

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

ALEXSANDRO BEZERRA CORREIA BILAR

**AÇÃO DA COMUNIDADE NA PRESERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL
DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA**

RECIFE
2018

ALEXSANDRO BEZERRA CORREIA BILAR

**AÇÃO DA COMUNIDADE NA PRESERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL
DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel

RECIFE
2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária: Maria Janeide Pereira da Silva, CRB4-1262

B595a Bilar, Alessandro Bezerra Correia.
Ação da comunidade na preservação e utilização sustentável da
vegetação de caatinga / Alessandro Bezerra Correia Bilar. – 2018.
92 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora : Prof^a. Dr^a. Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio ambiente,
Recife, 2018.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Meio ambiente. 2. Gestão ambiental. 3. Sensoriamento remoto. 4.
Caatinga. 5. Sustentabilidade e meio ambiente. 6. Governança ambiental. I.
Pimentel, Rejane Magalhães de Mendonça (Orientadora). II. Título.

363.7 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2018-195)

ALEXSANDRO BEZERRA CORREIA BILAR

**AÇÃO DA COMUNIDADE NA PRESERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL
DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: 31 de agosto de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel (Orientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Josiclêda Domiciano Galvíncio (Examinadora interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. José de Lima Albuquerque (Examinador externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. José Luiz Alves (Examinador externo)
Universidade de Pernambuco

Prof. Dr. Eberson Pessoa Ribeiro (Examinador externo)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco

À minha mãe, Alcione, minha esposa, Flávia, e minha filha, Janaína.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Senhor do céu e da terra e nosso Pai.

A meus pais, Alcione e João, meus avós e tios maternos e paternos, todos nordestinos e nascidos no bioma Caatinga. Em especial, à minha querida mãe e primeira professora, fonte de amor. À minha tia Maria, que me acolheu em sua casa durante meu curso de Graduação.

À minha amada esposa, Flávia, companheira incansável, sempre disposta a contribuir em quaisquer momentos.

À minha filha, Janaína, cuja alegria perene ajudou-me a superar as tensões típicas das fainas acadêmicas.

À minha querida e inspiradora orientadora, Prof.^a Dr.^a Rejane Pimentel, pelos riquíssimos conhecimentos compartilhados diuturnamente, por sua incomparável atenção e por seu inestimável carinho.

Aos membros titulares e suplentes de minhas bancas de qualificação e de defesa, Professores Rejane, Josiclêda, Castilho, José de Lima, José Luiz, Werônica e Rodolfo.

A todos os que fazem o Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), corpo docente, técnicos administrativos, estagiários e demais colaboradores que contribuíram para o êxito desta jornada científica. Principalmente, aos Professores Josiclêda Galvêncio, Werônica Meira, Jorge Castilho e Socorro Araújo, bem como à secretária do Programa, Sr.^a Solange Lima.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela concessão de bolsa de estudo (nível Doutorado).

Aos colegas da turma de Doutorado ingressantes no PRODEMA/UFPE no ano de 2015, especialmente a Renata e a Yenê, com as quais mantive inúmeros diálogos acadêmicos, pessoalmente e através das redes sociais.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pela concessão do meu afastamento para cursar o Doutorado. A todos os colegas da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) daquela instituição de ensino superior, que contribuíram para o êxito desta pesquisa. Especialmente, aos queridos amigos Leonardo Rodrigues Ferreira e Paulo Thiago Bezerra de Melo Filho, ambos do curso de Bacharelado em Administração, que formalmente comprometeram-se a suprir a demanda acadêmica gerada por meu afastamento. À colega Michelle Adelino Cerqueira, que, pacientemente, compartilhou comigo os seus vastos conhecimentos sobre as técnicas de sensoriamento remoto.

À Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CPRH/PE) por ter autorizado a realização desta pesquisa. Especialmente, ao amigo Rodrigo Ferraz Jardim Marques, Gestor do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) de Serra Talhada/PE, que sempre se dispôs a contribuir para o sucesso deste estudo.

Aos membros do Conselho Consultivo do PEMP, especialmente ao seu presidente Rodrigo Ferraz (PEMP/CPRH), à sua secretária, Sr.^a Maria Eliane da Silva (Associação dos moradores e pescadores da Fazenda Saco), bem como à Érika de Queiroz (Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Serra Talhada/PE) e aos professores Hélio Melo e Luzia Ferreira da Silva, então representantes da UFRPE/UAST naquele órgão colegiado.

Aos moradores dos Assentamentos Laginha, Ivan Souto de Oliveira e da Fazenda Saco pela receptividade e pela colaboração. Especialmente à Sr.^a Rosimere (Laginha), ao Sr. Damião (Ivan Souto) e à Sr.^a Eliane (Fazenda Saco), sertanejos de muito valor e que merecem todo o nosso respeito.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) pela aprovação do projeto de pesquisa, que resultou na presente tese.

Ao amigo, Armando Nascimento, Superintendente de Segurança Institucional da UFPE, que, em 28/11/2016, disponibilizou sua própria sala para a apresentação do meu projeto de pesquisa, atividade relativa à disciplina Seminário de tese II, haja visto que o prédio do Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFCH), onde funciona o PRODEMA, encontrava-se ocupado por discentes naquela ocasião de greve.

Ao amigo, Eberson Pessoa Ribeiro, pelo apoio científico e pelas importantes dicas “de Doutor para doutorando”.

Aos colegas agentes populares em educação ambiental para o Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP).

Aos que fazem a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Serra Talhada/PE (SEMMA/PMST), órgão que visitei em várias ocasiões.

Ao amigo, Jomar Austregéliso Neto, que oportunizou o meu ingresso na docência de instituições de ensino superior.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para o êxito desse estudo científico.

Muito obrigado!

Com a chuva, a caatinga reanima, e oito dias depois já tem riqueza

[...]

A caatinga traduz o esplendor
Do Sertão, majestade, realeza
Para onde se olha é boniteza
Mesmo com a mão forte desse clima
Com a chuva, a caatinga reanima
E oito dias depois já tem riqueza

Uma obra das mãos celestiais
Uma dádiva das obras do Divino
Ofertada ao povo Nordestino
Bem na forma de lindos matagais
As belezas daqui não têm iguais
Tudo mostra de fato essa grandeza
Só quem nasce aqui tem a certeza
Que a caatinga foi obra lá de cima
Com a chuva, a caatinga reanima
E oito dias depois já tem riqueza

[...]

Do matuto, a caatinga é parente
O que falta em um, o outro completa
Convivendo de forma tão discreta
Cada qual com seu jeito mais valente
O caboclo usufrui constantemente
A caatinga lhe acolhe com presteza
É assim que trabalha a natureza
A caatinga é o verso e o povo, a rima
Com a chuva, a caatinga reanima
E oito dias depois já tem riqueza
(BRANDÃO, 2012).

RESUMO

A criação de áreas protegidas no semiárido nordestino é de fundamental importância para preservar a vegetação de caatinga que se encontra sob grande risco devido ao desmatamento causado por atividades humanas como a produção de lenha, de carvão e a agropecuária. Essa biodiversidade vegetal garante a sobrevivência do povo sertanejo, captando e armazenando no subsolo as águas das chuvas para serem utilizadas durante os períodos de estiagem. Após serem instituídos, esses espaços precisam ser monitorados e geridos de forma participativa para atingirem os seus propósitos. A utilização de sensoriamento remoto com índices biofísicos é uma técnica eficaz para o monitoramento ambiental, no entanto, não é uma prática comum no Brasil, seja por desconhecimento, falta de capacidade técnica, de articulação, e mesmo de interesse por parte dos órgãos públicos ambientais. A participação ativa da comunidade na gestão dessas áreas também é um grande desafio, que pode ser enfrentado através da educação ambiental, a qual, além de promover a sensibilização social acerca da preservação e do uso sustentável da vegetação e dos demais recursos naturais, estimula o ingresso da população na governança ambiental. O estudo objetivou analisar em que medida a participação da comunidade local vem ocorrendo nas ações de preservação e utilização sustentável da vegetação do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) em Serra Talhada/PE. Foram obtidas imagens orbitais dessa unidade de conservação durante o período de 2007 a 2016 e calculados os índices de vegetação NDVI, NDWI, SAVI, EVI e LAI, confirmando que sua cobertura vegetal encontra-se relativamente preservada, apesar da existência de áreas expostas. Realizaram-se pesquisa documental e entrevistas com representantes do Conselho Gestor desse parque e outros atores-chave, como pesquisadores, agentes públicos e membros da comunidade local, com análise de conteúdo dessas comunicações. Foi constatado que a participação social nas atividades relacionadas à preservação e à utilização sustentável da vegetação dessa área protegida é simbólica, na maioria das vezes. No entanto, foram verificados momentos de participação real ou colaborativa. Evidenciou-se a necessidade de políticas públicas e de programas permanentes e articulados de educação ambiental, assistência técnica e extensão rural, especialmente, para os habitantes do entorno do parque. Atestou-se a carência de uma estrutura administrativa adequada para essa unidade de conservação. Foi sugerido um modelo de rede de cooperação para auxiliar na governança ambiental de áreas protegidas, como o parque estudado.

Palavras-chave: Governança ambiental. Sensoriamento remoto. Vegetação de caatinga.

ABSTRACT

The creation of protected areas in the northeastern semi-arid region is of fundamental importance to preserve the caatinga vegetation that lies under great risk due to deforestation caused by human activities such as the production of firewood, coal, and agriculture. This plant biodiversity ensures the survival of the people swing, capturing and storing underground the rainwaters for use during periods of drought. After being established, these spaces need to be monitored and managed in a participative manner to achieve his purposes. The use of remote sensing with biophysical indexes is a useful technique for environmental monitoring, however, is not a common practice in Brazil, whether by ignorance, lack of technical capacity, of articulation and even of interest on the part of the public environmental agencies. The active participation of the community in the management of these areas is also a great challenge, which can be tackled through environmental education, which, in addition to promoting social awareness about the preservation and the sustainable use of vegetation and other natural resources, encourages the inflow of the population on environmental governance. The study aimed to analyze the extent to which the participation of the local community has taken place in the actions of preservation and sustainable use of the vegetation of the Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) in Serra Talhada/PE. Orbital images were obtained of this conservation unit from 2007 to 2016 and calculated the NDVI vegetation indexes, NDWI, SAVI, EVI, and LAI, confirming that its covering is relatively preserved, despite the existence of areas exposed. The documentary research was conducted and interviews with representatives of the Managing Council of this park and other important actors, such as researchers, public officials and members of the local community, with contents of these communications. It has been found that social participation in activities related to the preservation and sustainable use of the vegetation of this protected area is mostly symbolic. However, moments of real participation were verified or collaborative. Highlighted the need for public policies and programs, and hinged permanent environmental education, technical assistance, and rural extension, especially, for the inhabitants of the surrounding areas of the Park. Attested-if the lack of an administrative structure suitable for conservation unit. It was suggested a cooperation network model assist in the environmental governance of protected areas, like the park.

Keywords: Environmental governance. Remote sensing. Caatinga vegetation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), no município de Serra Talhada/PE	34
Figura 2 -	Balanço mensal de precipitação, em Serra Talhada-PE, para os anos 2007, 2013 e 2016, e a média de 55 anos, de 1958 a 2016.....	38
Figura 3 -	Dispersão dos dados pluviométricos diários em: A. 2007, B. 2013 e C. 2016 para Serra Talhada-PE	39
Figura 4 -	Comparativo dos índices de vegetação do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), em Serra Talhada-PE, para as datas: 07/2007, 06/2013 e 08/2016.....	41
Figura 5 -	Comparativo dos índices de vegetação do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) para setembro de 2007, 2013 e 2016	43
Figura 6 -	Imagem de satélite do entorno do perímetro urbano do município de Serra Talhada/PE, destacando a localização do Parque Estadual Mata da Pimenteira.....	53
Figura 7 -	Açude Cachoeira II, em Serra Talhada/PE.....	55
Figura 8 -	Distribuição de imóveis rurais no entorno do Parque Estadual Mata da Pimenteira, em Serra Talhada-PE, conforme dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural.....	56
Figura 9 -	Açude do Saco I, em Serra Talhada/PE.....	57
Figura 10 -	Queimada na Zona de Amortecimento do PEMP.....	59
Figura 11 -	Entrada de animais alóctones no PEMP.....	60
Figura 12 -	Frequência dos representantes estatais e da sociedade civil às reuniões do Conselho Gestor do PEMP de abril de 2013 a março de 2018.....	61
Figura 13 -	Configuração de rede de cooperação para uma área protegida.....	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Categorização da participação cidadã na gestão do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), em Serra Talhada-PE, a partir da análise das atas de reuniões do seu Conselho Gestor realizadas entre 2017 e 2018.....	62
Quadro 2 -	Resumo das principais atividades de campo realizadas pelos participantes do curso de formação de agentes populares em educação ambiental para o Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), em Serra Talhada-PE	66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	A CAATINGA E SUA VEGETAÇÃO	18
2.2	SENSORIAMENTO REMOTO, ÍNDICES BIOFÍSICOS E MONITORAMENTO DA COBERTURA VEGETAL.....	20
2.3	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: CARACTERÍSTICAS E DESAFIOS	21
2.4	PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA GESTÃO DE ÁREAS PROTEGIDAS	24
2.5	EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ÁREAS PROTEGIDAS	27
3	MONITORAMENTO DA COBERTURA VEGETAL ATRAVÉS DE ÍNDICES BIOFÍSICOS E GESTÃO DE ÁREAS PROTEGIDAS.....	30
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	30
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	33
3.2.1	Área de estudo	33
3.2.2	Procedimentos para coleta e análise dos dados	35
3.2.3	Índices de vegetação	35
3.3	RESULTADOS	38
3.3.1	Levantamento pluviométrico	38
3.3.2	Índices de vegetação	40
3.4	DISCUSSÃO	44
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
4	PARTICIPAÇÃO DA COMUNIDADE NAS AÇÕES DE PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE VEGETAL EM ÁREAS PROTEGIDAS.....	49
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	49
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	52
4.2.1	Área de estudo	52
4.2.2	Procedimentos para coleta e análise dos dados	53
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.3.1	Relação da população do entorno com a vegetação do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP)	55
4.3.2	Participação da comunidade na gestão do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP)	60

4.3.3	Ações de prevenção e uso sustentável da vegetação do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) com a participação comunitária	63
4.3.3.1	Grupo de Trabalho (GT) - Plano de fiscalização ambiental do PEMP.....	63
4.3.3.2	Curso de formação de agentes populares em educação ambiental para o PEMP.....	66
4.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
5	CONCLUSÕES GERAIS.....	70
	REFERÊNCIAS	72
	APÊNDICE A – MAPAS DO NDVI DO PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA PARA AS DATAS: 07 E 09/2007, 06 E 09/2013, 08 E 09/2016.....	86
	APÊNDICE B – MAPAS DO IAF (OU LAI) DO PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA PARA AS DATAS: 07 E 09/2007, 06 E 09/2013, 08 E 09/2016.....	87
	APÊNDICE C – MAPAS DO SAVI DO PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA PARA AS DATAS: 07 E 09/2007, 06 E 09/2013, 08 E 09/2016.....	88
	APÊNDICE D – MAPAS DO EVI DO PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA PARA AS DATAS: 07 E 09/2007, 06 E 09/2013, 08 E 09/2016.....	89
	APÊNDICE E – MAPAS DO NDWI DO PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA PARA AS DATAS: 07 E 09/2007, 06 E 09/2013, 08 E 09/2016.....	90
	ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA SOBRE O RELATÓRIO FINAL DA PESQUISA.....	91

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga possui grande biodiversidade, abrange todos os estados do Nordeste e parte de Minas Gerais, ocupando uma área com cerca de 844.453 km² ou 11% do território nacional, considerada Reserva de Biosfera pela União das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura - UNESCO, enquanto importante instrumento de conservação e de promoção de soluções para os problemas ambientais (BRASIL, 2018). Sua fauna é formada por dezenas de espécies de mamíferos, anfíbios, répteis, insetos e sua vegetação é constituída por 18 gêneros e 318 espécies endêmicas, pertencentes a 42 famílias, entre lenhosas, herbáceas, cactáceas e bromeliáceas, destacando-se a família *Leguminosae* com 80 espécies endêmicas (CALIXTO JÚNIOR; DRUMOND, 2014; GIULIETTI et al., 2004; LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003; PEREIRA JÚNIOR; ANDRADE; ARAÚJO, 2012; OLIVEIRA et al., 2013; QUEIROZ, 2002; RODRIGUES, 2003; ROSA et al., 2003; SILVA et al., 2003; ZANELLA; MARTINS, 2003).

A importância da cobertura vegetal desse bioma reside na riqueza de suas espécies, na sua capacidade de captar água das chuvas para as reservas hídricas subterrâneas (para manter nascentes, córregos, rios e poços utilizados pelas populações locais), além do seu potencial quanto ao sequestro de carbono (absorção do gás carbônico presente na atmosfera) e reduções do efeito estufa e aquecimento global, auxiliando na manutenção dos padrões climáticos nos âmbitos regional e global (AVANCINI; TEGA, 2013; BARROS JÚNIOR et al., 2015; BREUSS, 2010).

Apesar de sua atestada relevância, a vegetação da caatinga foi reduzida em 46% e Pernambuco ocupa a terceira colocação no ranking de desmatamento com aproximadamente 54% de sua cobertura vegetal original suprimida, superado apenas por Alagoas (82%) e Sergipe (68%), segundo dados do Ministério do Meio Ambiente e vem sendo alvo de intensa exploração e devastação, principalmente através da pecuária extensiva, de práticas agrícolas sem preocupação ecológica e da retirada de lenha e de madeira; o que pode desenvolver um processo irreversível de degradação (BRASIL, 2018a e 2018c; SANTANA; SOUTO, 2006).

A criação de espaços ambientais legalmente protegidos, uma das principais estratégias adotadas mundialmente para a preservação da biodiversidade, ainda é algo relativamente recente no Semiárido nordestino (BENSUSAN, 2006; BILAR, PIMENTEL e ARAÚJO, 2016). Porém, para que essas áreas alcancem os propósitos para os quais foram instituídas é fundamental a adoção de uma gestão ambiental participativa e compartilhada ou governança ambiental, com interação de esforços entre Estado e sociedade (BILAR et al., 2017; BILAR;

PIMENTEL, 2016; BOCKSTAEL et al., 2016; COELHO, 2014; SILVA, 2011), assim como realizar um monitoramento constante dos seus recursos naturais.

Nesse sentido, a utilização de sensoriamento remoto, com imagens orbitais e a aplicação conjunta de índices de vegetação, tais como o NDWI (índice de umidade por diferença normalizada) e o NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada) – citados em muitos estudos realizados em florestas secas - apresentam-se como excelentes opções para subsidiar as decisões e estratégias de manejo de áreas legalmente protegidas, considerando sua abrangência, funcionalidade e relação custo-benefício (BEZERRA et al., 2011; BEZERRA et al., 2014; RIBEIRO et al., 2016; SALLO, 2014; SILVA; GALVÍNIO, 2012). Entretanto, por falta de conhecimento, capacidade técnica, e até mesmo interesse, os órgãos públicos ambientais brasileiros, principalmente os estaduais e municipais, não costumam utilizar em seu dia a dia esses instrumentos para acompanhar o desenvolvimento e a distribuição espaço-temporal da cobertura vegetal das unidades de conservação sob sua responsabilidade.

O Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) em Serra Talhada/PE, com aproximadamente 887,24 ha, foi criado em 30 de janeiro de 2012 pelo Decreto Estadual nº 37.823 para promover a preservação da natureza e a qualidade ambiental da Caatinga (PERNAMBUCO, 2013; SANTOS et al., 2013). Trata-se da primeira unidade de conservação administrada pelo Estado de Pernambuco no bioma Caatinga e pertence ao grupo proteção integral conforme versam a Lei Federal nº 9.985/2000 e a Lei Estadual nº 13.787/2009. O Decreto Estadual nº 37.823/2012 também cita como propósitos para a criação do parque: a ampliação das unidades estaduais de conservação voltadas à proteção da biodiversidade da Caatinga e à recuperação de suas áreas degradadas, o incentivo à realização de pesquisas científicas, o exercício da educação ambiental e o desenvolvimento sustentável da região (PERNAMBUCO, 2012).

Com o intuito de alcançar tais objetivos, o Plano de Manejo dessa unidade de conservação, finalizado no ano de 2013, estabeleceu programas para a sua gestão, compostos por um conjunto de atividades autônomas – a serem desenvolvidas na esfera de governança do seu órgão gestor (Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH) e do seu Conselho Consultivo, composto por outros órgãos do Poder Público municipal, estadual e federal e por entidades da sociedade civil, dentre as quais: a Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE/UAST, a Associação de Moradores e Pescadores da Fazenda Saco, a Associação Rural dos Moradores da Fazenda Laginha (Assentamento Laginha) e a Associação dos Moradores e Assentados do Assentamento Nova

Aliança da Fazenda Saco (atualmente Assentamento Ivan Souto de Oliveira), e integradas - a serem realizadas em parceria com agentes externos, sejam eles públicos ou privados (PERNAMBUCO, 2013).

Nesse plano, foram estabelecidas 50 atividades (27 autônomas e 23 integradas) relacionadas com a preservação e o uso sustentável da vegetação do PEMP, discriminando-se prazos e responsáveis por sua realização, distribuídas em 12 programas em cinco eixos temáticos norteadores: gestão, monitoramento da unidade e recursos econômicos, controle ambiental (monitoramento e fiscalização), recuperação ambiental, estudos e pesquisas científicas e educação ambiental e integração com a comunidade.

No entanto, apesar da elaboração e implementação dessas atividades no PEMP com a participação social efetiva, em especial da comunidade local, serem determinações legais estabelecidas pela Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), pelo Sistema Nacional de Unidade de Conservação - SNUC (Lei nº 9.985/2000), pelo Plano Nacional de Áreas Protegidas - PNAP (Decreto nº 5.758/2006) e pelo Sistema Estadual de Unidades de Conservação de Pernambuco – SEUC/PE (Lei Estadual nº 13.787/2009), a maior parte delas ainda não foi concretizada nessa unidade de conservação.

Em consequência, surgiram as perguntas: a) Quais ações públicas voltadas à preservação e ao manejo sustentável dos recursos florestais do Parque Estadual Mata da Pimenteira, presentes em seu Plano de Manejo, estão sendo realizadas com a participação da comunidade local? b) Quais as principais dificuldades encontradas em relação à efetivação de uma participação social ativa nas atividades estabelecidas nesse plano?

Serão averiguadas as seguintes hipóteses: a) a condição da cobertura vegetal do PEMP é fragilizada por ações antrópicas, principalmente em seu entorno; b) a ausência de uma cultura de exercício da cidadania, agravada pela exclusão social, faz com que a participação das comunidades locais nas atividades relacionadas à preservação e à utilização sustentável da vegetação do parque seja pouco ativa; c) A carência de uma estrutura administrativa (infraestrutura e recursos humanos) adequada e a escassez de ações integradas e permanentes de gestão e educação ambiental por parte das organizações que compõem o conselho gestor do parque prejudicam a efetividade dessa participação social.

Este estudo, pautado por uma abordagem interdisciplinar, propõe-se a contribuir com a defesa da biodiversidade da Caatinga, bioma com muitas espécies sob risco de extinção, o que reforça a relevância de estudos voltados à sua preservação (FERREIRA, 2013; NOBRE, 2011; SILVA et al., 2003). Adicionalmente contribuirá para a Ciência, para a Academia e para a sociedade, através de investigações que relacionam os efeitos da legislação e ações do

poder público junto às comunidades locais em áreas protegidas, especialmente considerando uma vegetação sob elevado estresse ambiental, como a da Caatinga. Auxiliará na consolidação de políticas públicas de elevado impacto socioambiental e de importância estratégica para o desenvolvimento de Pernambuco.

Tendo em vista que pesquisas quantitativas e qualitativas não são, necessariamente, excludentes, mas complementares em muitas situações, especialmente no âmbito das Ciências Ambientais, área que demanda uma visão mais complexa e interdisciplinar, este estudo combina esses dois horizontes metodológicos, utilizando imagens de sensoriamento remoto com cálculo de índices biofísicos, estudo de campo, entrevistas semiestruturadas com atores-chave, pesquisa documental e análise de conteúdo (CRESWELL, 2007; FLICK, 2008; LEFF, 2014; MINAYO, 2014; MINAYO; DESLANDES; GOMES, 2016).

Consequentemente, a abordagem adotada baseia-se no paradigma da complexidade de Morin, que defende a interdisciplinaridade em detrimento de uma visão fragmentada e unidimensional da realidade, considerando que a crise ambiental vivenciada na atualidade é multidimensional e, como tal, carece de soluções que vão além de um pensamento reducionista (MORIN, 2014; MORIN; CIURANA; MOTTA, 2009).

