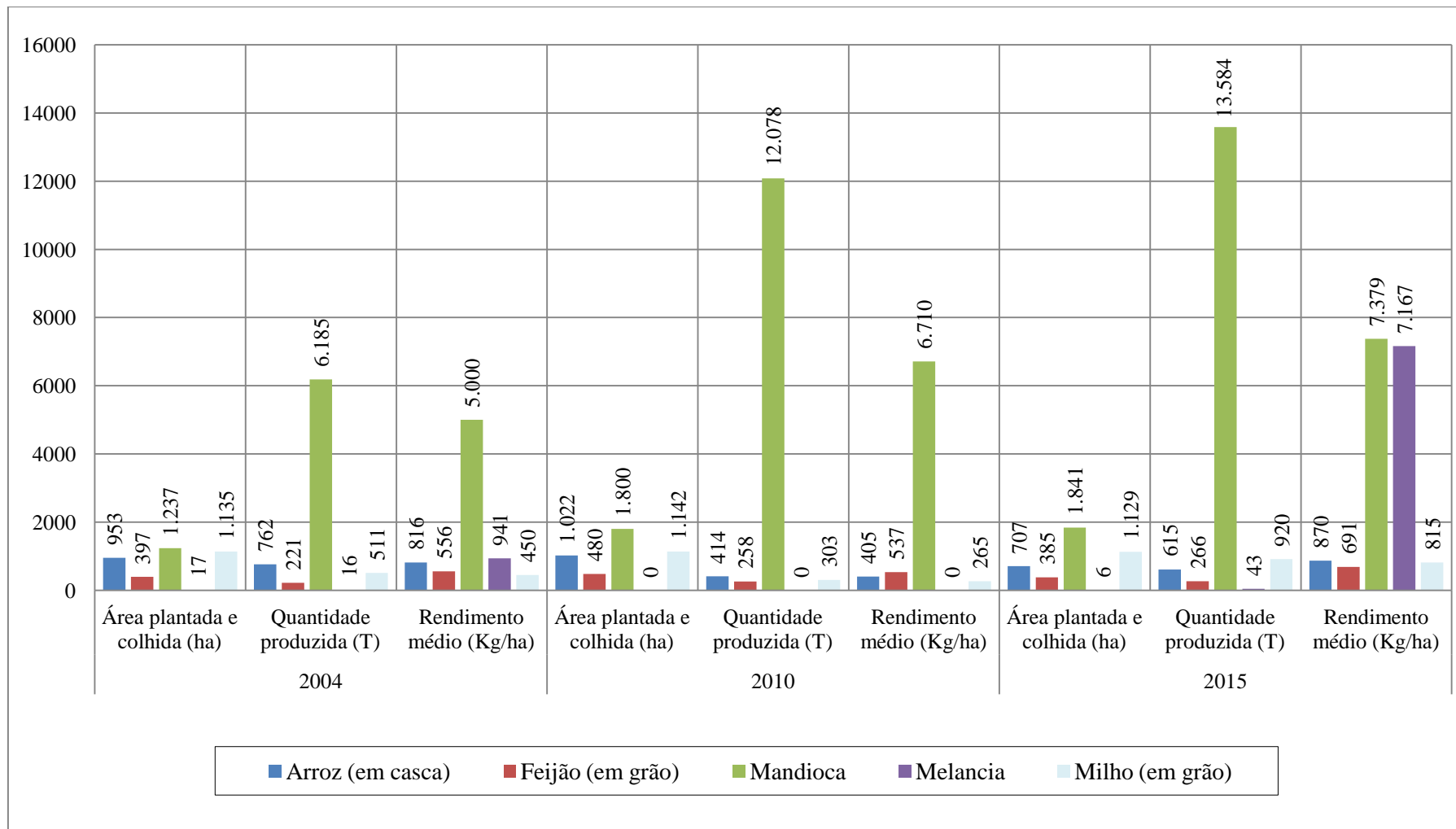
**Quadro 5** - Nível de instrução das pessoas de 10 anos ou mais de idade, em Bequimão

Sem instrução e ensino fundamental incompleto	Fundamental completo e médio incompleto	Médio completo e superior incompleto	Superior completo	Não determinado	Total de habitantes de 10 anos ou mais de idade	População total em 2010
10.706	2.783	2.875	196	83	16.643	20.344

Fonte: Adaptado / IBGE, Censo Demográfico 2010. Adaptado por COSTA, M.; 2017.



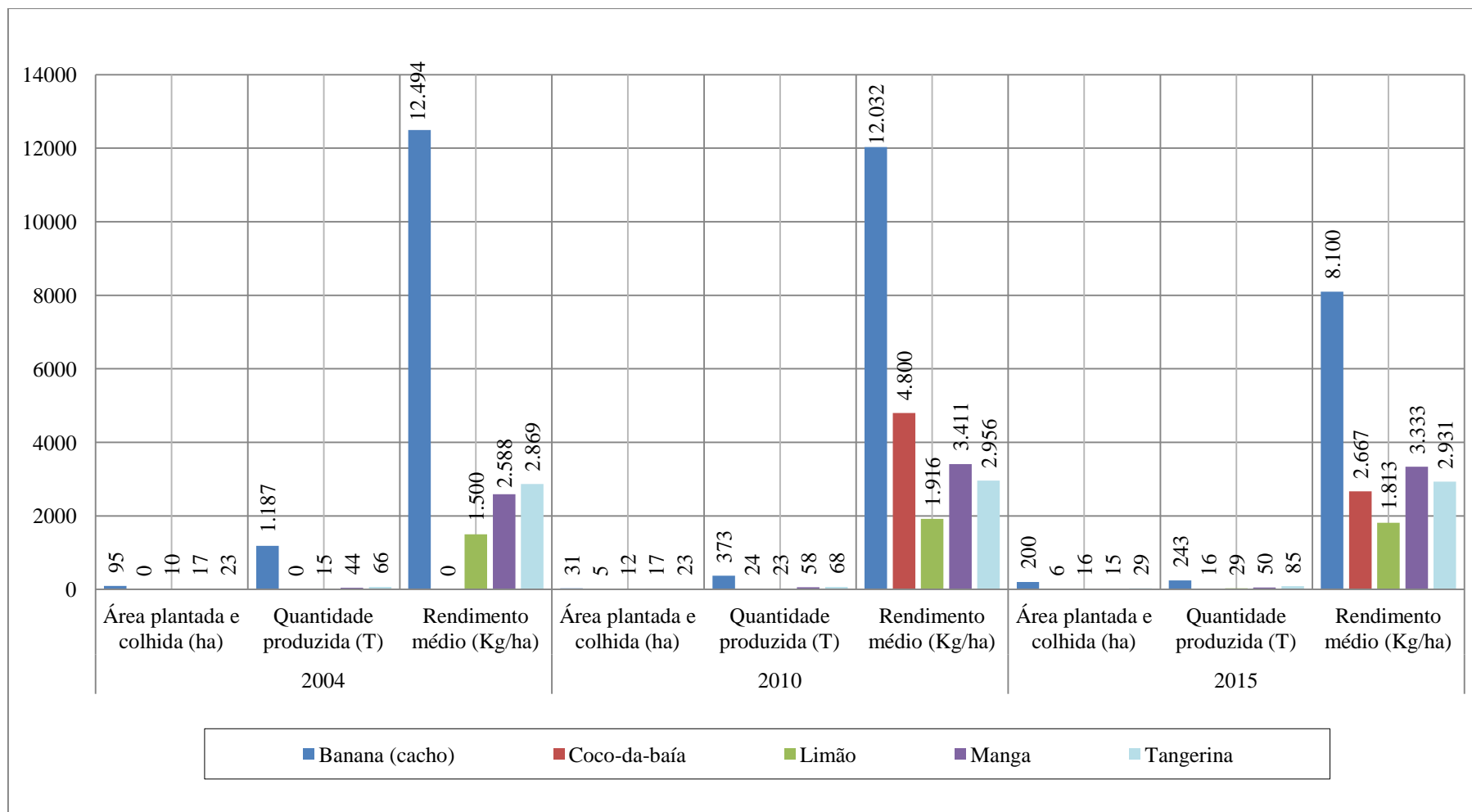
**Gráfico 3 - Produção agrícola municipal - lavoura temporária: 2004; 2010 e 2015**



Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2005; 2011 e 2016. Adaptado por COSTA, M.; 2017.

\*Foram atribuídos (zero) para a produção de melancia em 2010, por falta de dados correspondentes.

**Gráfico 4 - Produção agrícola municipal - lavoura permanente: 2004, 2010 e 2015**



Fonte: Produção Agrícola Municipal: 2004, 2010 e 2015, adaptado por Costa, 2017.

\*Foram atribuídos (zero) para a produção de coco-da-baía em 2004, por falta de dados correspondentes.

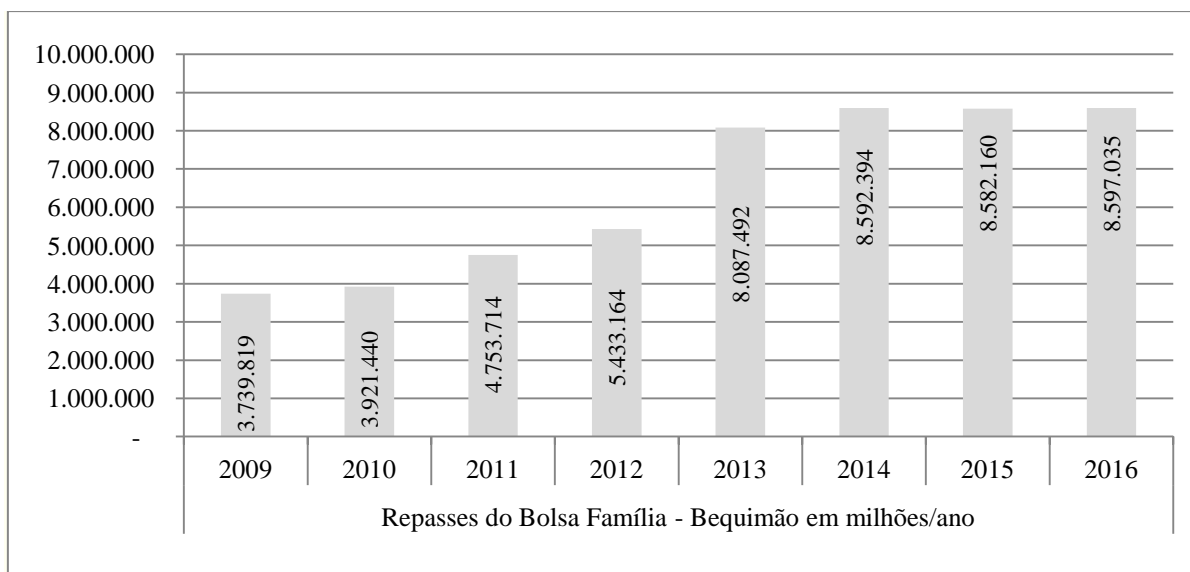
Um fato que contribui para a baixa escolaridade dessa população e a oferta do Ensino Médio, pois, os alunos que residem na zona rural têm como única opção, as escolas na sede do município, o que favorece a descontinuidade na formação educacional, além da dificuldade de associar o tempo na escola e o desenvolvimento das atividades produtivas, porque estas demandam grande quantidade de mão de obra familiar.

Esse quadro na escolarização limita o desenvolvimento econômico e contribui para a manutenção das desigualdades sociais que historicamente afligem a população de baixa renda. Isso é preocupante porque, o Estado não possui uma política de Educação Básica sólida que considere as particularidades locais, embora a Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996, estabeleça em seu Art. 28 que, na oferta de educação básica para a população rural, os sistemas de ensino promoverão as adaptações necessárias à sua adequação às peculiaridades da vida rural e de cada região, especialmente:

- I - conteúdos curriculares e metodologias apropriadas às reais necessidades e interesses dos alunos da zona rural;
- II - organização escolar própria, incluindo adequação do calendário escolar às fases do ciclo agrícola e às condições climáticas;
- III - adequação à natureza do trabalho na zona rural (BRASIL, 1996).

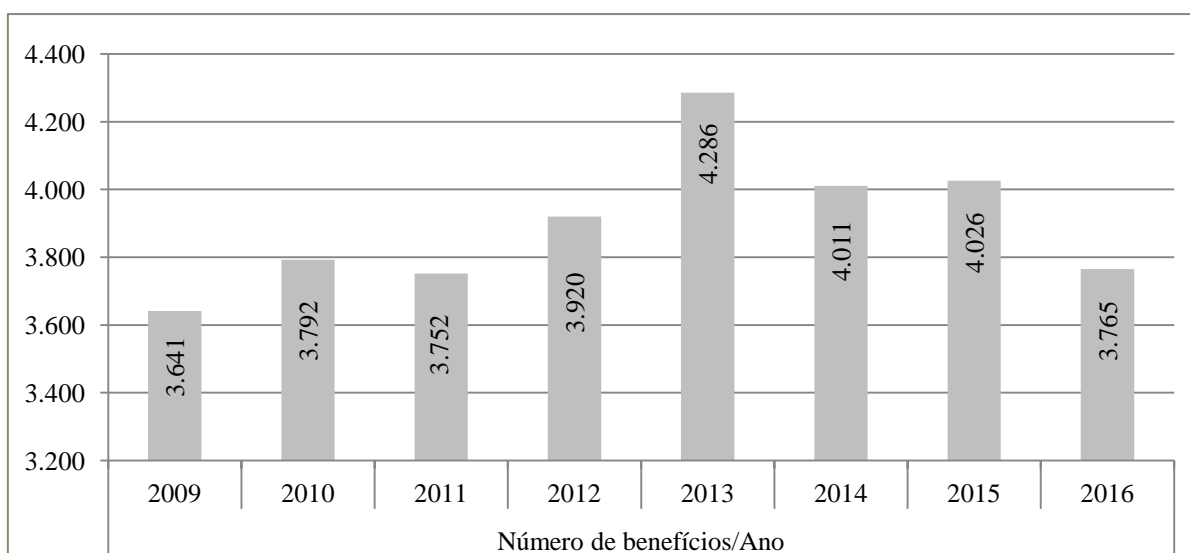
Sobre a fonte de renda monetária da população entrevistada, é importante destacar que essa está vinculada, sobretudo ao Programa do Governo Federal, o Bolsa Família (47%) e aposentadorias (29%), ambas oriundas dos repasses federais e, apenas (9%) possuem emprego formal, acompanhado de 15% que não possuem renda fixa, dependendo apenas das atividades produtivas locais. O Programa Bolsa Família é gerido pelo Governo Federal destinado às famílias em situação de pobreza e extrema pobreza, com renda per capita de até R\$ 154,00 mensais, que associa à transferência do benefício financeiro do acesso aos direitos sociais básicos – saúde, alimentação, educação e assistência social (BRASIL, 2017).

Os repasses federais são fundamentais para a população de Bequimão, especialmente aquelas associadas às transferências constitucionais e as criadas através de políticas públicas. No caso do Programa Bolsa Família, essa importância é tanto em valores repassados, gráfico 5, quanto em número de benefícios, gráfico 6, sendo que 66,72% das famílias desse município possuem vínculo com esse programa, em geral, imerso em situação de extrema pobreza. As aposentadorias e o Seguro Defeso – benefício pago ao pescador artesanal que trabalha individualmente ou em regime de economia familiar – também são importantes fonte de renda. O Seguro Defeso é um benefício temporário, no valor de um salário mínimo, pago durante o período em que as atividades de pesca são paralisadas para possibilitar a preservação das espécies (MDS, 2017).

**Gráfico 5 – Repasses do Programa Bolsa Família/Ano, em Bequimão**

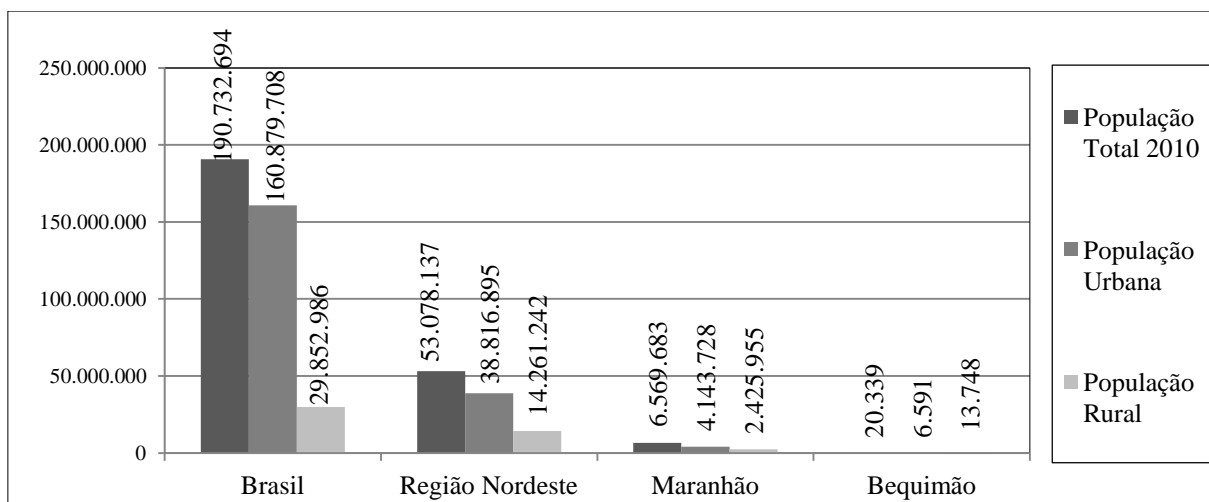
Fonte: <http://www.portalttransparencia.gov.br/graficos/bolsafamilia>. Adaptado por COSTA, M.; 2017.

A redução do número de beneficiários em 2016, quando comparado aos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015 mantém relação direta com a melhoria nos sistemas de fiscalização que tem inibindo algumas fraudes, mas não tem relação com a mudança de classe econômica dos beneficiários.

**Gráfico 6 – Número de benefícios Bolsa Família/Ano (2009-2016), em Bequimão**

Fonte: <http://www.portalttransparencia.gov.br/graficos/bolsafamilia>. Adaptado por COSTA, M.; 2017.

Sobre a questão populacional, Bequimão ainda apresenta predomínio da população rural, representada por 13.748 (67,59%) dos habitantes (IBGE, 2010), gráfico 7, diferente da realidade nacional e estadual, nos quais há predominância da população urbana.

**Gráfico 7 - Dados demográficos do Censo 2010: População Total; Urbana e Rural**

Fonte: Adaptado / IBGE, Censo Demográfico 2010. Acesso: 28/03/2017.

## 5.2 Caracterização geoambiental da porção Sul do município de Bequimão

Bequimão apresenta características geoambientais típicas da Microrregião do Litoral Ocidental Maranhense - conhecida como a região das reentrâncias maranhenses, que apresenta importantes manguezais e diversos estuários – e, da Microrregião da Baixada Maranhense, caracterizada por ambientes sazonalmente alagados, denominados de campos inundáveis ou planícies de inundação, os quais apresentam importância ecológica, por abrigarem diversas espécies da fauna e flora e enorme importância social, além de possuírem beleza natural típica.

O Litoral Ocidental Maranhense abrange terras que vão de Alcântara até a foz do Gurupi, englobando os municípios de Cedral, Guimarães, Mirinzal, Bequimão, Cândido Mendes, Turiaçú, Luís Domingues, Godofredo Viana, Cururupu, Bacuri e Carutapera (SEMA, 2010). Esse território se constitui, predominantemente, por uma série de reentrâncias emolduradas por terras baixas e lodosas (MMA, 2006), constituídas por áreas de transição entre os ambientes terrestre e marinho, estando sujeitas periodicamente ao regime das marés, sendo considerados como ecossistemas<sup>3</sup> litorâneos que:

[...] Ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência fluviomarinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os Estados do Amapá e de Santa Catarina (BRASIL, 2012, p. 38).

<sup>3</sup> Unidade que, abrangendo o conjunto de seres vivos e todos os elementos que compõem determinado meio ambiente, é considerada um sistema funcional de relações interdependentes no qual ocorre uma constante reciclagem de matéria e um constante fluxo de energia (MMA, 2017).

Sobre a Baixada Maranhense, Farias Filho (2014) pontua que essa microrregião está localizada em uma zona de baixa latitude, caracterizada ambientalmente pela vasta rede hidrográfica e extensas planícies que passam grande parte do ano inundadas, estando inserida numa área de influência do Golfão Maranhense, que corresponde à região de contato entre a Bacia de Barreirinhas e a Bacia de São Luís.

Conforme o CPRM (2013), a Baixada Maranhense caracteriza-se por planícies fluviolagunares, sazonalmente alagadas, apresentando declividade e amplitude baixas. Para Souza e Feitosa (2009), essa região abrange o entorno do Golfão Maranhense, caracterizada por relevo plano a suavemente ondulado contendo extensas áreas rebaixadas que são alagadas durante o período chuvoso. Essa microrregião tem influência dos rios Mearim, Grajaú, Pindaré, Pericumã e Aurá, principalmente, os quais possuem extensas planícies inundáveis que caracterizam o ambiente da Baixada Maranhense. Sendo assim,

A Baixada Maranhense constitui um ambiente rebaixado, de formação sedimentar recente, ponteados de relevos residuais, formando outeiros e superfícies tabulares cujas bordas decaem em colinas de declividades variadas. A convergência dos cursos dos rios Mearim, Pindaré e Grajaú, associada a movimentos transgressivos e regressivos do mar, modelou o ambiente deposicional que é preenchido pelo excedente de águas fluviais no período chuvoso, dando origem a extensas superfícies lacustres que condicionam a vida das comunidades residentes na região (FEITOSA, 2006, p.8).

Segundo Pereira (2010 e 2012), a paisagem dessa região é marcada, por extensos campos, lagos e tesos que demonstram os resultados da interação entre elementos bióticos e abióticos sobre os quais, o antropismo caracteriza uma área de variados tensões e impactos sobre os ecossistemas locais. Para essa autora, esses ambientes apresentam importância socioambiental, por serem fontes de pescados e água para as populações ribeirinhas, assim como para manutenção da fauna e flora locais, necessitando de atenção especial para preservação e/ou conservação dos recursos naturais disponíveis.

A diversidade de paisagens e a riqueza da fauna e flora da Baixada Maranhense e das Reentrâncias Maranhenses, as caracterizam como de elevado interesse ecológico em níveis estadual, nacional e internacional, de modo que foram inseridas na Convenção de Ramsar (Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat para Aves Aquáticas), um tratado intergovernamental criado com intuito de proteger os *habitats* aquáticos, importantes para a conservação de aves migratórias (MMA, 2017).

Essas microrregiões fazem parte da Amazônia Legal Brasileira, que segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (2016) é uma área que corresponde a 59% do território brasileiro e engloba a totalidade de oito estados (Acre, Amapá, Amazonas, Mato

Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins) e parte do Estado do Maranhão (a oeste do meridiano de 44°W), perfazendo 5,0 milhões de km<sup>2</sup>.

O Litoral Ocidental Maranhense e a Baixada Maranhense estão inseridos na Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental que contempla, parcialmente, os estados do Maranhão (91%) e Pará (9%) (MMA, 2006). Para a Agência Nacional de Águas – ANA (2016), essa região hidrográfica abrange mais de uma dezena de pequenas bacias costeiras, caracterizadas pela pequena extensão e vazão de seus corpos d'água, sendo formada pelas bacias hidrográficas dos rios Grajaú, Mearim, Pericumã, Pindaré, Turiaçu e Aurá.

Neste estudo, a bacia hidrográfica do rio Pericumã será considerada como região hidrográfica do rio Pericumã, haja vista que, o conceito de bacia hidrográfica não contempla a realidade dessa área. Isto, porque, alguns rios da mencionada “bacia hidrográfica”, não drenam para um único exutório, ou seja, para o canal principal do rio Pericumã, mapa 2.

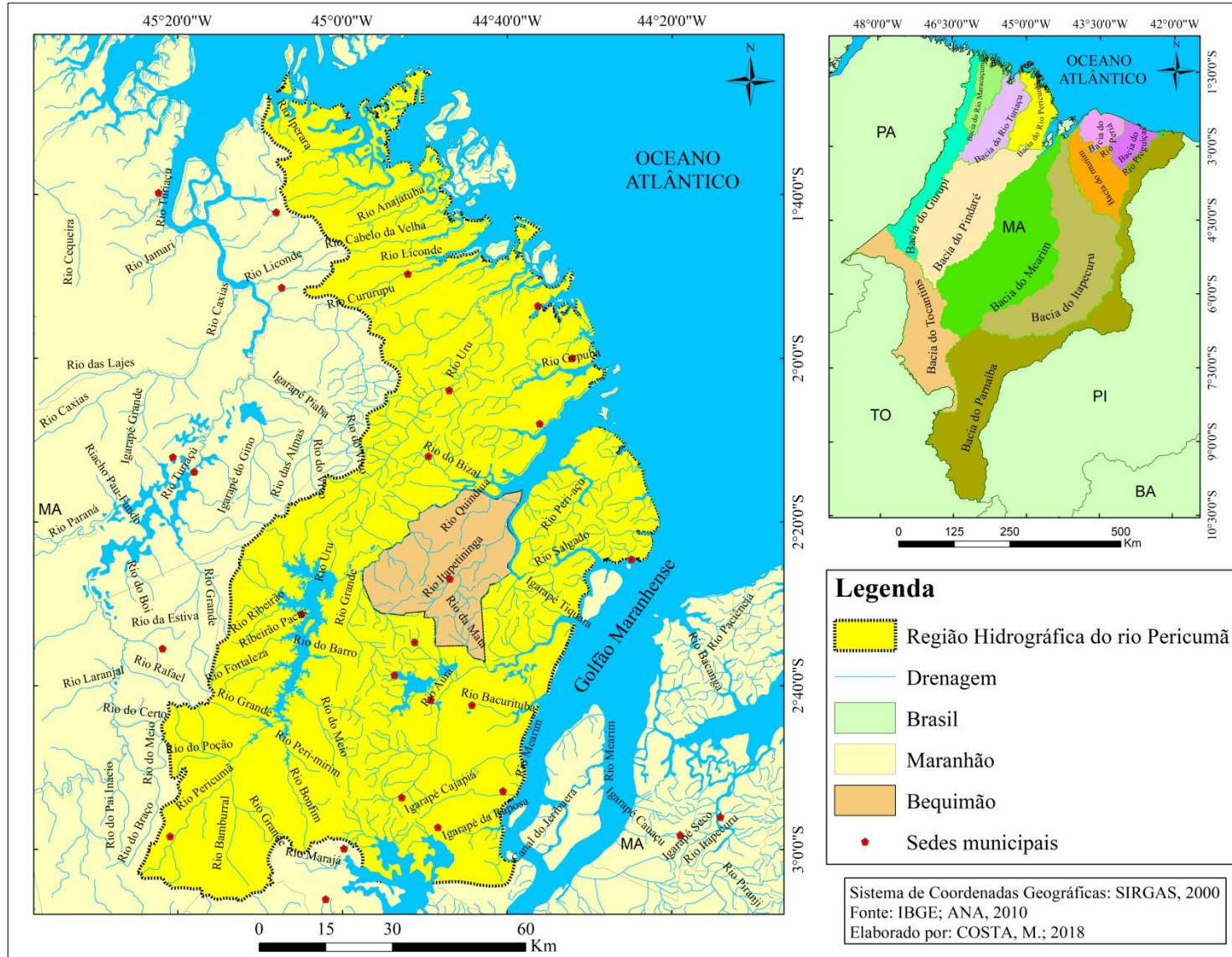
A bacia hidrográfica é compreendida por uma região entre divisores de água, na qual toda a água aí precipitada escoar por um único exutório (IBGE, 2004), ou seja, é o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes (ORMOND, 2006) e a região hidrográfica é considerada como um espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (ANA, 2005), haja vista que a disponibilidade de água tem relação com as características geoambientais da bacia hidrográfica, além dos diversos usos humanos.

Bequimão está inserido na região hidrográfica do rio Pericumã, que abrange municípios do Litoral Ocidental Maranhense e Baixada Maranhense. Esse município tem influência, especialmente dos rios da Mata, Jacioca e Mojó, afluentes do rio Aurá, localizados na porção sul desse município – área estudada; rio Itapetininga – que banha a sede municipal; Pericumã - faz divisa natural com os municípios de Pinheiro, Central do Maranhão e Guimarães e o rio Raimundo Sul - faz divisa parcial com o oeste do município de Alcântara.

O rio Aurá tem suas nascentes nos municípios de São Vicente Ferrer e São Bento, com drenagem do tipo exorréica e deságua na baía de São Marcos – Golfão Maranhense. Esse rio drena parte dos municípios maranhenses de Alcântara, Bacurituba, Bequimão, Cajapió, Palmeirândia, Peri Mirim, São Bento, São João Batista e São Vicente de Ferrer.