Este estudo objetivou analisar em que medida a participação da comunidade local vem ocorrendo nas ações de preservação e utilização sustentável da vegetação do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) em Serra Talhada/PE. Tendo como objetivos específicos: a) identificar a condição da cobertura vegetal do PEMP utilizando os índices de vegetação NDVI, LAI, SAVI, EVI e NDWI, para auxiliar no monitoramento ambiental e tomada de decisões referentes à gestão dessa área protegida; b) caracterizar as principais ações de preservação e manejo sustentável da vegetação do PEMP desenvolvidas com a participação da comunidade local, os resultados obtidos e as principais dificuldades relacionadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CAATINGA E SUA VEGETAÇÃO

A Caatinga é um dos biomas mais vulneráveis do Brasil, estabelecido em uma região de clima semiárido (seco), estendendo-se por todos os estados nordestinos e parte de Minas Gerais, abrangendo cerca de 11% do território nacional e 83% do território de Pernambuco (BRASIL, 2018a e 2018c). Sua vegetação vem sendo degradada há anos por atividades antrópicas (extrativismo predatório), dentre as quais: a produção de lenha e carvão, a pecuária extensiva, as práticas agrícolas impróprias e a construção civil; restando atualmente apenas 56% de sua área original de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2018a; FERREIRA, 2013; NOBRE, 2011; SABINO; CUNHA; SANTANA, 2016).

Inventários elaborados na primeira década deste século registram a presença de 148 espécies de mamíferos, 240 de peixes, 167 de anfíbios e répteis, 187 de abelhas, 62 famílias e 510 espécies de aves, 42 famílias e 318 espécies vegetais endêmicas – 80 delas da família *Fabaceae* (*Leguminosae*), além de mais de 1000 espécies de plantas vasculares; atestando que a Caatinga é um ecossistema rico em biodiversidade e que precisa ser preservado (CALIXTO JÚNIOR; DRUMOND, 2014; GIULIETTI et al., 2004; LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003; PEREIRA JÚNIOR; ANDRADE; ARAÚJO, 2012; QUEIROZ, 2002; RODRIGUES, 2003; ROSA et al., 2003; SILVA et al., 2003; ZANELLA; MARTINS, 2003). Além desse grande número de espécies, destacam-se a diversidade de suas paisagens e vegetação com a apresentação de floresta alta, mas também de arbustos isolados e solo praticamente descoberto.

Desse modo, de acordo com Avancini e Tega (2013) e Brasil (2018c), a Caatinga possui a maior biodiversidade entre as regiões semiáridas do planeta, no entanto, ainda há pouca produção científica relativa a esse bioma, no qual vivem cerca de 28 milhões de pessoas, dependentes dos seus recursos naturais.

A cobertura vegetal desse bioma é de grande importância para a manutenção dos padrões climáticos regionais e globais, para a sustentabilidade hídrica da população do Semiárido, principalmente água potável, assim como para a qualidade dos solos agriculturáveis (AVANCINI; TEGA, 2013; BARROS JÚNIOR et al., 2015). Além disso, possui elevado potencial quanto ao sequestro de carbono, pois, segundo Breuss (2010), o Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada - IRPAA avaliou que a caatinga apresenta um potencial teórico de sequestro de carbono de 35 toneladas de carbono por hectare. Isto significa o uso do carbono na produção de biomassa, especialmente folhas, e a

sua utilização pela comunidade do entorno para os mais diferentes fins representa um risco para a manutenção desta vegetação no ambiente. Lembrando que esta produção de biomassa ocorre sob condições ambientais adversas, enfatizando os reduzidos valores de precipitação anual e elevadas temperaturas, fatores contrários à fotossíntese, mecanismo responsável pela produção de biomassa vegetal. Muitas espécies endêmicas da Caatinga são reconhecidas por suas propriedades medicinais e fonte de alimento para os animais que resistem às condições do ambiente.

A vegetação da Caatinga possui grande capacidade de se ajustar às adversidades ambientais, especialmente aos fatores climáticos e de solo, com capacidade de modelar sua estrutura morfológica em seu processo de interação ambiental (SCHLICHTING, 2002 *apud* SILVA, 2012). A maioria das plantas da Caatinga é tropófila (decídua), perde suas folhas na estação seca (LIMA, 2007). Trata-se da caducifolia, que representa uma adaptação fisiológica estratégica para a sobrevivência das espécies na falta de água. Assim, as folhas caem e dão destaque aos troncos, de coloração esbranquiçada. Dessa característica se origina o termo Caatinga, que significa “mata branca” na língua indígena (PERNAMBUCO, 2013). Ocorrem grupos de espécies que apresentam aspectos funcionais e fenológicos diferenciados, como mecanismos de florescimento e frutificação durante a estação seca, registrado para a Imburana-de-cambão (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett), Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), Maniçoba (*Manihot dichotoma* Ule), Embiratanha (*Pseudobombax marginatum* (A. St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns), mas, para a maioria das espécies, esses mecanismos ocorrem na estação chuvosa. Estes aspectos são considerados de grande importância para a manutenção das populações de polinizadores e dispersores de sementes, que necessitam de recursos durante o período em que há escassez de alimentos (LIMA, 2010).

Há anos, a vegetação nativa da caatinga vem sendo utilizada para garantir a subsistência da população do Semiárido, também conhecida como “civilização da seca”, altamente dependente dos recursos naturais devido às precárias condições socioeconômicas e tecnológicas que dispõe para enfrentar as enormes adversidades climáticas do seu território (AB´SABER, 1999; BRASIL, 2011; MENDES, 2017). A lenha e o carvão até hoje alimentam a economia regional, assim como as práticas das queimadas, para manejo do solo, e da pecuária extensiva tradicionalmente arraigadas à cultura local (BRASIL, 2011; SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015). Somam-se a esse cenário, o avanço da fronteira agrícola e a construção civil.

De acordo com Cavalcanti (2011), os sistemas produtivos implantados no Semiárido, historicamente, baseiam-se na exploração econômica dos recursos naturais, através de uma

visão extrativista, imediatista e contrária aos princípios da sustentabilidade, o que resultou em um intenso processo de degradação socioambiental. De um lado, os grandes proprietários rurais (latifundiários) que fazem uso indiscriminado desses recursos e do outro os pequenos agricultores ou produtores rurais que os utilizam, muitas vezes de forma inadequada, dadas as suas limitações financeiras e tecnológicas, para garantir sua sobrevivência.

2.2 SENSORIAMENTO REMOTO, ÍNDICES BIOFÍSICOS E MONITORAMENTO DA COBERTURA VEGETAL

A utilização científica do sensoriamento remoto com a aplicação de índices de vegetação (biofísicos) são instrumentos eficientes e eficazes para averiguar as condições da cobertura vegetal de uma determinada área geográfica por conta de sua precisão, praticidade e caráter multiespectral, auxiliando no processo de gestão ambiental desse espaço e na elaboração e implementação de políticas públicas (MIRANDA et al., 2018; RIBEIRO et al., 2016; SALLO, 2014; SEIFFERT, 2014).

De acordo com Lopes, Silva e Pacheco (2014), os sensores instalados em satélites são capazes de detectar a radiação solar refletida pela superfície da Terra através de faixas espectrais, o que possibilita a obtenção de dados, muitos dos quais com alta resolução espacial, para a determinação dos índices de vegetação, com diversas aplicações em termos de monitoramento ambiental.

Segundo Chagas (2012), o estado da vegetação de uma determinada paisagem pode ser indicado através da investigação de sua condição biológica considerando variáveis como: biodiversidade, exuberância (vigor) e tamanho das espécies. Os índices mais adotados para essa análise são: NDWI (índice de umidade por diferença normalizada), NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada), SAVI (índice de vegetação ajustado ao solo), EVI (índice de vegetação otimizado) e LAI (índice de área foliar).

Para o caso específico do bioma Caatinga, merecem destaque os índices NDVI, capaz de destacar e caracterizar a cobertura vegetal de uma área e o NDWI, relativo à umidade do solo, sendo muito utilizados por pesquisas relacionadas às temáticas: desertificação, florestas secas e avaliação de corpos hídricos (rios e bacias hidrográficas) (BEZERRA; SILVA; BEZERRA, 2011; BEZERRA et al., 2014; SILVA; GALVÍNCIO, 2012).

Portanto, as relevantes informações geradas com base nesses parâmetros são úteis para subsidiar o planejamento e o gerenciamento de recursos naturais (BEZERRA et al., 2014) como por exemplo, em áreas ambientais legalmente protegidas. Em consonância com esse entendimento Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013) acrescentam que o planejamento

ambiental do território é um elemento indispensável para a confecção e posterior acompanhamento de programas de desenvolvimento local sustentável, planos uso, de manejo e gestão de uma dada unidade de paisagem.

De acordo com Kuntschik e Assis (2013), a caracterização espacial de uma área legalmente protegida é importante para identificar pontos de desmatamento, áreas a serem restauradas, determinadas espécies vegetais sob as quais se tenha algum interesse peculiar, usos indevidos do solo, dentre outras funções.

Sousa et al. (2010) afirmam que o mapeamento da cobertura vegetal através de sensoriamento remoto é indispensável para a realização de estudos relacionados à gestão ambiental, bem como para avaliar a biodiversidade de uma determinada área e subsidiar políticas públicas.

Para a elaboração dos planos de manejo e zoneamento das unidades de conservação brasileiras, fundamentalmente as federais, são utilizadas ferramentas digitais como o Sistema de Informações Geográficas – SIG e a classificação territorial em Unidades de Paisagem Natural – UPN (ELAP, 2015).

No entanto, o uso de sensoriamento remoto para o monitoramento ambiental e gestão desses espaços de preservação da natureza ainda é bastante restrito e assistemático (SEIFFERT, 2014), principalmente quando combinado com os citados índices de vegetação, fato que pode ser atribuído às deficiências de conhecimento, qualificação técnica, infraestrutura, capacidade de articulação e, muitas vezes, falta de interesse por parte dos órgãos públicos ambientais.

2.3 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: CARACTERÍSTICAS E DESAFIOS

Mundialmente, a criação de áreas protegidas (*protected areas*) com limites devidamente estabelecidos, bem como a regulamentação quanto ao uso e a ocupação territorial, constitui uma importante ferramenta para a proteção dos biomas e de sua biodiversidade (PELIZZARRO et al., 2015).

No Brasil, as unidades de conservação são áreas legais sob proteção, assim definidas pelo Art. 2º, Inc. I da Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e estabeleceu critérios para a criação, implantação e gestão dessas unidades, definidas como espaços territoriais, incluindo os seus respectivos recursos ambientais, instituídos pelo Poder Público na forma da lei, o que lhes confere as devidas garantias jurídicas (BRASIL, 2018b; MEDAUAR, 2010).

De acordo com o Artigo 225 da Constituição Federal, é compromisso do Poder Público, através de suas políticas públicas, defender e preservar o meio ambiente, patrimônio da coletividade. Ainda nesse mesmo artigo, consta que é incumbência do Estado: “definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos” (MEDAUAR, 2010, p.145).

No entanto, conforme o entendimento de Rua (2009), a política pública extrapola uma simples decisão política, pois a sua efetivação exige uma série de ações estratégicas e continuadas. E sob a ótica de Spadotto e Elias (2011), política pública é um conjunto de ações estatais (nos horizontes federal, estadual e municipal), voltadas ao bem comum. Esta definição remete à importância da integração dessas políticas e seus instrumentos, bem como à necessidade de atuação conjunta entre os órgãos responsáveis por sua execução.

A Lei Federal nº 6.938/81 que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, em seu Artigo 9º define os instrumentos necessários para a preservação melhoria e recuperação da qualidade ambiental no Brasil. O inciso VI desse dispositivo legal cita as unidades de conservação como áreas legais de proteção, conforme definido pelo Artigo 2º, inciso I da Lei nº 9.985/2000 (MEDAUAR, 2010). Essas unidades, de acordo com classificação definida pelo SNUC, subdividem-se em duas categorias: as de proteção integral, cujo objetivo central é a preservação da natureza, e as de uso sustentável, que compatibilizam a conservação ambiental com o uso sustentável de parte dos recursos naturais.

Para Braga (2005), os parques nacionais, estaduais e municipais são excelentes exemplos de unidades de proteção integral, uma vez que, conforme reza a Lei nº9.985/2000, voltam-se tão somente à preservação dos recursos ecossistêmicos (naturais), admitindo-se apenas o seu uso indireto, ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta, dano ou destruição.

De acordo com Bensusan (2006), as áreas protegidas são os principais instrumentos adotados mundialmente para a conservação da biodiversidade; sendo o Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos da América, o primeiro criado, no final do século XIX, e que adotou o formato de uma unidade de conservação integral, onde o ser humano jamais seria um morador, mas um mero visitante. Ainda segundo esta autora, esse modelo foi adotado por vários outros países, como o Brasil, e vigora até os dias atuais (a exemplo do parque objeto deste estudo), tendo dentre os seus principais desafios: a seleção das áreas onde essas unidades serão estabelecidas, as questões e os conflitos fundiários, a gestão e a consolidação desses espaços e as relações com as populações circunvizinhas.

A primeira área protegida criada no Brasil foi o Parque Nacional de Itatiaia, no Rio de Janeiro, em 1937 (ROCHA, et al., 2010). O Parque Estadual Mata da Pimenteira, criado em 2012, é a primeira unidade de conservação da natureza criada pelo Governo do Estado de Pernambuco no bioma Caatinga.

A Lei Estadual nº 13.787/2009, que criou o Sistema Estadual de Unidades de Conservação de Pernambuco, dividiu as unidades de proteção integral em cinco categorias, quais sejam: estação ecológica - ESEC (tendo como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas), parque estadual - PE (destinado à preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, recreação e ecoturismo) refúgio de vida silvestre - RVS (voltado à proteção de ambientes naturais, assegurando condições para a existência ou reprodução de importantes espécies ou comunidades da flora e da fauna), reserva biológica - REBIO (destinada à preservação da biota e demais atributos naturais, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, sendo proibida a visitação, exceto com propósito educacional) e monumento natural – MN (criado para preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica, podendo ser constituída por áreas particulares).

Das 81 unidades de conservação estaduais que correspondem a, aproximadamente, 3% do território pernambucano, ou 292 mil ha, 40 são de proteção integral, sendo seis delas localizadas no bioma Caatinga, a saber: o MN Pedra do Cachorro nos municípios de São Caetano, Brejo da Madre de Deus e Tacaimbó, a ESEC Serra da Canoa em Floresta/PE, o PE Serra do Areal e o RVS Pontal em Petrolina, o RVS Tatu Bola nos municípios de Lagoa Grande, Santa Maria da Boa Vista e Petrolina; além do PEMP (CPRH, 2018; DELLA BELLA, 2016). Percentualmente essas seis unidades representam 43% do espaço territorial estadual protegido sob a forma de unidades de proteção do tipo integral. No entanto, esse patamar de cobertura espacial só foi obtido recentemente (ano de 2015) devido à criação do RVS Tatu Bola com 110mil ha.

O pequeno percentual territorial protegido, a fragmentação e as dificuldades de gestão são problemas verificados na maioria das unidades de conservação brasileiras, demonstrando que, na prática, a proteção dos recursos naturais não é tratada como prioridade neste país.

Pinto (2008) adverte que são necessários maiores investimentos para que os sistemas de unidades de conservação tanto no âmbito estadual quanto federal, de fato, sejam capazes de cumprir suas incumbências enquanto protetores e mantenedores da biodiversidade regional e nacional.

A criação de redes de cooperação formadas por agentes públicos e atores não estatais locais apresenta-se como uma excelente opção para contribuir com a gestão de sistemas desse tipo, uma vez que integram e fortalecem ações e parcerias entre órgãos públicos, assim como, em uma perspectiva mais abrangente, entre o Estado e a sociedade (BARROSO; SOARES, 2009; CALMON; COSTA, 2013; COELHO, 2014).

Essas redes, conforme Quinn, Anderson e Finkelstein (2001 *apud* MALMEGRIN, 2014) podem possuir vários formatos ou configurações: infinitamente plana, invertida, teia de aranha, glomerada, raio de sol. São caracterizadas pela cooperação, autonomia e interdependência das organizações constituintes para fins do alcance de seus objetivos, e oportunizam o planejamento, a organização, a execução e o controle de políticas públicas de forma conjunta, articulada e integrada, bem como a participação e o compromisso das pessoas envolvidas, contribuindo dessa maneira com a governança (MALMEGRIN, 2014; NASCIMENTO, 2010; SOUZA; MAÇANEIRO, 2014).

Portanto, no âmbito das políticas públicas ambientais relacionadas aos espaços legalmente protegidos, a implantação e a consolidação de redes interorganizacionais e intersetoriais de cooperação são ações necessárias para promover a preservação e o uso sustentável dos seus recursos florestais.

2.4 PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA GESTÃO DE ÁREAS PROTEGIDAS

Com o advento da Constituição de 1988, a participação social cresceu e se diversificou no Brasil, fundamentalmente no âmbito municipal, através do surgimento de instituições participativas, dentre as quais se destacam as audiências públicas e os conselhos gestores (DAGNINO; TATAGIBA, 2007; GOHN, 2011; VAZ, 2011). Para Heredia, Bezerra e Palmeira (2012), a participação dos cidadãos na gestão pública, tanto no que diz respeito ao acesso à informação quanto às discussões acerca das políticas em si, necessita desses espaços de fala devidamente institucionalizados.

A Lei nº 9.985/2000, que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, determinou a criação de conselhos gestores, em sua maioria consultivos, nas áreas protegidas enquanto instrumentos de gestão participativa, compostos por representantes do Estado e da sociedade civil. A exemplo da legislação federal, a Lei nº 13.787/2009, que criou o Sistema Estadual de Unidades de Conservação de Pernambuco – SEUC/PE, ratificou esse entendimento.

Para Mussi (2007), esse conselho é um canal que formaliza a participação social, assumindo os papéis de mediador e de espaço para mudanças nas relações de poder entre Estado e sociedade.

Sob a ótica de Risso (2016), os conselhos gestores são instrumentos de fundamental importância para a promoção de uma participação social efetiva na gestão de uma área protegida.

Segundo Carregosa, Silva e Kunhavalik (2015), o envolvimento da comunidade local na gestão de uma unidade de conservação, traz benefícios mútuos, de um lado auxilia na preservação dos recursos naturais dessa área protegida e, por outro lado, favorece o processo de empoderamento dessas pessoas. Corroborando com esse entendimento, Bilar, Pimentel e Araújo (2016) entendem que essa relação de parceria pode ser benéfica para ambas as partes (comunidade e área protegida), desde que ocorra de forma permanente e efetiva.

Nesse sentido, os níveis de participação da sociedade nas políticas públicas também devem ser considerados. De uma maneira sintética, Gohn (2011) aponta três tipos de participação sociopolítica, a presencial, caracterizada pela passividade de comportamento do indivíduo; a ativação, onde este desempenha as atividades que lhe foram confiadas e a participação (real), quando o indivíduo efetivamente contribui para as decisões.

Arnstein (1969) concebeu uma escada simbolizando esses níveis, desde a não-participação, onde há, inclusive, a possibilidade de manipulação do processo por parte dos detentores do poder; seguido por um patamar intermediário, caracterizado por uma participação mais simbólica do que efetiva, uma vez que o cidadão exerce um papel meramente de conselheiro; até o nível mais elevado, denominado poder dos cidadãos, no qual estes podem negociar com os gestores públicos e fazerem parte, de fato, dos processos decisório e de controle.

Prieto-Martín e Ramírez-Alujas (2014) ampliaram o modelo proposto por Arnstein, incluindo o nível denominado conflito (antes da não-participação), para contemplar a participação do tipo autônoma de pessoas interessadas em resolver uma demanda específica, bem como desenvolvendo a concepção de assessoria ou colocação, segundo a qual o indivíduo coloca-se em busca de parceria com o governo, no âmbito da participação consultiva, culminando com a chamada participação colaborativa (equivalente ao poder do cidadão).

Rodriguez e Silva (2013) afirmam que a capacidade de gestão ambiental, fundamentalmente no horizonte das unidades de conservação, depende diretamente da

população local, pois, é ela quem irá construí-la e usufruir de seus resultados, em conformidade com a legislação em vigor.

Para Jacobi (2013), uma comunidade vivencia, de maneira particular e exclusiva, as questões ambientais globais. Este autor esclarece que para enfrentar os complexos problemas relacionados ao meio ambiente é necessário que cada comunidade assuma a corresponsabilidade pela gestão do território onde vive. A partir dessa concepção, subentende-se que as pessoas residentes no entorno de uma unidade de conservação devem interessar-se e participar da governança ambiental desse espaço, que também lhes pertence, por se tratar de um patrimônio público.

Saliente-se que o conceito de comunidade, conforme Wenger (2010) e Jacobi (2013), não se restringe a uma questão meramente espacial e/ou demográfica, mas sobretudo social, política e educacional (aprendizagem), uma vez que, para esses autores, uma comunidade é um grupo de pessoas que desenvolve ações e discussões de maneira interativa, compartilhando informações e aprendendo coletivamente, a partir de uma preocupação ou objetivo comum.

Dessa forma, a consolidação de um sistema integrado, colaborativo e harmônico de gestão de áreas protegidas pautado pela governança ambiental com o envolvimento efetivo da comunidade local, interagindo com o Estado na construção de estratégias voltadas à proteção da biodiversidade e à promoção do desenvolvimento sustentável, é fundamental para o alcance dos propósitos das políticas públicas ambientais (BOCKSTAEL et al., 2016; COELHO, 2014; SILVA, 2011).

Cabe salientar que o termo governança é recente, principalmente na área ambiental, e busca explicar a complexidade de relações entre o Estado e os agentes não governamentais voltadas ao alcance de benefícios coletivos nas sociedades contemporâneas (COELHO, 2014).

A governança ambiental relaciona-se à construção de um diálogo interdisciplinar permanente entre sociedade e Poder Público, onde este atua como mediador de conflitos, coordenador de atividades conjuntas e educador (COELHO, 2014; CUNHA; LOUREIRO, 2012).

O Plano de Manejo do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) estabelece que as populações residentes no seu entorno, representadas principalmente pela Associação de Moradores e Pescadores da Fazenda Saco, Associação Rural dos Moradores da Fazenda Laginha e Associação dos pescadores do Açude Saco, Associação dos moradores e assentados do Assentamento Nova Aliança (atualmente Ivan Souto de Oliveira), assim como outras

entidades da sociedade civil participem de seu Conselho Gestor, sendo esta composição paritária em relação às representações governamentais, em consonância com a legislação em vigor (PERNAMBUCO, 2013).

Porém, a mera existência de um espaço participativo não garante uma participação ativa da comunidade na gestão de uma área legalmente protegida. Conforme Jacobi (2009 e 2013), para que essa participação seja, verdadeiramente, efetiva e qualificada devem coexistir os princípios da igualdade, do pluralismo e da solidariedade, em um ambiente pautado pela aprendizagem coletiva, no intuito de subsidiar e fortalecer o processo de tomada de decisão dos cidadãos no que tange às políticas públicas ambientais.

2.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ÁREAS PROTEGIDAS

Rodriguez e Silva (2013) consideram que a atual crise ambiental é, antes de mais nada, uma crise cultural. Sob essa mesma ótica, Leff (2014) cita a degradação ambiental, o risco de colapso ecológico e o avanço da desigualdade social e da pobreza como principais sintomas dessa crise do mundo globalizado.

Nesse contexto, a educação ambiental apresenta-se como um dos instrumentos mais importantes para a construção de um novo futuro, por ser capaz de mudar atitudes e valores, disseminar técnicas e conceitos geradores de uma verdadeira e duradoura revolução cultural a favor do meio ambiente, assumindo um papel estratégico, pois, ao mesmo tempo que sensibiliza as populações acerca da relevância das áreas protegidas, segundo a legislação em vigor, também estimula a participação social na governança desses espaços (DIEGUES, 2000; SAISSE, 2013; WICK; SILVA, 2015).

A prática educativa, tanto na modalidade formal quanto na informal, deve ensinar as pessoas a serem cidadãs de fato, a agirem com criticidade, transformando a realidade ao seu redor, sem neutralidade ou conformismo (FREIRE, 2011; MORIN, 2014).

Oliveira e Carvalho (2003) reforçam que a educação ambiental deve conduzir ao desenvolvimento sustentável da população por meio da harmonização das necessidades humanas com a conservação dos recursos ecossistêmicos, garantindo um ambiente saudável, que concilie desenvolvimento socioeconômico, tecnológico e preservação ambiental. Isto significa que ela deve ser vista como um indispensável instrumento para a gestão ambiental, voltada para a materialização do ideal de sustentabilidade (SEIFFERT, 2014).