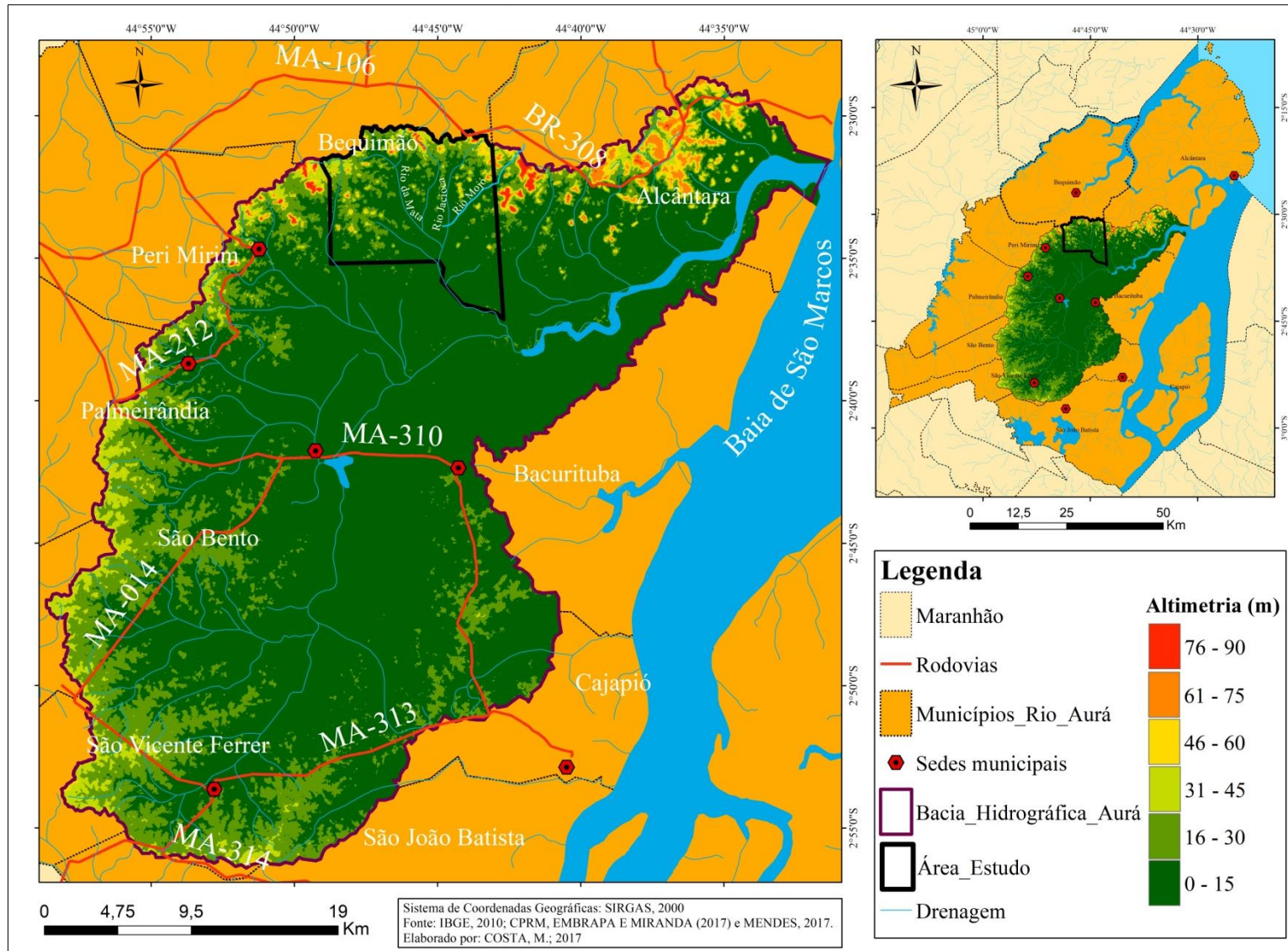
O mapa 3 apresenta a hipsometria da bacia hidrográfica do rio Aurá que apresenta variação entre 0 e 90 (metros), sendo que as maiores altitudes são observadas nos municípios de Alcântara e Bequimão, constituídas pelos Tabuleiros Costeiros (Tabuleiros de São Luís e Alcântara-Guimarães).

Mapa 2 - Região hidrográfica do Rio Pericumã





**Mapa 3 - Hipsometria da bacia hidrográfica do Rio Aurá**



Na bacia hidrográfica do rio Aurá há diversos barramentos com extensões consideráveis, a exemplo da barragem que interliga os municípios de São Bento - Bacurituba (MA 310); Cajapió - São Vicente de Ferrer (MA 313) e Bequimão - São Bento (Barragem Maria Rita) que permite o acesso parcial entre esses dois municípios. Esses barramentos, especialmente no trecho de acesso da MA 310, localizada no médio curso do rio supracitado, podem estar influenciando na escassez hídrica à jusante dessa barragem, sobretudo nos municípios de Palmeirândia, Peri Mirim e porção Sul de Alcântara e Bequimão.

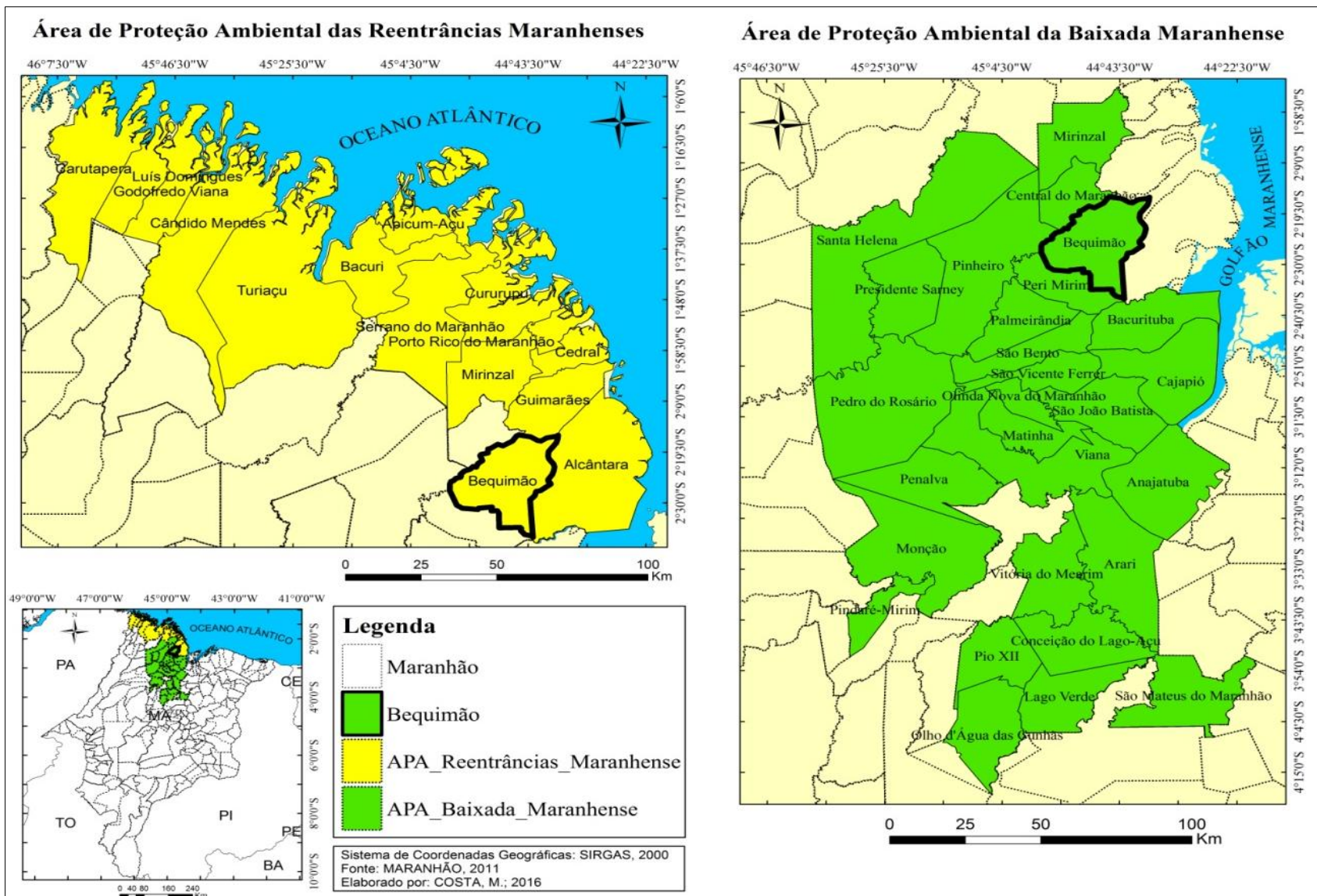
A disponibilidade hídrica em grande parte do território de Bequimão (embora ocorra de forma sazonal, sobretudo na porção sul desse município) faz com que este apresente grande importância ambiental, por isso está inserido em duas Unidades de Conservação. A Unidade de Conservação é um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

As Áreas de Proteção Ambiental (APA's) são previstas na Lei Federal nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental (BRASIL, 1981). Essas Unidades de Conservação (UC's) são entendidas como de uso sustentável (Art. 2º- inciso XI do SNUC – Lei nº. 9.985 de 18 de julho de 2000) admitindo-se a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável (BRASIL, 2000).

Bequimão está inserido na Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses que apresenta uma extensão territorial de 2.680.911,20 hectares e na Baixada Maranhense que apresenta 1.775.035,6 hectares (ICMBIO, 2017), mapa 4. Essas APA's foram criadas em 1991, um ano antes da segunda Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (conhecida como Eco-92) realizada no Estado do Rio de Janeiro.

Essas Unidades de Conservação ainda não foram contempladas com planos de manejo (documento técnico com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação que estabelece as normas de uso da área e o manejo dos recursos naturais disponíveis nesses territórios), o qual deve ser elaborado em até cinco anos após sua criação conforme o SNUC. Esse fato contribui para o uso e ocupação desses espaços sem controle, comumente observado na perda crescente das florestas, especialmente em Áreas de Preservação Permanentes (APP's), que também possuem critérios preestabelecidos para seu uso, estabelecidos pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal Brasileiro).

Mapa 4 - APA's das Reentrâncias Maranhenses e Baixada Maranhense



Segundo o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite – PRODES - (2015), o desflorestamento nas Áreas de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses e Baixada Maranhense apresentou um incremento significativo nas últimas décadas, passando respectivamente de 11% e 18% em 1997, para 71,33% e 88,30% em 2015. Ainda segundo essa fonte, o total de floresta nas referidas Unidades de Conservação correspondem, respectivamente: 16% e 3% da área total, fato que demanda monitoramento e intervenção dos órgãos ambientais, assim como projetos de recuperação dessas áreas.

O desmatamento na área estudada está associado ao desenvolvimento da pecuária extensiva, suportada por pastagens nativas e cultivadas, em geral, de baixa produtividade e pouco uso de insumos e, a agricultura itinerante que, segundo Veras (2015), é responsável pela subsistência de cerca de 250 a 500 milhões de pessoas no mundo, a maior parte delas nos trópicos que usam 240 milhões de hectares de florestas densas e 170 milhões de hectares de florestas abertas, aproximadamente 21% da área total coberta por floresta tropical no mundo.

Dentre os aspectos geoambientais do município de Bequimão, podem-se mencionar as unidades litoestratigráficas que, segundo o IBGE (1998), é um conjunto rochoso caracterizado por um tipo ou combinação de vários tipos litológicos ou por outras marcantes feições litológicas, podendo se constituir em rochas sedimentares ígneas ou metamórficas separadas ou intercaladas, consolidadas ou inconsolidadas.

Bequimão está inserido na Bacia do Grajaú e Bacia Costeira de São Luís (CPRM, 2003), que possuem o mesmo arcabouço estrutural, em geral, denominada de Bacia de São Luís-Grajaú. O território desse município está no limite do Arco Ferrer – Urbano Santos – que delimita as pequenas bacias marginais associadas à abertura do Atlântico Sul Equatorial (ARAÚJO, 2015). Conforme Santos e Carvalho (2009), a Bacia de São Luís é associada ao sistema de riftes costeiros e delimitada pelos Arco do Rosário a este, Arco Ferrer-Urbano Santos a sul e Arco Tocantins a leste, ocupando uma área continental de aproximadamente 33.000 km<sup>2</sup>, sendo uma pequena bacia marginal à Bacia do Parnaíba – que tem seu arcabouço influenciado por feições estruturais do embasamento cristalino, com evolução e sedimentação relacionadas ao Cretáceo, apresentando registros de eventos biológicos únicos e singulares.

Nas bacias do Parnaíba, São Luís-Grajaú, situadas em área epicontinental, as influências continentais e marinhas se alternaram ao longo da história fanerozóica. É uma característica que possibilita que as análises estratigráficas sejam referenciadas às variações globais do nível do mar. Ao mesmo tempo, os aparecimentos e desaparecimentos de grupos de organismos são correlacionados aos processos geológicos que modificaram os ecossistemas (SANTOS, CARVALHO, 2009, p. 1).

A geologia de Bequimão é constituída pela Formação Itapecuru - K1i arenito (arn) e K1i argilito (arg), da Era Mesozoica e Período Cretáceo Superior, inserida na Província



Estrutural Parnaíba; Depósitos Fluviomarinheiros Holocênicos (N4fm) e Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos (N4m) da Era Cenozoica e Período neógeno, inseridos na Província Estrutural Costeira. Essas unidades apresentam características litológicas Fanerozóicas - éon atual, iniciado há 542 milhões de anos, que significa vida visível, por ser o éon em que houve a grande explosão de vida no planeta Terra (CPRM, 2016), mapa 5.

De acordo com o IBGE (2011) e Silva (2012), a Formação Itapecuru é constituída de arenitos e siltitos avermelhados, ocorrendo, em subordinação arenitos esbranquiçados, folhelhos acinzentados e arroxeados, apresentando predomínio de arenito (arn) e argilitos (arg). Nessa formação pode ser encontrado o sistema aquífero Itapecuru, que é constituído predominantemente por arenitos, siltitos e folhelhos, de idade cretácea, pertencentes à formação homônima, tem grande área de ocorrência superficial, sendo comumente livre e, localmente, semiconfinado (ANA, 2005).

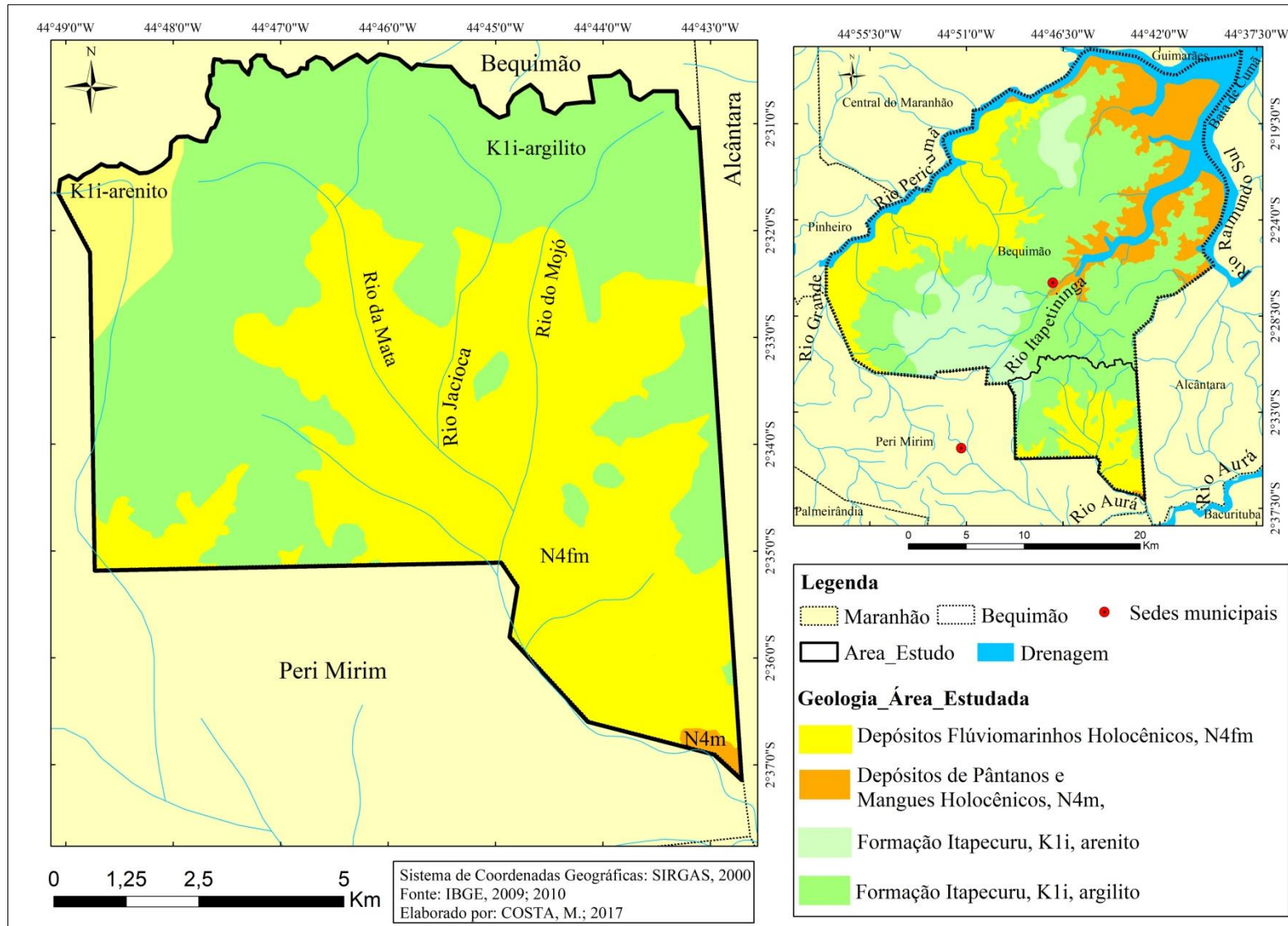
Conforme o Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2016), os arenitos são rochas de origem sedimentar, resultante da junção dos grãos de areia através de um cimento natural – sendo comumente encontrada na área estudada, figura 2. O afloramento dessa formação foi observado em dois pontos nas margens dos campos inundáveis (povoado de Ilha dos Prazeres e Itapetininga), estando associadas ao processo erosivo (naturais ou acelerado) na área. Esses afloramentos são constituídos de arenito com tonalidade avermelhadas, amareladas, com características endurecidas devido à presença de óxido de ferro.

**Figura 2-** Afloramento de arenito às margens dos campos inundáveis em Bequimão



Os Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos são constituídos por sedimentos predominantemente pelíticos, argilo-siltosos, com muita matéria orgânica, restos vegetais e conchas, em ambiente fluviomarinheiro e/ou litorâneo, com vegetação de mangue (IBGE, 2010; 2011), apresentando formação vegetal de porte arbóreo ou arbustivo que se desenvolvem no nível médio da preamar, encontrado ao extremo sul da área estudada.

**Mapa 5 - Geologia da área estudada**



Nas considerações de Santos e Carvalho (2009), os Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos são constituídos por lamas arenosas, plásticas, não adensadas, maciças e bioturbadas, recobertas por vegetação arbustiva característica, desenvolvendo manguezais e são originados por processos de tração e suspensão subaquosa, pela ação das marés; representando fácies de intermaré/submaré rasa.

Os Depósitos Fluviomarinhos Holocênicos compreendem acumulação de areias, silte, argila e cascalho feito em planície de foz de rios na região costeira, em áreas sujeitas à influência das marés, incluindo terraços pré-holocênicos (IBGE, 2011). Estes depósitos formam as ilhas nos baixos cursos das principais drenagens e os terraços das margens das baías. Eles sofrem influência dos rios e das marés. São constituídos de areias finas, esbranquiçadas, quartzosas, texturalmente maduras (SANTOS e CARVALHO, 2009).

Bequimão está inserido nos domínios geomorfológicos da Planície Costeira do Maranhão (subdividida em: Reentrâncias Maranhenses, Golfão Maranhense e Baixada Maranhense) e dos Tabuleiros Costeiros Maranhenses (Tabuleiros de São Luís e Alcântara-Guimarães), encontrados entre o Golfão Maranhense e o noroeste do Estado.

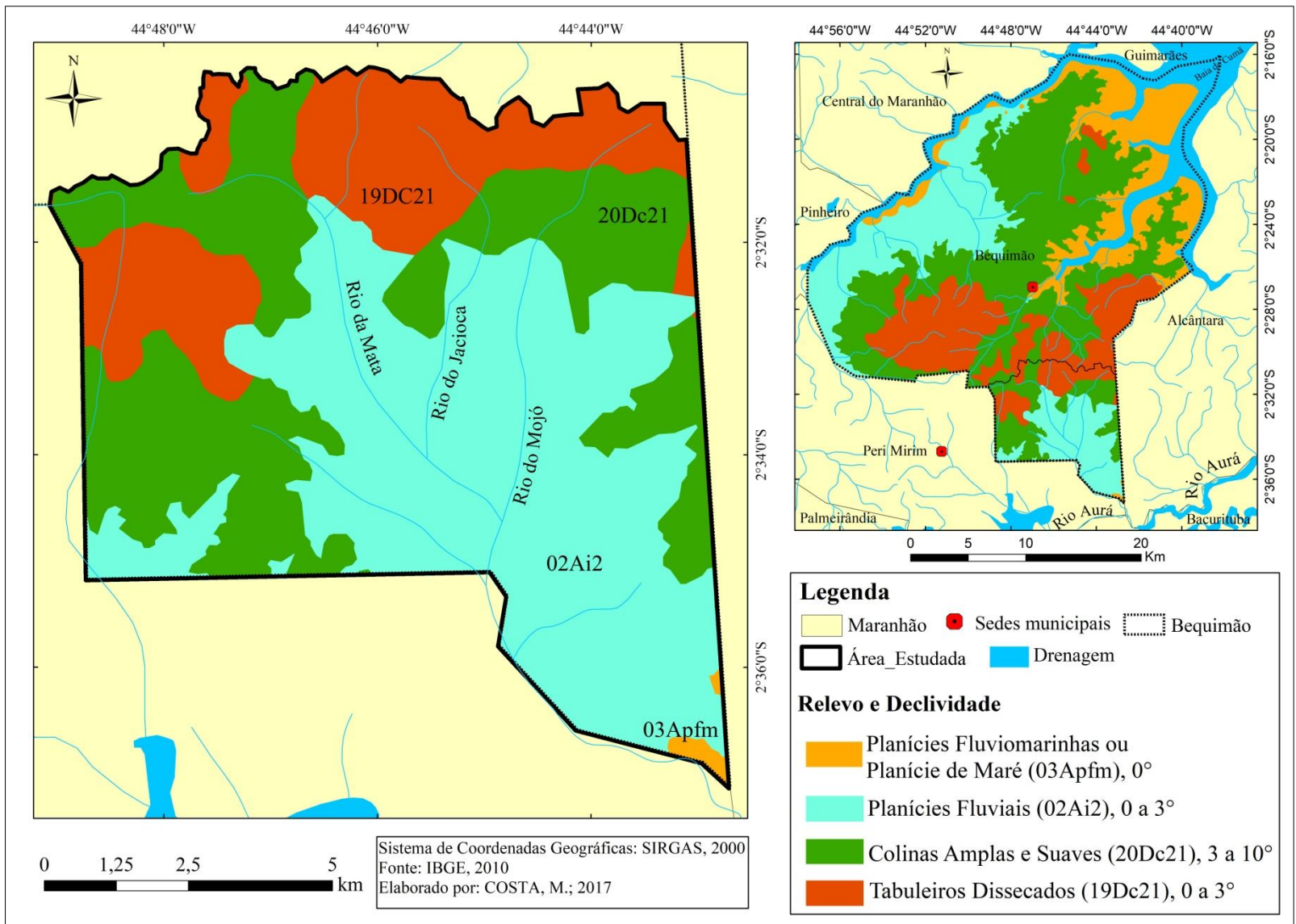
A Planície Costeira do Maranhão compreende uma ampla faixa de terras litorâneas, que correspondem a aproximadamente 640 km de extensão e, caracterizada por uma planície de baixo gradiente que margeia corpos d'água de grandes dimensões, como o mar, representando, comumente, faixas de terra recentemente emersas, compostas por sedimentos marinhos e fluviomarinhos, em geral de idade quaternária (IBGE, 2011). Assim,

A planície costeira corresponde à zona emersa adjacente à planície litorânea, com influência indireta dos agentes oceanográficos que se manifesta nas áreas contíguas à linha da costa, através da umidade e da salinidade transportada pelo vento diminuindo com o afastamento desta. Integrando esta unidade geomorfológica podem ser discriminados três subsistemas ambientais: costa de dunas e restingas, tabuleiros e baixada maranhense (FEITOSA, 2006, p.6).

Os tabuleiros são sustentados, em geral, por rochas sedimentares, pouco litificadas, de idade neógena, sobrepostas a rochas sedimentares da Formação Itapecuru (BANDEIRA, 2013). Para Feitosa (2006), os tabuleiros são formas de relevo que ocorrem na área emersa contígua à faixa litorânea, com níveis topográficos superiores aos da baixada, em geral não ultrapassando 100 metros de altitude, a exemplo do que ocorre na área estudada.

Dessa forma, as unidades de relevo encontradas em Bequimão-MA são caracterizadas por Tabuleiros Dissecados (19Dc21), Colinas Amplas e Suaves (20Dc21); Planícies Fluviais (02Ai2); Planície Fluviomarina ou Planícies de Maré (03Apfm), (IBGE, 2010), representadas no mapa 6 e caracterizadas no quadro 6.

**Mapa 6 - Unidades de relevo da área estudada**





**Quadro 6 - Caracterização das unidades de relevo da área estudada**

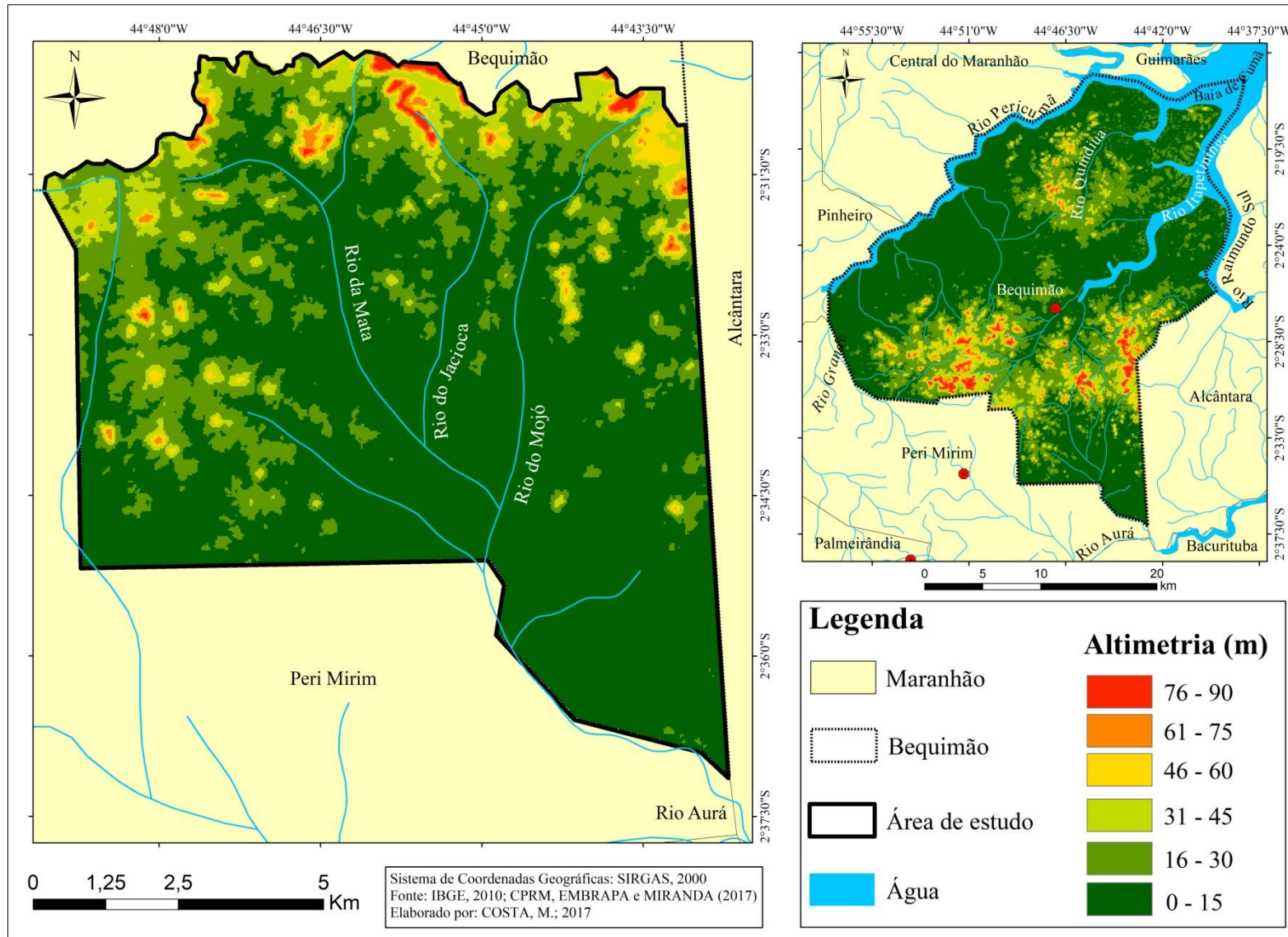
<b>Unidades de relevo</b>	<b>Características das unidades de relevo</b>
Planícies Fluviomarinha ou Planície de maré (03Apfm)	Domínios Morfoestruturais dos Depósitos Sedimentares Quaternários, apresentando litoral de mangues e rias. O modelado de acumulação (Apfm – Planície Fluviomarinha) é uma área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha sujeita à inundação periódica, podendo comportar canais fluviais, manguezais, cordões arenosos e deltas. Ocorre nas baixadas litorâneas, próximo às embocaduras fluviais. Na área analisada essa unidade de relevo apresenta declividade 0° (zero grau).
Planícies Fluviais (02Ai2)	Compreendem os Domínios Morfoestruturais dos Depósitos Sedimentares Quaternários da Baixada Maranhense. O modelado de acumulação apresenta plano de inundação, com uma área abaciada resultante de planos convergentes, arenosa e/ou argilosa, sujeita ou não a inundações periódicas, podendo apresentar arrefismo e/ou comportar lagoas fechadas ou precariamente incorporadas à rede de drenagem. Apresenta dígito referentes às condições diferenciadas de drenagem de solo, variando de menos alagado (Ai1) a mais alagado (Ai2). A declividade na área estudada varia entre 0° a 3° (zero e três graus).
Colinas Amplas e Suaves (20Dc21)	Domínios Morfoestruturais - Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas e Superfície Sub-Litorânea de Bacabal. O modelado de dissecação é considerado homogêneo (D), apresentando dissecação fluvial em litologias diversas que não apresenta controle estrutural marcante, caracterizada predominantemente por colinas e interflúvios tabulares podendo ser observados diversos tipos de padrões de drenagem. Com declividade entre 3° a 10° (três e dez graus) na área analisada.
Tabuleiros Dissecados (19Dc21)	Domínios Morfoestruturais associados às Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas caracterizadas pela Superfície Dissecada de Santa Luzia do Paruá e Tabuleiros Costeiros Maranhenses, apresentando modelado de dissecação homogêneo (D). Apresentando declividade entre 0° e 3°(zero e três graus), na área estudada. Esses tabuleiros são sustentados por sedimentos do Grupo Barreiras ou, subordinadamente, por espessos regolitos de arenitos muito intemperizados, de idade cretácica, da Formação Itapecuru.

Fonte: IBGE (2011); BANDEIRA, 2013. Elaborado e Adaptado por Costa, 2016.

Conforme o IBGE (2010), INPE (2016) e CPRM, EMBRAPA e Miranda (2017), a hipsometria da área estudada varia entre 0 e 90 metros de altitudes, conforme mapa 7.

Nas considerações de Cortez (2011), a relação da sociedade com a natureza, não se manifesta de maneira igual no tempo e no espaço. Essa relação ocorre simultaneamente e necessariamente interagem entre si, produzindo e resultando em ações advindas deste relacionamento, a exemplo do que ocorre área estudada, onde a paisagem é formada por Tabuleiros Dissecados, foto 2, Colinas Amplas e Suaves, foto 3, Planícies Fluviais, foto 4 e Planície Fluviomarinha ou Planície de Maré, foto 5 e, diversas intervenções humanas, como o cultivo de pastagens para alimentar os animais e inserção de açudes - lago formado por barramento para criação de peixes e armazenamento de água no período da estiagem ou seca.

Mapa 7 - Hipsometria da área estudada





**Foto 2 - Tabuleiros Dissecados**



**Foto 3 - Colinas Amplas e Suaves**



**Foto 4 - Planícies Fluvial**



**Foto 5 - Planície Fluviomarinha ou Planície de Maré**



O conhecimento das características dos solos da área estudada também é fundamental, porque esse recurso natural serve para dar sustentação às plantas, age como armazenador de água e é um filtro natural de poluentes (EMBRAPA, 2014), além de ser um meio de vida para diversas espécies, inclusive a humana que depende das potencialidades e limitações desse recurso para desenvolver suas atividades produtivas.

De acordo com o IBGE (2010 e 2015), as classes de solos predominantes na área estudada são os Plintossolos Argilúvico - caracterizados pela presença de expressiva plintitização com ou sem petroplintita (concreções de ferro ou cangas), Gleissolo Tiomórfico e Háplico - formados por materiais originários estratificados ou não e sujeitos a constante ou periódico excesso d'água (EMBRAPA, 2015) e Argissolo Vermelho-Amarelo que têm como característica marcante um aumento de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B que é do tipo textural (Bt) (EMBRAPA, 2014), mapa 8.

Ainda segundo o IBGE (2015), os Plintossolos - do grego *plinthos*, ladrilho; conotativo de materiais argilosos, coloridos, que endurecem quando expostos - apresentam drenagem restrita e característica diagnóstica com presença do horizonte plíntico, que é identificado, sobretudo, por cores mosqueadas ou variegadas (plintita), compostas de tons desde vermelhos a acinzentados. Esses solos são constituídos por uma mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro, ou ferro e alumínio, com quartzo e outros materiais e, em geral, são ácidos e com baixa reserva de nutrientes, podendo ser encontrados em relevo plano e suave ondulado (EMBRAPA, 2014), apresentando manejo agrícola bastante delicado, necessitando de bom controle de sua dinâmica hídrica interna, devido à possibilidade de endurecimento da plintita.

Sobre os Gleissolos - do russo *gley*, massa de solo pastosa; conotativo de excesso de água, a EMBRAPA (2014) afirma que são solos constituídos por material mineral com horizonte glei, apresentando forte manifestação de cores predominantemente acinzentadas, iniciando-se dentro dos primeiros 150 cm da superfície, imediatamente abaixo do horizonte A ou E ou de horizonte orgânico, de constituição argilosa, argilo-arenosa e arenosa, do período do Holoceno. Apresenta material com característica argilosa e muito argilosa que passou por processos de oxidação e redução em ambiente hidromórfico saturado por água, mal ou muito mal drenados, associado ao material sedimentar recente encontrado nas proximidades de cursos d'água, podendo ser de alta ou baixa fertilidade natural e têm nas condições de má drenagem a sua maior limitação de uso (IBGE, 2015).

Em virtude dos fenômenos de oxi-redução, provocados pela mudança de ambiente (óxico – anóxico) resultante da alternância de ciclos de umedecimento e secagem, estes solos

sofrem profundas alterações (SILVA e MOURA, 2002), necessitando de correção para seus usos e, sua falta implica em reflexos socioeconômicos relevantes, pois, em geral, as atividades produtivas dependem diretamente dos atributos físicos e químicos dos solos para seu sucesso (FARIAS FILHO, 2014). Na área estudada, esses solos estão associados às baixas cotas altimétricas e as elevadas precipitações pluviométricas, resultando em superumidade durante a estação chuvosa e déficit hídrico durante o período de estiagem e/ou seca, figura 3.

**Figura 3** - Presença de Gleissolos Tiomórficos nos campos inundáveis de Bequimão



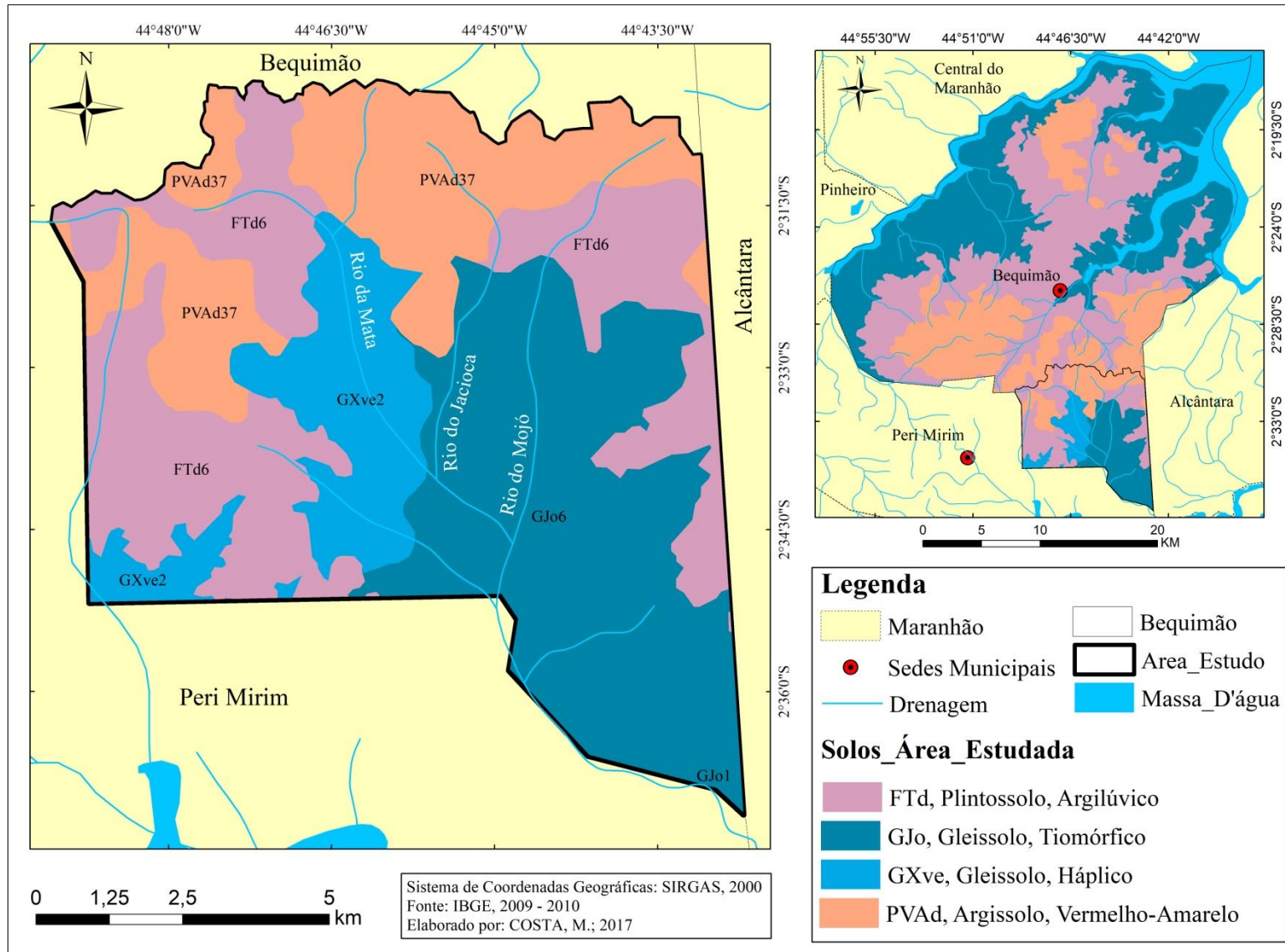
Os Argissolos - do latim *argilla*, conotando solos com processo de acumulação de argila (IBGE, 2015) – apresentam cores diferenciadas, estrutura e diferenciação textural da superfície para baixo, formados por uma classe bastante heterogênea que, em geral, tem em comum um aumento substancial no teor de argila, variando a partir da superfície de arenosa a argilosa, e de média a muito argilosa, com fertilidade natural variável e predomínio de solos de relativa pobreza de nutrientes (EMBRAPA, 2014).

A partir do conhecimento das classes de solos da área estudada, é possível afirmar que esses apresentam significativas limitações para o uso agrícola, os quais necessitam de correção - que é um conjunto de medidas, especialmente as técnicas agrícolas, que contribuem para sanar e/ou melhorar as características, físicas, químicas e biológicas do solo, tornando-o apto para produção ou aumento sua produtividade (ORMOND, 2016), realizada através da adição de substâncias como: calcário e fertilizantes, dentre outros.

O reconhecimento das particularidades dos solos da área estudada é uma necessidade, podendo ser desenvolvido através de levantamentos pedológicos em escalas de maior detalhe e, associado a pesquisas que possam orientar as práticas de manejo condizente às potencialidades e limitações desse recurso natural, devido sua importância socioambiental.

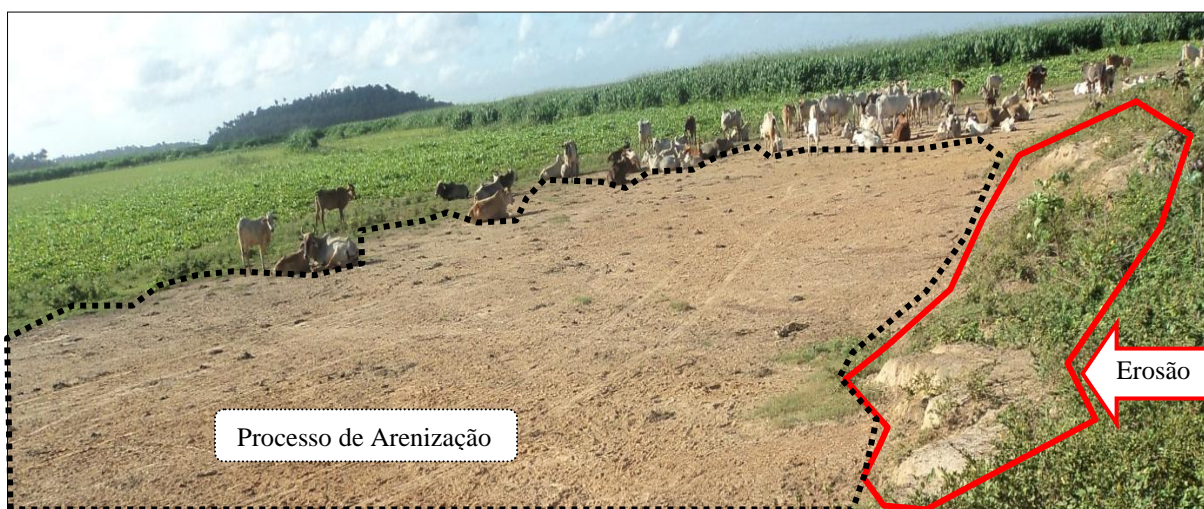


**Mapa 8 – Solos da área estudada**



É importante destacar que, nas margens dos campos inundáveis é possível identificar diversos processos erosivos - natural e/ou acelerado - e a ocorrência de arenização, foto 6 - entendido como o processo de retrabalhamento de depósitos arenosos pouco ou não consolidados, que interferem negativamente no processo de fixação da cobertura vegetal, resultando na formação de areais.

**Foto 6** - Processo erosivo natural e/ou acelerado na margem dos campos inundáveis



Para Suertegaray (2011), a formação de areais resultante da arenização se caracteriza por depósitos arenosos recentes, portanto, inconsolidados em constante remoção, tornando-se visíveis na paisagem enquanto superfícies arenosas com ausência de recobrimento com algum tipo de cobertura vegetal de forma contínua. Todavia, esse processo de arenização não será enfatizado neste estudo, podendo ser objeto de pesquisas posteriores.

Na área estudada foram identificadas a Floresta Ombrófila Aberta (Vegetação Secundária Mista com Palmeiras), Formações Pioneiras com influência Fluvio-marinha – arbórea e herbácea e Formações Pioneiras com influência Fluvial - herbácea, mapa 9.

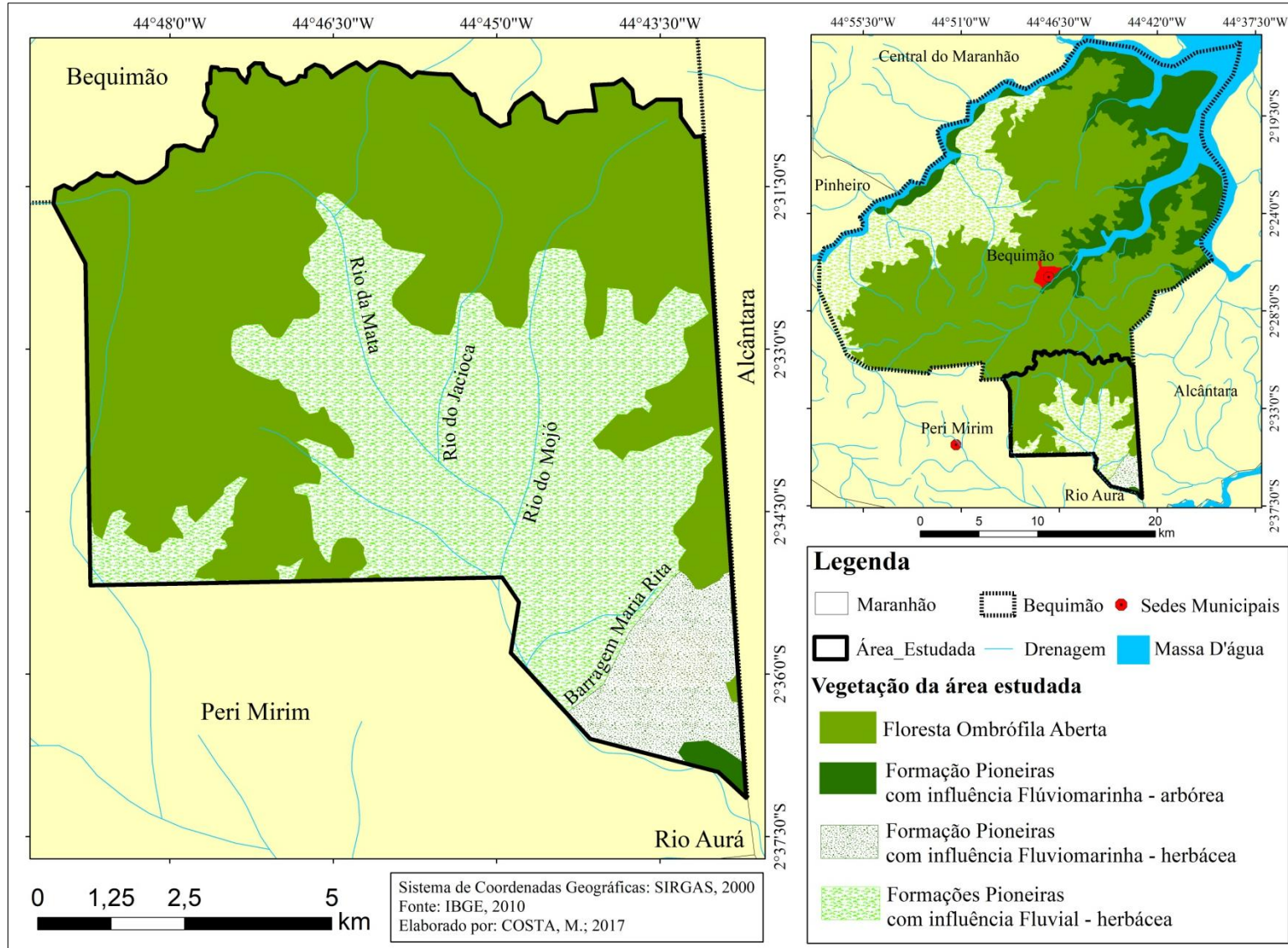
A Floresta Ombrófila Aberta é encontrada em áreas em que houve intervenção humana para o uso da terra, descaracterizando a vegetação primária. Essas áreas, quando abandonadas, reagem diferentemente de acordo com o tempo e a forma de uso da terra.

Desse modo,

A Vegetação Secundária que surge reflete sempre, e de maneira bastante uniforme, os parâmetros ecológicos do ambiente. A sucessão vegetal obedece ao ritmo de recuperação do solo degradado pela ação predatória do homem. A perda da matéria orgânica pelas queimadas e da parte química pelas culturas ou lixiviada pelas águas da chuva empobrece rapidamente os solos tropicais álicos ou distróficos e excepcionalmente eutróficos, que levam anos para se recuperarem naturalmente (IBGE, 2012, p. 149).



**Mapa 9 - Formações vegetais da área estudada**





No Sistema da Vegetação Secundária (Tratos Antrópicos), estão incluídas todas as comunidades secundárias brasileiras, como a Vegetação Secundária Mista com Palmeiras (Floresta Ombrófila Aberta), as quais apresentam quatro faciações florísticas que alteram a fisionomia ecológica da Floresta Ombrófila Densa, imprimindo-lhe claros, daí advindo o nome adotado, além dos gradientes climáticos com mais de 60 dias secos por ano (IBGE, 2012) e temperaturas médias entre 24 °C e 25 °C.

As Áreas das Formações Pioneiras (Sistema Edáfico de Primeira Ocupação) ocupa terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de sedimentos fluviais ou marinhos. Estão relacionadas às áreas pedologicamente instáveis, submetidas aos processos de acumulação fluvial, lacustre, marinha e fluviomarina (EMBRAPA, 2017).

As Formações Pioneiras, com influência Fluvial, são comunidades vegetais das planícies aluviais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas, ou, então, das depressões alagáveis todos os anos (IBGE, 2012), a exemplo do que acontece no ambiente dos campos inundáveis da área estudada, onde podem se observar predomínio de vegetação rasteira e gramíneas: capim-açú (*Paspalum plicatulum*), a canarana (*Echinochloa pyramidalis*), o junco (*Eleocharis intesticta*), o algodão bravo (*Ipomoea carnea*) e a salsa brava (*Ipomoea asarifolia*), Mururu (*Eichhornia*) e, em suas margens há presença de palmeiras de babaçu (*Orbignya sp.*), tucum (*Astrocaryum vulgare*), marajá (*Bactris brongniartii* Mart.), carnaúba (*Copernicia prunifera*), além do criviri (*Mouriri guianensis* Aub), principalmente, figura 4.

**Figura 4** - Características vegetacionais da área estudada



A vegetação com influência Fluviomarina (Manguezal e Campos Salinos) são comunidades microfanerófitica (plantas de baixo porte, variando entre 5 e 20 m de altura) de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e regatos no mar, onde, nos solos limosos (manguitos), cresce uma vegetação especializada, adaptada à salinidade das águas (IBGE,

2012). Essa vegetação foi observada nas margens do rio Aurá, sendo formada por árvores de porte médio, com raízes em forma de escora.

Para Leite, Souza e Farias Filho (2013), as características vegetacionais de determinada região são resultantes das condições climáticas, hídricas, atmosféricas, relevo, insolação e edáficas. Contudo, as intervenções humanas têm contribuído consideravelmente para as mudanças nas características da vegetação, sobretudo com a supressão da cobertura florestal, fato que interfere na disponibilidade da matéria orgânica do solo. Essas intervenções potencializam a remoção da maior parte do estoque de nutrientes dos ecossistemas, levando a uma diminuição de sua fertilidade e capacidade produtiva (VERAS, 2015). A cobertura vegetal diminui a energia cinética das gotas da chuva sobre a superfície terrestre, aumentando a proteção do solo contra os processos erosivos (naturais ou acelerados).

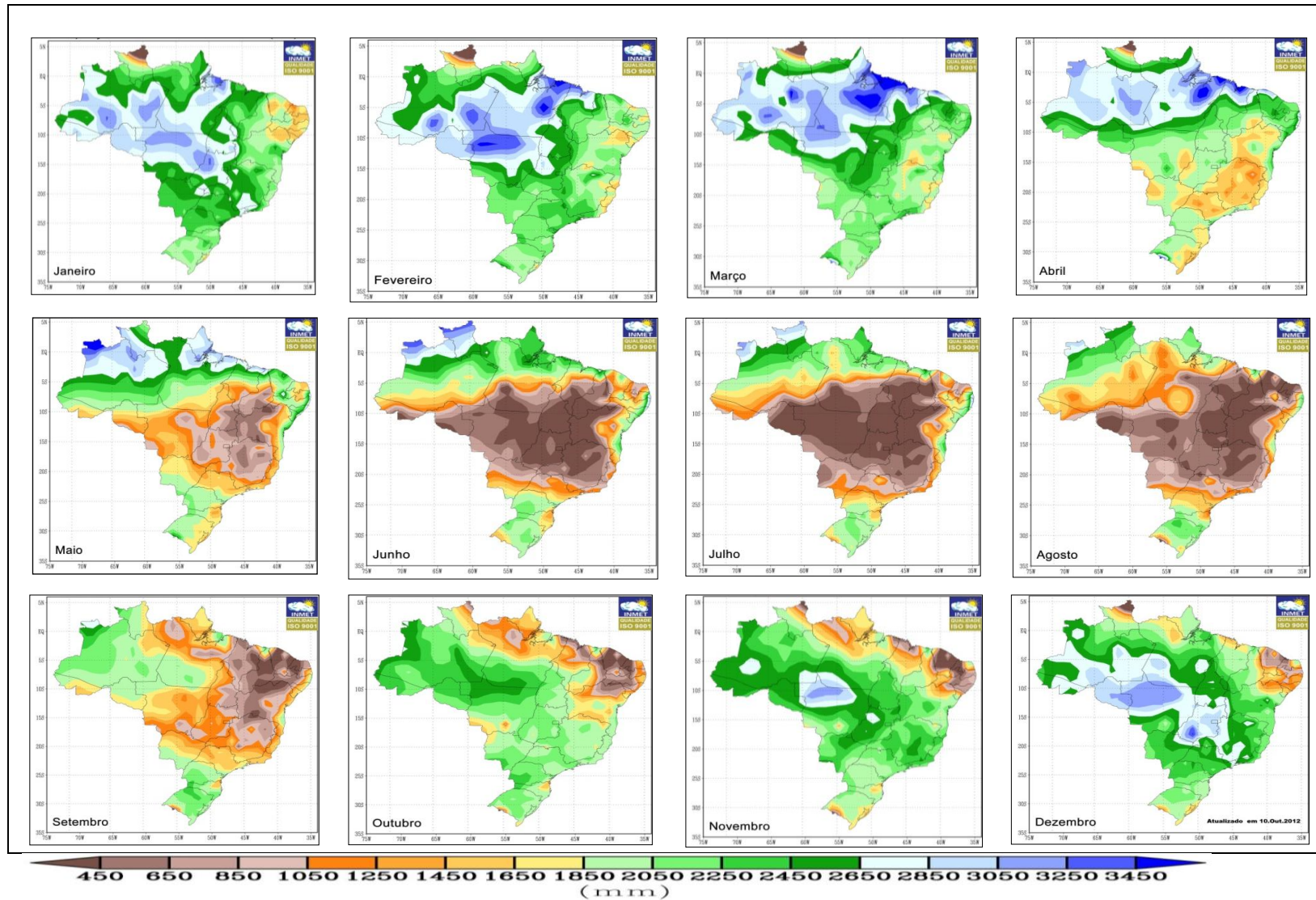
Outro atributo geoambiental de grande interferência no ambiente local é o clima, que conforme as Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990, a precipitação acumulada mensal (mm) se apresenta bastante irregular durante o ano. A figura 5 apresenta a precipitação acumulada mensal (mm) na Mesorregião Norte Maranhense, indicando uma evolução nos índices pluviométricos a partir de janeiro, com picos mais elevados em março e abril e decréscimo entre os meses de agosto a dezembro, sendo perceptíveis os índices mais baixos em setembro, período em que se agrava a escassez hídrica na área estudada.

A Insolação Total (horas) e a Evaporação Total (mm), obtida através de dados oficiais, também constituem elementos importantes neste estudo. Em geral, a área estudada recebe insolação de 2200 a 2400 horas anual (INMET, 2016), fato que favorece a evaporação e/ou evapotranspiração, e, por conseguinte, a ocorrência de períodos prolongados de estiagens e/ou secas. A Evaporação Total dessa região apresenta índices crescentes entre os meses de julho a dezembro, com picos mais elevados em setembro e outubro (120 a 160 mm), com média anual entre 800 a 1200 mm (INMET, 2016).

Bequimão está situado na zona intertropical, especificamente na porção Centro-Norte do estado do Maranhão na área de transição entre a Amazônia e o Nordeste brasileiro, região que apresenta elevado índice pluviométrico, porém concentrado (média total anual entre 2000 a 2200 mm), em geral entre os meses de janeiro e maio e estiagem nos demais meses do ano, mapa 10.