A Lei nº 9.795/99 (Política Nacional de Educação Ambiental), em seu artigo primeiro, define educação ambiental como sendo “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências

voltadas para a conservação do meio ambiente” (MEDAUAR, 2010, p.435). Determina que, ao ser regulamentada pelo Decreto nº 4.281/02, a educação ambiental deve ser uma prática transversal, contínua, permanente, integrada e interdisciplinar em todos os níveis e modalidades do processo educativo, tanto em seu caráter formal, quanto não-formal (BRASIL, 1999 e 2002). Ainda, segundo a Lei nº 9.795/99, a educação ambiental não-formal, compreende o conjunto de ações e práticas realizadas com o intuito de sensibilizar e promover a participação da população no que se refere à defesa do meio ambiente (BRASIL, 1999).

Entretanto, o cumprimento dessa legislação ainda figura como um enorme desafio para unidades de conservação brasileiras, diante de suas carências de recursos humanos e infraestrutura, apesar de constar entre os princípios da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/81) que a educação ambiental deve capacitar a comunidade para que esta participe ativamente na defesa do meio ambiente (BRASIL, 1981), a exemplo do Plano de Manejo do PEMP, que preconiza a integração socioambiental da população residente no seu entorno, bem como a realização de atividades de educação ambiental e manejo sustentável para fortalecer o seu envolvimento com essa unidade de conservação (PERNAMBUCO, 2013).

Maretti et al. (2012) e Saisse (2013) abordam a educação ambiental como uma estratégia adotada pelo atual modelo de gestão das unidades de conservação brasileiras, o qual passou a incluir mecanismos mais participativos e parcerias, para facilitar o acesso da sociedade a esses espaços protegidos. Nesse sentido, Dias (2008) recomenda que os conselhos gestores dessas unidades auxiliem nos processos de planejamento e desenvolvimento de atividades educativas, bem como de projetos relacionados à formação cidadã dos próprios conselheiros e das comunidades do entorno.

Ressalte-se que a educação ambiental possui abordagens diversas, dentre as quais: a emancipatória ou transformadora, baseada na libertação das pessoas de quaisquer formas de sujeição e dominação; a crítica, diretamente relacionada à intervenção social para o enfrentamento de problemas socioambientais, através do exercício da cidadania; a educação no processo de governança ambiental; o enfoque sistêmico, que é multidimensional, multiestrutural e multirreferencial e a alfabetização ecológica, que envolve a geração de conhecimento acerca de princípios ecológicos em comunidades humanas (GUIMARÃES, 2004; MUNHOZ, 2004; RODRIGUEZ; SILVA, 2013; CAPRA, 2006; SANTOS; SCHETTINO; BASTOS, 2013).

Essas abordagens não devem ser consideradas mutuamente excludentes, tendo em vista os princípios da interdisciplinaridade e da transversalidade inerentes à atual concepção

sobre educação ambiental, a qual não se limita à reprodução de um modelo conservacionista, tratando apenas da utilização racional dos recursos naturais, mas que supera tal entendimento ao ser capaz de gerar um ambiente de aprendizagem crítico e participativo, voltado à promoção de uma mudança de valores e à criação de uma nova visão de mundo (BRÜGGER, 1994; DIAS, 2008).

Para Pimentel (2008), os espaços legalmente protegidos, especialmente os parques, podem promover ações de educação ambiental de diferentes formas: servindo como *locus* para a implantação de políticas públicas elaboradas, conjuntamente, por órgãos públicos e sociedade civil, assim como para aquisição de conhecimentos, conciliando informação qualificada e vivência participativa (GUIMARÃES, 2012), reaproximando as pessoas da natureza e gerando um processo de aprendizagem coletiva fomentado pela interpretação prática e crítica dos visitantes sobre a questão ambiental, principalmente no que se refere às relações entre o seres humanos e os recursos naturais.

Wick e Silva (2015) reforçam a importância de explorar o grande potencial educativo intrínseco às áreas protegidas, o qual sobrepuja os seus limites físicos, discutindo com os seus visitantes ou com aqueles que venham a manter algum tipo de contato, mesmo que indireto, com essas unidades de conservação a complexa e dicotômica relação existente entre sociedade e natureza; levando-os a refletir acerca das suas ações e sobre a premência de uma mudança de valores, pautados pelo exercício da cidadania ambiental, conforme os entendimentos de Freire (2011), Leff (2014), Morin (2014) e Morin, Ciurana e Mota (2009).

Desse modo, uma área protegida, como o Parque Estadual Mata da Pimenteira, apresenta inúmeras possibilidades de realização de atividades educativas relacionadas à preservação e ao uso sustentável de sua vegetação para os mais diferentes tipos de público a serem planejadas e desenvolvidas com a participação da comunidade.

3 MONITORAMENTO DA COBERTURA VEGETAL ATRAVÉS DE ÍNDICES BIOFÍSICOS E GESTÃO DE ÁREAS PROTEGIDAS¹

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A vegetação de caatinga apresenta grande biodiversidade, onde ocorrem 318 espécies endêmicas, com destaque para a família *Leguminosae* (*Fabaceae*) e uma reconhecida capacidade de se ajustar às adversidades ambientais, com mecanismos de florescimento e frutificação diferenciados, além da queda de folhas durante a estação seca (caducifolia), garantindo sua sobrevivência frente à escassez hídrica (CARRIÓN et al., 2017; GIULIETTI et al., 2004; LEAL, TABARELLI; SILVA, 2003; LIMA, 2010; QUEIROZ, 2002; SILVA, 2012).

Apesar dessa incontestável riqueza vegetal, é comprovado um elevado grau de vulnerabilidade em muitas das espécies estabelecidas na caatinga (CHAGAS, 2012; SILVA et al., 2008). Além de constituir um bioma característico de uma região semiárida, sob grave degradação há décadas, por incessantes e inconsequentes atividades antrópicas, aproximadamente metade de sua cobertura vegetal original e muitas de suas espécies estão sob sério risco de extinção (BRASIL, 2018a; FERREIRA, 2013; NOBRE, 2011).

Dentre as principais características dessa vegetação, destacam-se a acentuada queda foliar, que ocorre, anualmente, durante a estação seca (RODAL; SAMPAIO, 2002), e o desenvolvimento de diferentes estratégias de dispersão de sementes e armazenamento de água (LIMA, 2010). A precipitação é um fator preponderante na regulação do comportamento fenológico da maioria das espécies (AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2009; LIMA, 2010).

Uma das principais medidas implementadas, em todo o mundo, para a preservação de florestas e sua biodiversidade é a criação de áreas protegidas (BENSUSAN, 2006; PINTO, 2008). Porém, a simples existência desses espaços, legalmente instituídos, não garante que seus propósitos preservacionistas sejam efetivamente alcançados, fazendo-se necessárias outras ações governamentais, como atividades de educação ambiental, visando minorar os impactos negativos decorrentes do uso inadequado do solo, assim como a gestão dessas áreas, incluindo o monitoramento constante da condição de sua cobertura vegetal. Estas ações vêm sendo facilitadas com a utilização de imagens orbitais, captadas por sensores instalados em satélites, os quais, graças ao crescente avanço tecnológico, aumentam, continuamente, sua

¹ Este capítulo foi adaptado para o formato de artigo científico e publicado no v. 33, n. 68, set./dez. (2018) da revista GEOSUL. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2018v33n68p236>.

capacidade de resolução (espectral, espacial e temporal), permitindo a detecção de desmatamentos, queimadas e áreas sob riscos de desertificação, assim como o acompanhamento dos usos do solo e dos impactos ambientais causados pelas atividades humanas, subsidiando a tomada de decisões para a preservação ambiental (FLORENZANO, 2007; MENESES, 2012; MOREIRA, 2003; NOVO, 2008; RODRIGUES et al., 2009; SEIFFERT, 2014; WENG, 2010).

Recursos tecnológicos, como o sensoriamento remoto, auxiliam, eficientemente, os gestores governamentais durante o processo decisório, pois, além das vantagens, também possibilitam: a projeção de cenários, a obtenção de informações à distância e, algumas vezes, em tempo real, maior efetividade no planejamento, na execução e no controle de estratégias preservacionistas e de recuperação de áreas degradadas, além de servirem como base para a elaboração de novas políticas públicas ambientais e de novos instrumentos para monitorar a natureza (CURI, 2011; SEIFFERT, 2014).

A utilização do sensoriamento remoto e a aplicação conjunta de índices de vegetação, também chamados índices biofísicos, apresentam-se como instrumentos eficientes e eficazes para avaliar e monitorar as condições da cobertura vegetal de uma região geográfica, em função de sua precisão, praticidade e caráter multiespectral (CHAGAS, 2012; RIBEIRO et al., 2016; SALLO et al., 2014). Dentre os índices que, tradicionalmente, são adotados para essa análise temos o índice de vegetação por diferença normalizada ou *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), proposto por Rouse et al., (1973), muito utilizado na avaliação da espacialização e da evolução da cobertura vegetal; o índice de vegetação ajustado ao solo ou *Soil-Adjusted Vegetation Index* (SAVI), desenvolvido por Huete (1988), permitindo minimizar a influência da reflectância dos solos claros ou escuros em meio à vegetação (efeito *background*); o índice de umidade por diferença normalizada ou *Normalized Difference Water Index* (NDWI), elaborado por Gao (1996), relacionado ao levantamento de escassez hídrica; o índice de vegetação otimizado ou *Enhanced Vegetation Index* (EVI), elaborado por Huete et al. (1997), adotado como fator de ajuste para aprimorar o sinal das plantas e o índice de área foliar ou *Leaf Area Index* (LAI), apresentado por Allen et al. (2002), utilizado para a determinação da biomassa.

Estes índices auxiliam no entendimento da dinâmica da vegetação, avaliando caracteres como a densidade, o vigor, a variação sazonal e a distribuição no solo (CHAGAS, 2012; TEIXEIRA, 2003), informações de grande relevância para uma maior eficiência na gestão das unidades de conservação da natureza (OLIVEIRA, 2013).

Considerando o caso específico da vegetação de caatinga, merecem destaque os índices: NDVI, muito adotado em regiões semiáridas por destacar e caracterizar a cobertura vegetal, SAVI, capaz de minimizar a reflectância do solo (*background*), principalmente durante o período seco do ano, e NDWI, por avaliar a umidade do solo. Tais índices são muito utilizados pesquisassem estudos relacionados às temáticas envolvendo monitoramento ambiental, desertificação e avaliação de corpos hídricos (rios e bacias hidrográficas) (BARBOSA; HUETI; BAETHGEN, 2006; BEZERRA; SILVA; BEZERRA, 2011; GALVÍNCIO et al., 2016; GURGEL; FERRERIA; LUIZ, 2003; RODRIGUES et al., 2009; SILVA; GALVÍNCIO, 2012).

As informações geradas a partir do uso desses parâmetros são essenciais para subsidiar o planejamento e gestão de recursos naturais (BEZERRA et al., 2014), especialmente em áreas legalmente protegidas. Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013) afirmam que o planejamento ambiental do território é um elemento indispensável para a confecção e posterior acompanhamento de programas de desenvolvimento local sustentável, planos uso, de manejo e processos de gestão de uma unidade de paisagem.

Dados obtidos por sensoriamento remoto e ferramentas digitais, como o Sistema de Informações Geográficas – SIG e a classificação territorial em Unidades de Paisagem Natural – UPN, são muito utilizados para o zoneamento e a elaboração dos planos de manejo das unidades de conservação brasileiras, com uma abordagem relacionada ao uso, tanto da vegetação quanto do solo (ELAP, 2015).

A aplicação de índices de vegetação ainda não faz parte da rotina envolvendo a gestão de espaços destinados à preservação da natureza, seja pela ausência de conhecimento, capacitação técnica e articulação institucional ou, até mesmo, pelo interesse dos órgãos públicos ambientais. Merece destaque a proposta de utilização de índices de vegetação na gestão do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), criado no ano de 2012, em Serra Talhada, pelo Governo do Estado de Pernambuco e gerido pela Agência Pernambucana de Meio Ambiente (CPRH) (PERNAMBUCO, 2012).

O plano de manejo desse parque foi elaborado no ano de 2013 com a utilização de imagens de satélite para a caracterização e o zoneamento da sua área (PERNAMBUCO, 2013), entretanto, sem o complemento de índices biofísicos e a definição de indicadores da condição de conservação desejada para essa área legalmente protegida.

Este estudo visa identificar a condição da cobertura vegetal do PEMP utilizando os índices de vegetação NDVI, LAI, SAVI, EVI e NDWI, para auxiliar no monitoramento ambiental e tomada de decisões referentes à gestão dessa área protegida.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

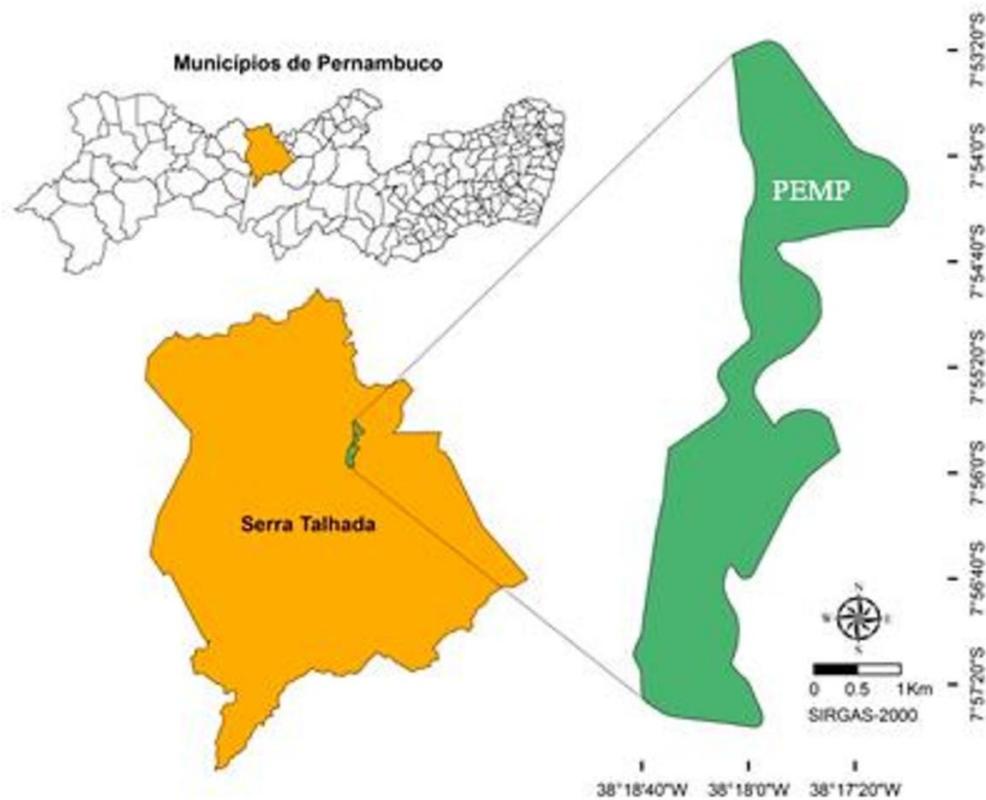
3.2.1 Área de estudo

O Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) (Figura 1) foi criado pelo Decreto Estadual nº 37.823, de janeiro de 2012, em uma área com 887,24 ha, com uma zona de amortecimento (ZA) (área delimitada no seu entorno para minimizar impactos negativos externos) com 6847,17 ha, localizada nos extremos geográficos entre 7°53'21" e 7°57'36" S e 38°18'42" e 38°17'17" W. Está localizado na Fazenda Saco, na mesorregião Sertão Pernambucano, microrregião do Pajeú, no município de Serra Talhada/PE, com uma área de 2.980 km², densidade demográfica de 26,59 hab/km², população estimada em 85.568 habitantes e distante 415 km da capital do estado de Pernambuco, a cidade do Recife (IBGE, 2017; PERNAMBUCO, 2012, 2013).

A cobertura vegetal se caracteriza por apresentar fragmentos de vegetação arbustivo-arbórea, do tipo caatinga hiperxerófila com trechos de floresta caducifólia (LIMA, et al., 2013; PERNAMBUCO, 2013).

A lista florística das espécies registradas na área de caatinga do PEMP, presente em seu plano de manejo, conforme levantamentos realizados por Farias (2013), Ferraz et al. (1998) e Menezes (2011), compreende 130 espécies herbáceas e 75 lenhosas típicas da caatinga, destacando-se a família *Fabaceae* (*Leguminosae*), com 33 espécies (MATOS; MELO; SILVA, 2016), dentre as quais: a imburana-de-cheiro (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm.) e o angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan), além da família *Anacardiaceae*, cujas espécies aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) e baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.) foram recentemente citadas na relação de espécies ameaçadas de extinção do Ministério do Meio Ambiente (PERNAMBUCO, 2013).

Figura 1 - Localização do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) no município de Serra Talhada/PE



Fonte: Bilar (2016, p. 199)

De acordo com estudo climatológico, relativo a essa unidade de conservação, realizado por Silva e Almeida (2013), o PEMP apresenta clima do tipo BSw_h, segundo Köppen, temperatura média anual em torno de 24°C, umidade relativa do ar média de 64% e precipitação mais significativa a partir de dezembro até maio, sendo os meses de janeiro a abril os mais chuvosos, totalizando uma média anual de quase 650 mm, além de uma elevada demanda atmosférica, ou evapotranspiração potencial, em torno de 1350 mm/ano, principalmente entre outubro e abril, o que significa reduzida disponibilidade hídrica para a vegetação, especialmente enfatizada pela predominância de solos litólicos (rasos), em associação com podzólicos vermelho-amarelo, e afloramentos rochosos.

A área de proteção ambiental em estudo, pertencente ao grupo proteção integral, possui características climáticas típicas do semiárido nordestino, como médias anuais de precipitação inferiores a 800mm e elevada evapotranspiração (BRASIL, 2000; MOURA et al., 2007).

Na zona de amortecimento do PEMP estão estabelecidas comunidades rurais: Mocambo e Laginha, a noroeste; Carnaúba do Ajudante, a oeste; Boi Morto, Xique-Xique e Ivan Souto de Oliveira, a nordeste; comunidade da Fazenda Saco (IPA), ao leste. Há décadas, as populações dessas localidades desenvolvem atividades agropecuárias, sobretudo agricultura de subsistência, às margens do córrego Luanda (a oeste).

3.2.2 Procedimentos para coleta e análise dos dados

Neste estudo foram utilizadas seis imagens orbitais captadas pelos sensores *Thematic Mapper* (TM) do satélite Landsat 5 e *Operational Land Imager* (OLI) do satélite Landsat 8, com resolução espacial de 30x30 metros e resolução temporal de 16 dias, com órbita/ponto 216/065, referentes às datas de passagem 26/07/2007, 28/09/2007, 24/06/2013, 28/09/2013, 03/08/2016 e 20/09/16, respectivamente, obtidas gratuitamente através do site: <http://glovis.usgs.gov>.

Realizou-se um levantamento pluviométrico, mensal, relativo ao período de 1958 a 2016, através de dados obtidos junto ao Posto 12 do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em Serra Talhada, disponíveis no site da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC).

As ocorrências dos eventos *El Niño* e *La Niña* foram consideradas com base na metodologia adotada pela *National Oceanic and Atmospheric Administration*, pois, segundo Molion e Bernardo (2002), esses fenômenos climáticos influenciam, fortemente, o clima do Nordeste do Brasil; anos com chuvas abaixo da média estão associados a eventos de *El Niño* intensos, enquanto em anos chuvosos estão relacionados a intensidade de eventos *La Niña*.

Para a visualização e realização das operações matemáticas utilizou-se o *software* ERDAS 9.3, mediante licença do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco (SERGEO/DCG/UFPE).

3.2.3 Índices de vegetação

Para avaliar a condição da vegetação foram calculados os índices: NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada), NDWI (índice de umidade por diferença normalizada), SAVI (índice de vegetação ajustado ao solo), EVI (índice de vegetação otimizado) e LAI (índice de área foliar).

Inicialmente, a reflectância foi calculada através da Equação 1, desenvolvida por Allen et al. (2002), para as imagens do satélite Landsat 5:

$$\rho \lambda_i = \frac{\pi \cdot L \lambda_i}{K \lambda_i \cdot \cos Z \cdot d r} \quad \text{Eq.(1)}$$

onde: $L \lambda_i$ é a radiância espectral de cada banda, $K \lambda_i$ é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera, Z é o ângulo zenital solar e $d r$ é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r_0) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia do ano (DSA).

A Equação 2 foi utilizada para as imagens do satélite Landsat 8:

$$P \lambda' = \frac{\mu \rho X Q_{ca} X A \rho}{\sin(\theta S e)} \quad \text{Eq.(2)}$$

onde: $P \lambda'$ é a reflectância; $\mu \rho$ é reflectância multi_banda_x; $A \rho$ é reflectância_Add_banda X; $\sin(\theta S e)$ é a elevação do sol; e Q_{ca} é o número digital da imagem.

O NDVI, proposto por Rouse et al. (1973), foi utilizado para identificar a distribuição e o desenvolvimento da vegetação, onde os valores variam entre -1 e $+1$. Os valores negativos correspondem aos corpos hídricos e os positivos informam sobre a exuberância da vegetação verde na superfície e elevada quantidade de biomassa, sendo determinado pela Equação 3:

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + \rho_{red}} \quad \text{Eq.(3)}$$

onde: ρ_{nir} é o fluxo radiante refletido no infravermelho próximo, representado pela banda 4 do sensor TM, do satélite Landsat 5, e pela banda 5, do sensor OLI, do satélite Landsat 8, respectivamente, e ρ_{red} é o fluxo radiante refletido no vermelho da região do visível, representado pela banda 3, do sensor TM, do satélite Landsat 5 e pela banda 4, do sensor OLI, do satélite Landsat 8, respectivamente.

O NDWI foi calculado para monitorar o estresse hídrico, comum no semiárido, e por ter menor sensibilidade a efeitos atmosféricos (OLIVEIRA et al., 2010). Sua equação foi proposta por Gao (1996):

$$NDWI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{midir}}{\rho_{nir} + \rho_{midir}} \quad \text{Eq.(4)}$$

onde: ρ_{midir} é o fluxo radiante refletido no infravermelho médio, representado pela banda 5, do sensor TM, do satélite Landsat 5 e pela banda 6, do sensor OLI, do satélite Landsat 8.

Quanto maior a presença de água no ambiente, maior será o valor do NDWI.

O SAVI foi aplicado para atenuar os efeitos do *background* no solo, em função da resposta espectral da vegetação, utilizando a Equação 5, proposta por Huete (1988):

$$SAVI = (1 + L) \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{L + \rho_{nir} + \rho_{red}} \quad \text{Eq.(5)}$$

onde: L é um fator de ajuste, e pode assumir valores de 0,25 (vegetação densa); 0,5 (vegetação com densidade intermediária) e 1 (vegetação com baixa densidade). Nesse estudo utilizou o valor de $L = 0,5$.

Esse índice varia de -1,5 a 1,5, sendo que o valor positivo significa áreas com presença de vegetação e em áreas expostas, corpos hídricos e nuvens o valor geralmente é negativo.

O índice de vegetação otimizado (EVI) proposto por Huete et al. (1997) foi escolhido porque otimiza o sinal da vegetação intensificando a resposta em áreas com grandes concentrações de biomassa e reduz interferências do solo e atmosféricas (RODRIGUES et al., 2013). Foi calculado pela Equação 6:

$$EVI = G \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + C_1 \cdot \rho_{nir} - C_2 \cdot \rho_{blue} + L} \quad \text{Eq.(6)}$$

onde: G é o fator de ganho cujo valor utilizado é 2,5; $L=1$ é o fator de ajuste do *background*; $C_1 = 6$ e $C_2 = 7,5$ são os coeficientes de correção para atenuar os efeitos dos aerossóis nas faixas do azul e vermelho do espectro eletromagnético.