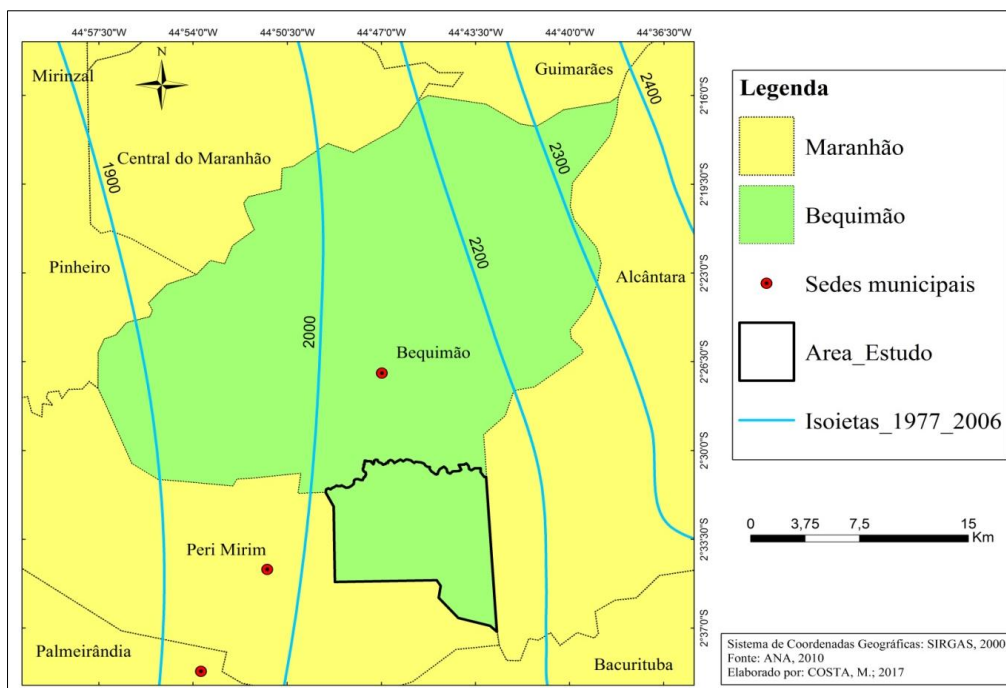
Essa região apresenta elevada quantidade de luz incidente na superfície, resultando em elevadas temperaturas (média 28 a 30°C), com índices mais elevados entre os meses de setembro e dezembro, onde a amplitude térmica é considerada baixa devido a pouca variação nos índices de temperaturas que se apresentam elevada durante todo o ano.

**Figura 5 - Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990/ Precipitação acumulada mensal (mm)**



Fonte: INMET, 2016. Adaptado por COSTA, M.; 2016.

**Mapa 10** - Isoietas da área estudada, período entre 1977 a 2006



Segundo o CPRM (2011), entre 1977 a 2006, o trimestre mais chuvoso na área correspondeu aos meses de março, abril (considerado o mais chuvoso, com média de 400 mm) e maio. Esse período apresentou totais trimestrais entre 1250 – 1300 mm. O trimestre mais seco correspondeu aos meses de setembro (considerado o mais seco, com médias < 25 mm), outubro e novembro (Totais Trimestrais < 50 mm).

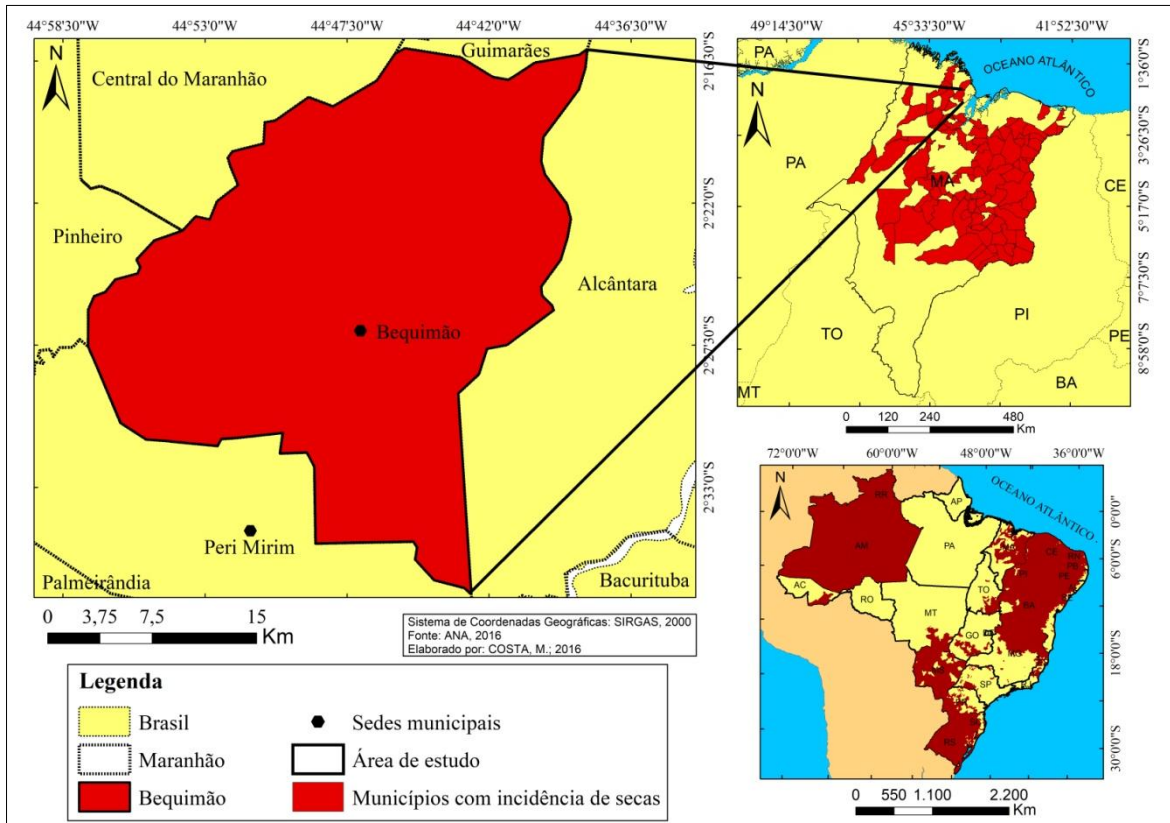
Apesar disso, dados oficiais, disponíveis no site da Agência Nacional de Águas (ANA), através do Monitor de Secas, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME, Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil - CEPED vêm indicando Bequimão como um dos municípios do Maranhão que apresenta o fenômeno da seca, mapa 11. Igualmente, a população que reside na área analisada, afirma que os campos inundáveis locais “vêm secando” muito rápido, fato que outrora não ocorria. Contudo, é possível observar que o fenômeno da seca atinge todas as regiões do território brasileiro, não sendo exclusividade do Nordeste, como comumente é associada a essa região.

O tipo tropical com estação seca de inverno (Aw) é o clima de maior expressão na área estudada, resultando em dois períodos bem definidos: um chuvoso de janeiro a junho com médias mensais superiores a 268,8 mm (CORREIA FLHO, 2011), e outro de estiagem, entre os meses de julho a dezembro, figura 6, com predomínio de inverno seco e verão úmido. Segundo o PROCLIMA (2016), o balanço de água no solo em Bequimão entre 2009 e 2016, é



consideravelmente desigual, apresentando déficit hídrico no segundo semestre de cada ano, figura 7, resultante de um período de chuvas bastante irregular.

**Mapa 11 - Registro de seca (2003 e 2015) no Brasil, Maranhão e Bequimão**

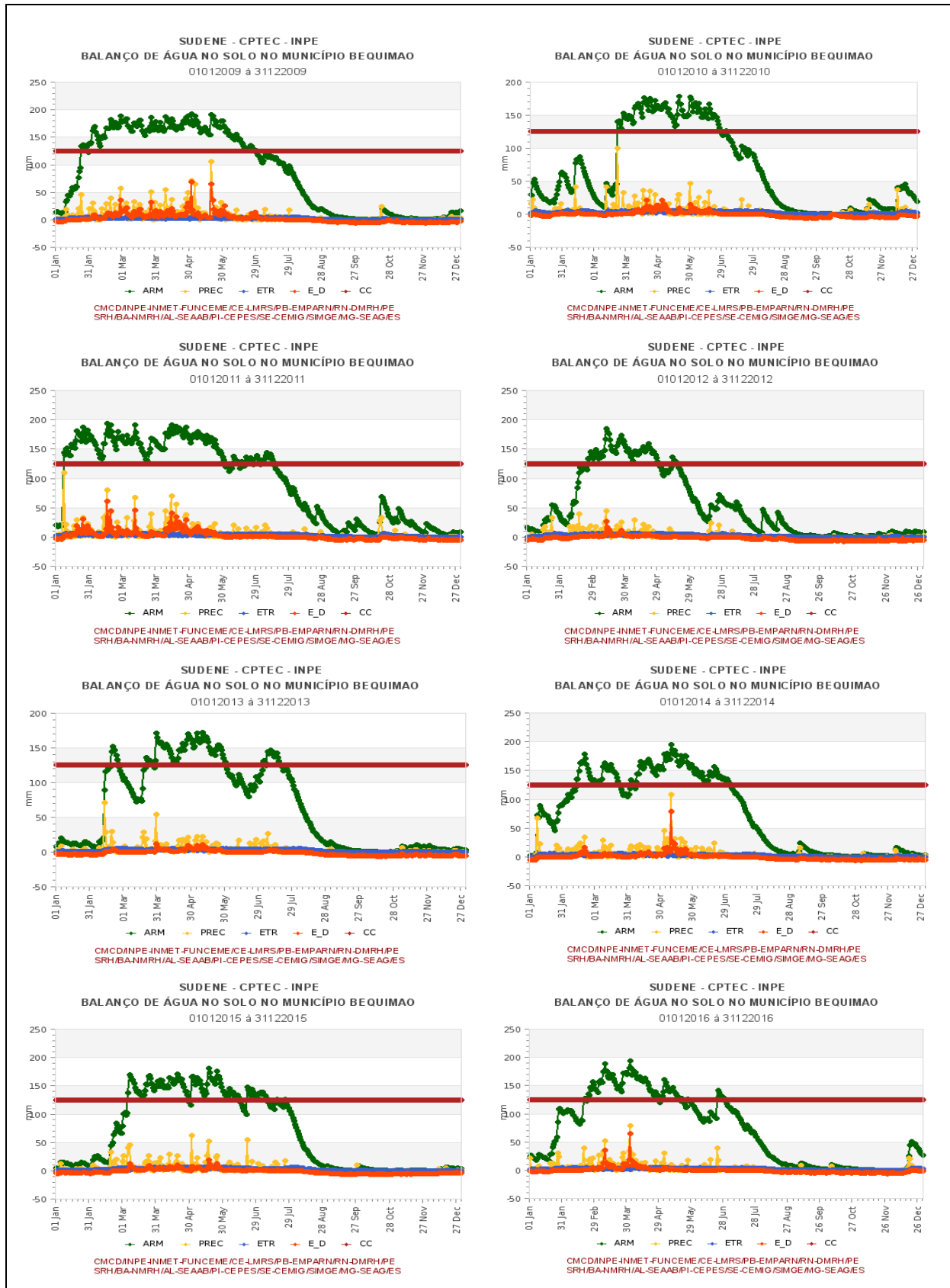


Para Martins *et al.* (2012), o termo balanço hídrico pode ser entendido, como a contabilidade da água aplicada a uma bacia hidrográfica, a uma porção de solo, ou mesmo a um lago ou reservatório e envolve a determinação dos ganhos e perdas hídricas em uma bacia hidrográfica, sendo um importante parâmetro para análise de escassez hídrica.

**Figura 6: Estresse hídrico na área dos campos inundáveis**



**Figura 7 - Balanço de água no solo em Bequimão entre 2009 a 2016**



Fonte: PROCLIMA<sup>4</sup>. Acesso em: 25/01/2017. Adaptado por COSTA, M.; 2017.

<sup>4</sup> As estimativas de Água no Solo contidas nesta página têm caráter experimental e estão em fase de validação.

### 5.3 Ocorrência e causas geradoras da estiagem e seca na porção sul de Bequimão

É importante esclarecer que, os conceitos usados nesta discussão não consideram a nomenclatura dos fenômenos de estiagem e seca utilizada pelo senso comum, mas sim a científica, conforme (MAGALHÃES, 2016; LEIVAS, 2014; CEPED, 2013; COBRADE, 2013; CARVALHO, 2012; SOUSA JÚNIOR *et al.*, 2011 e CASTRO, 2003). Porém, a relação entre esses conhecimentos foi fundamental para se compreender a ocorrência e as prováveis causas geradoras das estiagens e secas na área estudada, sobretudo quando vista sob o olhar da população que a vivencia.

Conforme a população entrevistada, a ocorrência desses fenômenos na região tem relação com a redução nos índices pluviométricos, sobretudo, entre os anos de 2009 a 2016 e as intervenções humanas - consideradas como as principais causas da escassez hídrica na região, dentre as quais foram destacados: o desmatamento das matas ciliares; erosão e assoreamento dos ambientes hídricos locais; aumento do escoamento superficial; construções de barragens e açudes sem o devido planejamento, proibição da bubalinocultura, aumento do contingente populacional e dos diversos usos na área dos campos inundáveis; além da construção e manutenção das estradas, realizadas com a inserção de piçarras, material facilmente transportado para os ambientes hídricos locais.

A redução nos índices pluviométricos é uma das principais causa da ocorrência de períodos prolongados de estiagem e seca na região. Esse fato possui relação com as alterações de padrões de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) que ocorrem nos oceanos tropicais, o qual interfere na posição e intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico, assim como na variação de temperatura observadas no Oceano Pacífico, que resultam em anos com La Niña ou El Niño na região Nordeste do Brasil e, por conseguinte na área estudada.

Sendo assim, é importante que haja melhor monitoramento e sistematização da pluviometria dessa região, para que se compreenda melhor os fenômenos da estiagem e seca, e desenvolva alternativas para minimizar suas implicações sobre a população e o ambiente.

É válido lembrar que, em termos conceituais, a literatura ainda apresenta divergência sobre o que é estiagem e seca. Todavia, os entrevistados as classificam como processo de redução das precipitações por um período (curto ou longo) em determinada região.

Segundo o entrevistado Jaison Costa (2016) que é agricultor e pecuarista e, residente no povoado Jacioca dos Pereira I:

A estiagem é um período curto sem chuva (15 a 30 dias). Oito (8) meses sem chuva como vem ocorrendo em nossa região, não pode ser considerado como estiagem, mas sim como seca. Antes o período chuvoso começava em dezembro e agora está iniciando só em fevereiro ou março de cada ano, principalmente de 2009 pra cá.

Sobre essa questão, Barbosa (2016) – morador do povoado de Mojó - pontua que, em 1983 ocorreu uma seca muito forte na região, ano em que os rios secaram completamente. Porém, entre 1984 a 2008 não ocorreu seca capaz de chegar ao nível que se encontra hoje, sobretudo nos últimos oito (8) anos.

No entender do entrevistado Divanor - morador do povoado Jacioca dos Pereira I:

A estiagem vem se agravando muito em nossa região, principalmente de 2008 pra cá, pois tem chovido muito pouco, passando de 8 a 9 meses sem chuva ou chove muito pouco, coisa que não acontecia antes, já tá virando seca. Faz (8) oito anos que não chove direito (Entrevista realizada em 30 de dezembro 2016).

A realidade mencionada pelos entrevistados pode ter relação com os processos atmosféricos, os quais podem provocar alterações no tempo e/ou no clima de determinada região. Porém, os estudos sobre alterações no clima devem considerar um período longo, em média 30 anos (STEINKE, 2012; AYOADE, 2004; SANT'ANNA NETO, 2001), considerando os fatores e elementos climáticos, não sendo objetivo principal deste estudo, por isso foram analisados apenas o período entre 2006 e 2017.

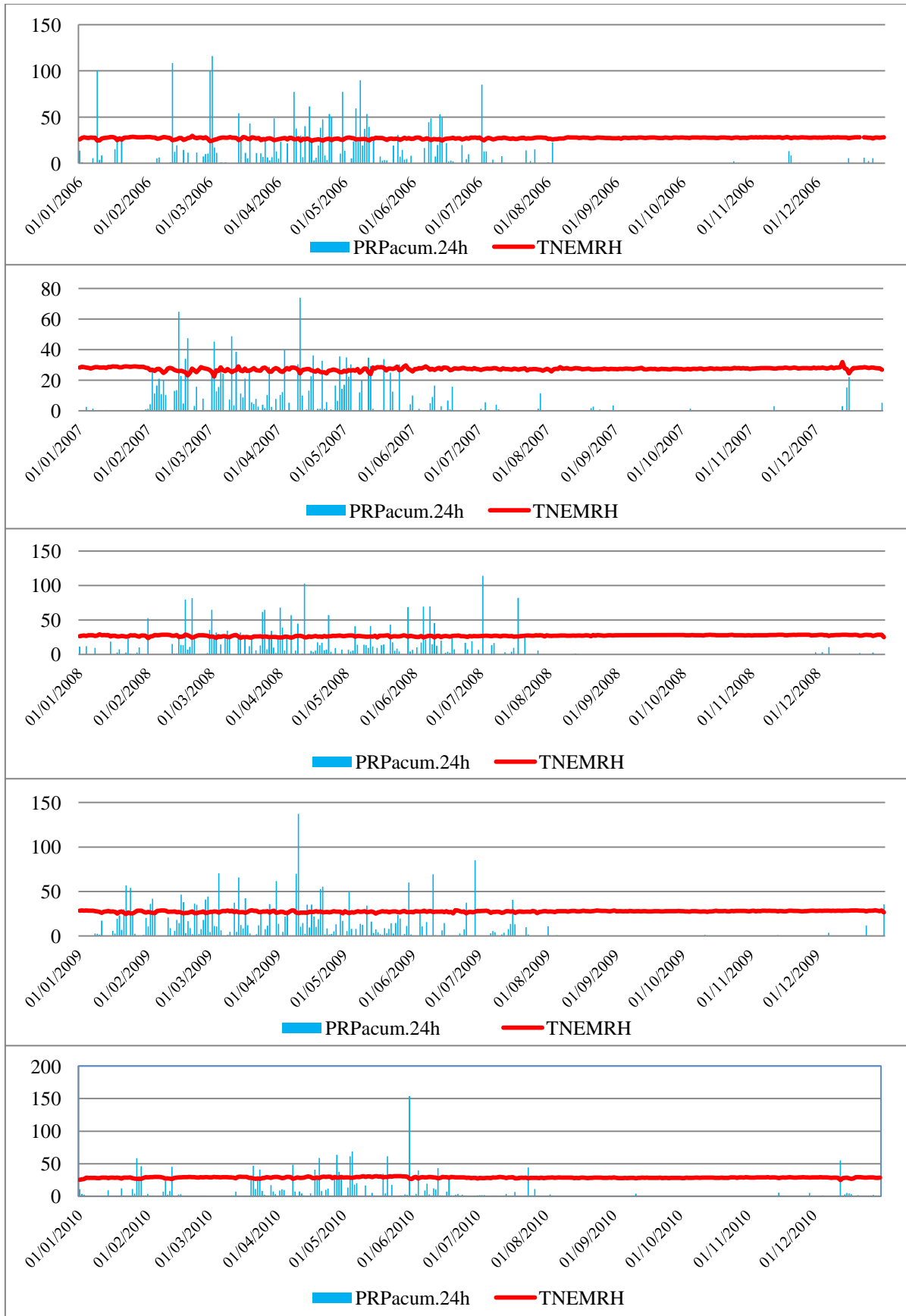
A partir da sistematização dos dados da Estação de Superfície de Alcântara, que abrange a região estudada, foi possível identificar índices pluviométricos consideráveis nos primeiros semestres e longos períodos sem pluviosidade no segundo semestre dos anos analisados (período entre 2006 e 2015). Nesse período houve significativa variação nos índices das precipitações pluviométricas, sobretudo nos anos de 2007, 2010, 2012 a 2015, os quais apresentaram índices menores que a média (2.050 e 2.250 mm/a) para a região, resultando em períodos prolongados de estiagens e seca, figura 8 e 9.

A combinação de diversos fatores e elementos atmosféricos, certamente contribuiu para essa realidade, a exemplo da ocorrência do El Niño - considerado como o responsável por períodos de estiagens e má distribuição das chuvas, tanto espacial como temporal, no Nordeste Brasileiro (NUGEO, 2009), resultando em inúmeros problemas econômicos, sociais e ambientais.

Ressalta-se, porém que, essa distribuição temporal e espacial das chuvas é uma característica marcante dessa região, as quais revelam a ocorrência de episódios de elevada precipitação acumulada (mm/24 hs), sobretudo no segundo bimestre de cada ano e, déficit pluviométrico no segundo semestre, fato que resulta em períodos maiores de estiagens e secas na área analisada, apesar dos elevados índices pluviométricos observados.

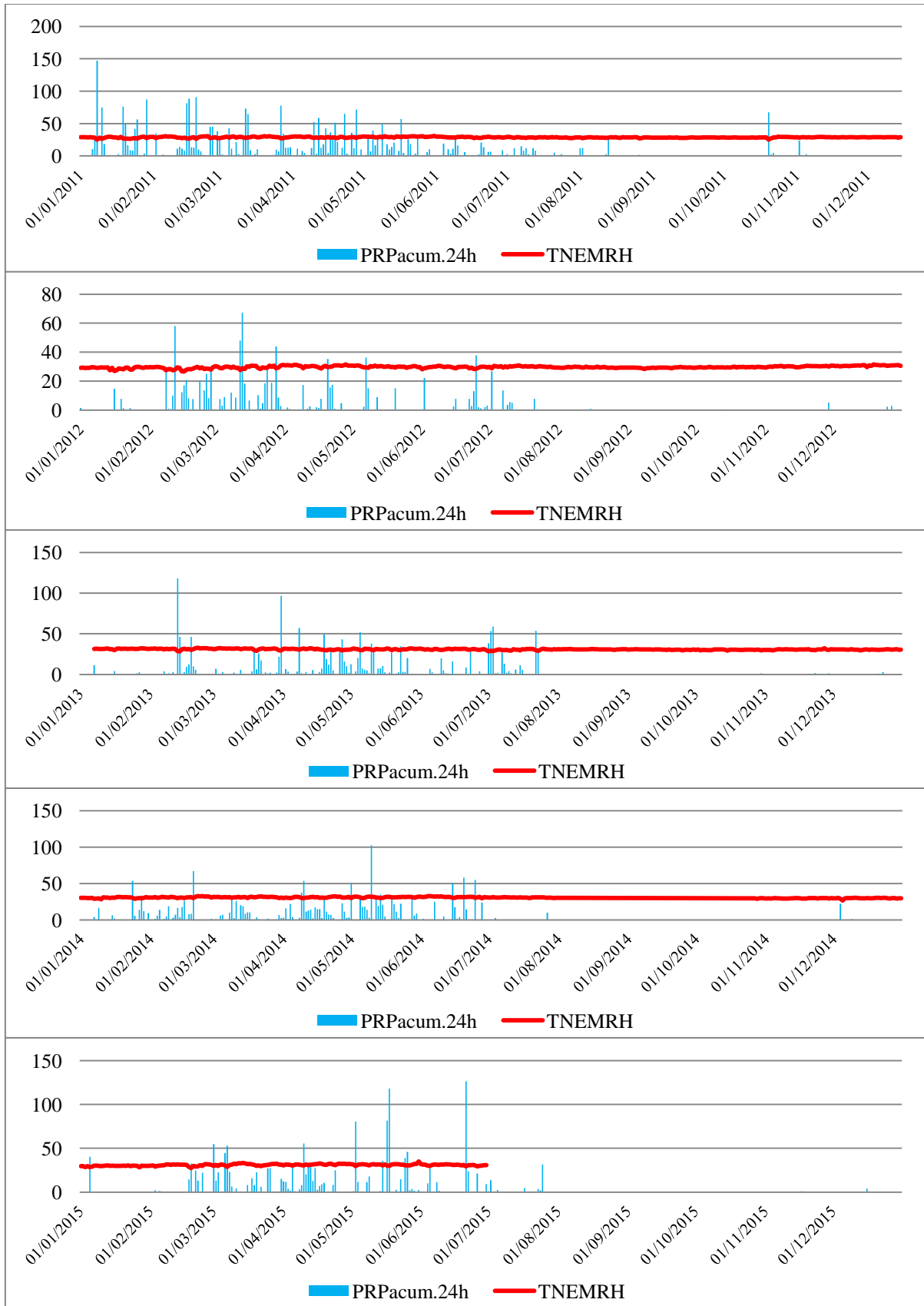


**Figura 8 - Precipitação Acumulada (mm/24 hs) e Temperatura/Média (°C) – 2006 a 2010**



Fonte: NUGEO/UEMA, 2016: dados diários da PCD meteorológica instalada no Município de Alcântara (02°20' S; 44°24' W com Alt. 56 m). Adaptado por COSTA, M.; 2017.

**Figura 9** - Precipitação Acumulada (mm/24 hs) e Temperatura/Média (°C) – 2011 a 2015



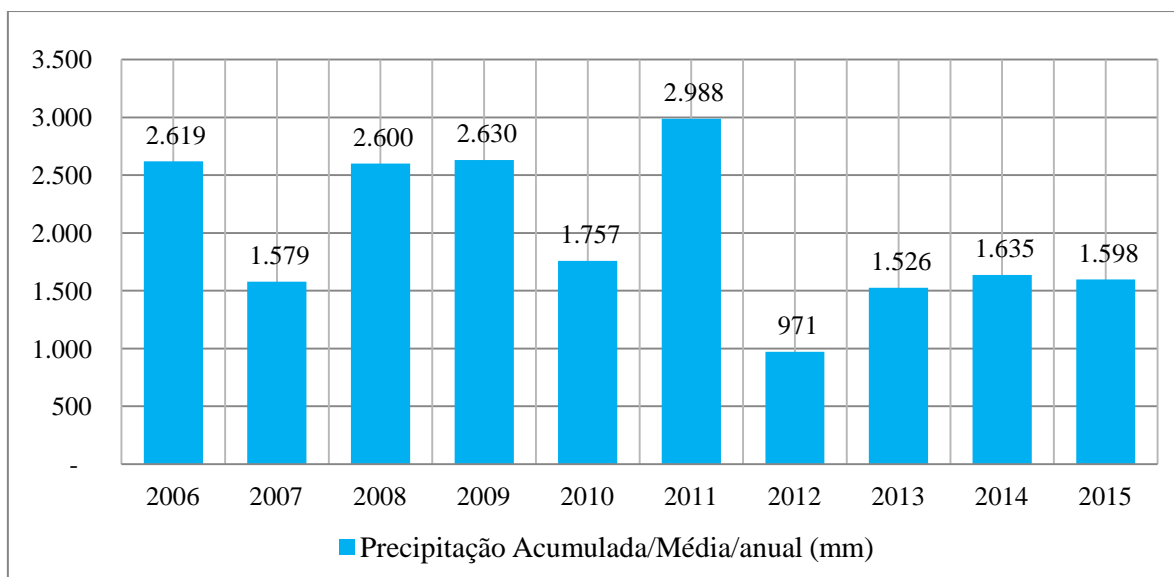
Fonte: NUGEO/UEMA, 2017. Adaptado por COSTA, M.; 2017.

\* Em 2014, não consta dados de precipitação nos meses: agosto, setembro e nos primeiros 23 dias de outubro.

\*\* Não foram disponibilizados dados de temperatura entre 01/07 a 31/12/2015.

Conforme as Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990, a precipitação acumulada anual, na área estudada, varia entre 2.050 e 2.250 mm (INMET, 2017) e temperatura média entre 27 e 28°C (NUGEO, 2017). Contudo, no período analisado foi possível observar considerável alternância na precipitação acumulada média/anual, gráfico 8, que apresenta baixos índices de pluviosidade nos anos de 2007, 2010 e 2012 a 2015, assim como elevadas temperaturas média diária, gráfico 9. Vale lembrar que, neste estudo, não foi possível acrescentar os dados de umidade relativa do ar e pressão atmosférica por apresentarem descontinuidade significativa nos referidos anos.

**Gráfico 8** - Precipitação Acumulada/Média/anual (mm) nos anos de 2006 a 2015

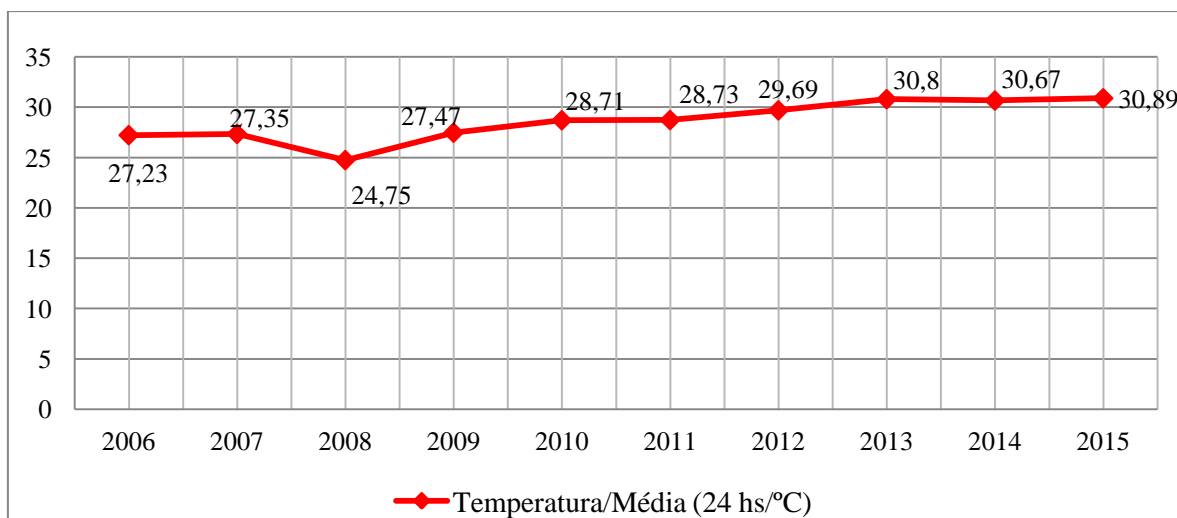


Fonte: NUGEO/UEMA, 2016. Adaptado por COSTA, M.; 2017.

\* Em 2014, não consta dados de precipitação nos meses: agosto, setembro e nos primeiros 23 dias de outubro.

Os dados do gráfico 8, confirmam as informações prestadas pelos entrevistados, sobretudo quando afirmam que, em 2012 houve a pior seca na região, a qual vem se apresentando nos demais anos analisados. A baixa precipitação pluviométrica, especialmente, nos anos de 2012 a 2015 afetaram consideravelmente o desenvolvimento das atividades produtivas locais, porque essas estão diretamente relacionadas à disponibilidade de água na área dos campos inundáveis e adjacências.

Segundo o CEPED (2013), a redução das precipitações pluviométricas, observadas no período analisado, está diretamente relacionada com a dinâmica atmosférica global, que comanda as variáveis climatológicas relativas aos índices das precipitações na região. Porém a ocorrência de escassez hídrica na área estudada pode estar relacionada ainda às inúmeras intervenções humanas e o assoreamento dos ambientes hídricos locais.

**Gráfico 9** - Temperatura/Média (°C) em 24 horas – 2006 a 2015

Fonte: NUGEO/UEMA, 2016. Adaptado por COSTA, M.; 2017.

\*\* Não foram disponibilizados dados de temperatura entre 01/07 a 31/12/2015.

A ocorrência de baixos índices pluviométricos e de temperatura elevadas interferem significativamente no volume e disponibilidade dos recursos hídricos locais e atingem consideravelmente os meios produtivos. A problemática da escassez hídrica na área estudada é considerada pelos entrevistados, predominantemente, como seca (91%) e não como estiagem (9%). Nesse caso, Verner (2016) lembra que, como as culturas dependem da disponibilidade hídrica, esses produtores veem o seu sustento definhar, pois, nesse período, a escassez de água e de alimentos são fatores limitantes para o incremento das atividades produtivas.

Segundo Divanor (2016), essa questão é preocupante porque os governantes não estão se preparando para enfrentar os períodos prolongados de estiagem e seca na região, especialmente quando se trata da construção de poços artesianos, haja vista que os poços construídos manualmente não estão sendo suficientes para abastecer a população local, porque vêm secando muito rápido e a população está começando a ficar sem água para suprir suas necessidades básicas e fornecer aos animais.

Outros moradores como os Srs. Barbosa; Deusdete; Zé de Gregório, João Batista, Isidoro e as Sras. Elzelita, Sebastiana, Tereza, Lauzita, dentre outros, afirmam que a seca vem castigando muito a população local, sobretudo entre os anos de 2012 a 2016. Segundo esses entrevistados, os rios do Mojó, Jacioca e da Mata que eram perenes, nos últimos anos têm secado em agosto, logo depois que o período chuvoso se encerra. Isso é um problema muito sério, porque, a população local perde sua produção, fica sem água e alimento, tanto para os animais que morrem nesse período, figura 10, quanto para o consumo humano.

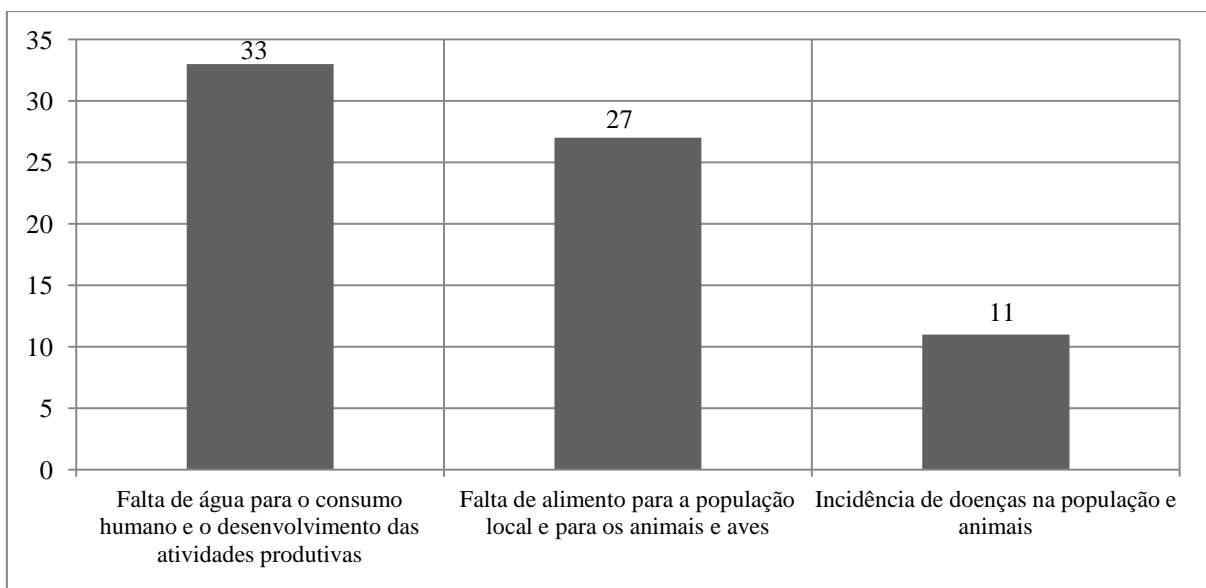
**Figura 10** - Restos mortais de bovino nas margens dos campos inundáveis



As espécies aquáticas, a exemplo dos peixes, também são consideravelmente atingidos pela escassez hídrica, pois ficam confinados em açudes e igarapés, sendo consumidos por suínos. Isso ocorre no período da piracema – época de reprodução dos peixes, fato que poderá interferir consideravelmente na manutenção das espécies nativas locais.

Conforme Verner (2016), a severidade da seca vem aumentando a cada ano devido à baixa precipitação pluvial. Porém, as necessidades hídricas das pessoas não diminuem durante o período de seca, ao contrário, aumenta. A ocorrência desses fenômenos, em geral, resulta em diversas consequências negativas, gráfico 10, porque destroem os meios de vida, exaurem os recursos financeiros e outros ativos, prejudicando a saúde humana e animal, a exemplo do que acontece na área estudada.

**Gráfico 10** - Consequências da estiagem/seca, segundo os entrevistados (2016-2017)



A questão da incidência de doenças na população e animais é uma realidade, porque os efeitos das alterações do ambiente local podem interferir no conforto térmico, entendido sob dois aspectos: do ponto de vista pessoal e do ponto de vista ambiental (GOBO e GALVANI, 2016), além de favorecer a proliferação de doenças, fato que tem se intensificado na região.

Sobre essa questão, o Sr. Jaison Costa (2016) afirma que, a seca tem se agravado muito na região, principalmente de 2009 para 2016, resultante da baixa pluviosidade. Esse entrevistado faz referência aos noticiários dos jornais, que relacionam essa questão ao fenômeno que ocorre no Oceano Pacífico, o El Niño que inibe as chuvas sobre a região Nordeste do Brasil.

Esse entrevistado afirma ainda que:

Em 2012, teve uma seca terrível, onde perdemos quase todos nossos animais por falta de água e alimentos. Isso nos prejudicou muito, pois ficamos com dificuldade para adquirir alimentos. A seca em nossa região pode até está relacionada com a falta de chuva que realmente tem sido insuficiente nos últimos anos, mas também com os desmatamentos nas margens dos rios e dos campos, que estão cada vez mais “entupidos”, além da barragem Maria Rita, que não tem nenhuma utilidade para a região, ao contrário, está servindo apenas para barrar os restos da vegetação e areia, fazendo com que nosso campo fique cada vez mais entupido (Entrevista realizada em 29/12/2016).

Para Moises Pereira (2016) que é criador de animais e residente do povoado de Vila do Meio, localizado as margens dos campos inundáveis:

Tem chovido muito pouco em nossa região. O “inverno” tem acabado muito cedo. Isto é um problema sério porque nosso campo está muito “entupido” devido às roças e os desmatamentos principalmente nas margens dos rios, que acabam com nossos rios. O rio do Mojó e do Jacioca, por exemplo, em período de seca nos ajudava muito, tanto com a água como pescados. Hoje, secam em agosto ou setembro (Entrevista realizada em 30/12/2016).

O morador acima afirmou ainda que:

Estou passando por situação muito complicada, tenho que ir buscar água bem longe para abastecer nossa casa e os animais. E a água do poço que estou usando está acabando e, se demorar chover não sei o que vou fazer. Essa é nossa situação, e está se complicando cada dia mais, ficando difícil criar alguma coisa aqui.

Essa questão demonstra os sérios problemas que a população vem enfrentando com a ocorrência de períodos prolongados de estiagem e/ou seca na região, tendo que desenvolver estratégias diversificadas para adquirir água, tanto para suas necessidades básicas quanto para oferecer aos animais e aves, foto 7.

A escassez hídrica local é um problema muito sério, sendo associado, tanto pela população local, quanto pelos órgãos oficiais a ocorrência de secas, sobretudo nos anos que

apresentaram menores índices de precipitação. Segundo a ANA (2016), no Maranhão houve um agravamento da seca nos últimos anos, sobretudo na parte Norte do Estado, o que impacta na severidade da seca grave (S2) e no avanço da área com seca extrema (S3). Para Engle *et al.* (2016), a seca que afeta atualmente a região Nordeste é a mais intensa em décadas e tem atormentado outras partes do Brasil, a exemplo da Região Sudeste.

**Foto: 7** - Estratégia para adquirir água no período da estiagem/seca



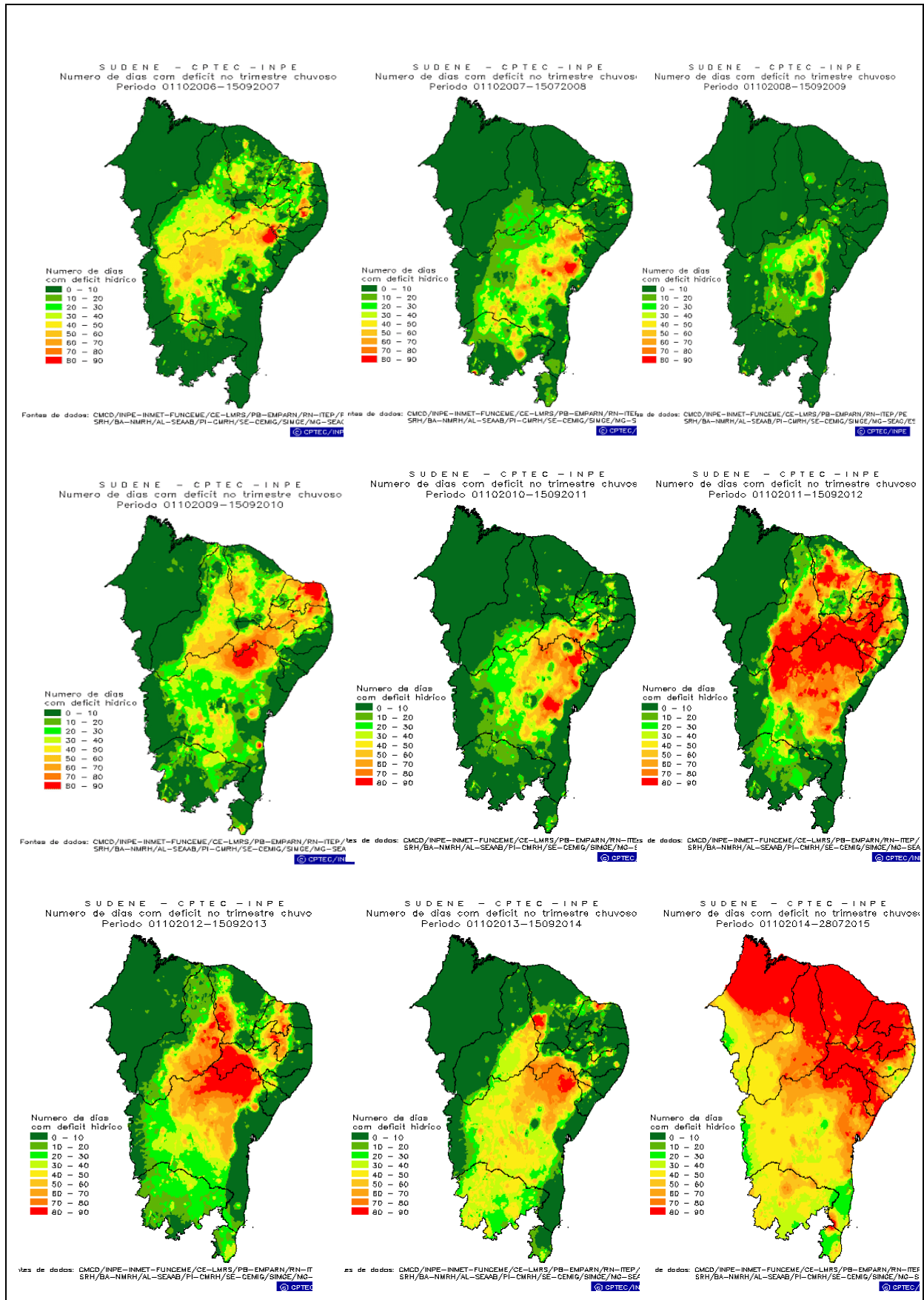
Apesar disso, dados disponíveis pelo CPTEC/INPE (2016) divergem dessas informações onde é possível observar que, somente em 2015 houve um déficit hídrico no trimestre chuvoso no Norte do Maranhão, considerado o mais quente dos últimos séculos. Na figura 11, é possível identificar a Mesorregião Norte do Maranhão – onde está localizada a área analisada -, a incidência de baixos índices de precipitação em 2015, com número de dias com déficits entre 80 e 90, no período entre 01/10/2017 a 28/07/2015.

Esse período teve influência do El Niño que atuou nessa região no referido ano, resultando em pouca umidade e baixos índices pluviométricos na Região Nordeste do Brasil. As consequências básicas do fenômeno do El Niño e La Niña para a região Nordeste do Brasil, apresentam-se de forma bastante distinta, sendo que o primeiro provoca longos períodos de estiagem ou secas e o segundo aumenta a precipitação pluvial.

O período citado esteve associado ainda, ao sistema meteorológico que atuou no Nordeste do Brasil, o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis que são observados nos meses de setembro a abril, tendo maior frequência em janeiro. Nas considerações de Calbete, Gan e Satyamurty (2016), os vórtices ciclônicos provocam alteração no tempo e, dependendo de sua intensidade e permanência, causando sérios problemas locais e regionais, pois inibem as chuvas sobre a região em que está atuando.



**Figura 11 - Dias com déficit hídrico na Região Nordeste e no Maranhão entre 2006 – 2015**

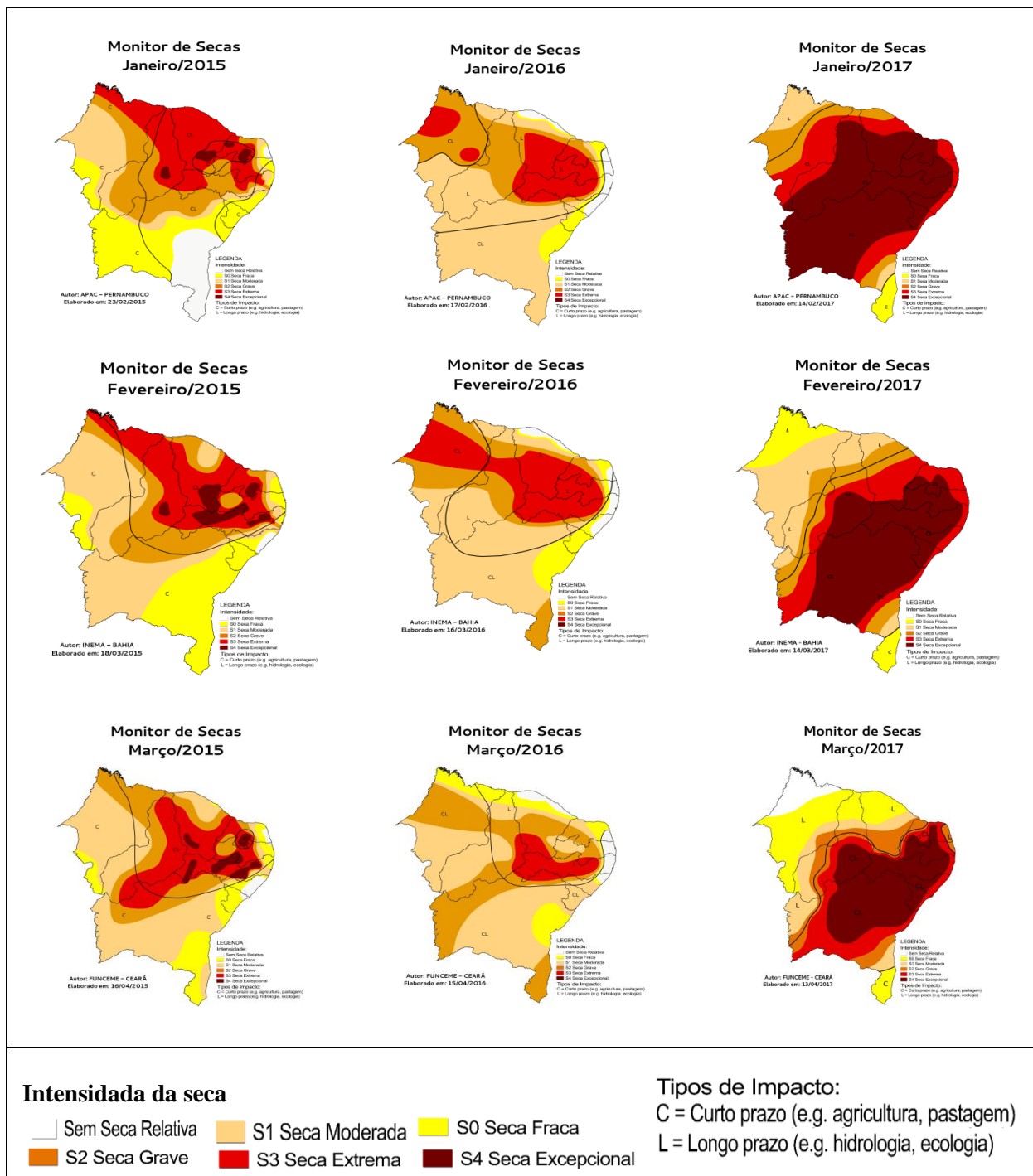


Fonte: PROCLIMA. Disponível em: <<http://proclima.cptec.inpe.br/>>. Adaptado por COSTA, M.; 2017.

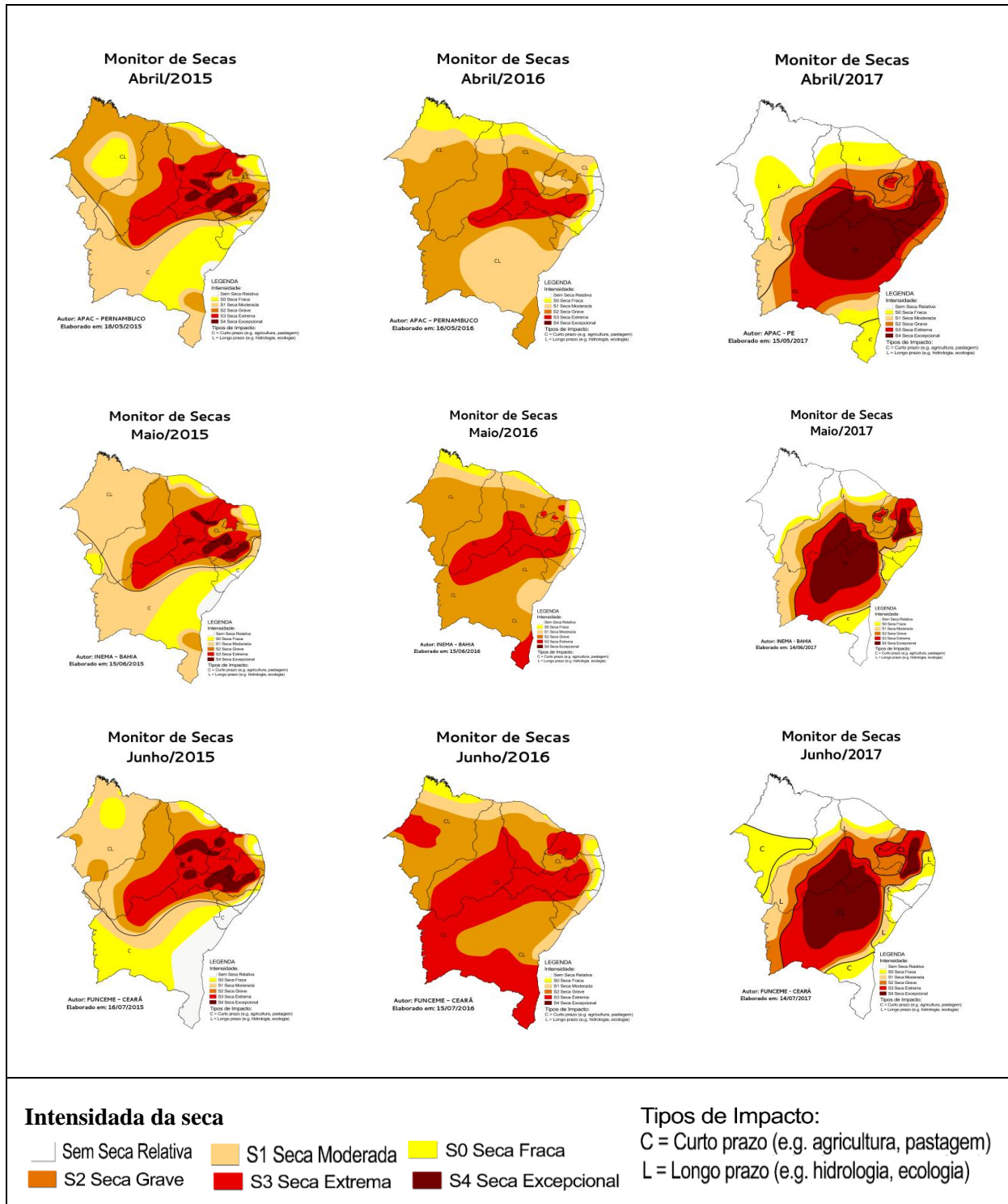


Conforme o Monitor de Secas, em 2014 (quando iniciou a sistematização desses dados) no Norte do Maranhão a seca apresentou intensidade considerável, sobretudo no último trimestre desse ano, com ocorrência de seca grave (S2), sendo mais intensa nos anos de 2015 e 2016. Os indicadores de seca mostraram expansão das áreas e agravamento na intensidade do quadro de seca em todos os meses de 2015 e 2016, porém essa região apresentou intensidade menor em 2017, figuras 12 e 13.

**Figura 12 - Comparativo entre o 1º trimestre (2015, 2016 e 2017)**

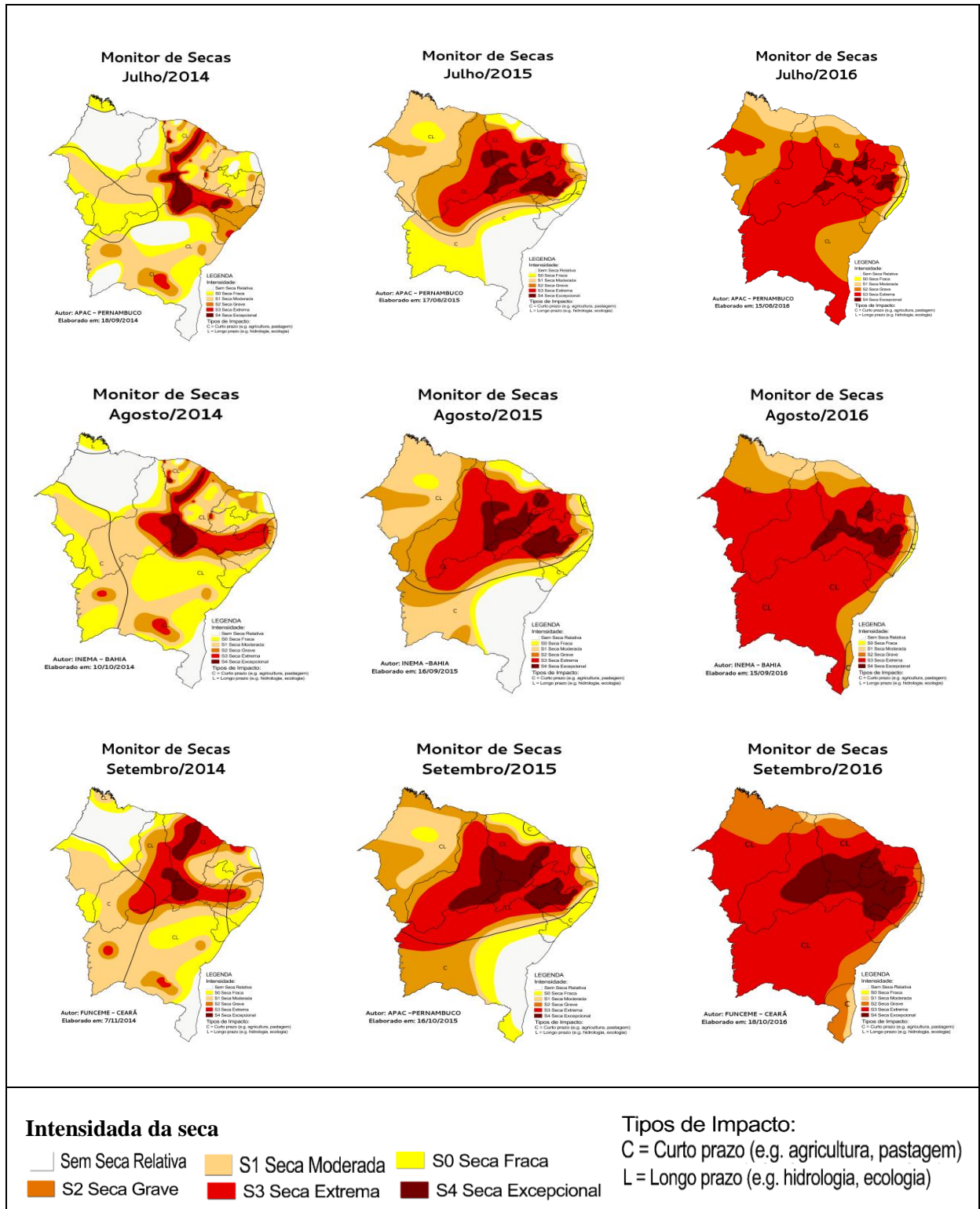


**Figura 13 - Comparativo entre o 2º trimestre (2015, 2016 e 2017)**



No terceiro trimestre o Monitor de Secas do Nordeste disponibiliza dados referentes aos anos de (2014, 2015 e 2016), os quais demonstram a evolução da seca nos referidos anos, com maior intensidade em mês de setembro de 2016, passando de um período sem seca relativa em julho e agosto e seca fraca em setembro de 2014, seca moderada (S1) em julho e agosto de 2015 e 2016, com seca grave (S2) em setembro de 2015 e 2016, figura 14.