O índice de área foliar (LAI) foi aplicado para indicar a biomassa de cada pixel da imagem, através da razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizada por essa vegetação, segundo Equação 7, proposta por Allen et al. (2002):

$$LAI = \frac{\ln\left(\frac{0,69 - SAVI}{0,59}\right)}{0,91} \quad \text{Eq.(7)}$$

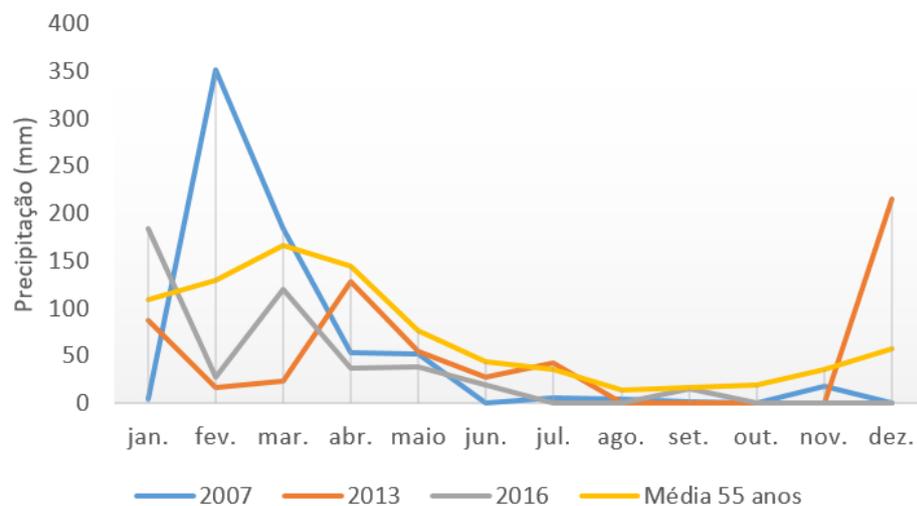
3.3 RESULTADOS

3.3.1 Levantamento pluviométrico

Os resultados revelaram a ocorrência de uma considerável variabilidade pluviométrica interanual no mês de fevereiro dos anos imageados, quando comparados à média dos 55 anos. Entretanto, o comportamento apresentado pelas precipitações, a partir de abril, para o ano de 2013, e para maio, observando os anos de 2007 e 2016, aproximou-se da média histórica pesquisada, com exceção do mês de dezembro, considerando esses três anos.

A Figura 2 apresenta o levantamento dos dados pluviométricos mensais do Posto 12 IPA, Serra Talhada-PE, para os anos 2007, 2013 e 2016, e a média de 55 anos, de 1958 a 2016, excetuando-se os anos de 1979, 1992 e 1993, para os quais não constam registros no *site* da APAC.

Figura 2 - Balanço mensal de precipitação, em Serra Talhada-PE, para os anos 2007, 2013 e 2016, e a média de 55 anos, de 1958 a 2016



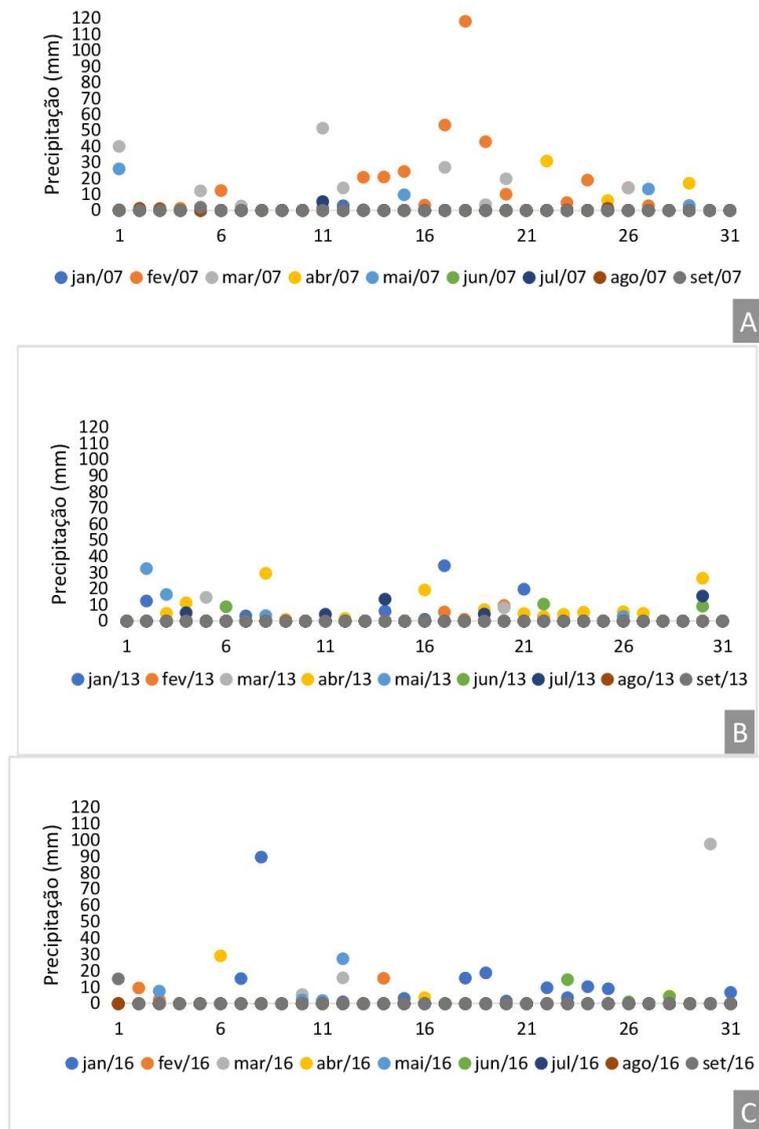
Fonte: Bilar, A. B. C. (2017).

O total anual de precipitações, de acordo com dados levantados na APAC, foi de 678 mm em 2007, 598,3 mm em 2013 e de 443,6 mm em 2016. A média calculada para os 55 anos foi de 788 mm.

Segundo a *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA, em 2007 houve influência do evento *La Niña*, em 2013 não foram registradas influências muito fortes dos fenômenos *El Niño* e *La Niña* e, em 2016, ocorreu o evento *El Niño*.

A Figura 3 mostra a dispersão dos dados pluviométricos diários do início dos anos estudados até as três últimas datas imageadas: 28/09/2007, 28/09/2013 e 20/09/2016.

Figura 3 - Dispersão dos dados pluviométricos diários em: A. 2007, B. 2013 e C. 2016 para Serra Talhada-PE



Fonte: Bilar, A. B. C. (2018).

Considerando a série histórica pesquisada, o período mais chuvoso do ano, na área estudada, ocorreu durante os meses de janeiro a abril e o mais seco, de agosto a outubro.

Dentre os três anos pesquisados, 2007 foi o que apresentou maior variação dos dados pluviométricos diários. Nos dias 17 e 18 de fevereiro foi registrada uma precipitação acumulada de 171,6 mm, enquanto apenas 9,9 mm foram computados para o acumulado dos

meses de junho, julho e agosto. O último registro de precipitação, antes do dia 26/7/2007, data da primeira imagem orbital escolhida para o estudo, ocorreu em 11/07/2007 (5,6 mm). No dia 05/09/2007 ocorreu o último registro de precipitação (2 mm) antes de 28/09/2007, data da segunda imagem orbital.

Em 2013 ocorreu uma maior regularidade na distribuição da precipitação e o maior patamar registrado foi para o dia 17 de janeiro (34,2 mm). Em 22/06/2013, dois dias antes do registro da terceira imagem orbital, foram registrados 10,4 mm e, em 08/06/2013, 8,8 mm. Nos meses de agosto e setembro não ocorreu precipitação.

Não houve registro de precipitação em julho e agosto de 2016. As datas de passagem do satélite escolhidas neste estudo, para esse mesmo ano, foram 03/08 e 20/09. Em 01/09/2016, 19 dias antes dessa última imagem orbital, a precipitação registrada foi de 15,2 mm.

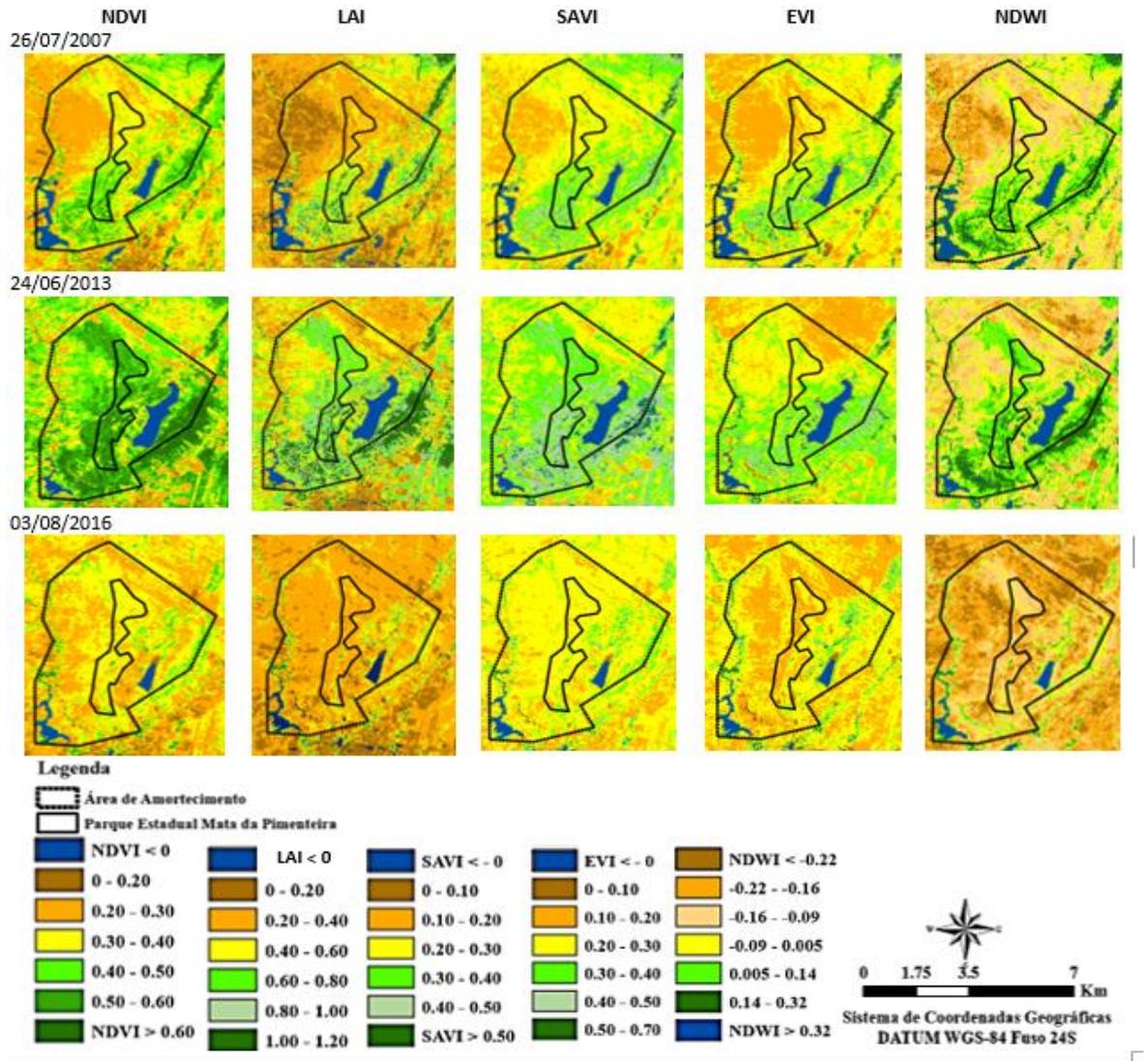
3.3.2 Índices de vegetação

Os resultados < 0 para os índices NDVI, LAI, SAVI e EVI e $> 0,32$ para o NDWI, simulados pela tonalidade azul para as três datas analisadas (Figura 4), representam os corpos hídricos, referentes aos açudes do Saco I e Cachoeira II, localizados nas porções leste e sudoeste da zona de amortecimento (ZA) do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), respectivamente.

A Figura 4 mostra um quadro comparativo com os resultados calculados para os índices NDVI, LAI, SAVI, EVI e NDWI, a partir das imagens orbitais do PEMP referentes às seguintes datas de passagem dos satélites Landsat 5 e 8, respectivamente: 26/07/2007, 24/06/2013 e 03/08/2016.

Para a imagem do dia 26/07/2007, os cálculos apontaram valores de NDVI $> 0,40$ e SAVI $> 0,30$ (cor verde-claro) em cerca de 45% da área do PEMP, principalmente em sua porção sul, indicando a presença de vegetação verde, apesar da perda de folhas (caducifolia) em determinada época do ano, particularmente no período mais seco do ano, nesta região do estado de Pernambuco. Os valores positivos obtidos pelo NDWI, simulados pelas tonalidades verdes, indicam a presença de umidade nessa área. O LAI $< 0,20$, simulado pela cor marrom, identificado na porção noroeste da zona de amortecimento do parque, representa ausência foliar. Esse fato, somado aos valores encontrados para o EVI ($< 0,20$) e o NDWI ($< -0,016$), indicam se tratar da área da ZA com maior patamar de estresse hídrico.

Figura 4 - Comparativo dos índices de vegetação do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), em Serra Talhada-PE, para as datas: 07/2007, 06/2013 e 08/2016



Fonte: Bilar e Cerqueira (2017).

Analisando-se a imagem do dia 24/06/2013, logo após o encerramento do período chuvoso, constatou-se, ao contrário da imagem de 2007, que o PEMP apresentava considerável vigor vegetativo, com NDVI > 0,5, LAI > 0,60 e valores positivos de NDWI, simulados na Figura 4 pelas tonalidades de cor verde, abrangendo praticamente toda a área da unidade de conservação. Merecem destaque os valores de NDVI e LAI inferiores a 0,20, identificados nas áreas próximas à ZA do PEMP, ao sul e sudeste, simulados pela cor marrom. Nessas áreas estão presentes edificações e terrenos com solos expostos de bairros da

periferia da cidade de Serra Talhada (José Tomé de Souza Ramos, CAGEP e Bomba), situados às margens da BR 232 e da PE 365.

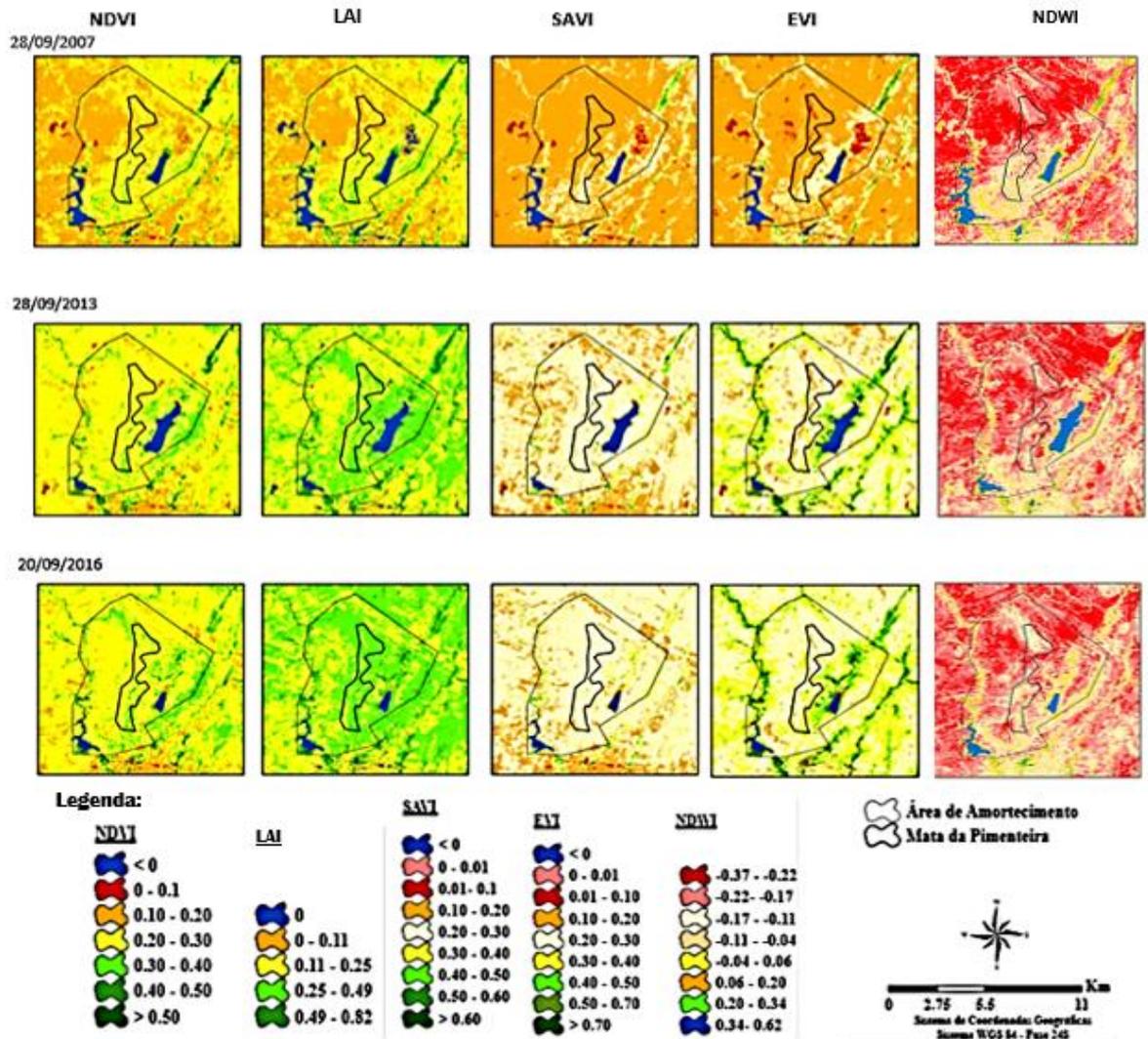
Em relação à imagem do dia 03/08/2016, no começo do período mais seco do ano para a região, os resultados dos índices $NDVI < 0,40$ e $SAVI < 0,30$, simulados pela tonalidade de cor amarelo, em mais de 95% da área do parque, indicaram grande estresse hídrico, ausência de folhas (caducifolia) e solo exposto. Chamou atenção para esse período a considerável redução do espelho d'água do Açude do Saco I, na porção leste da ZA do PEMP. Valores positivos para o NDWI foram detectados apenas em pontos isolados do parque e nos cursos e reservatórios de água presentes em sua zona de amortecimento. Valores de SAVI e EVI superiores a 0,30 foram raros, registrados, principalmente, ao longo do riacho do Medéia e córrego Luanda, os quais abastecem os açudes do Saco I e Cachoeira II, respectivamente.

Considerando os cálculos dos índices biofísicos relativos à imagem orbital do dia 28/09/2007, destacaram-se os valores do $NDVI < 0,30$, SAVI e $EVI < 0,20$, simulados na Figura 5 pelas cores amarelo e laranja, os quais indicam ausência de vegetação verde (caducifolia) em praticamente toda a área da unidade de conservação e sua zona de amortecimento, naquele período do ano, caracterizado como bastante seco. Este fato é confirmado pelo expressivo valor negativo obtido para o NDWI, principalmente ao norte e a oeste do PEMP, simulado pela cor vermelha ($NDWI < -0,22$), representando praticamente 50% da área da zona de amortecimento do parque.

A Figura 5 apresenta um comparativo entre os resultados obtidos para os índices referentes ao mês de setembro dos anos de 2007, 2013 e 2016.

Nas imagens dos dias 28/09/2013 e 20/09/2016, o SAVI e o EVI apresentaram resultados muito semelhantes, na faixa de 0,20 a 0,30, em quase todo o parque, indicando vegetação caducifólia e esparsa, além de áreas com solo exposto. Entretanto, chamaram a atenção os valores superiores a 0,40, calculados para o EVI, simulados pelas tonalidades de cor verde, ao longo dos cursos de água que alimentam os açudes do Saco I e Cachoeira II. Os resultados dos cálculos para o NDWI nesses dois períodos revelaram que em setembro de 2016 o PEMP apresentou menor grau de estresse hídrico quando comparado a 2013, uma vez que mais de dois terços da área do parque atingiram a faixa de -0,17 a -0,11, simulada pela tonalidade de cor amarelo-claro.

Figura 5 – Comparativo dos índices de vegetação do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) para setembro de 2007, 2013 e 2016



Fonte: Bilar e Cerqueira (2017).

Em relação ao índice de área foliar (LAI), em setembro de 2007 (Figura 5), predominaram na área do PEMP valores muito baixos, inferiores a 0,25 (cor amarelo), inclusive, cerca de dois terços da zona de amortecimento do parque apresentando valores < 0,11 (cor laranja) e menos de 10% na faixa superior a 0,25. Para os anos 2013 e 2016 os valores do LAI elevaram-se, atingindo a escala de 0,25 a 0,49 na maior parte do PEMP, simulados pela cor verde clara, com destaque para o ano 2016, onde mais de 85% da área do parque e 75% da porção leste de sua zona de amortecimento, no entorno do açude do Saco I, atingiram esse patamar.

A Figura 5 mostra que, em setembro de 2016, os valores de NDVI na faixa entre 0 e 0,10, simulado em vermelho, a sul e sudeste da ZA do PEMP aumentaram consideravelmente em relação ao mesmo período do ano de 2007.

3.4 DISCUSSÃO

A literatura confirma que a vegetação de caatinga mantém atividade fotossintética, mesmo durante o período de transição entre as estações chuvosa e seca, quando a vegetação ainda não está sob os efeitos do estresse hídrico acentuado (BILAR et al., 2016; MOURA et al., 2007; RIBEIRO, 2016; SILVA; ALMEIDA, 2013).

Os resultados obtidos corroboram os dados pluviométricos publicados pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* – NOAA; do mesmo modo, confirmam dados de Molion e Bernardo (2002) sobre a tendência de escassez de chuvas em anos de *El Niño*, como em 2016, e a ocorrência do fenômeno contrário em anos de predominância de *La Niña*, como em 2007.

A série pluviométrica investigada por Silva e Almeida (2013), em 252 postos pluviométricos da rede hidrometeorológica da antiga Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e sete estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para um período de pelo menos 30 anos, identificou que a média histórica anual da região na qual se localiza o PEMP é de, aproximadamente, 650 mm. No entanto, os dados obtidos no Posto 12 IPA, em Serra Talhada-PE, localizado bem ao lado dessa unidade de conservação, e disponíveis no site da APAC, apontaram uma média pluviométrica mais elevada de, aproximadamente, 780 mm ao ano (média de 55 anos), ainda dentro do patamar típico do Semiárido nordestino, que é inferior a 800 mm.ano^{-1} , de acordo com Moura et al. (2007). Tal fato pode ser explicado, dentre outros fatores, pela localização geográfica do PEMP, cuja área corresponde, em sua maior parte, a topos de serras com altitudes que variam entre 500 e 820 m, dados confirmados anteriormente por Silva e Almeida (2013), assim como pela maior presença de cobertura vegetal.

Considerando os índices de vegetação calculados a partir de imagens orbitais captadas pelos sensores TM e OLI dos satélites Landsat 5 e 8, respectivamente, em períodos mais e menos chuvosos dos anos de 2007, 2013 e 2016, constatou-se que o regime pluviométrico exerce uma enorme influência sobre a vegetação do PEMP, ratificando Rodal e Sampaio (2002) acerca da caducifolia das plantas da Caatinga durante a estação sob elevado estresse hídrico, assim como seus impactos na fenologia de grande parte de suas espécies lenhosas, conforme Amorim, Sampaio e Araújo (2009) e Lima (2010).

Os valores calculados para o NDVI em todos os períodos investigados foram próximos aos de Ribeiro (2016) e Bezerra et al. (2014), relativos à aplicação desse índice para a avaliação da condição da cobertura vegetal na região semiárida do Nordeste brasileiro.

As respostas espectrais alcançadas pelo SAVI e pelo EVI evidenciaram suas capacidades de redução do efeito *background* e melhoramento do sinal das plantas, conforme Huete (1988) e Huete et al. (1997), especialmente para as imagens obtidas durante um período com escassez de chuvas.

Os resultados obtidos pelos três índices (NDVI, SAVI e EVI) se mostraram muito sensíveis ao regime pluviométrico e são eficazes para o aprimoramento da análise da condição da vegetação da unidade de conservação estudada, como proposto em estudos realizados em áreas de caatinga por Galvêncio et al. (2016), Machado (2014), Silva e Galvêncio (2012), .

Analisando-se a imagem do dia 26/07/2007 (Figura 4) verificou-se presença de caducifolia, característica das plantas do bioma Caatinga, diante da maior proximidade do período seco na região, fundamentalmente nas porções norte e oeste do PEMP e de sua zona de amortecimento, que apresentaram SAVI < 0,30. Esse fato fica mais notório ao se comparar essa imagem com a do dia 24/06/2013, logo após o período chuvoso, quando o resultado do SAVI para aquela mesma área foi justamente o oposto, atingindo valores superiores a 0,30.