**Figura 14 - Comparativo entre o 3º trimestre (2014, 2015 e 2016)**

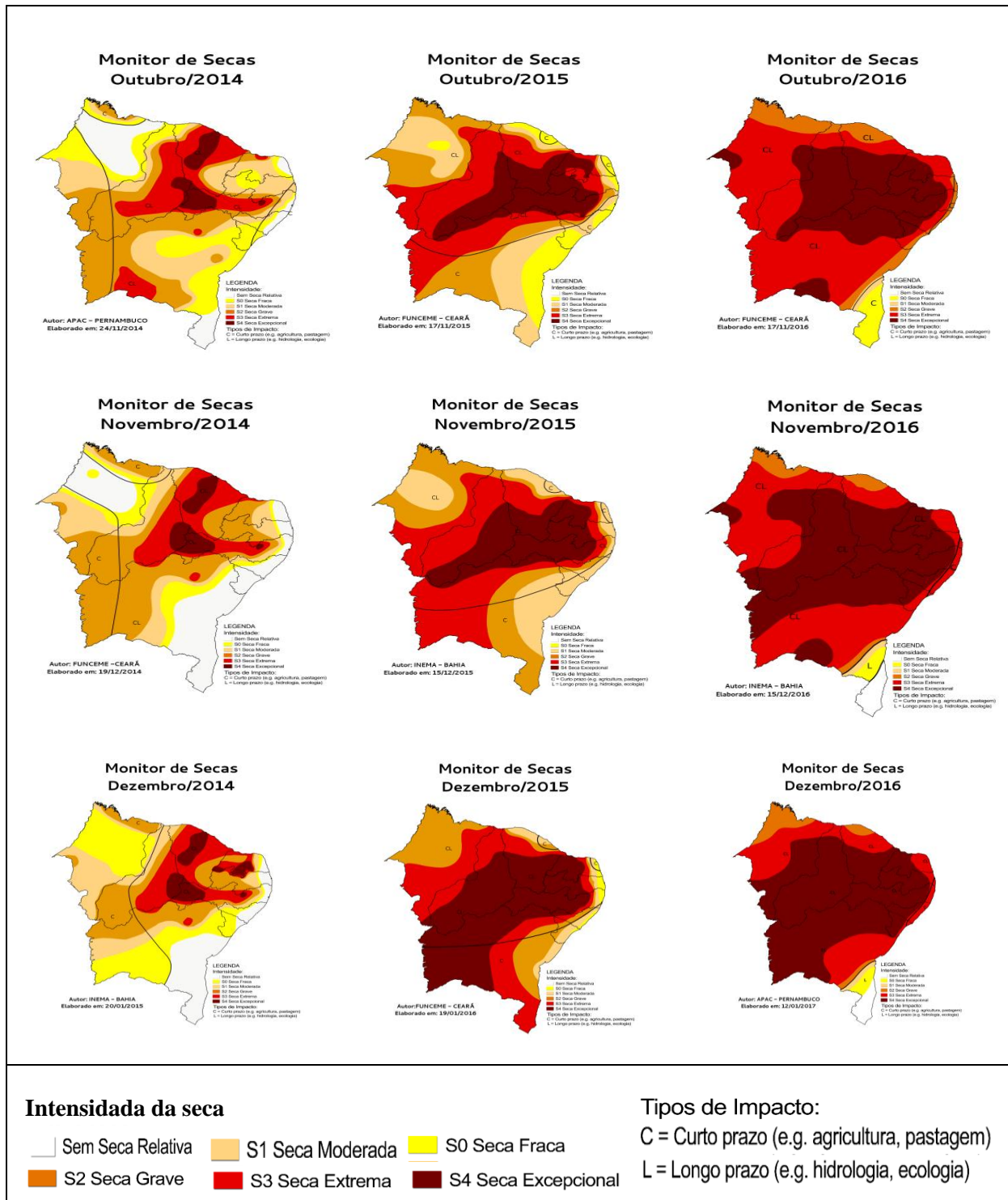


No quarto trimestre de (2014, 2015 e 2016) os índices mais elevados ocorreram em outubro, novembro e dezembro de 2015 e 2016, figura 15, com incidência de seca grave (S2) em todos os meses. Essa característica esteve associada ao desenvolvimento do fenômeno El Niño nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Apesar disso,



Carvalho (2012) afirma que, não há registros específicos de seca em relação aos espaços correspondentes aos atuais estados do Maranhão, Piauí, Alagoas e Sergipe, onde as secas ocorridas nesses estados encontram-se referidas ao agregado da Região Nordeste, isto não significa que não tenham ocorrido secas nesses territórios.

**Figura 15 - Comparativo entre o 4º trimestre (2014, 2015 e 2016)**



Fonte: Monitor de Secas do Nordeste. Disponível em < <http://monitordeseccas.ana.gov.br/> >.

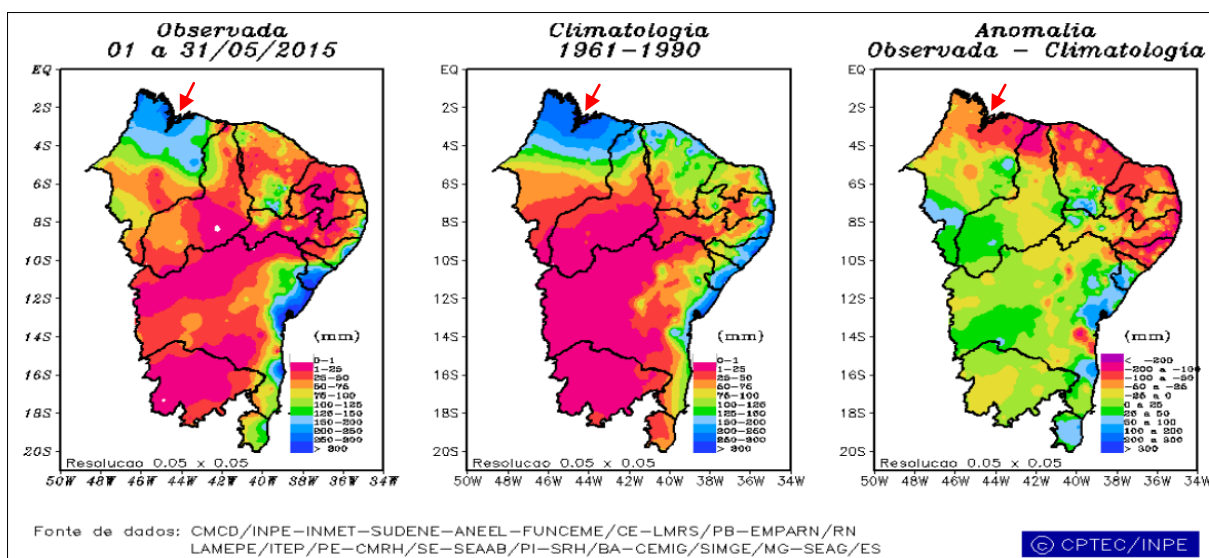
Conforme o INMET (2017), a situação de seca registrada ao longo do primeiro semestre de 2016 é recorrente na região do Nordeste Brasileiro, resultante da forte influência do El Niño que proporcionou cenários de seca extrema a excepcional, abrangendo cidades de todos os nove estados: Maranhão, Bahia, Piauí, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte.

Segundo o Monitor de Secas, em 2015 e 2016, a seca se apresentou de forma mais evidente, com déficits hídricos consideráveis em todos os meses do ano, com os valores mais preocupantes em janeiro e fevereiro dos referidos anos, que apresentou seca extrema (S3).

Conforme o IMESC (2016), em 2015, 16 municípios maranhenses decretaram situação de emergência, a saber: Nina Rodrigues, Bequimão, Anapurus, Brejo, Sítio Novo, Grajaú, Itaipava do Grajaú, Chapadinha, Arari, Vargem Grande, Timbiras, Amarante do Maranhão, Coelho Neto, Lagoa Grande do Maranhão, Tufilândia e Formosa da Serra Negra. A elevada radiação solar e as altas temperaturas (em torno de 30°C), associada à irregularidade do regime pluviométrico, contribuem para o aumento das taxas de evaporação e o agravamento das estiagens ou secas na região.

Segundo a FUNCEME (2015), na área que compreende o Centro-Norte do estado do Maranhão, as chuvas foram mais escassas e, significativamente, irregulares, em 2015, especialmente nos dois primeiros trimestres do ano, período comumente mais chuvoso nessa região, figura 16. Tal mudança pode ser observada também em maio de 2015, quando estas, em geral, variaram entre a normalidade a ligeiramente acima da média histórica em grande parte do Estado, fato que apresentou alterações em seus índices.

**Figura 16** - Precipitação mensal, normal climática e anomalia no Nordeste do Brasil (2015)



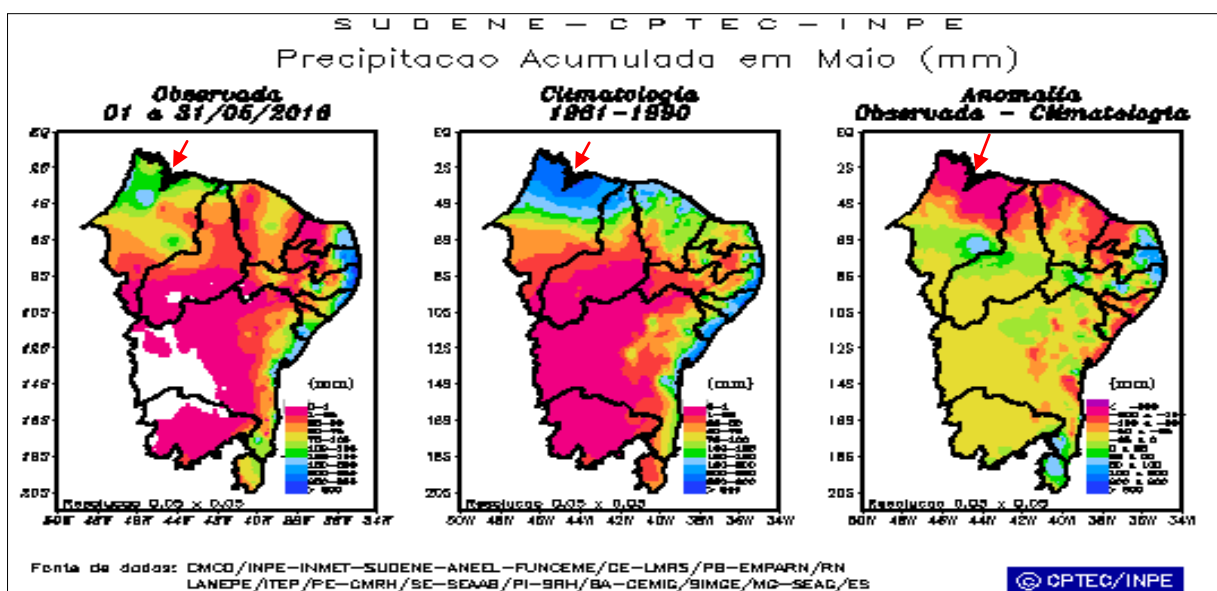
Fonte: PROCLIMA. Disponível em: <<http://proclima.cptec.inpe.br/evolprec.shtml>>.

Conforme dados do Monitor de Secas em 2015 e 2016, as chuvas ficaram abaixo da média e as temperaturas ficaram acima do normal em todos os estados do Nordeste. Para o NUGEO/UEMA (2016), no bimestre chuvoso (abril e maio de 2016) no Norte do Maranhão houve redução das categorias de seca passando de seca moderada (S1) e seca grave (S2), para seca fraca (S0) e seca moderada (S1), devido a acumulados de chuva superiores a 200 mm nessa área. Entretanto, esses dados devem ser monitorados e avaliados periodicamente, porque a ocorrência desse fenômeno pode resultar em desastre natural.

Nas considerações da CEPED (2013), para que seca se configure em desastre, é necessários uma interrupção do sistema hidrológico de forma que o fenômeno adverso atue sobre um sistema ecológico, econômico, social e cultural. Ainda segundo essa fonte, o desastre associado à seca pode ser considerado ainda como um fenômeno social, pois caracteriza uma situação de pobreza e de estagnação econômica, resultantes das implicações da escassez hídrica e da impossibilidade de desenvolver as atividades produtivas.

Em 2016, por exemplo, a área que compreende o Centro-Norte do Maranhão, as chuvas também foram mais escassas e, significativamente, irregulares, especialmente em maio, período mais chuvoso nessa região, figura 17. Conforme dados da série histórica (1961 – 1990) essa região apresenta índices elevados de precipitação, sobretudo em maio.

**Figura 17** - Precipitação mensal, normal climática e anomalia no Nordeste do Brasil (2016)

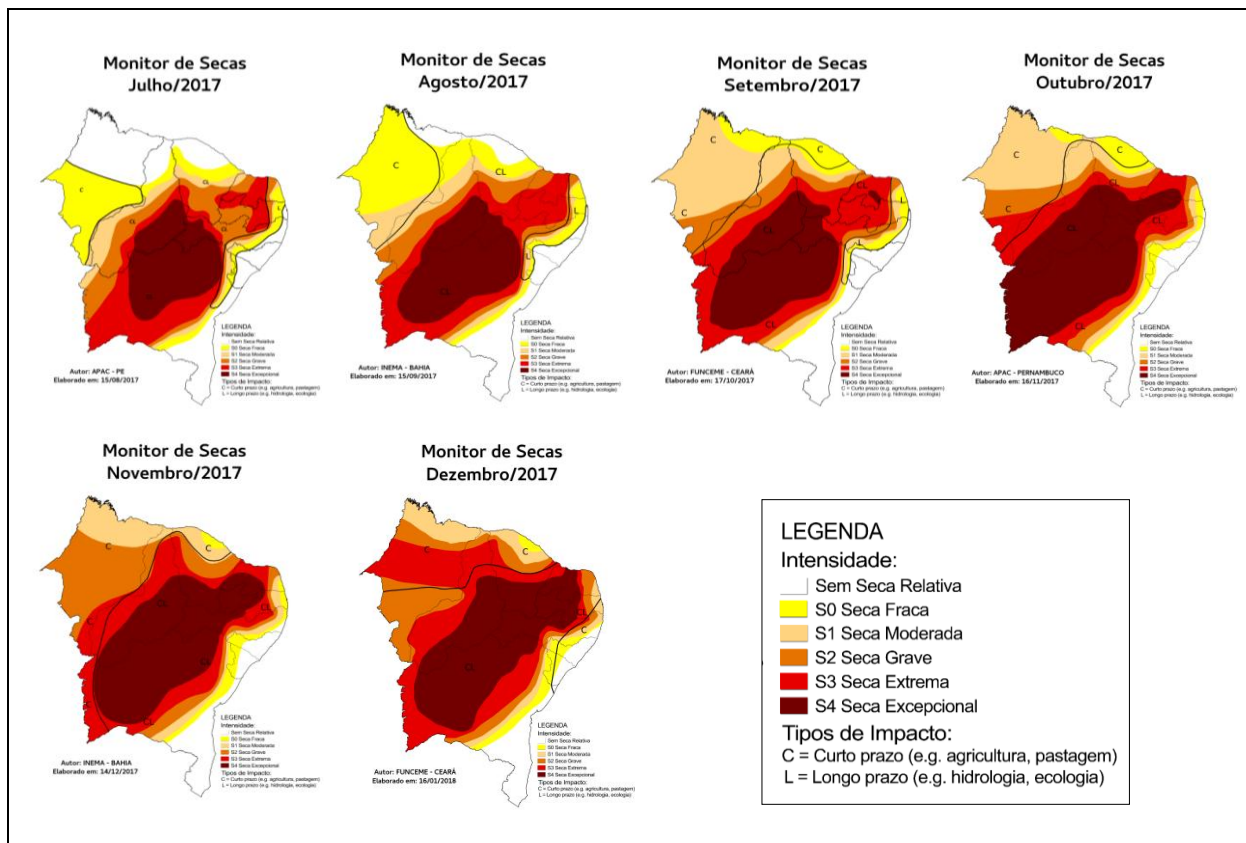


Fonte: PROCLIMA. Disponível em: <http://proclima.cptec.inpe.br/evolprec.shtml>.

Nas análises do INMET (2017), a redução da precipitação em praticamente toda a região Nordeste em 2015 e 2016, com déficit acentuado de chuva foram consideráveis. Entretanto, em 2017, as precipitações iniciaram com distribuição espacial regular no território

maranhense, contribuindo para a redução da gravidade da seca, em todo o Estado. Isso foi constatado na área estudada, sobretudo no primeiro semestre onde as chuvas se apresentaram de forma mais frequente. No segundo semestre de 2017, a ocorrência de seca foi menos intensa, figura 18, na qual se identifica os meses de julho e agosto sem seca relativa, setembro com seca fraca (S0) e o último trimestre desse ano com seca moderada (S1).

**Figura 18** - Segundo semestre de 2017 com ocorrência de secas fraca e moderada



Fonte: Monitor de Secas do Nordeste. Disponível em < <http://monitordeseccas.ana.gov.br/> >.

Diante dessa realidade, a área estudada vem apresentando características marcantes das diversas tipologias da seca, a exemplo da Meteorológica, Agrícola, Socioeconômica e Hidrológica, estudada por Carvalho (2012) e Sousa Júnior e Lacruz (2015), as quais resultam em diversas implicações sociais, econômica, ambientais.

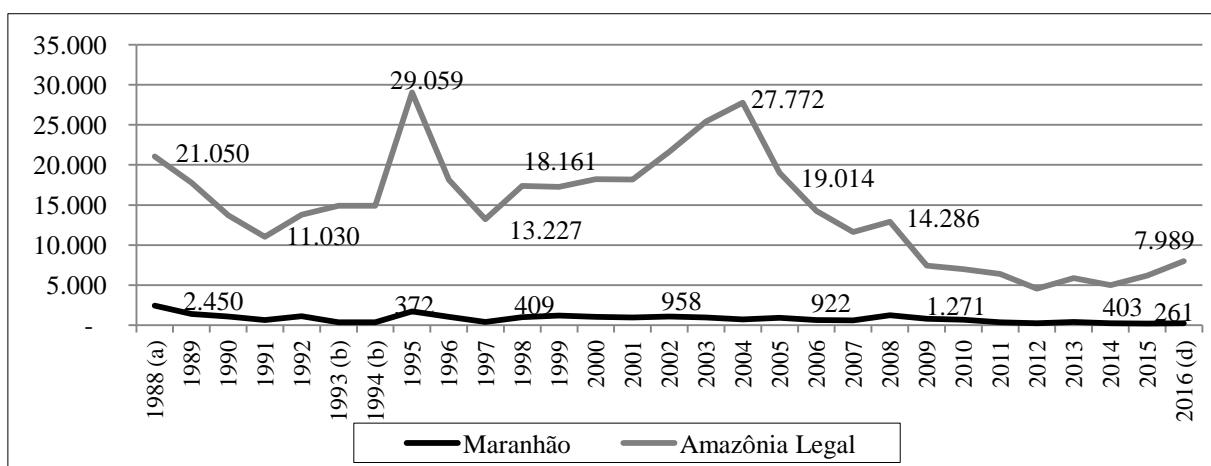
Contudo, essa constatação demanda trabalhos complementares para sua confirmação ou refutação, sobretudo com uso de metodologias apropriadas e monitoramento de outros índices, como: a capacidade de infiltração e umidade do solo, escoamento superficial e capacidade de vazão dos rios locais, insolação, temperatura e evaporação, dentre outros. Tais estudos sobre os fenômenos das estiagens e secas são fundamentais, porque poderão subsidiar o planejamento de ações proativas, sobretudo aquelas atreladas ao Estado.

### 5.3.1 Desmatamento

O desmatamento apontado pelos entrevistados é um importante componente na avaliação das condições ambientais da área estudada, porque está diretamente associado ao desenvolvimento das atividades humanas.

Sobre essa questão, o PRODES vem sistematizando dados sobre o desmatamento na Amazônia Legal e Maranhão - onde está inserida a área estudada – considerando que os índices sobre o desmatamento nessa região vêm apresentando decréscimo, gráfico 11, sendo que esses dados estão em desacordo com as informações da população entrevistada. Esse órgão disponibiliza dados específicos de alguns municípios maranhenses, porém Bequimão ainda não foi contemplado, por isso foram utilizados dados gerais da Amazônia Legal.

**Gráfico 11** - Taxas desmatamento no Maranhão e Amazônia Legal (1988-2016 km<sup>2</sup>/ano)



(a): Média entre 1977 a 1988 / (b): Média entre 1993 a 1994 / (d) Taxa estimada

Fonte: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/1988-2016>>. Adaptado por COSTA, M.; 2017.

A prática do desmatamento pode gerar alterações menos evidente, visto que estão relacionados a fatores pouco controláveis como: intensidade de chuvas, temperatura, ventos, intervenções humanas, dentre outros, podendo intensificar a perda de solos - “camada superficial da crosta terrestre suficientemente intemperizada por processos físicos, químicos e biológicos (pedogênese) para suportar o crescimento de plantas com raízes” (FLORENZANO, 2008), podendo implicar em perdas de água do solo e o agravamento da escassez hídrica em determinada região.

A perda de cobertura arbórea, em curto prazo, reduz a perda de água do solo por transpiração, pois as raízes profundas das árvores são arrancadas, bem como provoca maior escoamento das águas na superfície do solo, visto que a antiga manta amortecedora de folhas



caídas foi substituída pela terra nua (ROCHA e TOMMASELLI, 2012). Contudo, os diversos usos das margens dos campos inundáveis da área estudada, vêm se apresentando como alternativa necessária para os produtores locais, devido à dinâmica hídrica na região e suas peculiaridades socioeconômicas. Contudo, essa prática favorece o desmatamento que, em Bequimão é representado por 58,74% da área total, quadro 7, e poder intensificar os processos erosivos e o assoreamento dos ambientes hídricos dessa região.

**Quadro 7 - Desmatamento nos municípios da bacia hidrográfica do rio Aurá, até 2015**

Municípios da bacia hidrográfica do rio Aurá	Área dos territórios municipais 2015 (km <sup>2</sup> )	Área desmatada até 2015 (km <sup>2</sup> )	Percentual de desmatamento (%)
Alcântara	1.457,92	905	62,07
Bacurituba	674,512	16,2	2,40
Bequimão	797,716	468,6	58,74
Cajapió	908,729	84,9	9,34
Palmeirândia	532,164	440,5	82,78
Peri Mirim	398,72	245,9	61,67
São Bento	468,892	362,8	77,37
São João Batista	690,683	148,6	21,51
São Vicente de Ferrer	381,024	296,1	77,71

Fonte: INPE/PRODES e IBGE, 2017.

Os diversos usos dessas áreas são estabelecidos pela legislação ambiental, a saber: Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012); Lei Federal 9.605/98 em seu Art. 44 que dispõe sobre os crimes ambientais e prever penalidades específicas para os infratores e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei nº 9.985/2000) que é um conjunto de unidades de conservação (UC) federais, estaduais e municipais.

### 5.3.2 Processos erosivos e assoreamento dos ambientes hídricos

Os processos erosivos mencionados pela população entrevistada são condicionados por fatores naturais como: clima, topografia, solo, cobertura vegetal, e as ações antrópicas que podem determinar a intensidade desse processo. Conforme Ferreira e Dias (2005), a cobertura florestal em uma bacia hidrográfica contribui decisivamente para regularizar a vazão dos cursos d'água, aumentar a capacidade de armazenamento nas microbacias, reduzir a erosão, diminuir a ocorrência das inundações e mantém a qualidade da água. A chuva é considerada o principal elemento climático de importância direta nesse processo, podendo intensificar o escoamento superficial, no período chuvoso onde a intensidade e frequência das precipitações são mais acentuadas.

Outro elemento importante nesse processo são as características do relevo da área estudada, que apresenta declividade entre 0° a 10° e altimetria de 0 a 90 metros. Esse fato pode favorecer o escoamento superficial, assim como o processo erosivo e, por conseguinte o assoreamento dos ambientes hídricos dessa região. Para Christofolletti (1980), as vertentes apresentam alta complexidade em seu funcionamento, onde a declividade elevada pode intensificar a velocidade da água e aumentar sua turbidez e assorear os corpos d'água locais, por isso essas áreas necessitam de atenção, sobretudo no controle do desmatamento, visto que a cobertura vegetal é capaz de segurar a vazão do rio, atenuando as enchentes no período chuvoso e amenizando as vazões no período de estiagem.

Os processos erosivos e o assoreamento dos ambientes hídricos locais estão associados, em geral, a supressão vegetal, sobretudo das matas ciliares. Essa prática deixa os solos sem proteção aos impactos direto das gotas da água, além do aumento do escoamento superficial e, por conseguinte na diminuição da infiltração. A capacidade de transporte da água que escoam superficialmente depende do volume de água, declividade do terreno e do quantitativo da vegetação, podendo ser difuso ou concentrado.

Segundo Martins Filho (2008), os processos erosivos quando ocorrem naturalmente desgastam os solos lentamente, porém, com as atividades humanas esta taxa de erosão pode ser aumentada de 200 a 2.000 vezes (erosão acelerada), provocando inicialmente as microrravinas, figura 19, as quais podem ser identificadas, sobretudo nas áreas de pastagens que se referem à cobertura vegetal nativa e/ou plantada. No entender de Marques Junior (2005), a erosão refere-se ao desalojamento de sedimentos que serão transportados de um determinado local e posteriormente depositado numa região de sedimentação, sendo causada por quatro agentes principais: gravidade, ação glacial, água corrente e vento.

**Figura 19** - Sulcos e ravina formados pelo escoamento concentrado da água pluvial



Para Guerra e Jorge (2013), a erosão dos solos é um fenômeno natural, sendo a principal responsável pela esculturação do relevo terrestre. Ainda segundo esses autores, diversos outros problemas estão correlacionados com esse fenômeno, a exemplo da diminuição da quantidade de nutrientes no topo do solo onde esse processo ocorre; redução da penetração das raízes e do armazenamento de água, diminuição das áreas a serem utilizadas para agricultura e pecuária, aumento do assoreamento e poluição dos ambientes hídricos.

Florenzano (2008) lembra que, no caso da água corrente, inicialmente o fluxo é difuso, provocando a erosão laminar, seguido do fluxo linear, quando começa uma concentração de fluxos de água. O desenvolvimento de microrravinas é o terceiro estágio da evolução do escoamento superficial, fato que demanda controle na área mostrada.

A cobertura vegetal sobre os solos apresenta-se como um importante elemento de contenção da erosão hídrica, principalmente nas margens dos ambientes fluviais, as quais tem a função de minimizar o deslocamento dos sedimentos, evitando o assoreamento dos rios e dos campos inundáveis locais. Para Casseti (2005), as principais razões do escoamento superficial são a baixa densidade ou ausência da cobertura vegetal; a declividade, quando permite o desenvolvimento da componente paralela; o comportamento do material de superfície; a intensidade e duração das chuvas, dentre outras variáveis.

Outra questão relevante nesse processo e mencionada pelos entrevistados é a construção e recuperação das estradas, nas quais são usadas piçarra – tipo de material (sedimentos) que serve para o revestimento das mesmas. Esses sedimentos são facilmente transportados pelo vento e chuvas para o leito dos rios e, posteriormente, para as áreas dos campos inundáveis, favorecendo o processo de assoreamento.

No entender de Divanor (2016), além de não chover o suficiente nos últimos anos, o desmatamento e a quantidade de piçarra colocadas nas estradas tem contribuído muito para “entupir” ou assorear os ambientes hídricos da região. As alterações ambientais resultantes das práticas humanas podem gerar consequências desastrosas sobre os ecossistemas locais, especialmente aos aquáticos que apresentam baixa resiliência.

O assoreamento dos cursos d’água (sobretudo as áreas dos campos inundáveis) estar sendo favorecida pela supressão da mata ciliar – vegetação que acompanha as margens dos ambientes hídricos e funcionam como reguladores do fluxo de água, sedimentos e nutrientes entre as áreas mais altas da bacia hidrográfica e o ecossistema aquático desempenha uma ação eficaz na filtragem superficial de sedimentos, além de reter por absorção, nutrientes e poluentes, transportados em solução durante o escoamento superficial (FERREIRA e DIAS, 2005), sendo que essas áreas são propícias para o cultivo de pastagens exóticas.

Na área estudada, essa formação florestal é condicionada pela sazonalidade das chuvas e pelos diversos usos antrópicos. Todavia, a conservação desses ambientes é fundamental visto que garante a estabilidade das áreas de drenagem, evitando a perda de solos e, por conseguinte, o assoreamento dos rios, que é uma problemática muito comum na região.

O assoreamento é um processo natural que sempre ocorreu na superfície terrestre e se constitui através do processo de acúmulo de sedimentos resultante da erosão dos solos e rochas. Entretanto, esse processo é favorecido, sobretudo pela retirada da mata ciliar, escoamento superficial intenso, ações dos ventos, além dos processos químicos e físicos, os quais desagregam sedimentos que serão transportados para os leitos fluviais.

Conforme os entrevistados, o escoamento superficial mais intenso na área estudada, tem relação com a construção de açudes e barragens sem planejamentos específicos, a exemplo da Barragem Maria Rita, construída na década de 1990, na porção sul de Bequimão, os quais podem está interferindo na dinâmica hídrica local e no processo de assoreamento dos campos inundáveis.