O mecanismo de caducifolia, característico de muitas espécies da caatinga, em consequência de períodos com escassez hídrica prolongada, revela a grande resiliência, bem como a eficácia dos mecanismos de sobrevivência desta vegetação (CARRIÓN et al., 2017; GIULIETTI et al., 2004; LEAL, TABARELLI; SILVA, 2003; LIMA, 2010; SILVA, 2012). A ocorrência deste mecanismo é comum, após um período de escassez hídrica, em consequência do balanço hídrico da região, segundo pesquisas publicadas por Bilar et al. (2016), Ribeiro et al. (2016), Silva e Almeida (2013).

Os resultados do LAI e do EVI inferiores a 0,20, simulados pelas cores marrom e laranja na Figura 4, respectivamente, na área imageada em julho de 2007, principalmente na porção noroeste da zona de amortecimento do PEMP, representam vegetação caducifólia e esparsa e solo exposto.

É importante ressaltar que, na área investigada, existem muitas propriedades rurais, em função de sua proximidade com o Córrego Luanda, que abastece o açude Cachoeira II, onde ainda é bastante comum a adoção de práticas agrícolas inadequadas como: a retirada da cobertura vegetal nativa e as queimadas, o que pode causar impactos negativos à vegetação do PEMP, requerendo uma maior atenção por parte dos órgãos públicos ambientais.

Na imagem do dia 24/06/2013 destacaram-se, na maior parte do PEMP, os valores do SAVI $> 0,30$ e LAI entre 0,60 e 0,80, simulados pelas tonalidades de cor verde na Figura 4, indicando que a vegetação apresenta boas condições fenológicas e está distribuída ao longo de grande parte da área do parque e nas porções leste e sudoeste de sua zona de amortecimento, nas proximidades dos corpos hídricos: açudes do Saco I e Cachoeira II respectivamente.

A eficiência na avaliação da condição fenológica da vegetação de caatinga através da aplicação do SAVI e LAI foi confirmada por Ribeiro (2016) e Ribeiro et al. (2016), ao obter LAI inferior a 1,0 para a maior parte das cenas nas proximidades da bacia hidrográfica do rio Pajeú, durante uma década (entre 2003 e 2013).

Nas imagens orbitais referentes aos meses de agosto de 2016 (Figura 4) e setembro dos anos de 2007, 2013 e 2016 (Figura 5) destacaram-se os baixos valores alcançados pelo NDVI, SAVI e EVI, inferiores a 0,30, indicando áreas secas com baixo regime pluviométrico.

A detecção de áreas com registros de baixo regime pluviométrico se mostrou eficiente através da determinação de valores de NDVI, SAVI e EVI inferiores a 0,30 e de valores negativos de NDWI, ratificando pesquisas realizadas por Barbosa, Hueti e Baethgen (2006), Gurgel, Ferreira e Luiz (2003) e Novas et al. (2008), além dos estudos desenvolvidos por Oliveira et al. (2010) e Ribeiro (2016), em áreas típicas de vegetação de caatinga do Nordeste brasileiro. Por se tratar de região semiárida e, conseqüentemente, sob constante estresse hídrico, Bezerra et al. (2014), Bezerra, Silva e Bezerra (2011), Galvêncio et al. (2016), Oliveira et al. (2010), Silva e Galvêncio (2012), orientam a aplicação do NDWI para averiguar as alternâncias na umidade do solo, a susceptibilidade de desertificação em áreas degradadas e a avaliação de corpos hídricos.

O aumento da área urbana de Serra Talhada, em bairros localizados às margens da BR 232 e da PE 365, ao sul e à sudeste da zona de amortecimento do PEMP, pode ser constatado ao se comparar as imagens do ano de setembro 2007 com aquelas do mesmo período do ano de 2016 (período de uma década), fundamentalmente, acompanhado a evolução espacial de áreas com valores de NDVI na faixa entre 0 e 0,10, simuladas em vermelho (Figura 5).

O crescimento da área urbanizada em Serra Talhada, especialmente nas margens da BR 232 e PE 365, nas proximidades da zona de amortecimento da PEMP, representa um risco para a manutenção da integridade da unidade de conservação estudada. Isto ocorre em função do incremento de atividades antrópicas potencialmente causadoras de impactos ambientais negativos. Segundo o IBGE (2017), a população estimada desse município, para 2017, totaliza 85.568 habitantes; o censo demográfico realizado em 2010 registrou 79.232 habitantes, portanto, crescendo cerca de 7,4%, em apenas sete anos.

De uma forma geral, os resultados obtidos por todos os índices em setembro de 2016, no ápice do período de escassez hídrica na região estudada, indicaram uma melhor condição da vegetação do PEMP, em relação aos anos de 2013 e 2007, visto que atingiram patamares mais elevados (positivos) em suas respectivas escalas. Entretanto, registrou-se uma precipitação de 15,2 mm em 01/09/2016, portanto, 19 dias antes da captura da imagem orbital, ao passo que em setembro de 2013 não houve registro de precipitação e, em 2007, apenas 2 mm foram computados para esse mês. Isso indica que a vegetação do PEMP está relativamente bem preservada e com um adequado comportamento fenológico ao apresentar boa capacidade de recuperação como efeito da precipitação, conforme Rodrigues et al. (2009), segundo indicam os aumentos dos valores do LAI, em toda a área do parque e do EVI, ao longo dos cursos de água que alimentam os açudes Saco I e Cachoeira II, simulados e representados pelas tonalidades de cor verde na imagem (Figura 5).

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de índices da vegetação NDVI, LAI, SAVI, EVI e NDWI, obtidos através de imagens captadas remotamente pelos sensores TM e OLI dos satélites Landsat 5 e 8, mostrou-se eficaz para identificar a condição da cobertura vegetal do Parque Estadual Mata da Pimenteira, indicando sua distribuição espacial, riscos e o vigor da vegetação no período investigado, que considerou a transição entre as estações chuvosa e seca do semiárido.

A utilização conjunta desses parâmetros biofísicos proporcionou melhores resultados para esta investigação, considerando o seu caráter complementar. Os valores calculados para o NDVI foram ratificados pelas adequações e/ou melhoramentos promovidos pelo SAVI e pelo EVI e, quando associados aos resultados do LAI e do NDWI, mostraram que, de uma forma geral, a vegetação do PEMP se encontra relativamente bem preservada.

Os baixos valores obtidos pelos índices durante a estação seca mostraram que a porção noroeste da zona de amortecimento do PEMP apresentou maior patamar de estresse hídrico. Nessa área, utilizada há décadas para atividades agropecuárias, devido à sua proximidade do Córrego Luanda, curso de água que abastece o açude Cachoeira II, principal reservatório da região, existem, atualmente, comunidades e assentamentos rurais, que ainda sobrevivem, predominantemente, da agricultura e, em sua maioria, não fazem uso de técnicas agrícolas ambientalmente adequadas, o que gera riscos à vegetação do parque, demandando uma maior atenção por parte dos órgãos públicos ambientais.

O aumento da área urbana, ao sul e a sudeste da ZA do PEMP, às margens da BR 232 e da PE 365, durante uma década (2007 a 2016), atestado pela evolução espaço-temporal das

áreas com valores de NDVI entre 0 e 0,10, também acarreta risco à vegetação do PEMP, por conta do incremento de atividades antrópicas potencialmente causadoras de impactos ambientais negativos.

As informações disponibilizadas por índices biofísicos de monitoramento ambiental podem e devem ser utilizadas para subsidiar a elaboração de novas políticas públicas, além da revisão de planos de manejo e outras decisões relacionadas ao dia a dia da gestão de unidades de conservação, como a identificação de áreas prioritárias para o desenvolvimento de ações de fiscalização, educação e compensação ambiental.

4 PARTICIPAÇÃO DA COMUNIDADE NAS AÇÕES DE PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE VEGETAL EM ÁREAS PROTEGIDAS

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A vegetação de caatinga é indispensável para a sobrevivência dos habitantes do semiárido nordestino, especialmente, devido à sua eficiência em captar as águas das chuvas e alimentar as reservas hídricas subterrâneas, utilizadas pelos sertanejos, historicamente, carentes de condições socioeconômicas e tecnológicas para minimizar os impactos causados pela seca (AB'SABER, 1999; BARROS JÚNIOR et al., 2015; BRASIL, 2011).

Essa cobertura vegetal possuidora de grande diversidade de espécies, capaz de desenvolver notáveis estratégias de sobrevivência, de reduzir os efeitos estufa e do aquecimento global, assim como prestar grande contribuição à sustentabilidade hídrica do povo sertanejo, encontra-se sob elevado risco, devido ao desmatamento que atinge praticamente metade do bioma Caatinga, correspondendo a uma área superior a 388 mil km², equivalente a quatro vezes o território do estado de Pernambuco (BRASIL, 2018a). As principais causas de sua supressão são: a produção de lenha e carvão, o desenvolvimento de atividades agropecuárias e a construção civil (BRASIL, 2011; SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015).

Apesar da existência de técnicas sustentáveis para o manejo dos recursos florestais, normatizadas pelos órgãos ambientais e cientificamente atestadas, com potencial para mitigar essa situação de desmatamento, elas nem sempre são efetivadas, dentre outros motivos, em consequência da ineficácia de muitas políticas públicas relacionadas às áreas ambiental, de assistência técnica e extensão rural.

No intuito de reduzir esse desmatamento e promover a educação ambiental voltada à sensibilização da população sobre a importância da manutenção da biodiversidade vegetal do único bioma exclusivamente brasileiro, presente em todos os estados do Nordeste, bem como acerca da adoção de práticas sustentáveis de manejo florestal, o Poder Público tem criado áreas protegidas (BENSUSAN, 2006; GARIGLIO et al., 2010; PINTO, 2008).

Uma vez constituídos, esses espaços devem ser geridos de forma participativa e integrada, por atores estatais e não-estatais, aplicando os princípios da governança ambiental, que remetem à cogestão e à descentralização das políticas públicas, com efetiva participação cidadã, diálogo interdisciplinar e constante entre sociedade e Estado, o qual atua como educador, mediador de conflitos, articulador e coordenador de ações integradas (BOCKSTAEL et al., 2016; COELHO, 2014; CUNHA; LOUREIRO, 2012).

Além disso, a governança ambiental deve estimular e auxiliar o exercício do controle social sobre o meio ambiente, promover a aprendizagem socioambiental e o empoderamento comunitário (CARREGOSA; SILVA; KUNHAVALIK, 2015; SEIFFERT, 2014).

A implantação de uma rede de cooperação interorganizacional e intersetorial, capaz de articular diversos atores, desenvolver ações conjuntas, gerar e compartilhar conhecimento apresenta-se como uma estratégia necessária para atingir tais propósitos (MALMEGRIN, 2014; NASCIMENTO, 2010; SOUZA; MAÇANEIRO, 2014).

A educação ambiental tem um papel estratégico nesse processo, pois além de sensibilizar as populações acerca da relevância das áreas protegidas e da manutenção de sua cobertura vegetal, conforme a Lei n° 9.975/99 (BRASIL, 1999), estimula o exercício da cidadania e a participação social na gestão pública (WICK; SILVA, 2015).

Nesse sentido, a prática educativa ambiental deve voltar-se à sensibilização social envolvendo o enfrentamento dos problemas ambientais, através de uma postura crítica e ativa, aliando informação e vivência participativa, gerando novos valores, de forma contínua, permanente, integrada e interdisciplinar (BRASIL, 1999; FREIRE, 2011; GUIMARÃES, 2012; LEFF, 2014; MORIN, 2014; MORIN; CIURANA; MOTTA, 2009).

Para Jacobi (2013), a participação cidadã refere-se à intervenção comunitária na vida pública, elaborando e gerindo políticas ambientais, o que gera aprendizagem e engajamento coletivos. Esse autor ratifica o conceito de comunidade de prática de Wenger (2010), segundo o qual pessoas com finalidade comum, reunidas em um grupo que interage com regularidade, aprendem mutuamente.

Arnstein (1969), Gohn (2011) e Prieto-Martín e Ramírez-Alujas (2014) definiram níveis de participação cidadã, que vão desde a sua ausência, passando por uma participação simbólica, até alcançar o seu ápice, com a participação real ou colaborativa, onde se somam a construção coletiva com a divisão de responsabilidades, tornando a população parceira da Administração Pública, corresponsável permanente, com capacidade de tomar decisões, negociar e alterar programas e projetos, exercendo sua cidadania com um grau efetivo de poder e controle.

A participação ativa da comunidade é imprescindível para que espaços protegidos possam cumprir suas funções ambiental, social e educativa (SANSÃO, 2017), fundamentalmente, em relação às atividades relacionadas à proteção e ao uso sustentável de sua cobertura vegetal.

Entretanto, a participação da sociedade na gestão ambiental local, incluindo as unidades de conservação e as ações voltadas à defesa da biodiversidade vegetal presente

nesses espaços, ainda é pouco ativa no Brasil, tanto por questões socioculturais, decorrentes do que Leff (2014) denomina crise do mundo globalizado, como a exclusão social, o individualismo e o antropocentrismo, quanto pela carência de uma estrutura administrativa ou institucional (infraestrutura e recursos humanos) adequada para dar suporte a esse ambiente participativo (FERREIRA; FONSECA, 2014; LOPES, 2006), especialmente para as áreas protegidas, como o Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), em Serra Talhada/PE, criado pelo Estado de Pernambuco no ano de 2012.

Além disso, a institucionalização legal da participação comunitária na gestão pública ambiental brasileira é recente. Surgiu com a Lei nº 6.938/1981, que estabeleceu a Política Nacional de Meio Ambiente, a qual trouxe, como princípio, a participação ativa da sociedade na defesa dos recursos naturais, robustecendo-se com a Constituição Federal, de 1988, pautada pela democracia participativa e a Lei nº 9.795/1999, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1981, 1988, 1999).

No que tange aos espaços legalmente protegidos, além dessas legislações, destacam-se a Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (BRASIL, 2000) e, no âmbito do Estado de Pernambuco, a Lei nº 13.787/2009, que instituiu o Sistema Estadual de Unidade de Conservação (PERNAMBUCO, 2009). Nesses dois sistemas consta, como diretriz, a participação ativa da comunidade, na criação e governança das áreas protegidas.

A execução desses dispositivos legais, no que tange à participação ativa das comunidades nas políticas públicas ambientais e à consolidação de práticas de educação ambiental capazes de promover, de fato, uma mudança cultural a favor do meio ambiente, ainda é um desafio para a União, os estados e os municípios brasileiros, principalmente no horizonte das unidades de conservação; apesar da existência de instrumentos de governança ambiental participativa (BOCKSTAEL et al., 2016), como as audiências públicas e os conselhos sejam eles consultivos ou deliberativos.

O Parque Estadual Mata da Pimenteira possui um Conselho Gestor, de caráter consultivo, instituído pela Portaria CPRH nº 062, de 26/06/2012, que congrega órgãos públicos, instituição de ensino e pesquisa, organizações ambientalistas, representantes do setor produtivo local e de localidades situadas no seu entorno. Dentre suas finalidades, constam a discussão e a proposição de ações voltadas à efetivação do seu Plano de Manejo, criado no ano de 2013. Mas, de que forma e em que grau vem ocorrendo a participação cidadã nas atividades relacionadas à preservação e ao manejo sustentável dos recursos florestais do PEMP presentes nesse documento?

Visando responder essas perguntas, este estudo objetivou caracterizar as principais ações de preservação e manejo sustentável da vegetação do PEMP desenvolvidas com a participação da comunidade local, os resultados obtidos e as principais dificuldades relacionadas.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Área de estudo

O Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) possui uma área de 887,24 ha, situa-se na Fazenda Saco, zona rural de Serra Talhada/PE, município localizado na microrregião do Pajeú, mesorregião do Sertão Pernambucano.

A vegetação é, predominantemente, arbustivo-arbórea, característica do clima Tropical Semiárido, do tipo caatinga hiperxerófila, com trechos de floresta caducifólia, apresentando rica biodiversidade, com dezenas de espécies, entre herbáceas e lenhosas, algumas sob risco de extinção (PERNAMBUCO, 2013).

Na zona de amortecimento (ZA) do PEMP, que possui área superior a 6.800 ha, encontram-se comunidades rurais (Fazendas Boi Morto e Saco-IPA, Mocambo e Xique-xique) e assentamentos de reforma agrária (Carnaúba do Ajudante, Ivan Souto de Oliveira e Laginha). Atualmente, essas populações desenvolvem, como principais atividades econômicas a agricultura familiar e a criação de animais de pequeno porte (galinhas, ovinos e caprinos).

A Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAST/UFRPE), a Estação Experimental Lauro Bezerra do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) e o campus da Universidade de Pernambuco (UPE) (em fase de construção), além dos açudes Cachoeira II e do Saco I, construídos a partir do barramento dos riachos Cachoeira (ou Córrego Luanda) e do Medéia, respectivamente, ambos pertencentes à bacia hidrográfica do rio Pajeú, também se encontram na ZA do PEMP (Figura 6).

Figura 6 - Imagem de satélite do entorno do perímetro urbano do município de Serra Talhada/PE, destacando a localização do Parque Estadual Mata da Pimenteira



LEGENDA

- ★ Comunidades e assentamentos
- ★ Instituições
- Limite do Parque Estadual Mata da Pimenteira

Fonte: Adaptado de Souza (2015, p. 8).

4.2.2 Procedimentos para coleta e análise dos dados

A abordagem qualitativa adotada neste estudo baseou-se no paradigma da complexidade de Morin, que propõe a interdisciplinaridade em detrimento de uma visão fragmentada e unidimensional da realidade, considerando que a atual crise ambiental é multidimensional e, como tal, sua análise sobrepuja um pensamento reducionista (MORIN, 2014; MORIN; CIURANA; MOTTA, 2009).

Utilizou-se um conjunto de métodos e técnicas para a obtenção dos dados e alcance dos resultados, conciliando um estudo de campo no PEMP e nas comunidades locais situadas em sua ZA, com observação participante e pesquisa-ação (GIL, 2008; MINAYO; DESLANDES; GOMES, 2016; THIOLENT, 2011).

As informações relativas às ações da comunidade relacionadas à preservação e ao uso sustentável da vegetação do parque foram obtidas através da pesquisa de campo e de

documentos relativos a essa unidade de conservação (pesquisa documental), principalmente seu Plano de Manejo, seu Regimento Interno e as atas das 11 reuniões do seu Conselho Gestor (CG), realizadas entre 2013 e 2018. Bem como, procedeu-se consulta ao Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR).

Visando colher dados sobre a participação da comunidade na gestão do PEMP, procedeu-se observação participante durante quatro reuniões ordinárias e uma extraordinária do seu CG realizadas entre abril de 2017 e março de 2018, seguindo-se a análise de conteúdo dessas comunicações (BARDIN, 2011).

Para avaliar a participação social no planejamento e execução de ações relacionadas à preservação e ao uso sustentável da vegetação dessa área protegida, foi aplicada a técnica do grupo focal (*focus group*), quando as informações são coletadas através de discussões entre os membros de um grupo, sob coordenação do pesquisador, que assume o papel de moderador, criando um ambiente favorável à interação dos participantes (FLICK, 2008). Essa técnica foi adotada nos cinco encontros do Grupo de Trabalho (GT), formado por cinco membros do CG e dois especialistas convidados, que elaboraram o Plano de fiscalização ambiental do PEMP, entre abril e junho de 2017, com a análise dos registros de memória dos temas tratados nestas reuniões.

Além disso, realizou-se observação participante (*in loco*) durante o período de novembro de 2017 a maio de 2018, das atividades relativas ao Curso de Formação de Agentes Populares em Educação Ambiental para o Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), projeto da Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH), destinado à capacitação de 50 pessoas, entre as quais, conselheiros do parque, representantes de órgãos públicos locais e da sociedade civil.

Adicionalmente, foram realizadas 25 entrevistas semiestruturadas com atores-chave, a saber: 12 membros do Conselho Gestor (CG) do PEMP, 04 pesquisadores que estudam o parque e/ou as comunidades do seu entorno, 04 representantes de organizações estatais e não-estatais, bem como 05 representantes da comunidade local, mediante assinatura de termo de consentimento livre e esclarecido, seguindo-se as fases da análise de conteúdo: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados (categorização e análise dos dados com inferências e interpretação) (BARDIN, 2011).

Esta pesquisa foi autorizada pela CPRH (Processo CPRH nº 013297/2015) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), conforme Parecer Consubstanciado CEP nº 2.897.571 (ANEXO A).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Relação da população do entorno com a vegetação do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP)

Os dados obtidos através de pesquisa documental, levantamento no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) e entrevistas revelaram que, durante anos, as populações das localidades existentes na ZA do PEMP e suas proximidades desenvolvem atividades agropecuárias, sobretudo agricultura de subsistência, às margens do córrego Luanda e do riacho do Medéia, cursos de água que abastecem os açudes Cachoeira II (Figura 7) e do Saco I.

Figura 7 – Açude Cachoeira II, em Serra Talhada/PE



Fonte: Garcia (2014)

A partir dos dados obtidos junto ao SICAR foi possível observar a grande quantidade de imóveis rurais existente no entorno do parque, principalmente à noroeste, margeando o Córrego Luana (ou riacho Luanda) (Figura 8).

Figura 8 – Distribuição de imóveis rurais no entorno do Parque Estadual Mata da Pimenteira, em Serra Talhada-PE, conforme dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural



Fonte: Bilar, A. B. C. (2017).

A pesquisa de campo e as entrevistas constataram que, ao longo dos anos, houve supressão da vegetação por parte dessa população, geralmente através de técnicas não-sustentáveis, para o desenvolvimento de culturas, como: feijão, milho, cebola, algodão, capim e palma, bem como para a criação de bovinos, caprinos e ovinos, além de produção de lenha e estacas. Inclusive, constatou-se que muitas dessas atividades agropecuárias foram desenvolvidas, durante anos, com o apoio do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), através de projetos de pesquisa e extensão rural. Todos os moradores do entorno do PEMP entrevistados informaram sobre a participação de parentes e antigos funcionários do IPA que, com o aval desse órgão, plantavam feijão, capim e outras culturas na área onde posteriormente o parque foi criado e nas margens do Açude do Saco I (Figura 9).

Figura 9 – Açude do Saco I, em Serra Talhada/PE



Fonte: Marques (2014)

A falta de conhecimento sobre técnicas adequadas de manejo da vegetação foi atribuída como uma das principais causas de sua supressão pela maioria dos entrevistados. Este fato pode ser comprovado pela declaração a seguir: “O pessoal aqui corta a mata pra plantar capim. Eu mesmo cortava. Fizemos isso, por falta de informação” (Secretário de Agricultura de Serra Talhada).

Entretanto, o representante do Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR) salientou que os agricultores dos assentamentos recebem assistência técnica do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), podem ser multados e até perderem seus lotes se cortarem a vegetação além do que lhes é permitido por lei.

Infere-se, a partir da análise das falas desses entrevistados, que práticas agrícolas, sem a necessária preocupação com a manutenção da biodiversidade vegetal, vêm sendo utilizadas na região pesquisada há anos, ratificando o diagnóstico realizado pelo Ministério do Meio Ambiente relativo à elaboração do plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Caatinga (BRASIL, 2011), bem como o estudo sobre o avanço da desertificação nesse bioma realizado por Souza, Artigas e Lima (2015).

Foi constatada a existência de um plano de manejo florestal, implantado a partir do ano de 2008, no Assentamento Laginha, na ZA do PEMP, com assessoria técnica da Associação de Plantas do Nordeste (APNE) e autorização da CPRH, para corte raso de lenha e comercialização, sendo 01 (hum) talhão de vegetação a ser cortado por ano, em um ciclo de

15 anos. Entretanto, desde 2015, este plano está suspenso por falta de uma vistoria técnica por parte daquele órgão ambiental. “A gente terminou um talhão há dois anos atrás e a CPRH, até agora, ainda não veio vistoriar. E eles só liberam o próximo talhão depois de fazer essa vistoria” (Presidente da Associação de moradores do Assentamento Laginha).

O Coordenador da APNE, que participou da construção desse plano, confirmou esse fato e afirmou que este documento foi elaborado aplicando uma metodologia participativa, com o intuito de conciliar uma alternativa de emprego e renda para os assentados, a partir do uso sustentável da vegetação, conforme a legislação em vigor e as orientações de Gariglio et al. (2010). O entrevistado atribuiu a paralização do plano ao desinteresse dos assentados pela atividade, às dificuldades típicas do mercado e aos entraves burocráticos da CPRH.

Ainda no Assentamento Laginha, foi constatada a execução do Projeto Caatinga Sustentável da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco (SEMAS/PE), entre 2014 e 2017, proposto para melhorar as condições hídricas e de vida das comunidades residentes nas zonas de amortecimento das unidades de conservação ou em suas proximidades, resultando na instalação de sistema simplificado de abastecimento de água, a partir de poço coletivo, construção de banheiros e fogões “ecológicos”, que consomem menor quantidade de lenha. Com acesso a essa água, os agricultores de Laginha produzem hortaliças vendidas na Feira Agroecológica de Serra Talhada (FAST).

Constatou-se que esse projeto, apesar de ter melhorado as condições sanitárias e hídricas dessas pessoas e fazê-las enxergar alguns benefícios que podem obter pelo fato de serem vizinhas de uma área protegida, tem sua sustentabilidade prejudicada, conforme pesquisa publicada por Bilar, Pimentel e Araújo (2016), uma vez que não se trata de uma política pública permanente. Verificou-se que o fornecimento de energia elétrica para esse sistema de abastecimento de água foi suspenso por falta de pagamento.

Todos os entrevistados externaram a vulnerabilidade social e as dificuldades financeiras vivenciadas pela maioria da população residente no entorno do PEMP, como pode ser visto na seguinte afirmação de um dos pesquisadores entrevistados: “o Estado é omissivo em relação a essas famílias”. Referindo-se à ausência e/ou à ineficácia de ações governamentais relacionadas à melhoria das condições de vida dos habitantes dos assentamentos e comunidades rurais localizadas no entorno do PEMP. Chamou a atenção para situações de pobreza e vulnerabilidade social enfrentadas, especialmente, pelos moradores do Assentamento Carnaúba do Ajudante e comunidade rural Xique-xique.

Corroborando essa visão, um representante de organização ambientalista, ao ser entrevistado, asseverou “a situação dessas famílias é muito difícil”, referindo-se às

dificuldades financeiras vivenciadas pela população do entorno do PEMP e à carência de assistência estatal para auxiliar essas pessoas.

Depreende-se, a partir da análise das considerações dos entrevistados, que a descontinuidade das políticas públicas ambientais e a pouca assistência dispensada às populações rurais do semiárido, que sobrevivem sob grande vulnerabilidade social diante das imposições do atual sistema produtivo global, conforme alertado por Ab'Saber (1999), Barros Júnior et al. (2015), Bilar, Pimentel e Araújo (2016), fragilizam a defesa da vegetação de caatinga.

A pesquisa revelou que, desde a criação do PEMP, em 2012, não foram registrados graves relatos de supressão de sua cobertura vegetal, salvo ocorrências pontuais, relacionadas às queimadas em algumas propriedades rurais, localizadas em sua ZA (Figura 10).

Figura 10 – Queimada na Zona de Amortecimento do PEMP



Fonte: Marques (2016)

Constatou-se também a presença de animais alóctones, ou seja, aqueles que não são originários da região ou bioma estudados, como bovinos e caprinos, no interior do parque (Figura 11).

Figura 11 – Entrada de animais alóctones no PEMP



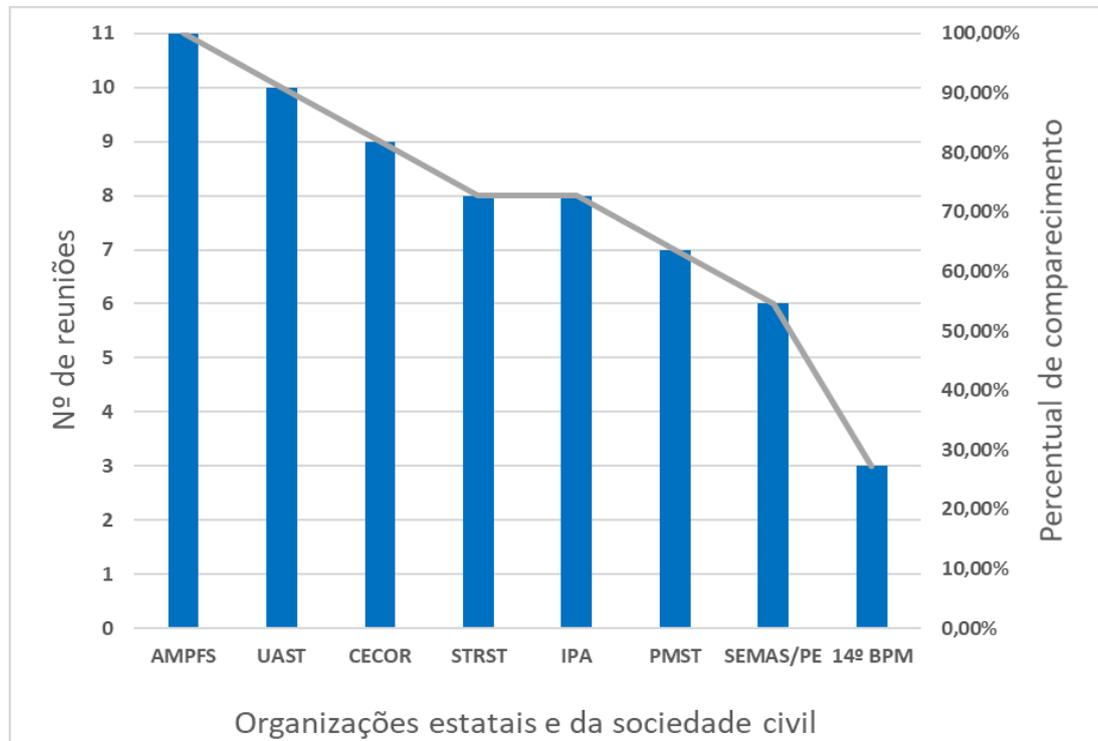
Fonte: Marques (2016)

Tais problemas indicam a necessidade de realização de atividades fiscalizatórias e preventivo-educativas, permanentemente, nessa unidade de conservação, para que possa alcançar seus objetivos, dentre os quais o de preservação da vegetação de caatinga.

4.3.2 Participação da comunidade na gestão do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP)

O levantamento dos dados obtidos da análise das atas das cinco reuniões ordinárias e seis reuniões extraordinárias realizadas pelo CG/PEMP, entre 2013 e 2018, revelou que dentre as representações das organizações da sociedade civil que compareceram às reuniões, destacaram-se a da Associação dos moradores e pescadores da Fazenda Saco, presente em todos os encontros e a da UFRPE/UAST com 90,9% de presença. O representante da organização ambientalista Centro de Educação Comunitária Rural (CECOR) compareceu a nove das 11 reuniões realizadas (81,8%), e a representação do Sindicato dos Trabalhadores Rurais em oito encontros (72,7%). No que tange aos representantes de órgãos públicos, destacou-se a representação do IPA, presente em oito encontros (72,7%), seguida pela Prefeitura Municipal de Serra Talhada (PMST), com sete presenças (63,6%) e a SEMAS/PE com seis (54,5%). Como destaque negativo, o 14º BPM que enviou representantes em apenas três ocasiões (27,2%) (Figura 12).

Figura 12 - Frequência dos representantes estatais e da sociedade civil às reuniões do Conselho Gestor do PEMP de abril de 2013 a março de 2018



Fonte: Bilar, A. B. C. (2018)

Esses números revelam a pequena de prioridade que vem sendo dada à governança do PEMP pela SEMAS/PE e, principalmente, pelo 14º BPM, órgãos estaduais que deveriam auxiliar bastante no alcance dos propósitos dessa área protegida.

O Quadro 1 mostra um resumo das principais unidades de registro extraídas das atas das cinco reuniões do CG/PEMP, entre 2017 e 2018, corroboradas pela observação participante (*in loco*), no intuito de analisar como vem ocorrendo o processo de participação da comunidade na gestão dessa unidade de conservação, em especial, nas atividades relacionadas à preservação e ao uso sustentável de sua vegetação. Para tanto, com base na técnica da análise de conteúdo de Bardin (2011), foram escolhidas as categorias de análise: participação não-colaborativa, participação simbólica e participação colaborativa, relacionadas às dimensões de participação cidadã definidas por Arnstein (1969), Gohn (2011), Prieto-Martín e Ramírez-Alujas (2014).

Quadro 1 - Categorização da participação cidadã na gestão do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), em Serra Talhada-PE, a partir da análise das atas de reuniões do seu Conselho Gestor, realizadas entre 2017 e 2018

Ata / Reunião	Unidade(s) de registro	Categoria de análise (Tipo de participação)
2ª RO	Criação do Grupo de trabalho para elaborar o plano de fiscalização do PEMP	Colaborativa
	Queixas de problemas vivenciados pelos assentados, sem relação direta com o PEMP ou envolvendo demandas além da esfera de atuação desta unidade de conservação	Não-colaborativa
3ª RO	Representante de assentamento reclama da falta de recursos financeiros para cercar lotes dos assentados	Não-colaborativa
4ª RO	Representantes de instituição de ensino e pesquisa falam sobre a importância da realização de pesquisas no PEMP	Simbólica
	Participantes do curso de formação de agentes populares em educação ambiental para o PEMP apresentam plano de intervenção com composto por atividades educativas	Simbólica
	Criação de grupo de trabalho para avaliar plano de intervenção elaborado pelos agentes populares em educação ambiental para o PEMP	Colaborativa
6ª RE	Sugestões dos conselheiros para a elaboração de uma proposta de criação da sede do parque	Simbólica
5ª RO	Apreciação de proposta para redefinição dos limites do parque	Simbólica

Legenda: RO: reunião ordinária. RE: reunião extraordinária. Fonte: Bilar, A. B. C. (2018).

Ao analisar os resultados apresentados no Quadro 1, verifica-se que a participação cidadã durante as reuniões do CG/PEMP, na maioria das vezes, é simbólica. Esse tipo de participação, conforme Arnstein (1969) e Prieto-Martín e Ramírez-Alujas (2014), significa que os representantes da sociedade civil manifestam seus pleitos e opiniões, os quais são ouvidos, no entanto, sem a garantia de que serão transformados em decisões e, conseqüentemente, promovam ações, podendo figurar como meros aconselhamentos.

Ocorreram poucos registros de participação colaborativa, segundo Prieto-Martín e Ramírez-Alujas (2014), ou cidadã, como denomina Arnstein (1969), onde há espaço real para a tomada de decisão por parte dos representantes da comunidade, em caráter de parceria colaborativa com o Poder Público, podendo chegar ao controle social.

Também foram identificados registros de participação não-colaborativa, na qual os cidadãos podem agir de forma autônoma ou até em uma dimensão, denominada por Prieto-Martín e Ramírez-Alujas (2014), como conflito, para buscar, espontaneamente, a solução de um determinado problema de sua comunidade. Este pode ser ignorado ou, em alguns casos, manipulado pelos detentores do poder. Porém, essa ação manipulativa não foi verificada no presente estudo.

De acordo com estudo realizado por Maciel e Pontes (2015) atualmente ainda não há, para o caso do PEMP, a consolidação de um cenário efetivamente participativo de conservação da natureza, que concilie benefícios sociais, econômicos e ambientais, em consonância com os preceitos da sustentabilidade, uma vez que o seu processo decisório não é capaz de integrar estratégias de conservação com as possibilidades de convivência ou adaptação com o meio dos moradores do seu entorno.

Portanto, a participação ativa e colaborativa da comunidade no CG/PEMP, necessária, segundo Carregosa, Silva e Kunhavalik (2015), Coelho (2014), Jabobi (2013) e Sansão (2017), para alcançar os propósitos socioambientais e de governança dessa área protegida, ocorre de maneira episódica, tendo sido registrados, na maioria das vezes, momentos participativos simbólicos, evidenciando a ausência de uma cultura de exercício da cidadania.

4.3.3 Ações de preservação e uso sustentável da vegetação do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) com a participação comunitária

Os dados relativos ao acompanhamento, *in loco*, das ações de preservação e uso sustentável da cobertura vegetal do PEMP, realizadas com participação da comunidade local, foram levantados em dois momentos: durante as reuniões do Grupo de Trabalho, que elaborou o Plano de fiscalização ambiental desse parque, e nas atividades relativas ao curso de formação dos agentes populares em educação ambiental.

4.3.3.1 Grupo de Trabalho (GT) - Plano de fiscalização ambiental do PEMP

A criação desse grupo ocorreu de forma voluntária, em conformidade com o Regimento Interno do PEMP, seus membros representaram o setor público e a sociedade civil, através dos conselheiros do PEMP e especialistas convidados.

Após a constituição do GT, adotou-se a técnica do *focus group*, conforme Flick (2008), onde o pesquisador atuou como moderador, fomentando as discussões realizadas coletivamente sobre a elaboração do plano de trabalho, a distribuição e realização das atividades e *feedback* dos resultados obtidos, no intuito de gerar aprendizado mútuo, como proposto por Jacobi (2013) e Wenger (2010), os quais defendem que os membros de uma comunidade devem compartilhar recursos, trocar informações e aprender juntos.

Como resultado das discussões mantidas durante esses cinco encontros itinerantes, realizados nos dias 24/04/2017, 03/05/2017, 06, 08 e 27/06/2017, na Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Serra Talhada-PE, no 14º BPM, na UFRPE/UAST, no Assentamento Laginha, na Fazenda Saco-IPA e na Gerência Regional do IPA, em Serra Talhada-PE, foi

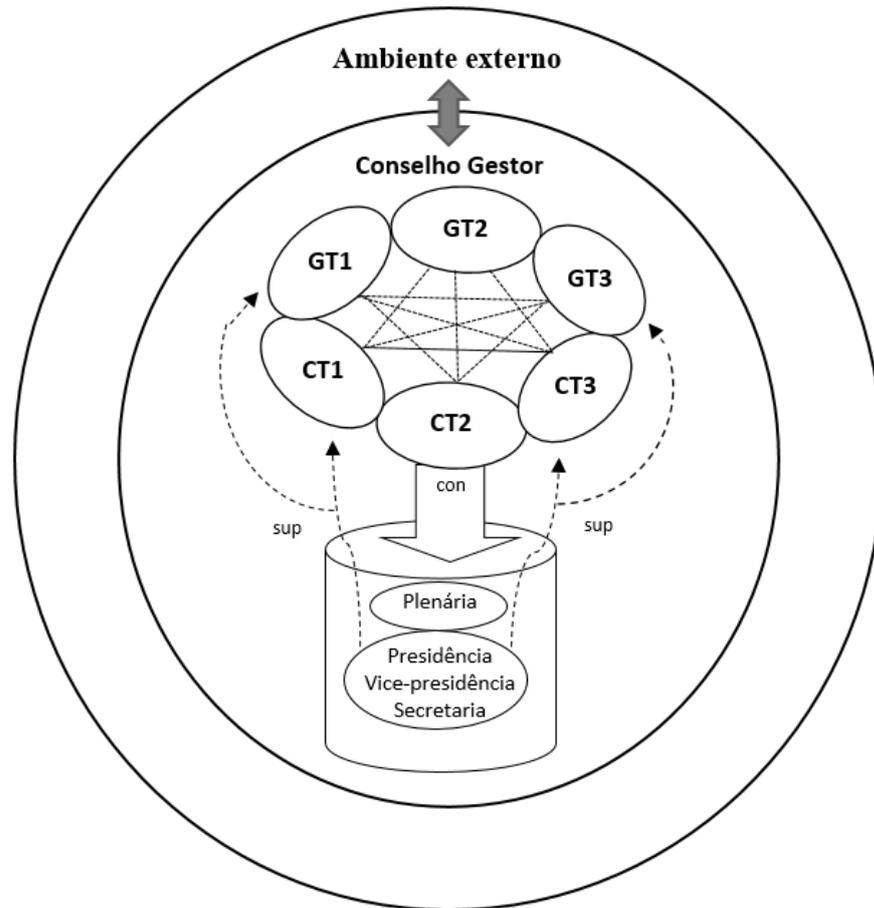
redigido o Plano de fiscalização ambiental do PEMP, apresentado e aprovado pelo seu Conselho Gestor na reunião do dia 08/08/2017. Esse documento, composto por atividades fiscalizatórias e preventivas (educação ambiental) relacionadas à manutenção da biodiversidade vegetal do PEMP, recebeu aval da CPRH para ser implantado.

Durante esses encontros, os membros do GT e as comunidades visitadas puderam colaborar para a construção do plano, exercendo sua cidadania, como definido por Arnstein (1969), Gohn (2011), Prieto-Martín e Ramírez-Alujas (2014), e contribuíram com a governança ambiental do parque, conforme Coelho (2014) e Seiffert (2014), além disso, puderam compartilhar experiências e aprender de forma coletiva, crítica, prática e comunitária, segundo Freire (2011), Jacobi (2013) e Wenger (2010).

No entanto, ratificando o estudo realizado por Ferreira e Fonseca (2014), a ausência de um estrutura administrativa (instalações e recursos humanos) adequada para o PEMP, que possui apenas um servidor e cuja sede funciona, provisoriamente, em uma das salas da Estação Experimental Lauro Bezerra do IPA, dificultou esse processo, pois os membros do GT utilizaram seus próprios recursos (computadores, veículos e telefones) e, em alguns momentos, não dispuseram de um espaço para reuniões, assim como de uma assessoria para subsidiar suas atividades (organização dos encontros, elaboração de atas e esclarecimento de dúvidas).

A partir das experiências vivenciadas nesse GT, evidenciou-se a importância da construção de uma rede de cooperação inteorganizacional e intersetorial para auxiliar na governança de uma unidade de conservação, como o PEMP. Nesse sentido, sugere-se a configuração estrutural para essa rede (Figura 13), baseada nos modelos de redes invertida, teia de aranha e aglomerada, definidos por Quinn, Anderson e Finkelstein (2001 *apud* MALMEGRIN 2014), na qual existem trocas de informações e conhecimento entre os envolvidos. As atividades são: permanentes, quando realizadas por unidades destinadas ao desenvolvimento de competências, e temporárias, para atender demandas pontuais; ambas podem ser realizadas com a participação de especialistas externos convidados.

Figura 13 – Configuração de rede de cooperação para uma área protegida



Legenda: CT (1, 2, 3...n): Câmaras temáticas. GT (1, 2, 3...n): Grupos de trabalho. con: conhecimento. sup: suporte. Fonte: Bilar, A. B. C. (2018).

Propõe-se a criação de câmaras temáticas (CT) no âmbito do CG/PEMP, alterando-se o seu Regimento Interno atual que prevê apenas a criação de grupos de trabalho (GT), de caráter transitório, para tratar de questões específicas. Essas câmaras temáticas, a exemplo do modelo do ICMBio (2014), seriam permanentes e destinadas a auxiliar a Plenária (órgão superior do CG) e a Presidência (exercida pelo gestor do parque) em decisões complexas, que requeressem discussões mais aprofundadas e, sempre que possível, tecnicamente fundamentadas. Em conformidade com os propósitos deste estudo, sugere-se, inicialmente, uma câmara de educação ambiental e outra destinada à proteção da biodiversidade vegetal do parque.

Os grupos de trabalho e as câmaras temáticas, com o suporte administrativo e operacional da Presidência do conselho, possuiriam a capacidade de articular e desenvolver ações conjuntas com organizações estatais e não-estatais, gerar parcerias e aprendizado coletivo e, além disso, incentivar a participação cidadã na gestão do PEMP, através da inserção de novos membros de forma transitória ou permanente, com autorização da Plenária

do CG, e no contato com as comunidades que venham a fazer parte das atividades desenvolvidas, atendendo as orientações de Jacobi (2013), Malmegrin (2014), Nascimento (2010), Seiffert (2014), Souza e Maçaneiro (2014) relativas a redes de cooperação, educação e governança ambiental.

4.3.3.2 Curso de formação de agentes populares em educação ambiental para o PEMP

Considerando que a educação ambiental é indispensável para sensibilizar a população acerca da necessidade de proteger a vegetação de caatinga e para atingir os demais propósitos de uma unidade de conservação, conforme a Lei nº 9.975/99 (BRASIL, 1999), e com os pressupostos de Freire (2011) e Morin (2014), optou-se pela realização de uma pesquisa participante durante as etapas teórica e prática do curso de formação de agentes populares em educação ambiental para o PEMP, no período de novembro de 2017 a maio de 2018. O Quadro 2 apresenta um resumo das principais atividades desenvolvidas pelos cursistas, as estratégias selecionadas para sua execução, os resultados obtidos e as dificuldades encontradas, segundo seus próprios relatos, e o complemento da observação procedida *in loco*.

Quadro 2 – Resumo das principais atividades de campo realizadas pelos participantes do curso de formação de agentes populares em educação ambiental para o Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), em Serra Talhada-PE

Tipo de Atividade	Estratégia escolhida	Resultados obtidos	Dificuldades encontradas
Elaboração do plano de intervenção	Discussões em reuniões presenciais e à distância (grupos de e-mail e de Whatsapp).	Plano concluído. Cursistas puderam aprender a elaborar um instrumento desse tipo.	Ausência de representante local do CEPAN. Deslocamento para as reuniões. Acesso à internet.
Palestras em instituições de ensino	Reuniões para elaboração coletiva de slides com informações gerais sobre o PEMP e sua vegetação. Contato prévio com representantes das instituições a serem visitadas	Criação de um modelo padrão de apresentação (slides). Aprendizado mútuo durante esse processo. 10 palestras realizadas e mais de 20 agendadas. Criação e fortalecimento de parcerias.	Presença reduzida dos agentes nas palestras. Trâmites burocráticos retardam a chegada de recursos / materiais de apoio previstos no plano. Fragilidade no planejamento didático das atividades.
Sinalização de trilhas interpretativas	Equipe de cursistas percorre as trilhas já existentes, discute e sugere locais para as placas, assim como as temáticas de cada trilha. Reuniões para elaboração de folder explicativo.	Proposta de sinalização de 03 trilhas, com temáticas relacionadas à flora, à fauna e à história do PEMP e da Fazenda Saco, realizada. Folder explicativo para os futuros visitantes elaborado de forma coletiva.	Ausência de especialista em criação de trilhas e para a realização de estudo técnico (capacidade de suporte). Falta de estrutura do PEMP. Deslocamento dos cursistas.

Fonte: Bilar, A. B. C. (2018)

As informações contidas no Quadro 2 mostram que o processo de construção do plano de intervenção relacionado às atividades de campo, a serem desenvolvidas pelos cursistas, foi participativo e gerou aprendizado coletivo, em conformidade com as orientações de Wenger (2010) e Jacobi (2013), podendo ser considerado um tipo de participação colaborativa, segundo Prieto-Martín e Ramírez-Alujas (2014).

Entretanto, a ausência de uma representação local da organização desenvolvedora do projeto comprometeu os processos de aprendizado e de engajamento, uma vez que muitas discussões foram realizadas à distância, em grupos de *e-mail* e *Whatsapp*. Esse distanciamento também prejudicou o planejamento didático e o suporte metodológico para a realização das atividades, contrariando as orientações da Lei nº 9.795/99 e de Guimarães (2012), para as quais o binômio informação e vivência participativa é necessário na educação ambiental, tanto para a sensibilização coletiva, quanto para a mudança de valores de forma contínua e permanente.

Além disso, os cursistas residentes nas comunidades rurais do entorno do parque, que possuem privações sociais, tecnológicas e econômicas, externaram dificuldades de acesso à internet e aos locais das reuniões, muitas das quais realizadas no centro do município.

Em relação às palestras realizadas, merecem destaque a mensagem de preservação da vegetação da caatinga do PEMP, que os cursistas levaram para professores e estudantes de instituições de ensino do nível fundamental ao superior, assim como as parcerias criadas e/ou fortalecidas, especialmente, a firmada com a Secretaria Municipal de Educação de Serra Talhada (SEST), que resultou na criação do projeto “Parque Estadual Mata da Pimenteira: um paraíso no Sertão pernambucano”, voltado aos professores e estudantes do ensino fundamental, os quais terão oportunidade de visitar o PEMP e conhecer sua biodiversidade vegetal e, a partir dessa experiência, poderão repensar seus valores e ações, conforme orientam Freire (2011), Guimarães (2012), Leff (2014) e Morin (2014) e Morin, Ciurana e Motta (2009), bem como, segundo Wick e Silva (2015), participar mais ativamente das políticas públicas ambientais.

Entretanto, poucos cursistas compareceram a essas palestras, fato atribuído, principalmente, à incompatibilidade de horários e às dificuldades de deslocamento.

A proposta de sinalização das trilhas existentes no PEMP, com a confecção de um *folder* (ou folheto) explicativo para os visitantes, partiu de uma iniciativa dos cursistas, os quais escolheram as temáticas a serem abordadas e os locais para a aposição de placas, após percorrerem os três percursos sugeridos por eles próprios, conforme as características da vegetação, da fauna e da própria história do parque e da Fazenda Saco-IPA. Considera-se esse

tipo de participação como colaborativa, ou real, sob a ótica de Prieto-Martín e Ramírez-Alujas (2014).