Nas considerações de Casseti (2005), os agentes do intemperismo, representados principalmente pelo escoamento superficial (erosão laminar e concentrada), além de responder por assoreamento do sistema de drenagem, promovem deficiência hídrica no solo, com reflexos na intermitência ou efemeridade dos canais fluviais. Para esse autor, o desmatamento acelera o processo erosivo, com perdas de solo, levando ao assoreamento de canais (elevação do nível de base), podendo comprometer a vida útil de barragens e açudes e gerar problemas em todo o sistema fluvial, a exemplo do que vem ocorrendo na área estudada.

### **5.3.3 Construção de barragens e açudes na área dos campos inundáveis**

As intervenções humanas nos ambientes hídricos da área estudada, a exemplo da construção de barramentos e açudes é uma prática recorrente que, em geral, não está atrelada a critérios técnicos específicos e nem considera as legislações ambientais que estabelecem regras de usos desses ambientes. Esse fato compromete os objetivos desses empreendimentos, os quais não têm solucionado os problemas com a escassez hídrica local, que está associada aos longos períodos de estiagens ou secas ocorridas nessa região.

Os longos períodos de déficits pluviométricos (ocorridos especialmente nos anos entre 2012 a 2016) favoreceu as intervenções humanas nos campos inundáveis, de forma mais intensa, principalmente através das associações sindicais e gestores municipais, foto 8. Apesar disso, Barbosa (2016) afirma que, a escassez hídrica na região tem relação direta com a falta

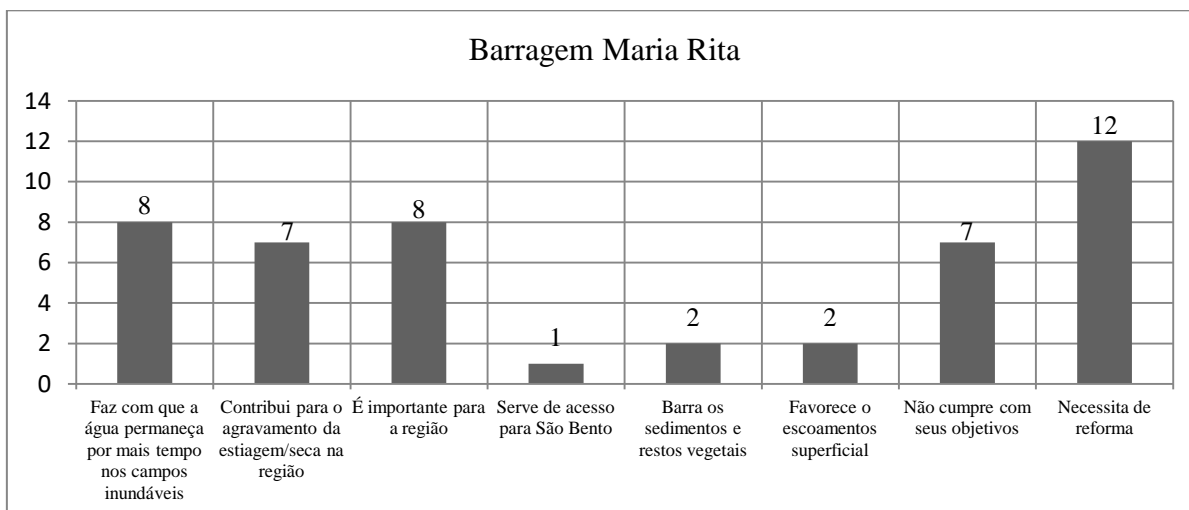
de infraestrutura capaz de conter a água doce por mais tempo nos ambientes hídricos. Isso ocorre porque, a barragem Maria Rita não cumpre com seus objetivos que seria reter água doce nos campos inundáveis por mais tempo, porque não foi concluído seu percurso que seria de Bequimão a São Bento.

**Foto 8** - Etapa de construção de açudes pelo poder público municipal de Bequimão (2016)



A construção de diversos barramentos e açudes tem sido a alternativa encontrada pela população para conviver melhor com a escassez hídrica local. A maioria da população entrevistada (80%) concorda com a construção de açudes e 20% afirmam que essas alternativas não são capazes de resolver o problema da falta de água, apenas amenizam o problema e podem gerar conflitos de usos, pois, a inserção desses empreendimentos resulta na individualização de áreas de uso coletivo, dentre outras questões correlacionadas, gráfico 12.

**Gráfico 12** - Considerações sobre a importância da Barragem Maria Rita



O entendimento sobre a importância da Barragem Maria Rita apresenta contradições entre os entrevistados, pois muitos afirmam que esse empreendimento favorece a permanência dos recursos hídricos na área dos campos inundáveis por maior tempo e, outra parcela da população não concorda com essa afirmativa, pontuando que essa barragem favorece o escoamento superficial, agravando o processo de escassez hídrica.

Sobre essa questão, a Sra. Lauzita, moradora do povoado Jacioca I, afirma que, quando construíram esse empreendimento melhorou consideravelmente a questão da falta de água na região, porque os campos inundáveis não secavam completamente. Porém, “agora a barragem não serve pra nada. A seca tem castigado muito a população e, se o governo não tomar uma providência, vai ficar muito difícil para se criar alguma coisa nessa região, porque no período que seca, morre muitos animais e aves, além dos peixes que se acabam no seco”.

De acordo com os entrevistados, os gestores dos municípios de Alcântara, Bequimão, Palmeirândia, Peri Mirim e São Bento juntamente com o governo Estadual e Federal, deveriam unir forças e recursos financeiros para concluir a Barragem Maria Rita, caso contrário, a população dessa região, que já é pobre, ficará futuramente em condições socioeconômicas preocupantes.

Entretanto, a conclusão e recuperação dessa barragem geram preocupações, especialmente no que se refere ao período de chuvas mais intensas. Segundo José do Carmo (2016), morador do povoado de Vila do Meio, caso o percurso da Barragem Maria Rita seja concluída sem um planejamento adequado, os problemas com alagamentos e inundações será uma realidade, resultando em problemas mais graves que a escassez hídrica, sobretudo para a pecuária extensiva – que ficará sem áreas de pastagem, e a população residente nas margens dos campos inundáveis, que poderá ter suas casas inundadas.

Segundo informações da população local, quando essa barragem foi construída, na década de 1990, houve alagamento de algumas áreas ribeirinhas, sendo necessário, a população inserir canais para favorecer o escoamento da água. Atualmente isso não ocorre, ao contrário, o escoamento superficial tem sido muito intenso, pois as áreas inundáveis tem secado muito rápido.

Nas observações realizadas *in loco* na referida barragem, figura 20, pôde-se constatar que esse empreendimento realmente não cumpre com os objetivos propostos, porque os espaços de fluxo de água (“boca” - denominado localmente) encontram-se no mesmo nível altimétrico da área dos campos inundáveis, fato que, segundo os entrevistados, favorece o avanço das águas salinas - águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰ (MMA, 2005) - em período de maré de sizígia, resultando na salinização dos ambientes de água doce - águas com



salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ (MMA, 2005). Esse fato favorece ainda o escoamento superficial através desses canais, agravando a escassez hídrica a montante desse barramento.

**Figura 20** - Situação da Barragem Maria Rita construída na década de 1990



Em geral, essas intervenções são importantes para minimizar o problema da escassez hídrica, porém no caso analisado não tem solucionado a questão da falta de água no período de estiagem/seca. Os açudes construídos na área apresentam pouca profundidade (em média 2 metros), e favorecem o assoreamento da planície de inundação devido o acúmulo de sedimento em suas margens, figura 21, e imprimem no ambiente local diversas alterações.

Essa prática poderá ainda, intensificar as estiagens e/ou secas nessa área. Segundo o CEPED (2013), a situação de secas e de estiagens em determinadas regiões, não são necessariamente consequências somente de índices pluviiais abaixo da média e de teores de umidade de solos e ar deficitários, mas sim do uso inadequados dos corpos hídricos e de toda a área da bacia hidrográfica, o que resulta de ações desordenadas no ambiente.

**Figura 21** - Intervenções humanas nos campos inundáveis (jan/2017)





Para Basílio (2016), morador do povoado Vila do Meio, essas questões ocorrem por falta de compromisso dos governantes, porque realizam as obras sem critérios técnicos e, não acompanham a evoluções dos problemas correlacionados a esses empreendimentos.

Mesmo assim, a população entrevistada, afirma que uma das alternativas para solucionar a questão da escassez hídrica nessa região, seria recuperar a Barragem Maria Rita (26,33%); promover uma dragagem (33,33%) e construção de mais açudes públicos (40%) na área dos campos inundáveis, prática que vem se intensificando na área.

#### **5.3.4 Barramentos na bacia hidrográfica do rio Aurá e sua influência sobre a escassez hídrica na porção sul do município de Bequimão**

O rio Aurá banha áreas dos municípios de Alcântara, Bacurituba, Bequimão, Cajapió, São Bento, São Vicente de Ferrer, Palmeirândia e Peri Mirim, tendo grande influência na disponibilidade hídrica dessa região. Todavia, há décadas vem sendo construídas diversas barragens nessa bacia hidrográfica, com objetivos diversos e extensões consideráveis, a exemplo da barragem que interliga os municípios de São Bento - Bacurituba (MA-310); Cajapió - São Vicente de Ferrer (MA-313) e Bequimão - São Bento (Barragem Maria Rita) que permite o acesso entre esses dois municípios no período da estiagem/seca.

A inserção desses empreendimentos vem alterando a hidrodinâmica natural desse rio, comprometendo o fluxo natural tanto do rio principal, quanto de seus afluentes. Essas intervenções poderão resultar em diversas transformações no ambiente, a exemplo da alteração no sistema hidrológico lótico para lântico.

Segundo Christofolletti (1980), os rios funcionam como canais de escoamento fluvial, sendo parte integrante do ciclo hidrológico e, sua alimentação ocorre através das águas tanto superficiais, quanto subterrâneas. Essa prática deve seguir critérios preestabelecidos pelos órgãos oficiais, além de ser objeto de avaliação e monitoramento constante, sobretudo na área estudada que está inserida em duas Unidades de Conservação e na conversão Ramsar.

Essas intervenções, em geral, são realizadas sem o devido planejamento fato que poderá resultar em mudanças significativas ao ambiente dessa região, a exemplo da escassez hídrica que vem ocorrendo à jusante do barramento entre São Bento e Bacurituba (MA-310) e a permanência de água a montante desse empreendimento, figura 22 e 23.

Os municípios mais atingidos pela escassez hídrica, potencializada por essas ações, são Palmeirândia, Peri Mirim, porção sul de Alcântara e Bequimão. Isso ocorre porque

logo que se encerra o período chuvoso, em geral, entre junho/julho, são inseridos novos barramentos nos canais de fluxo de água na MA-310, com o intuito de reter a água do rio Aurá a montante desse empreendimento.

Segundo informações obtidas com os pescadores no local, essas ações são executadas pela Prefeitura Municipal de São Bento juntamente com a associação de pescadores desse município, sendo imprescindível para a manutenção das atividades produtivas a montante desses barramentos. Entretanto, essa prática compromete a disponibilidade hídrica a jusante, potencializando a escassez hídrica na área estudada, fato preocupante porque sua ocorrência compromete o desenvolvimento das atividades produtivas e agrava ainda mais a situação socioeconômica da população do município de Bequimão.

**Figura 22** – Inserção de barramentos secundários: MA 310. Registro em 02/12/2016



Apesar dessas questões, é importante mencionar que, para uma melhor avaliação das práticas supramencionadas e a ocorrência de períodos prolongados de estiagens e secas na região, tanto em termos espacial quanto temporais, são necessários dados relacionados a esses fenômenos, com melhor qualidade e em quantidade adequada, assim como outros estudos que compreenda, especificamente, as características geoambientais da bacia hidrográfica do rio Aurá e os diversos usos dos recursos naturais.

Todavia, para comprovar a relação mencionada anteriormente, é importante que haja o estabelecimento de metodologias apropriadas de análise e a escolha de indicadores que possam subsidiar estudos futuros. Tais estudos poderão propor ações mais específicas para enfrentar a situação de escassez hídrica na região, e formas distintas de melhor conviver com eventos extremos, associados, sobretudo aos períodos de estiagens e secas, assim como instrumentos que possam preservar a segurança hídrica de toda a população dessa região.

**Figura 23** – Situação hídrica e intervenções antropogênicas na bacia hidrográfica do rio Aurá, no mesmo período (01/12/2016 e 02/12/2016)





A questão supramencionada deve ser objeto de ações do poder público, no intuito de avaliar tal prática e, interpretar as mudanças em toda a bacia hidrográfica do rio Aurá, assim como suas consequências para as populações que dependem dos recursos naturais.

Diante do exposto, é importante que sejam criados Planos de Recursos Hídricos para a bacia hidrográfica do rio Aurá, conforme estabelece a Lei nº 9.433/1997, que são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o Gerenciamento dos Recursos Hídricos. O Artigo 7º dessa legislação estabelece que, esses planos sejam de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e terão o seguinte conteúdo:

- I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- II - análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
- IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;
- X - propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos. (BRASIL, 1997).

É importante ainda que sejam criados, os comitês da referida bacia hidrográfica, para que se tenha uma gestão compartilhada, conforme estabelecidos nos artigos 37, 38, 39 e 40 da lei supramencionada. Esses comitês terão como área de atuação:

- I - a totalidade de uma bacia hidrográfica;
- II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou
- III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas (BRASIL, 1997, Art. 37).

De acordo com o Art. 38 da referida lei, é competência dos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

- I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;
- II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;
- III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;
- IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes [...]. (BRASIL, 1997).

É fundamental que seja criado ainda, um programa de revitalização da bacia hidrográfica do rio Aurá, com o objetivo de recuperar, conservar e preservar suas características geoambientais e promova o uso sustentável dos recursos naturais.

#### 5.4 Mudanças na paisagem dos campos inundáveis e sua relação com a estiagem e seca

Historicamente, o processo de ocupação humana na área dos campos inundáveis e adjacências, da área estudada, assim como em grande parte do planeta Terra, ocorreram nas proximidades dos ambientes hídricos, porque a disponibilidade de água é indispensável para a sobrevivência humana e favorece o desenvolvimento das atividades produtivas.

As transformações nas paisagens locais são significativas, sobretudo resultantes da intervenção humana e da dinâmica hídrica, figura 24. Essa paisagem é bastante diversificada, determinada especialmente pelas características do relevo, que apresentam contrastes entre a planície fluviais, colinas suaves e tabuleiros.

**Figura 24** - Paisagem dos campos inundáveis em períodos de cheias e estiagens/secas



Abril, 2016

Novembro, 2016

Todavia, as diversas atividades antrópicas, embora sejam essenciais para desenvolvimento econômico e manutenção das populações locais, têm causado significativas modificações no ambiente natural, sobretudo nas margens dos campos inundáveis. Essas áreas são mais propícias aos diversos usos, em detrimento das encostas que apresentam maiores dificuldades quanto ao manejo da pastagem e da agricultura itinerante, por apresentarem declividade considerável. Em geral, o uso das encostas é deixado em segundo plano, o que favorece a conservação ou preservação de algumas florestas naturais.

A intervenção humana local está diretamente vinculada à inserção de cercas nas áreas de matas ciliares, construções de açudes e barramentos, inserção da rede elétrica e construções de retiros e/ou “ritiros” como denominado regionalmente, figura 25, as quais vêm individualizando diversos espaços de usos coletivos. Os retiros são residências fixas e/ou temporárias onde os pequenos produtores desenvolvem suas atividades da pesca artesanal e

criação de animais e aves. Essas construções são mais evidentes na margem da Barragem Maria Rita em um lugar denominado “Pacaú”, onde foram observadas várias unidades, com padrões de construções diversificadas.

**Figura 25** – Alterações ambientais na área dos campos inundáveis



Os retiros são uma forma viável para o incremento das atividades produtivas da área estudada, especialmente no período prolongado de estiagem e/ou seca. Nesses ambientes foi observada uma interação simbiótica entre diversas espécies, inclusive a humana, figura 26.

**Figura 26** - Paisagens associadas à construção e dinâmicas dos retiros na área estudada



Sobre esse tipo de moradia, Galvão (1955) mencionou que o *habitat* rural comumente encontra na Baixada Maranhense, eram as residências isoladas dos vaqueiros, os quais estavam intimamente ligados ao desenvolvimento da drenagem de região, denominadas



de “casa-jirau” ou “ritiros” como denominadas na área estudada. Essas construções são construídas de palha da palmeira de babaçu, sobre estacas, oriundas em geral, de mangues e o assoalho construído com troncos de palmeiras (babaçu, tucum ou juçareira).

Para o entrevistado Basílio (2017), a construção de retiros é fundamental para o desenvolvimento da pecuária extensiva e, foram utilizados por diversas famílias ao longo dos tempos. No entender da Sra. Lauzita (2017), de 63 anos de idade, que nascera em um retiro no Pacaú e, morou por muitos anos nesse lugar, nessa época havia 13 famílias que viviam nesse tipo de residência. Para essa entrevistada, a história de ocupação do Pacaú, possivelmente antecede o século XX, e as residências sempre se caracterizaram por construções de retiros.

Meu pai Júlio Costa nasceu em Pacaú em 1926, viveu grande parte de sua vida em retiro que era sua residência fixa. Casou e teve 9 filho nesse lugar. Nessa época, moravam nesse lugar 13 famílias que viviam da pesca e criação de animais e aves. Quando chegava o inverno, agente colocavam o gado para beira de terra que ficavam por lá durante a cheia. Os porcos eram colocados para o mangue porque não ficava cheio e voltavam todos os dias para o retiro. Hoje é diferente, pois as pessoas que moram por lá possuem residência em outros povoados em beira de terra. Agente era acostumado com essa vida, e quase ninguém ficava doente, apesar de viver juntos com animais e aves e dentro do campo. Muitas das nossas coisas eram feitas com a própria água do campo, como o banho (Entrevista realizada em 20/05/2017).

Sobre a questão da ocorrência de períodos prolongados de estiagens ou secas, a Sra. Lauzita afirma que, esses fenômenos sempre existiram nessa região, com intensidades variadas, ou seja, tem anos que se apresenta de forma mais intensa e outros não. O que ocorre na atualidade é que “*os rios e igarapés estão entupidos*”, ou seja, assoreados. Segundo essa entrevistada, na época em que morava no Pacaú havia um igarapé muito profundo (hoje denominado de rio da Mata), que era uma reserva de água e pescados. Atualmente esse rio está completamente assoreado, o que favorece a escassez hídrica local.

No período da seca, a população se reunia e fazia uma tapagem para não secar esse igarapé e prender os peixes que eram muitos. Era comum a população secar os peixes para comer no período de falta de alimentos. Na época da seca, os animais iam para o mangue atrás de alimento e vinham beber água no retiro. A água para os animais beber, agente ia buscar em povoados em beira de terra e trazia em animais. Nesse tempo tinha muita pastagem, porque poucas pessoas tinham condições de ter gado, pois a população era muito pobre. Hoje quase todo mundo tem aposentadorias ou bolsa família e pode comprar gado. Agora está bem melhor, se não fosse à seca, que acaba com quase tudo, seria bem melhor (LAUZITA, 2017).

É perceptível que a ocorrência ou não de seca na área estudada, desperta dúvidas na população local. Nas considerações do Sr. José do Carmo (2016) - que é vaqueiro há mais de 40 anos, na região não há seca típica, como ocorre no semiárido nordestino.

A estiagem ou seca como muitos consideram aqui, pode ser considerada normal, mas tem anos que é mais grave, e atrapalha muito nossa vida. Eu quero saber o resultado dessa pesquisa para entender porque tem anos mais secos e outros não e, o que a população daqui está considerando, se é estiagem ou seca.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa fez-se uma abordagem sobre os fenômenos da estiagem e seca na porção sul do município de Bequimão-MA e sua relação com a construção de barramentos na bacia hidrográfica do rio Aurá. Para subsidiar a análise, foi fundamental caracterizar os aspectos geoambientais do referido município e, por conseguinte da área estudada, identificar a ocorrência dos referidos fenômenos e suas causas geradoras e, detectar as principais mudanças na paisagem dos campos inundáveis, associadas à ocorrência das estiagens e secas.

Os resultados e discussão sistematizados nesta pesquisa consideraram dados e informações adquiridos em campos, através das entrevistas formais e abertas, com moradores da área estudada e, os adquiridos juntos aos órgãos oficiais, resultando no alcance dos objetivos propostos, apesar das inúmeras dificuldades na aquisição de dados sistemáticos sobre a pluviometria da região, que ainda são bastante inconsistentes e de difícil acesso.

A disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Aurá e, por conseguinte da porção sul do município de Bequimão está associada à dinâmica pluviométrica da região, que apresenta dois períodos bem distintos. Em geral, há elevados índices de precipitação pluviométrica no primeiro semestre de cada ano e, período prolongado de estiagem no segundo semestre – os quais vêm corroborando para a ocorrência das tipologias de secas.

A ocorrência de anos com precipitações abaixo da média/anual para a região, sobretudo, nos anos de 2007, 2010, 2012 a 2016, apresentaram particularidades marcantes das secas: Meteorológica, Agrícola, Socioeconômica e Hidrológica. Essas tipologias se diferenciam porque, a seca meteorológica se caracteriza, especialmente, por seus aspectos naturais (fenômeno físico) e, tem sua ocorrência associada à dinâmica, tanto espacial quanto temporal das precipitações. As secas agrícola, hidrológica e socioeconômica, podem ser identificadas pelas demandas da sociedade e do ambiente, as quais podem ser influenciadas pela precipitação abaixo da média/anual, incluindo precipitações mais intensas, porém menos frequentes, mas também pela gestão inadequada dos ambientes hídricos e a erosão do solo, os quais podem causar ou aumentar a incidência desses tipos de secas.

Contudo, essa constatação demanda trabalhos complementares para sua confirmação ou refutação, principalmente com uso de metodologias apropriadas e monitoramento de outros índices, como: a capacidade de infiltração e umidade do solo, escoamento superficial e capacidade de vazão dos rios locais, insolação, temperatura e evaporação, dentre outros. Esses estudos são fundamentais, porque poderão subsidiar o planejamento de ações proativas, sobretudo aquelas atreladas ao Estado.

O registro de secas no período analisado também foi constatado tanto por órgãos oficiais quanto pela população local. Em 2007, 2010, 2012 a 2016 a Precipitação Acumulada/Média/Ano (mm) ficaram abaixo da média para região, que é de 2050 e 2250 mm (Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990). Os índices de precipitação dos referidos anos correspondem respectivamente a: 1.579, 1.757, 971, 1.526, 1.635 e 1598 mm/ano e, as temperaturas apresentaram índices elevados (média 27 a 30,89 °C). Esse fato pode estar associado predominantemente às variações de padrões de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre os oceanos tropicais, os quais afetam a posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico, assim como às anomalias de temperatura observadas no Oceano Pacífico, que resultam em anos de La Niña e/ou El Niño.

A disponibilidade de água é de extrema importância para a manutenção da vida, com relevância para as sociedades humanas e, sua escassez é preocupante porque resulta em implicações significativas na economia das populações atingidas. Esse fato é comumente observado na área estudada, porque as principais atividades produtivas locais possuem relação direta com a disponibilidade dos recursos naturais, com ênfase aos hídricos e áreas de pastagens naturais. Em anos de períodos prolongados de estiagens e/ou secas, os pequenos produtores perdem sua produção e/ou diminuem sua produtividade, porque são obrigados a vendê-la com baixo preço, resultando em rendimento econômico extremamente reduzido.

Essa realidade poderá agravar as questões socioeconômicas locais, podendo ainda comprometer a segurança alimentar das populações atingidas. Esse fato tem favorecido ainda as transformações na paisagem local, pois condiciona adaptações da vegetação, redução da água no solo e na superfície e, têm forçado a população a promover alterações no ambiente, com a escavação de açudes e inserção de barramentos, no intuito de minimizar o problema com a escassez hídrica, sobretudo sobre a população e as atividades produtivas.

O desmatamento e as diversas práticas de usos dos solos podem favorecer a escassez hídrica local, fato que requer estudos mais aprimorados para entender essa relação, tanto quantitativa quanto qualitativamente, e sua relação com a incidência dos fenômenos ora estudados. Igualmente, a construção de barramentos, açudes e dragagem na área dos campos inundáveis podem configurar como alternativas viáveis para minimizar a questão da escassez hídrica, porém essa prática necessita de planejamento específico, considerando a legislação ambiental vigente no Brasil e as peculiaridades sociais, econômicas e ambientais dessa região.

A inserção desses empreendimentos sem planejamento específico na região vem resultando em diversas mudanças na paisagem e, se não forem monitorados e avaliados periodicamente, poderão resultar em diversas implicações ambientais, podendo favorecer o

assoreamento dos ambientes hídricos, devido o acúmulo de sedimento nas proximidades desses empreendimentos e comprometer a dinâmica hídrica da bacia hidrográfica do rio Aurá.

Segundo os entrevistados, essa prática é importante para a reserva de água e pescados no período das estiagens e/ou secas e, menciona a importância de recuperação da barragem Maria Rita. Entretanto, a recuperação dessa barragem gera preocupações, porque se não planejada adequadamente poderá favorecer as inundações de áreas habitáveis e agricultáveis, como ocorreu no ano de sua construção (1990), momento em que foi necessário a população construir alguns canais nesse empreendimento para favorecer o escoamento da água no período chuvoso.

As principais mudanças observadas na paisagem local são significativas, sobretudo resultantes da intervenção humana, a exemplo da inserção de retiros, construção de cercas e cultivos de pastagens nativas em áreas de matas ciliares, além de inúmeros açudes e barramentos na área dos campos inundáveis, dentre outras. As diversas atividades antrópicas, embora sejam essenciais para a manutenção das populações, têm causado significativas alterações no ambiente natural, sobretudo na área dos campos inundáveis e adjacências. A dinâmica pluviométrica da região também proporciona significativa mudança na paisagem local, porque apresenta no período chuvoso uma paisagem com elevada biodiversidade e outra sem condições para o desenvolvimento de inúmeras espécies, especialmente as aquáticas.

Vale ressaltar que, o tema ora proposto é relevante, pois ainda é pouco estudado no Maranhão, e corrobora com a afirmação dos órgãos oficiais ao afirmarem que os períodos prolongados de estiagens e secas vêm se intensificando na referida região. O conhecimento, monitoramento e avaliação desses fenômenos, tanto em escala espacial quanto temporal, são importantes instrumentos capazes de subsidiar a elaboração de políticas públicas, com intuito de minimizar os problemas correlacionados, sobretudo àqueles associados ao planejamento e gestão dos recursos hídricos, assim como o desenvolvimento de ações proativas.

É importante destacar ainda que, a área estudada não possui Estação de Monitoramento das Condições Hidrometeorológicas, porém faz-se necessário a criação de tal instrumento, devido à necessidade de monitorar de forma sistemática os dados pluviométricos dessa área e suas variações anuais e interanuais. Igualmente, a identificação de alterações no regime de fluxo natural da bacia hidrográfica do rio Aurá resultante das intervenções humanas, pode ser um instrumento eficiente na tomada de decisão e na elaboração de ações de preservação e conservação dos seus recursos naturais, além de estudos complementares, com aplicação de metodologias específicas, os quais poderão sistematizar novos dados e informações sobre os fenômenos das estiagens e secas, tanto a nível local quanto regional.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil – 2005**. Disponível em < <http://www2.ana.gov.br/>>. Acesso: 15/02/2017.

\_\_\_\_\_. **Monitor de Secas do Nordeste do Brasil - 2016**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/>>. Acesso em: 29/09/2016.

\_\_\_\_\_. **Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental - 2016**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/>>. Acesso em: 29/09/2016.

AMBRIZZI, T. **Variabilidade da Temperatura da Superfície do Mar no Oceano Atlântico Sul**. Disponível em: < <http://www.sbmet.org.br/>>. Acesso em: 29/10/2016.

ARAÚJO, D. B. de. **Sumário Geológico e Setores em oferta**. ANP: 2015.

AUGUSTO, L. G. da S.; GURGEL, I. G. D.; CÂMARA NETO, H. F.; MELO, C. H. de.; COSTA, A. M. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6):1511-1522, 2012.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos; coordenação editorial de Antonio Christofolletti. – 10ª ed. – Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2004.

AZEVEDO, L. G. T. de. Integração de bacias hidrográficas. *In*: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Brasil), Agência Nacional de Águas. **A Questão da Água no Nordeste / – Brasília, DF: CGEE, 2012.**

BANCO MUNDIAL. **Monitor de Secas do Nordeste, em busca de um novo paradigma para a gestão de secas**. – 1ª Edição – Brasília – 2015.