Apesar da ausência de especialistas na criação desse tipo de trilha e na realização de estudo de carga, além de uma estrutura de apoio por parte do PEMP, o aprendizado coletivo gerado, segundo a ótica de Wenger (2010) e Jacobi (2013), proporcionou um maior engajamento dos cursistas, fortalecendo sua formação, enquanto agentes populares em educação ambiental.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de diferentes técnicas de pesquisa, como a observação *in loco*, entrevistas com atores-chave e o *focus group*, de forma colaborativa e integrada, a partir de uma abordagem qualitativa, pautada pelo paradigma da complexidade de Morin, mostrou-se eficaz para avaliar a participação da comunidade local, relativa às principais ações de preservação e manejo sustentável da vegetação desenvolvidas no Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP).

A participação da comunidade nas ações envolvendo o PEMP foi simbólica e pouco ativa, apesar da identificação de momentos de participação colaborativa ou real por parte da comunidade do entorno do parque, em atividades relacionadas à preservação e ao uso sustentável de sua vegetação, assim como na elaboração do plano de fiscalização ambiental dessa unidade de conservação e da proposta para sinalização de trilhas interpretativas, além das palestras realizadas em instituições de ensino.

Dentre os fatores limitadores da participação cidadã efetiva nas ações relacionadas à defesa da biodiversidade vegetal do parque, destacaram-se a ausência de uma estrutura administrativa ou institucional (infraestrutura e recursos humanos), e falhas na gestão dos projetos, executados de forma desarticulada e por organizações sem representação local, prejudicando o processo de aprendizagem em educação ambiental, o qual deve ser contínuo e baseado no binômio informação e vivência participativa.

Foi sugerido um modelo de rede de cooperação interorganizacional e intersetorial para aprimorar a governança ambiental de áreas protegidas como o PEMP, através de ações conjuntas de organizações estatais e não-estatais, com participação social, geração de conhecimento e aprendizado coletivo.

Constatou-se a fragilidade das políticas públicas desenvolvidas no semiárido nordestino relacionadas às áreas socioambiental, de assistência técnica e extensão rural, as

quais, em sua maioria, são desconexas, descontínuas e conflitantes com a concepção de sustentabilidade.

As populações do entorno de unidades de conservação no bioma Caatinga, geralmente pobres e desassistidas, podem contribuir para a efetivação dos propósitos definidos para esses espaços, fundamentalmente, no que tange à manutenção de sua cobertura vegetal, desde que recebam o apoio necessário por parte dos órgãos públicos ambientais, o que inclui programas eficientes e eficazes de educação ambiental.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Esta pesquisa evidenciou o grau de participação das comunidades locais na governança ambiental de unidades de conservação da natureza no semiárido nordestino, assim como os principais riscos provocados à vegetação de caatinga dessas áreas protegidas por ações antrópicas.

Para tanto, inicialmente, foi averiguada a condição da vegetação do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), em Serra Talhada/PE, através do uso conjunto dos índices NDVI, NDWI, SAVI, EVI e LAI calculados a partir de imagens orbitais (sensoriamento remoto), os quais atestaram que a cobertura vegetal desse espaço legalmente protegido encontra-se relativamente preservada.

A aplicação concomitante desses índices demonstrou-se eficiente e eficaz para auxiliar no monitoramento e gestão de espaços desse tipo, bem como na avaliação e proposição de políticas públicas relacionadas às áreas de fiscalização, educação e compensação ambiental por parte dos órgãos governamentais.

A supressão da vegetação para o desenvolvimento de atividades agrícolas e criação de animais, especialmente, a noroeste da zona de amortecimento do parque, onde foi constatado elevado patamar de estresse hídrico, e a expansão urbana do município de Serra Talhada/PE, ao longo das rodovias BR 232 e PE 365, representam riscos à biodiversidade vegetal dessa área protegida.

Após identificar a condição da vegetação do PEMP, este estudo procurou caracterizar a participação comunitária nas ações relacionadas à preservação e à utilização sustentável da vegetação dessa unidade de conservação, e concluiu que, na maioria das vezes, ela é simbólica e pouco ativa. Constatou-se que esse fato deve-se, principalmente, à limitada cultura de exercício da cidadania, potencializada pela exclusão social, ausência de uma estrutura administrativa adequada para o parque e execução de projetos de maneira pouco articulada e por organizações que não possuem representantes locais.

Entretanto, foram identificados momentos de participação cidadã efetiva, colaborativa ou real na elaboração do plano de fiscalização ambiental dessa área protegida, na proposta para sinalização de trilhas interpretativas e em palestras realizadas em instituições de ensino, durante os quais pode ser vivenciado o processo de aprendizagem em educação ambiental.

Essa participação da sociedade, especialmente das comunidades locais, na governança ambiental de uma área protegida, conforme previsto na legislação em vigor, é indispensável para o alcance de seus propósitos, o que também foi atestado pelo presente estudo.

Foi sugerido um modelo de rede de cooperação interorganizacional e intersetorial para aprimorar a gestão do PEMP através da realização de ações conjuntas de organizações estatais e não-estatais, com participação social, geração de conhecimento e aprendizado coletivo. Esse modelo pode ser adotado por outras unidades de conservação e órgãos ambientais e/ou adaptado conforme as demandas e demais especificidades dessas organizações.

Todas as hipóteses formuladas para o presente estudo foram confirmadas e os seus objetivos devidamente alcançados através da combinação de métodos e técnicas de pesquisa quantitativa, em um primeiro momento e qualitativa, na sequência, reforçando o caráter interdependente e complementar desses dois horizontes metodológicos, em consonância com a abordagem escolhida, baseada no paradigma da complexidade de Morin, a qual não se limita a uma visão fragmentada da realidade, por considerá-la insuficiente para o enfrentamento dos graves problemas ambientais em curso, cujas propostas de solução requerem diálogo constante entre conhecimentos oriundos de várias áreas do saber, ou seja, uma práxis composta por um conjunto de atividades integradas ou em rede e interdisciplinares.

Por fim, espera-se que este estudo inspire ulteriores pesquisas relacionadas à utilização simultânea de imagens de sensoriamento remoto com índices biofísicos para auxiliar no monitoramento e na gestão ambiental de áreas protegidas, bem como o surgimento de ações e políticas públicas inovadoras que promovam o desenvolvimento de boas práticas de governança ambiental com participação cidadã ativa na administração desses espaços, no intuito de proteger a rica biodiversidade vegetal dos biomas brasileiros, em especial, a Caatinga.

REFERÊNCIAS

- AB´SABER, A. N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. Dossiê Nordeste Seco. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 13, n. 36, p. 7-59, 1999.
- AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA – APAC. **Monitoramento pluviométrico de Serra Talhada, Posto 12 (IPA)**. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>. Acesso em: 31 maio 2017.
- AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE MEIO AMBIENTE – CPRH. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/home/42670%3B58398%3B10%3B0%3B0.asp>. Acesso em: 10 maio 2018.
- ALLEN, R. G. et al. **SEBAL: surface energy balance algorithms for land**. Idaho implementation, advanced training and users manual, version 1.0. Idaho: University of Idaho, 2002. 98p.
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, n. 33, p. 491-499, 2009.
- ARNSTEIN, S. R. A Ladder of Citizen Participation. **Journal of the American Planning Association**, v. 35, n. 4, July 1969, p. 216-224. Disponível em: <http://www.participatorymethods.org/sites/participatorymethods.org/files/Arnstein%20ladder%201969.pdf>. Acesso em: 17 maio 2018.
- AVANCINI, M. M.; TEGA, G. Caatinga: um bioma entre a devastação e a conservação. **ComCiência**, Campinas, n. 149, jun. 2013.
- BARBOSA, H. A.; HUETI, A. R.; BAETHGEN, W.E. A 20 - year study of NDVI variability over the Northeast Region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, London, v. 67, p. 288-307, 2006.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARROS JÚNIOR, G. et al. **A Caatinga guardiã da água**. Cartilha. Diocese de Afogados da Ingazeira / Núcleo de Estudos, Pesquisas e Práticas Agroecológicas do Semiárido - NEPPAS / Universidade Federal Rural de Pernambuco. Afogados da Ingazeira, 2015. 40 p.
- BARROSO, J. A; e SOARES, A. A. C. O impacto das políticas públicas no desenvolvimento de arranjos produtivos locais: o caso do APL de ovinocaprinocultura em Quixadá, Ceará. **Revista de Administração Pública-RAP**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 6, p. 1435-1457, nov./dez. 2009.
- BENSUSAN, N. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.
- BEZERRA, J. M. et al. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia**

Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 73-84, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n1/v18n1a10.pdf>. Acesso em: 14 out. 2016.

BEZERRA, M. V. C.; SILVA, B. B.; BEZERRA, B. B. Avaliação dos efeitos atmosféricos no albedo e NDVI obtidos com imagens de satélite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, p. 709-717, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n7/v15n07a09.pdf>. Acesso em: 21 out. 2016.

BILAR, A. B. C. Localização do Parque Estadual Mata da Pimenteira. In: BILAR, A. B. C.; PIMENTEL, R. M. M.; ARAUJO, M. S. B. Sustentabilidade de assentamentos no entorno de unidades de conservação: o caso do Parque Estadual Mata da Pimenteira em Serra Talhada/PE. **Sustentabilidade em debate**, v. 7, Edição especial., p. 195-211, 2016.

BILAR, A. B. C.; CERQUEIRA, M. A. Mapas dos índices de vegetação NDVI, IAF ou LAI, SAVI, EVI e NDWI do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) para as datas: 26/07/2007, 28/09/2007, 24/06/2013, 28/09/2013, 03/08/2016 e 20/09/2016. Serra Talhada, 2017. 30 mapas, color.

BILAR, A. B. C. et al. Climate changes and environmental migrations in the Northeastern Semiarid. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 6, n. 1, p. 36-43, 2016.

BILAR, A. B. C.; PIMENTEL, R. M. M. Governança ambiental para o desenvolvimento sustentável em uma unidade de conservação no semiárido nordestino: desafios e perspectivas. **Gaya Scientia**, João Pessoa, v. 10, n. 3, Edição especial Seminário de tese PRODEMA, p. 19-25, 2016.

BILAR, A. B. C.; PIMENTEL, R. M. M.; ARAUJO, M. S. B. Sustentabilidade de assentamentos no entorno de unidades de conservação: o caso do parque estadual Mata da Pimenteira. **Sustentabilidade em debate**, Brasília, v. 7, Edição Especial, p. 195-211, dez/2016.

BILAR, A. B. C. et al. Governança ambiental em áreas de proteção da biodiversidade: uma revisão sistemática. **Journal of Environmental Analysis and Progress**. Recife, v. 2, n. 4, p. 439-456, 2017.

BOCKSTAEL, E.; BAHIA, N. C. F.; SEIXAS, C. S.; BERKES, F. Participation in protected area management planning in coastal Brazil. **Environmental Science and Policy**, v. 60, n.1, p. 1-10, 2016.

BRAGA, R. A. P. **Avaliação dos instrumentos de políticas públicas na conservação Integrada de florestas e águas, com estudo de caso na Bacia do Corumbataí – SP**. 2005. 316f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

BRANDÃO, H. **Com a chuva, a caatinga reanima, e oito dias depois já tem riqueza**. [Serra Talhada]: [s.n.], 2012. Disponível em: <https://www.facebook.com/henriquebrandaoPE/>. Acesso em: 9 maio 2017.

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 10 de mar. 2018.

_____. Decreto nº 4.281, de 25 de junho de 2002. Regulamenta a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. Brasília, DF, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4281.htm. Acesso em: 23 abr. 2018.

_____. Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Institui o Plano Nacional de Áreas Protegidas - PNAP. Brasília, DF, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5758.htm. Acesso em: 23 abr. 2018.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins, mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 15 mar. 2018.

_____. Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF, 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm. Acesso em: 25 jan. 2018.

_____. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. Brasília, DF, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm. Acesso em: 12 fev. 2018.

_____. **Bioma Caatinga.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em: 20 fev. 2018a.

_____. **Monitoramento por satélite do desmatamento do bioma Caatinga.** Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília, 2018c. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/cartilha_monitoramento_caatinga_203.pdf. Acesso em: 31 ago. 2018.

_____. **Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural.** Município de Serra Talhada-PE. Disponível em: <http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>. Acesso em: 30 out. 2017.

_____. **Subsídios para a elaboração do plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Caatinga.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2011. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/168/_arquivos/diagnostico_do_desmatamento_na_caatinga_168.pdf. Acesso em: 15 mar. 2018.

_____. **Unidades de conservação da natureza.** Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/port_ucon.pdf. Acesso em: 20 fev. 2018b.

BREUSS, M. **Sequestro de carbono na caatinga.** Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada – IRPAA. Juazeiro, 2010. 3p. Disponível em:

<http://www.irpaa.org/publicacoes/artigos/sequestro-de-carbono-na-caatinga-2010.pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

BRÜGGER, P. **Educação ou Adestramento Ambiental?** Florianópolis: Letras Contemporâneas, 1994.

CALIXTO JÚNIOR, J. T.; DRUMOND, M. A. Estudo comparativo da estrutura fitossociológica de dois fragmentos de Caatinga em níveis diferentes de conservação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 80, p. 345-355, out./dez. 2014.

CALMON, C; COSTA, A. T. M. Redes e governança das políticas públicas. **RP3 - Revista de Pesquisa em Políticas Públicas**, v. 1, p. 1-29, 2013.

CAPRA, F. (Org.). **Alfabetização ecológica**: a educação das crianças para um mundo sustentável. São Paulo: Cultrix; 2006.

CARREGOSA, E. A.; SILVA, S. L. C.; KUNHAVALIK, J. P. Unidade de conservação e comunidade local: uma relação em construção. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 35, p. 305-319, dez. 2015.

CARRIÓN, J. F., GASTAUER, M., MOTA, N. M., MEIRA-NETO, J. A. A. Facilitation as a driver of plant assemblages in Caatinga. **Journal of Arid Environments**, London, v. 142, p. 50-58, 2017.

CAVALCANTI, E. R. Educação ambiental e educação contextualizada com base na convivência com o semiárido. In: LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA-PB, 2011, p.79-89.

CHAGAS, M. G. S. Condição biológica da vegetação em ecossistemas costeiros e do Sertão do Pajeú em Pernambuco. 2012. 123f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

COELHO, R. C. Estado, governo e mercado. 3. ed. Florianópolis: Departamento de Administração / UFSC; [Brasília]: CAPES/UAB, 2014.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CUNHA, C. C.; LOUREIRO, C. F. B. Estado educador: uma nova pedagogia da hegemonia nas reservas extrativistas. **Revista Katálysis**, v. 15, n. 1, p. 52-61, 2012.

CURI, D. **Gestão ambiental**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2011.

DAGNINO, E; TATAGIBA, L. (Orgs.). **Democracia, sociedade civil e participação**. Chapecó: Argos, 2007.

DELLA BELLA, S. Abertura da II Semana das UCs: instrumentos de gestão – plano de manejo e conselho gestor. Palestra proferida pela Gerente da Unidade de Gestão de Unidades de Conservação da CPRH/PE. Recife, 17 out. 2016. 18 slides: color.

DIAS, C. M. **Poder público, processo educativo e população: o caso da Estação Ecológica de Angatuba, SP, Brasil.** 2008. 167 f. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2008.

DIEGUES, A.C. **O mito moderno da natureza intocada.** 3. ed. São Paulo: Hucitec, Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras, USP, 2000.

ESCOLA LATINO AMERICANA DE AREAS PROTEGIDAS – ELAP. **Lições aprendidas sobre zoneamento em unidades de conservação e no seu entorno:** comunidade de ensino e aprendizagem em planejamento de unidades de conservação. Brasília, WWF-Brasil, 2015.

FARIAS, S. G. G. DE. **Estrutura e funcionamento da comunidade vegetal em uma área de caatinga em Serra Talhada – PE.** 2013. 117f. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife, 2013.

FERREIRA, C. M. S.; FONSECA, A. Análise da participação popular nos conselhos municipais de meio ambiente do Médio Piracicaba/MG. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 239-258, 2014.

FERREIRA, E. G. B. S. **Potencial fisiológico de sementes e produção de mudas de espécies florestais ocorrentes na Caatinga de Pernambuco.** 2013. 159f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

FERRAZ, E. M. N.; RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B., PEREIRA, R. C. A. Composição florística em trechos de vegetação de caatinga e brejo de altitude na região do Vale do Pajeú, Pernambuco. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 7-15, 1998.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação ao sensoriamento remoto.** São Paulo: Oficina de textos, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 43. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

GALVÍNCIO, J. D. et al. Análise da variação da vegetação dos períodos secos e chuvosos através do SAVI e albedo de superfície no município de Belo Jardim – PE. **Revista Rede Eletrônica do PRODEMA - REDE**, Fortaleza, v. 10, n. 2, p. 133-146, jul. 2016.

GAO, B. C. NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**, v. 58, p. 257-266, 1996.

GARCIA, A. Fotografia do Açude Cachoeira II. In: SÁ, G. Chuva forte em ST aumenta volume do Cachoeira II, capacidade está em 56,6%. **Farol de Notícias**, Serra Talhada, 2 de maio 2014. Reportagem de capa.

GARIGLIO, M. A. et al. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIULIETTI, A. M. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 48-90.

GOHN, M. G. **Conselhos Gestores e participação sociopolítica**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GUIMARÃES, M. **A formação de educadores ambientais**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

_____. Educação ambiental crítica. In: LAYRARGUES, P. P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 25-34.

GURGEL, H. C.; FERREIRA, N. J.; LUIZ, A. J. B. Estudo da variabilidade do NDVI sobre o Brasil utilizando-se a análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 85-90, 2003.

HEREDIA, B. M. A de; BEZERRA, M. O.; PALMEIRA, M. Introdução. In: HEREDIA, B. M. A. de et. al. **Política, governo e participação popular: conselhos, orçamento participativo e outras experiências**. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2012. p. 5-29.

HUETE, A. R. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, v. 25, p. 295-309, 1988.

HUETE, A. R. et al. A Comparison of Vegetation Indices over a Global Set of TM Images for EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment**, n. 59, p. 440-451, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades**. Pernambuco - Serra Talhada. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=261390>. Acesso em: 4 nov. 2017.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. **Conselhos gestores e unidades de conservação federais: um guia para gestores e conselheiros**. Brasília: Coordenação de Gestão Participativa, 2014.

JACOBI, P. R. Governança da água no Brasil. In: RIBEIRO, W. (Org.). **Governança da água no Brasil: uma visão interdisciplinar**. São Paulo: Annablume, 2009.

_____. Governança ambiental e práticas participativas. In: JACOBI, P. R. (Coord.) **Aprendizagem social e unidades de conservação**: aprender juntos para cuidar dos recursos naturais. São Paulo: IEE/PROCAM, 2013. p.13-20.

KUNTSCHIK, G.; ASSIS, L. C. A. R. Georreferenciamento em unidades de conservação. In: JACOBI, P. R. (Coord.) **Aprendizagem social e unidades de conservação**: aprender juntos para cuidar dos recursos naturais. São Paulo: IEE/PROCAM, 2013. p. 77-82.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Ed. Universitária da UFPE, Recife, 2003.

LEFF, E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 11. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

LIMA, A. L. A. **Tipos funcionais fenológicos em espécies lenhosas da Caatinga, Nordeste do Brasil**. 2010. 116f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2010.

LIMA, D. A. Estudos Fitogeográficos de Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, vol. 4, p. 243-274, 2007. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/47/44>. Acesso em: 15 fev. 2018.

LIMA, A. L. A. et al. Estrutura e funcionamento de vegetação lenhosa. In: SANTOS, E. M.; MELO JÚNIOR, M.; CAVALCANTI, J. S. S.; ALMEIDA, G. V. L. (Orgs.) **Parque estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da caatinga**. Recife: UFRPE, 2013. cap. 7, p. 105-120.

LOPES, H. L.; SILVA, B. B.; PACHECO, A. P. Distribuição espacial do saldo de radiação e do fluxo de calor no solo no território de Itaparica, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 233-244, mar./abr. 2014.

LOPES, J. R. “Exclusão social” e controle social: estratégias contemporâneas de redução da sujeitidade. **Psicologia & Sociedade**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 13-24, 2006.

MACHADO, C. C. C. **Alterações na superfície do Parque Nacional do Catimbau (PE-Brasil)**: consolidação dos aspectos biofísicos na definição dos indicadores ambientais do bioma Caatinga. 2014. 221f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Ciência Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

MACIEL, C.; PONTES, E. T. **Seca e convivência com o semiárido**: adaptação ao meio e patrimonialização da Caatinga no nordeste brasileiro. Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2015.

MALMEGRIN, M. L. **Redes públicas de cooperação local**. 3. ed. Florianópolis: Departamento de Administração / UFSC; [Brasília]: CAPES/UAB, 2014.

MARETTI, C. C. et al. Áreas protegidas: definições, tipos e conjuntos. Reflexões conceituais e diretrizes para gestão. In: CASES, M. O. (Org.). **Gestão de Unidades de Conservação**:

compartilhando uma experiência de capacitação. Brasília: WWF-Brasil/IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas, 2012. p. 331-367.

MARQUES, R. F. J. **Açude do Saco I**. Serra Talhada, 2014. 1 fot., color.

_____. **Ameaças ao Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP)**. Serra Talhada, 2016. 2 fot., color.

MATOS, S. S.; MELO, A. L.; SILVA, J. S. Mimosoideae no Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada, Pernambuco. **Anais... LXVII Congresso Nacional de Botânica**. Vitória-ES, Sociedade Botânica do Brasil - SBB, 2016.

MEDAUAR, O. (Org.). **Coletânea de legislação ambiental**. 9. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010.

MENDES, B. V. **As artes na civilização a seca**. Mossoró: Sarau das Letras, 2017.

MENESES, P. R. Princípios de sensoriamento remoto. In: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Orgs.) **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UNB, 2012. cap. 1, p. 1-31.

MENEZES, T. G. C. **Diversidade florística, dinâmica temporal de herbáceas e aspectos morfofuncionais de plântulas de espécies lenhosas em área de caatinga**, Serra Talhada, Pernambuco. 2011. Monografia (Graduação). Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, 2011.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14 ed. São Paulo: Editora HUCITEC, 2014.

MINAYO, M. C.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes: 2016.

MIRANDA, R. Q. et al. Dry forest deforestation dynamics in brazil's Pontal basin. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 2, p. 385-395, abr./jun., 2018.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma Revisão da Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2.ed. Viçosa - MG: UFV, 2003. 307p.

MORIN, E. **Cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 21.ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2014.

MORIN, E.; CIURANA, E. R.; MOTTA, R. D. **Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza humana**. 3. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2009.

MOURA, M. S. B. et al. Clima e água de chuva no semiárido. In: BRITO, L. T. L., MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Orgs.) **Potencialidade de água de chuva no semiárido brasileiro**. Petrolina: EMBRAPA/Semiárido, 2007. p. 37-59.

MUNHOZ, D. Alfabetização ecológica: de indivíduos às empresas do século XXI. In: LAYRARGUES, P. P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 141-155.

MUSSI, S. M. **O processo de gestão participativa e educação ambiental em conselhos de unidades de conservação: o caso do Parque Nacional da Serra dos Órgãos**, Teresópolis, RJ. 2007, 199f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

NASCIMENTO, S. Reflexões sobre a intersetorialidade entre as políticas públicas. **Serviço Social e Sociedade**, São Paulo, n. 101, p. 95-120, 2010.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. Oceanic Niño Index – ONI. **El Niño and La Niña Years and Intensities**. Washington, D. C. Updated May 2017. Disponível em: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>. Acesso em: 1 jun. 2017.

NOBRE, P. Mudanças climáticas e desertificação: os desafios para o Estado Brasileiro. In: LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; PEREZ-MARIN, A. M. (Eds). **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA-PB, 2011.

NOVAS, M. F. B. et al. Análise da variação dos índices de vegetação estimados por sensoriamento remoto em dois períodos ao sul da bacia do rio Traipu-AL. II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação. **Anais...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Blücher, 2008.

OLIVEIRA, I. B. R. et al. Diversidade da entomofauna em uma área de Caatinga no município de Bom Jesus-PI, Brasil. **Científica**, Jaboticabal, v. 41, n. 2, p. 150-155, 2013.

OLIVEIRA, J. S. S. **Índices de vegetação (NDVI, IVAS, IAF, NDWI) como subsídio à gestão do uso e ocupação do solo na zona de amortecimento da Reserva Biológica de Saltinho, Pernambuco**. 91f., 2013. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

OLIVEIRA, M. V. C.; CARVALHO, A. R. **Princípios básicos de saneamento do meio**. São Paulo: Editora SENAC, 2003.