BANDEIRA, I. C. N. **Geodiversidade do estado do Maranhão / Organização Iris Celeste Nascimento**. – Teresina : CPRM, 2013.

BARBOSA, W. **Entrevista realiza em 30/12/2016 em Mojó**. Bequimão-MA: 2016.

BARBOSA, B. **Entrevista realiza em 18/01/2017, em Vila do Meio**. Bequimão-MA, 2017.

BARRETO, P. H. **História – Seca, fenômeno secular na vida dos nordestinos – 2009**. Disponível em < <http://ipea.gov.br/>>. Acesso em: 15/02/2017.

BEQUIMÃO. **Lei Municipal nº 02/2003 em 09 de junho de 2003**. Bequimão-MA, 2003.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: **esboço metodológico**. R. RA'E GA, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Editora UFPR.

BRAGA, B., PORTO, M.; TUCCI, C. Monitoramento da quantidade e qualidade das águas. *In*: Rebouças, A., Braga, B.; Tundisi, J.G. (Org): **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. Escrituras Editora, São Paulo, 2006. (3ª edição).

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Disponível em <<http://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 10/09/2016.

\_\_\_\_\_. **Código Florestal Brasileiro. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm)>. Acesso: 16/12/2016.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Lei de Política Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/>> Acesso em: 28/01/2017.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.** Disponível em <<http://www.planalto.gov.br/>>. Acesso: 10/02/2018

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Disponível:<<http://www.planalto.gov.br/>>. Acesso: 22/05/2017.

\_\_\_\_\_. **Constituição da Republica Federativa do Brasil.** Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988>>. Acesso em 28/10/2017.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em 28/10/2017.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm)>. Acesso em 28/10/2017.

\_\_\_\_\_. **MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME. Bolsa família.** Disponível em: <<http://www.mds.gov.br/>>. Acesso em: 15/12/2017.

BRITO, M. C.; FERREIRA, C. C. M. **Paisagem e as diferentes abordagens geográficas.** Revista de Geografia - PP GEO, (2011). Disponível em: <[www.ufjf.br/revistageografia](http://www.ufjf.br/revistageografia)>. Acesso em: 18/02/2017.

CALBETE, N. de C.; GAN, M.; SATYAMURTY, P. **Vórtices ciclônicos da alta troposfera que atuam sobre a região Nordeste do Brasil.** 2016. Disponível em <http://climanalise.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 20/10/016.

CAMURÇA, C. E. de S. **Implicações psicossociais da seca na saúde mental de moradores de uma comunidade rural cearense.** Universidade Federal do Ceará: Fortaleza/CE, 2014.

CARVALHO, de O. **As secas e seus impactos.** In: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Brasil). **A Questão da Água no Nordeste** / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012.

CARVALHO, S. N. de. Condicionantes e possibilidades políticas do planejamento urbano. In: VITTE, C. de C. S.; KEINERT, T. M. M. [Org.]. **Qualidade de vida, planejamento e gestão urbana: discussões teóricas-metodológicas.** – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009 (a).

CASSETI, V. **Geomorfologia.** [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/>>. Acesso em: 07/03/2012.



CASTRO, A. L. C, de. **Manual de desastre: desastres naturais**. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2003.

CASTRO, C. E. de.; MASULLO, Y. A. G. **Gestão ambiental: uma diversificada ferramenta na consolidação de paradigma ecológico inovador**. São Luís: EDUEMA, 2016.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES - CEPED. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Maranhão**. Florianópolis: CEPED UFSC, 2011. ISBN 978-85-64695-12-2.

\_\_\_\_\_. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. Ed. Ver. Ampl. – Florianópolis: CEPED, UFSC, 2013.

\_\_\_\_\_. 1583/2012: **Histórico de Secas no Nordeste do Brasil**. 2015. Disponível em <<http://www.ceped.ufsc.br/historico-secas-no-nordeste-do-brasil>>. Acesso em: 10/05/2017.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1980. 188 p.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. CAMPOS, J. N. B. **A questão da água no semiárido brasileiro**. Disponível em: < <http://docplayer.com.br/>>. Acesso em: 13/01/2017.

CPTEC/INPE. INFOCLIMA - **Boletim de informações climáticas do INPE/CPTEC**. MCTIC/INPE/CPTEC INFOCLIMA, Ano 24, Número 3. 2016.

COBRADE - **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres**. 2013. Disponível em: < <http://www.mi.gov.br/>>. Acesso em: 13/07/2016.

CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, DE 23 DE JANEIRO DE 1986**. Disponível em: < <http://www.antt.gov.br/legislacao/>>. Acesso em: 20/06/2016.

CORREIA, R. L. Espaço: um conceito-chave da Geografia. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. da C.; CORREA, R. L.[Org.] **Geografia: conceitos e temas**. – 2ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2000.

CORREIA FILHO, F. L. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: **relatório diagnóstico do município de Bequimão**. - Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011.

CORTEZ, A. T. C. **O Lugar do Homem na Natureza**. Revistado Departamento de Geografia – USP, Volume 22 (2011), p. 29-44.

COSTA, J. **Entrevista realizada em 29/12/2016 em Jacioca I**. Bequimão-MA: 2016.

COSTA, L. **Entrevista realizada em 20/05/2017**. São Luís-MA: 2017.

COSTA, M. **Dinâmica econômica e modo de vida em comunidades rurais e suas interações com o equilíbrio ambiental no município de Bequimão – MA**. São Luís/MA: UFMA, 2013.

COSTA, M.; CUNHA, E. C. FARIAS FILHO, M. S. **Migração e (re)valorização dos lugares na Baixada Maranhense e entorno.** In: FARIAS FILHO, M. S. O Espaço Geográfico da Baixada Maranhense. 2ª. Ed. São Luís MA: EDUFMA 2013.

CPRM. **Breve História da Terra - 2016.** Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 07/10/2016.

\_\_\_\_\_. Levantamento da Geodiversidade Projeto Atlas Pluviométrico do Brasil: **mês mais chuvoso período de 1977 a 2006.** Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 19/02/2017.

\_\_\_\_\_. **Glossário geológico.** Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 09/04/2017.

\_\_\_\_\_. **Secas e estiagem. 2011.** Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 5/08/2017.

\_\_\_\_\_. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil:** texto, mapas & SIG / organizadores, Luiz Augusto Bizzi, Carlos Schobbenhaus, Roberta Mary Vidotti, João Henrique Gonçalves – Brasília : CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003.

DANTAS, M. E. **Mapas Geoambientais.** 2016. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 19/02/2017.

EMBRAPA. Solos frágeis: **caracterização, manejo e sustentabilidade** / Selma Simões de Castro, Luís Carlos Hernani, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2015.

\_\_\_\_\_. **Precipitação e Evaporação. 2016.** Disponível em < <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso: 05/05/2017.

\_\_\_\_\_. Solos para todos: **perguntas e respostas** / organizadores, Moema de Almeida Batista, Denise Werneck de Paiva, Alexandre Marcolino. - Dados eletrônicos. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2014.

ENGLE, N.; NYS, E. de.; MAGALHÃES, A. R.; REDWOOD III, J. Planejamento para a próxima seca e preparação do caminho para a resiliência às mudanças climáticas. In: Secas no Brasil: **política e gestão proativas** – Brasília: - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos; Banco Mundial, 2016.

FARIAS FILHO, M. S. **Variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos em um Gleissolo Melânico sob três áreas no Município Arari - MA.** – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Jaboticabal, 2014.

FEITOSA, A.C. **Relevo do estado do Maranhão: uma nova proposta de classificação topomorfológica.** In: Simpósio Nacional de Geomorfologia Goiânia-GO, 2006: UGB, 2006.

FERNANDES, C. T. C. **Impactos Socioambientais de Grandes Barragens e Desenvolvimento: a percepção dos atores locais sobre a Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa.** Universidade de Brasília, 2010.

FERREIRA, C.; DIAS, H. **Águas da Mata Atlântica Programa águas e florestas da Mata Atlântica**. Conselho Nacional da Reserva Biosfera da Mata Atlântica. São Paulo – SP, 2005.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. -- São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FUNCEME. **Sistema meteorológico causadores de chuvas na região Nordeste do Brasil. 2016**. Disponível em < <http://www.funceme.br/>>. Acesso em: 30/10/2016.

\_\_\_\_\_. **Monitor de Secas do Nordeste do Brasil. 2015**. Disponível em < <http://monitordesecas.ana.gov.br/>> Acesso em: 20/01/2017.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ – FIOCRUZ. Organização Pan-Americana da Saúde. Ministério da Saúde. **Atuação do setor saúde frente a situações de seca**. Brasília, DF: OPAS, Ministério da Saúde, 2015. 52 p.: il. (Série Desenvolvimento Sustentável e Saúde, 3).

\_\_\_\_\_. **Estudo inédito mapeia mudança de clima no Maranhão**. 2016. Disponível em <<https://agencia.fiocruz.br/>>. Acesso: 17/01/2017.

GALVÃO, R. **Introdução ao conhecimento da área maranhense abrangida pelo Plano de Valorização Econômica da Amazônia**. Revista Brasileira de Geografia. Ano XVII, nº 3; Julho-Setembro de 1955.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS. Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GLOBO. Falta de água já afeta 46 milhões de brasileiros: **estiagem aguda ameaça fornecimento de água e luz no Sudeste e Nordeste e afeta economia**. 2015. Disponível em <<http://oglobo.globo.com/>>. Acesso em: 20/02/2017.

GOBO, J. P. A.; GALVANI, E. Inserção do estudo da dinâmica atmosférica regional na análise dos padrões de conforto térmico humano no Rio Grande do Sul: **estudo de caso em Santa Maria-RS**. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 3, p. 564-584, mês. 2016.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

IBGE. **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil / IBGE**, Diretoria de Geociências. - Rio de Janeiro : IBGE, 2011.

\_\_\_\_\_. **Mapa físico do Estado do Maranhão**. 2011. 2013. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/tematicos/geologia.html>. Acesso em: 05/10/2016.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico de geologia**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais Rio de Janeiro: IBGE 1998.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico de geomorfologia / IBGE**, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009.

\_\_\_\_\_. **Censo Demográfico 2010: Características da População e dos Domicílios.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso: 29/01/2016.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico da vegetação brasileira, 2012.** Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10/02/2016.

\_\_\_\_\_. **Mapa Geológico do Maranhão - 2012.** Disponível em: <<http://www.mapas.ibge.gov.br/>>. Acesso: 20/08/2016.

\_\_\_\_\_. **Mapas: bases e referenciais.** Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/cartas.html>>. Acesso em: 25/06/2017.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico de pedologia / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - 3. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2015.**

\_\_\_\_\_. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambientes - 2004.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 08/02/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDO - IDEC. **A crise da água.** 2014. Disponível em <http://www.idec.org.br/>. Acesso em: 20/02/2017.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. **Unidades de Conservação.** Disponível em <<http://www.icmbio.gov.br/>>. Acesso em: 10/02/2017.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS - IMESC. **A análise da seca e estiagem maranhense.** Disponível em <<http://imesc.ma.gov.br/>>. Acesso em: 20/01/2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Desflorestamento nas Unidades de Conservação da Amazônia Legal.** 2016. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>>. Acesso em: 05/06/2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990.** Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 30/11/2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **O que é Amazônia Legal.** 2016. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/>. Acesso em: 10/02/2017.

KARMANN, I. Ciclo da água: água subterrânea e suas ações geológicas. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F.(Org.). **Decifrando a Terra.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2008.

KHAN, A. S.; CRUZ, J. A. N. da.; SLVA, L. M. R.; LIMA, P. V. P. S. **Efeito da Seca sobre a Produção, a Renda e o Emprego Agrícola na Microrregião Geográfica de Brejo Santo e no Estado do Ceará.** Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 36, nº 2, abr-jun. 2005.

LAPLANE, M. F. **A Questão da Água no Nordeste /** Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012.

LEITE, E. J. P.; SOUZA, H. V. C. de.; FARIAS FILHO, M. S.. A importância da extração vegetal na Baixada Maranhense. In: FARIAS FILHO, M. S. (Org.) – **O espaço Geográfico da Baixada Maranhense**. – 2º ed. São Luís, MA: EDUFMA, 2013.

LEIVAS, J. F.; ANDRADE, R. G.; VICTORIA, D. de C.; TORRESAN, F. E. BOLFE, E. L. **Monitoramento da seca 2011/2012 no nordeste brasileiro a partir do satélite SPOT-Vegetation e TRMM**. Engenharia na agricultura, viçosa - MG, V.22 N.3, maio / junho, 2014.

LEIVAS, J. F.; ANDRADE, R. G.; VICENTE, L. E.; RORRESAN, F. E.; VICTÓRIA, D. de C.; BOLFE, É. L. **Monitoramento da seca de 2011/12 a partir do NDWI e NDVI padronizado do SPOT-Vegetation**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE

LIMA, M do S. B.; MOREIRA, É. V. **A pesquisa qualitativa em geografia**. Associação de Geógrafos Brasileiros – Seção Local Presidente Prudente –AGB. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n.37, v.2, p.27-55, ago./dez. 2015.

MAGALHÃES, A. R. **A Questão da Água no Nordeste** / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012.

\_\_\_\_\_. Vida e seca no Brasil. In: Secas no Brasil: **política e gestão proativas** – Brasília: - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos; Banco Mundial, 2016.

MAGLIO, I. C.; PHILIPPI JR, A. Planejamento Ambiental: metodologia e prática de abordagem. In: PHILIPPI JR (org.) Saneamento, saúde e ambiente: **fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005, - (Coleção Ambiental; 2).

MARCONI; M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica** / Marina de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos. - 5. ed. - São Paulo : Atlas 2003. ISBN 85-224-3397-6.

MARQUES JUNIOR, J. **Apostila de Geologia e Mineralogia**. Jaboticabal, SP: UNESP, 2005.

MARTINS, E. S. P. R.; BURTE, J. VIEIRA, R. F.; REIS JUNIOR, D. S. As águas do Nordeste e o balanço hídrico. In: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Brasil). **A Questão da Água no Nordeste**. – Brasília, DF: CGEE, 2012.

MARTINS, E. S. P. R.; TEIXEIRA, F. J. C.; CONEJO, J. G. L.; MACHADO, J.; MOURA, A. D. A crise, a oportunidade e a liderança. In: Secas no Brasil: **política e gestão proativas** – Brasília: - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos; Banco Mundial, 2016.

MARTINS FILHO, M. V. **Erosão hídrica do Solo**. UNESP – Jaboticabal – 2008.

MDS. Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário. **Seguro Defeso**. Disponível em < <http://mds.gov.br/>>. Acesso em: 22/04/2017.

MENEGUEL, C. R. de A.; ETCHEBEHERE, M. L. de C. A. **Ambientes Fluviais e as Atividades Turísticas Sustentáveis**. Anais do VII Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul. Universidade de Caxias do Sul, 2012.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME. **Bolsa família**. Disponível em: < <http://www.mds.gov.br/>>. Acesso em: 15/12/2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006.

\_\_\_\_\_. **Convenção de Ramsar - 2017**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 10.08.2017.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevô**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 23 Dez. 2017

MIRANDA, J. J. Aspectos fisiográficos e socioeconômicos da Bacia do Rio Aurá – MA: **uma ferramenta para planejamento ambiental**. – São Luís/MA: UFMA, 2017.

MONTE, A. M. de S. A planície fluvial do rio Poti nos municípios de Novo Oriente e Cratêus – CE: **os barramentos e suas repercussões socioambientais**. [recursos eletrônicos]. – 2014.

MORAES, A. C. R. **Geografia: Pequena Historia Critica**. São Paulo: Hucitec, 2007.

MOURA, E. G. Agroambientes de transição avaliados numa perspectiva da agricultura familiar. In MOURA, E. G. (org.). **Agroambientes de Transição entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil**. São Luís: UEMA, 2002.

MUNIZ, L. M. **A criação de búfalos na Baixada Maranhense**: uma análise do desenvolvimento e suas implicações sócio-ambientais. III Jornada Internacional de Políticas Públicas Questão Social e Desenvolvimento no Século XXI. UFMA, 2007.

NASCIMENTO, I. R. M. A. Estudo sócio – ambiental dos efeitos de barragem na área de proteção ambiental da Baixada Maranhense: **O caso do lago Cajari, Penalva – MA**. – São Luís, 2006.

NÚCELO GEOAMBIENTAL - NUGEO. **Boletim Meteorológico**. Edição especial, 2009. Disponível em <http://www2.uema.br/imagens/bltesp2009.pdf>. Acesso em: 01/10/2017.

\_\_\_\_\_. **Síntese do Traçado do Monitor das Secas de Março de 2016**. Disponível em <<http://www.nugeo.uema.br/>>. Acesso em: 17/12/2016.

\_\_\_\_\_. **Climatologia**. Disponível em < <http://www.nugeo.uema.br/>>. Acesso em: 30/11/2017.

NYS, E. de.; ENGLE, N.; QUINTANA, C. M. Marco e poder de mobilização. In: Secas no Brasil: **política e gestão proativas** – Brasília: - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos; Banco Mundial, 2016.

ORMOND, J. G. P. **O Glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais** / José Geraldo Pacheco Ormond. – Rio de Janeiro : BNDES, 2006.



PASSADOR, C. S.; PASSADOR, J. L. **Apontamentos sobre as políticas públicas de combate à seca no Brasil: cisternas e cidadania?**. Cadernos Gestão Pública e Cidadania / v. 15, n. 56. São Paulo: 2010. ISSN 1806-2261.

PEREIRA, J. do C. **Entrevista realiza em 27/12/2016, em Vila do Meio**. Bequimão-MA.

PEREIRA, M. **Entrevista realiza em 27/12/2017, em Jacioca, Bequimão-MA**.

PEREIRA, R. C. de C. **As transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem na alta bacia do rio Pericumã** / Regina Célia de Castro Pereira. – Presidente Prudente: 2012.

\_\_\_\_\_. O Ambiente e a Sociedade na Baixada Maranhense: um estudo do uso dos recursos vegetais no alto curso do rio Pericumã. *In*: PORTO, I. M. R.; CASTRO, C. E. de. (Org.): **Abordagens geográficas das multiplicidades dos espaços maranhenses**. São Luís: Editora UEMA, 2010.

PESSÔA, V. L. S. Geografia e pesquisa qualitativa: **um olhar sobre o processo investigativo**. Geo UERJ - Ano 14, nº. 23, v. 1, 1º semestre de 2012 p. 4-18. Disponível em <http://www.e-publicacoes.uerj.br/>. Acesso em: 30/12/2017.

PIRES, V. C.; SILVA, A.; MENDES, L. **Riscos de seca em Portugal continental**. Territorium 17, 2010, 27-34.

PROGRAMA DE MONITORAMENTO CLIMÁTICO EM TEMPO REAL DA REGIÃO NORDESTE - PROCLIMA. **Balço Hídrico**. Disponível em: < <http://proclima.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 10.12.2016.

PROJETO PRODES. **Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite - 2015**. Disponível em < <http://www.obt.inpe.br/>>. Acesso em: 20/12/016.

ROCHA, P. C.; TOMMASELLI, J. T. G. **Variabilidade hidrológica nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe, região oeste paulista**. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 8 – Vol. 10 –Jan/Jun 2012. Disponível em: < <http://revistas.ufpr.br/>>. Acesso em: 19/11/2017.

RODRIGUES, C.; VILLELA, F. N. J. Disponibilidade e escassez de água na Grande São Paulo: **elementos-chave para compreender a origem da atual crise de abastecimento**. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 3, p. 399-421, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 280 p.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Por uma Geografia do Clima: antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento**. Terra Livre. São Paulo, n. 17 p. 49-62, 2º semestre: 2001.

SANTOS, C. C. dos.; PINHEIRO, C. U. B. **Avaliação sócio-ambiental da bubalinocultura e outros fatores ambientais nas unidades de paisagem do município de Viana-MA, Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense**. BOLETIM DO LABORATÓRIO DE HIDROBIOLOGIA. 2010.

SANTOS, J. de O. Fragilidade e Risco Socioambiental em Fortaleza-Ce: **contribuições ao ordenamento territorial**. Universidade de São Paulo –USP, 2007.

SANTOS, M. 1926-2001. A Natureza do Espaço: **Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. - 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, M. E. de C. M.; CARVALHO, S. S. de C. **Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís** / Maria Eugênia de C. M. Santos [e] Marise Sardenberg S. de Carvalho. – Rio de Janeiro: CPRM Serviço Geológico do Brasil – DGM/DIPALE - 2009.

SEMA. **Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses**. 2010. Disponível em: < <http://www.sema.ma.gov.br/>>. Acesso em 25/05/2016.

SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. **Variabilidade, anomalia e mudança climática**. Disponível em: < <https://portais.ufg.br/>>. Acesso em 22/09/2017.

SILVA, A. C. da.; MOURA, E. G. de. Atributos e especificidades de solos de baixada no trópico úmido. In: **Agroambientes de transição: entre o trópico úmido e o semi-árido**. / organizado por Emanuel Gomes de Moura. – São Luís: UEMA, 2002.

SILVA, Q. D. da. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**. - Presidente Prudente : [s.n], 2012. Disponível em: < <http://repositorio.unesp.br/>>. Acesso em: 20.05.2016.

SOARES, F. M. **A Paisagem como Campo de Estudo Geográfico**. Revista Cadernos do LOGEPA - Série Pesquisa, ano 02, n. 03, p. 47-54, 2004. João Pessoa-PB.

SOUZA, A. F. G. de. Saberes dinâmicos: o uso da etnografia nas pesquisas geográficas. In: MARAFON, G. J. **Pesquisa qualitativa em geografia: reflexões teórico-conceituais e aplicadas**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2013. 542 p.

FILHO, F. de A de. Águas do futuro e o futuro das águas In: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Brasil). **A Questão da Água no Nordeste** / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012.

SOUZA FILHO, F. de A. de.; ABICALIL, M. T.; OLIVEIRA, P. P. de D. de.; BRAGA, C. F. C. Gestão e abastecimento hídrico: planos de preparação para a seca. In: **Secas no Brasil: política e gestão proativas** – Brasília: - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos; Banco Mundial, 2016.

SOUSA JUNIOR, M. de A.; LACRUZ, M. S. P. **Sensoriamento remoto para seca/estiagem**. In: **Sensoriamento para desastres/ SAUSN**, T. M.– São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SOUSA JÚNIOR, M. de A.; SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. **Monitoramento de estiagem na região Sul do Brasil utilizando dados ENVI/MODIS no período de dezembro de 2000 a junho de 2009**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE.

SOUZA, U. D. V.; FEITOSA, A. C. **Ocupação e uso da zona costeira do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil**. São Luís/MA. UFMA, 2009.

SOUZA, W. F. L.; MEDEIROS, P. R. P.; BRANDINI, N.; KNOPPERS, B. **Impactos de Barragens sobre os Fluxos de Materiais na Interface Continente-Oceano**. Rev. Virtual Quim., 2011, 3 (2), 116-128. Data de publicação na Web: 29 de junho de 2011.

STEINKE, E. T. **Climatologia fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Erosão nos campos sulinos: arenização no sudoeste do Rio grande do Sul**. Revista Brasileira de Geomorfologia - v. 12, nº 3 (2011).

TALASKA, A. Região e regionalização: **revisão conceitual e análise do processo de reconfiguração fundiária e de alteração do uso da terra na região do Corede Norte/RS 12**. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 12, n. 37 mar/2011 p. 201 – 215 (p. 201).

VALÊNCIO, N. F. L. da S.; GONÇALVES, J. C. **A convivência com os risco relacionados às barragens no semi-árido nordestino**. R . B. ESTUDOS URBANOS E REGIONAIS V.8, N.1 / MAIO 2006.

VERAS, C. M. dos A.. **Áreas com potenciais para regeneração de atributos do solo no Norte Maranhense**. – Jaboticabal, 2015. Disponível em < <http://repositorio.unesp.br/>>. Acesso em: 20/10/016.

VERNER, D. Vozes do povo: impactos socioeconômicos da seca no Nordeste do Brasil. . *In*: Secas no Brasil: **política e gestão proativas** – Brasília: - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos; Banco Mundial, 2016.

## APENDICE

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA,  
NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO  
MESTRANDA: MARINALVA COSTA ORIENTADORA: PROF<sup>ª</sup>: DRA. QUÉSIA DUARTE

### Roteiro de entrevista para pesquisa sobre os fenômenos da estiagem e seca na área dos campos inundáveis ao Sul do município de Bequimão-MA

Nome do entrevistado(a): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_  
Povoado onde mora: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_  
Possui renda: ( ) Sim ( ) Não. Qual? \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_

- 1 – Como você classifica o fenômeno de escassez hídrica nessa região? ( ) Seca ( ) Estiagem. Por quê?
- 2 - Em sua opinião, a estiagem/seca tem sido mais intensa nessa região? ( ) Sim ( ) Não. Por quê?
- 3 - Quais as causas geradoras da estiagem/seca na área dos campos inundáveis de Bequimão-MA?  
( ) Diminuição nos índices pluviométricos (Falta de chuvas) ( ) Desmatamento ( ) Assoreamento da área dos campos e rios ( ) Escoamento superficial mais intenso ( ) Outros
- 4 – Quais as principais consequências da estiagem e seca para a população local?  
( ) Falta de água para o consumo humano ( ) Falta de alimento ( ) Incidência de doenças associadas a seca ( ) Outros
- 5– Quais as principais consequências da estiagem e seca sobre as atividades produtivas?
  - a) Pecuária extensiva: ( ) Falta de água/alimento para os animais ( ) Perda de animais devido a falta de água e alimentos. ( ) Outros \_\_\_\_\_
  - b) Pesca artesanal?
- 6- A população local recebe algum seguro contra a seca? ( ) Sim ( ) Não
- 7 - Quais ações vêm sendo desenvolvidas na região para minimizar os problemas com a escassez hídrica?  
( ) Construção de açudes públicos ( ) Construção de açudes privados ( ) Barramentos ( ) Outros
- 8 – Quem desenvolve essas ações?  
( ) Prefeitura Municipal ( ) Governo Estadual ( ) Governo Federal ( ) Associação de pescadores ( ) Particulares
- 9 – Essas alternativas conseguem resolver o problema da escassez hídrica na área? ( ) Sim ( ) Não. Por quê?
- 10 – Você concorda com essas intervenções? ( ) Sim ( ) Não. Por quê? \_\_\_\_\_
- 11 – A barragem Maria Rita: ( ) Contribui para o agravamento da estiagem/seca na região. ( ) Faz com que a água permaneça por mais tempo nos campos inundáveis da área. ( ) É importante para a região. Por quê?
- 12 – Você consegue identificar alguma espécie de vegetação predominante na área dos campos inundáveis no período da estiagem ou seca que antes não era encontrada? ( ) Sim ( ) Não. Quais:
- 13 – Em sua opinião. O que significa um retiro ou “ritiro” como é denominado regionalmente e qual a sua finalidade?
- 14 - A construção dos retiros tem relação com o período da estiagem e/ou seca? ( ) Sim ( ) Não. Por quê?
- 15 - Em sua opinião. Quais alternativas deveriam ser desenvolvidas na região para resolver o problema da estiagem/seca e quem deveria realizar essas ações?

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA E GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO-  
PPGEO

**TERMO DE CONSENTIMENTO E PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA**

Aceito participar da pesquisa intitulada: **Estiagem e seca na porção sul do município de Bequimão-MA e sua relação com a construção de barragens no rio Aurá**, da pesquisadora **Marinalva Costa**, aluna do mestrado em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA.

Declaro que fui informado que a pesquisa tem como objetivo geral: Analisar o fenômeno da estiagem e seca na porção sul do município de Bequimão-MA e sua relação com a construção de barramentos no rio Aurá.

Como participante da entrevista declaro que concordo em ser entrevistado uma ou mais vezes pela pesquisadora, acima mencionada, permitindo se necessário, a gravação das entrevistas. Fui informado (a) pela pesquisadora que tenho a liberdade de deixar de responder a qualquer questão ou pergunta.

Autorizo ( ) SIM ( ) NÃO, que meu nome seja divulgado nos resultados da pesquisa, comprometendo-se, a pesquisadora, a utilizar as informações que prestarei somente para os propósitos da referida pesquisa.

São Luís, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do entrevistado (a)

Nome do entrevistado (a): \_\_\_\_\_

Atividade/ Cargo/ Função: \_\_\_\_\_

Contato do entrevistado: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura da pesquisadora

COSTA, Marinalva.

Estiagens e secas na porção sul do município de Bequimão – MA e sua relação com a construção de barragens no rio Aurá / Marinalva Costa. – São Luís, 2018.

126 f.:il.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço, Universidade Estadual do Maranhão, 2018

Orientadora: Profa. Dra. Quésia Duarte da Silva.

1. Estiagem e Seca. 2. Campos inundáveis. 3 Bequimão. I Título.

CDU 551.577.38(812.1)