OLIVEIRA, T. H. et al. Detecção espaço-temporal de estresse hídrico na vegetação do semiárido no nordeste do Brasil utilizando NDVI e NDWI - Estudo de caso Serra da Capivara e Serra do Congo - PI. In: **VI Seminário Latino Americano de Geografia Física**, 2010, Coimbra. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema2/tiago>. Acesso em: 2 jun. 2017.

PELLIZZARO, P. C.; HARDT, L. P. A.; HARDT, C.; HARDT, M.; SEHLI, D. Gestão e manejo de áreas protegidas: contexto internacional. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 21-40, jan./mar. 2015.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de caatinga em Monteiro, PB. **Holos**, Natal, v. 28, n. 2, p. 72-84, 2012.

PERNAMBUCO. Decreto nº 37.823, de 30 de janeiro de 2012. Cria o Parque Estadual Mata da Pimenteira, localizado no Município de Serra Talhada/PE. **Diário Oficial de Pernambuco**, Recife, 31 jan. 2012.

_____. Lei nº 13.787, de 08 de junho de 2009. Institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza – SEUC, no âmbito do Estado de Pernambuco, e dá outras providências. Disponível em: http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/SEUC;2238;20091019.pdf. Acesso em: 31 jan. 2012.

_____. **Parque Estadual Mata da Pimenteira: Plano de manejo**. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Agência Estadual de Meio Ambiente. Recife, PE, 2013.

PIMENTEL, D. S. **Os “parques de papel” e o papel social dos parques**. 2008. 254 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PINTO, L. P. Unidades de conservação. **Revista Diversa UFMG**. Belo Horizonte, ano 7, n.14, jul. 2008. Disponível em: <https://www.ufmg.br/diversa/14/index.php/unidade-de-conservacao/unidades-de-conservacao.html>. Acesso em: 11 out. 2017.

PRIETO-MARTIN, P.; RAMIREZ-ALUJAS, A. Characterizing Citizen Participation within Open Government. **Revista del CLAD Reforma Y Democracia**, n. 58, p. 61-100, feb. 2014. Disponível em: <http://old.clad.org/portal/publicaciones-del-clad/revista-clad-reforma-democracia/articulos/058-Febrero-2014/characterizing-citizen-participation-within-open-government>. Acesso em: 17 maio 2018.

QUEIROZ, L. P. Distribuição das espécies de *Leguminosae* na caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (Eds.). **Vegetação e flora das caatingas**. Recife, APNE / CNIP, 2002. p.141-153.

RIBEIRO, E. P. **Mudanças climáticas e desertificação na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú**. 2016. 178f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2016.

RIBEIRO, E. P. et al. Estimativa dos índices de vegetação na detecção de mudanças ambientais na bacia hidrográfica do rio Pajeú. **Geosul**. Florianópolis, v. 31, n. 62, p. 59-92, jul./ago. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2016v31n62p59>. Acesso em: 10 out. 2016.

RISSO, L. C. Participação social em unidades de conservação: o caso do Parque estadual Ilha do Cardoso, São Paulo, Brasil. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 10, n. 3, p. 109-128, dez. 2016.

ROCHA, L. G. M.; DRUMMOND, J. A.; GANEM, R. S. Parques nacionais brasileiros: problemas fundiários e alternativas para sua resolução. **Revista Sociedade Política**, Curitiba, v. 18, n. 36, p.205-226, 2010.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B. A. Vegetação do Bioma Caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (Eds.). **Vegetação e flora das caatingas**. Recife: Associação de Plantas do Nordeste e Centro Nordestino de Informações sobre Plantas, 2002. p. 11-24.

RODRIGUES, E. L. et al. Avaliação da cobertura vegetal por meio dos índices de vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na sub-bacia do Vale do Rio Itapecerica, Alto São Francisco, em Minas Gerais. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Foz do Iguaçu-PR: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2013.

RODRIGUES, J. O. et al. Sazonalidade de variáveis biofísicas em regiões semiáridas pelo emprego do sensoriamento remoto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 452-465, jul./set. 2009.

RODRIGUES, M. T. Herpetofauna da Caatinga. In: I. R. LEAL; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 181-236.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. **Educação ambiental e desenvolvimento sustentável**: problemática, tendências e desafios. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2013.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 4. ed. Fortaleza: Edições UCF, 2013.

ROSA, R. S. et al. **Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga**. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 135-180.

ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite - 1 Symposium, 3, 1973. Proceedings. Washington, 1973, v. 1, Sec. A, p. 309-317.

RUA, M. G. **Políticas públicas**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2009.

SABINO, F. G. S.; CUNHA, M. C. L.; SANTANA, G. M. Estrutura da vegetação em dois fragmentos de caatinga antropizada na Paraíba. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 487-497, 2016.

SAISSE, M. V. Sentidos e práticas da educação ambiental no Brasil: as unidades de conservação como campo de disputa. In: VII ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2013, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: UNESP, 7-10, jul. 2013. p. 1-16.

SALLO, F. S. et al. Estimativa de componentes do balanço de radiação em diferentes tipos de uso e cobertura do solo. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 9, n. 2, p.347-358, abr./jun. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v9n2/v9n2a15.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

SANSÃO, R. A. As práticas de governança e gestão para a mitigação de pressões e ameaças em unidades de conservação urbanas. 2017. 272f. São Paulo. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo.

SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Diversidade e estrutura fitossociológica da caatinga na estação ecológica do Seridó-RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 232-242, 2006.

SANTOS, E. M. et al. (Org.). **Parque Estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da Caatinga**. Recife: EDURFPE, 2013.

SANTOS, M. A.; SCHETTINO, S. C.; BASTOS, I. A. H. Educação ambiental em unidades de conservação: o caso da Área de Proteção Morro do Urubu. **Revista Ambivalências**, v. 1, n. 1, p.40-52, jan-jun. 2013.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

SILVA, E. V. Biossociodiversidade e sustentabilidade dos povos da floresta. In: SEABRA, G. (Org.) **Educação ambiental no mundo globalizado: uma ecologia de riscos, desafios e resistência**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2011.

SILVA, L. G.; GALVÍNCIO, J. D. Análise comparativa da variação nos índices NDVI e SAVI no Sítio PELD – 22, em Petrolina – PE, na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, n. 06, p. 1446-1456, 2012. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/529/367>. Acesso em: 20 out. 2016.

SILVA, J. M. C. et. al. Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 237-273.

SILVA, M. D. **Resiliência e susceptibilidade de tipos funcionais vegetais na paisagem no semiárido nordestino**. 2012. 121f. Recife. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

SILVA, M. D. et al. Tipos Funcionais Vegetais em um Fragmento Sombreado de Mata Atlântica, Pernambuco. **Revista de Geografia**, v. 25, n. 03, p. 06-19, 2008.

SILVA, T. G. F.; ALMEIDA, A. Q. Climatologia e características geomorfológicas. In: SANTOS, E. M.; MELO JÚNIOR, M.; CAVALCANTI, J. S. S.; ALEIDA, G. V. L. (Orgs.) **Parque estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da caatinga**. Recife: UFRPE, 2013. cap. 2, p. 27-36.

SOUSA, B. F. S. et al. Avaliação de classificadores baseados em aprendizado de máquina para a classificação do uso e cobertura da terra no bioma Caatinga. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 62, Edição especial 2, p. 385-399, 2010.

SOUSA, T. A. P. O Parque Estadual Mata da Pimenteira, do papel aos espaços do cotidiano: dinâmicas, territoriais de uma área de caatinga protegida. Monografia. 2015. 48f. Recife. Monografia (Graduação). Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. *Mercator*, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, jan./abr. 2015.

SOUZA, H. C. V.; MAÇANEIRO, M. B. Os desafios do gestor público na articulação do trabalho em redes intersetoriais. **Administração Pública e Gestão Social**, v. 6, n. 2, p. 65-73, abr./jun. 2014.

SPADOTTO, A. J.; ELIAS, N. D. **Políticas públicas ambientais e responsabilidade da pessoa jurídica**. Jus Navigandi, Teresina, ano 16, n. 2872, 13 maio 2011. Disponível em: <http://jus.uol.com.br/revista/texto/19097>. Acesso em: 04 jul. 2015.

TEIXEIRA, R. F. B. Índice de vegetação IVDN a partir do NOAA e do Terascan na Funceme. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**. v. 27, n. 01, p. 12-18, 2003.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

VAZ, A. C. N. Participação política, efeitos e resultados em políticas públicas: notas crítico-analíticas. **Opinião Pública**, Campinas, v. 17, n. 1, p.163-205, jun. 2011.

WENG, Q. **Remote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods, and Applications**. New York: McGraw-Hill, 2010.

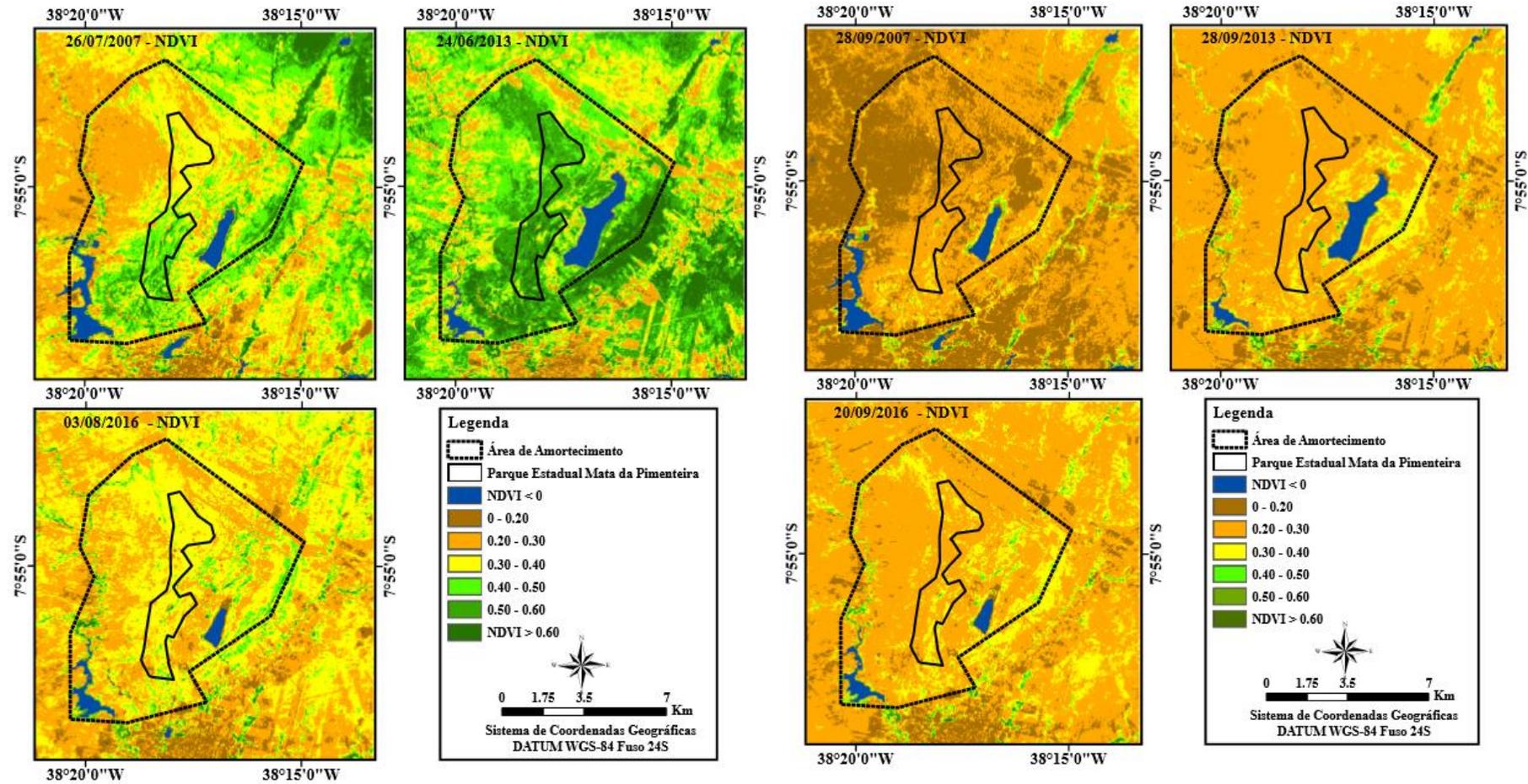
WENGER, E. Communities of practice and social learning systems: the career of a concept. In: BLACKMORE, C. (Ed.). **Social learning systems and communities of practice**. London, UK: Springer, 2010. p. 179–198.

WICK, M. A. L.; SILVA, L. F. Unidades de conservação e processos em educação ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 10, n.1, p. 201-220, 2015.

ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F. Abelhas da caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e**

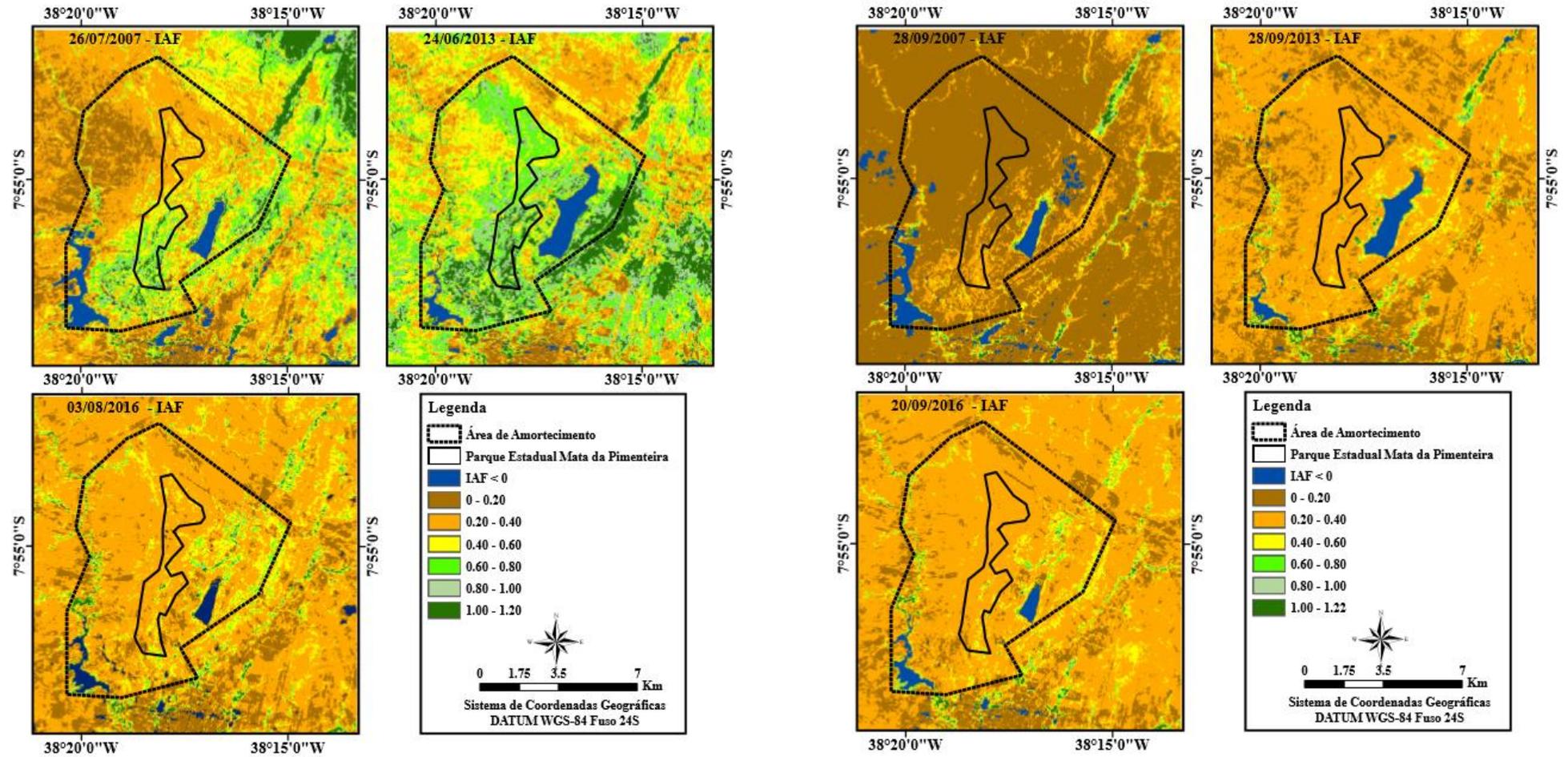
conservação da Caatinga. Recife: Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 75-134.

APÊNDICE A – MAPAS DO NDVI DO PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA PARA AS DATAS: 07 E 09/2007, 06 E 09/2013, 08 E 09/2016



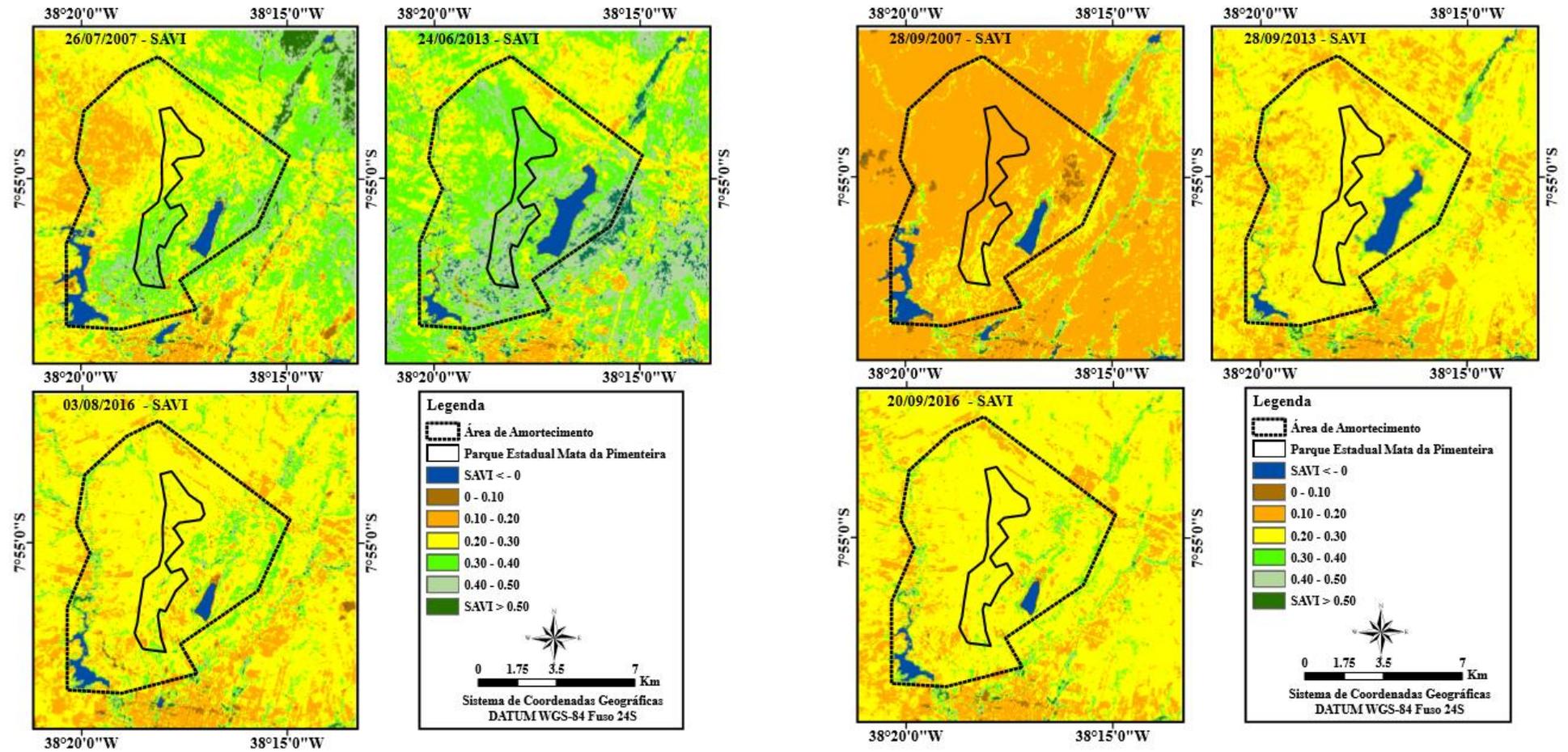
Fonte: Bilar e Cerqueira (2017).

APÊNDICE B – MAPAS DO IAF (OU LAI) DO PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA PARA AS DATAS: 07 E 09/2007, 06 E 09/2013, 08 E 09/2016



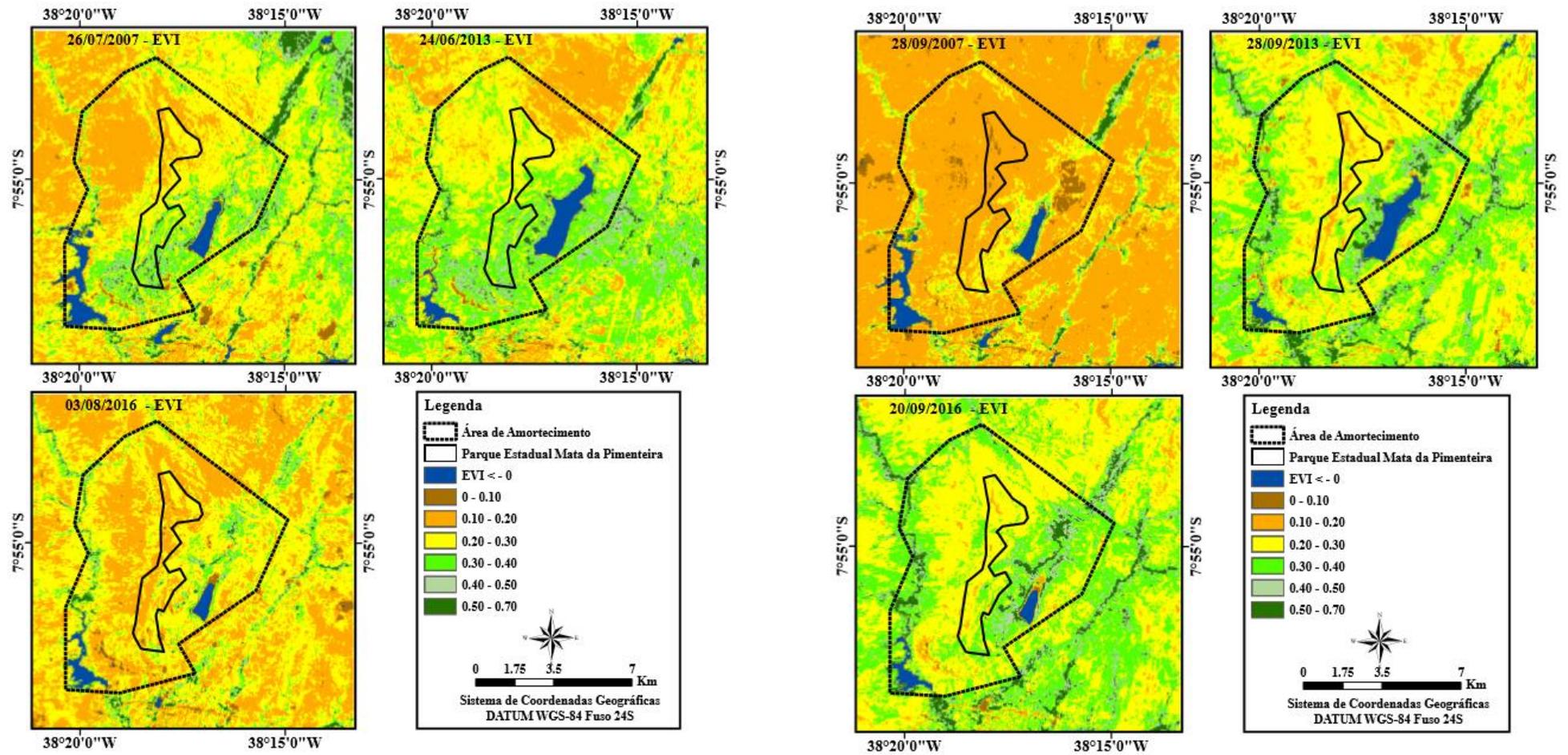
Fonte: Bilar e Cerqueira (2017).

APÊNDICE C – MAPAS DO SAVI DO PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA PARA AS DATAS: 07 E 09/2007, 06 E 09/2013, 08 E 09/2016



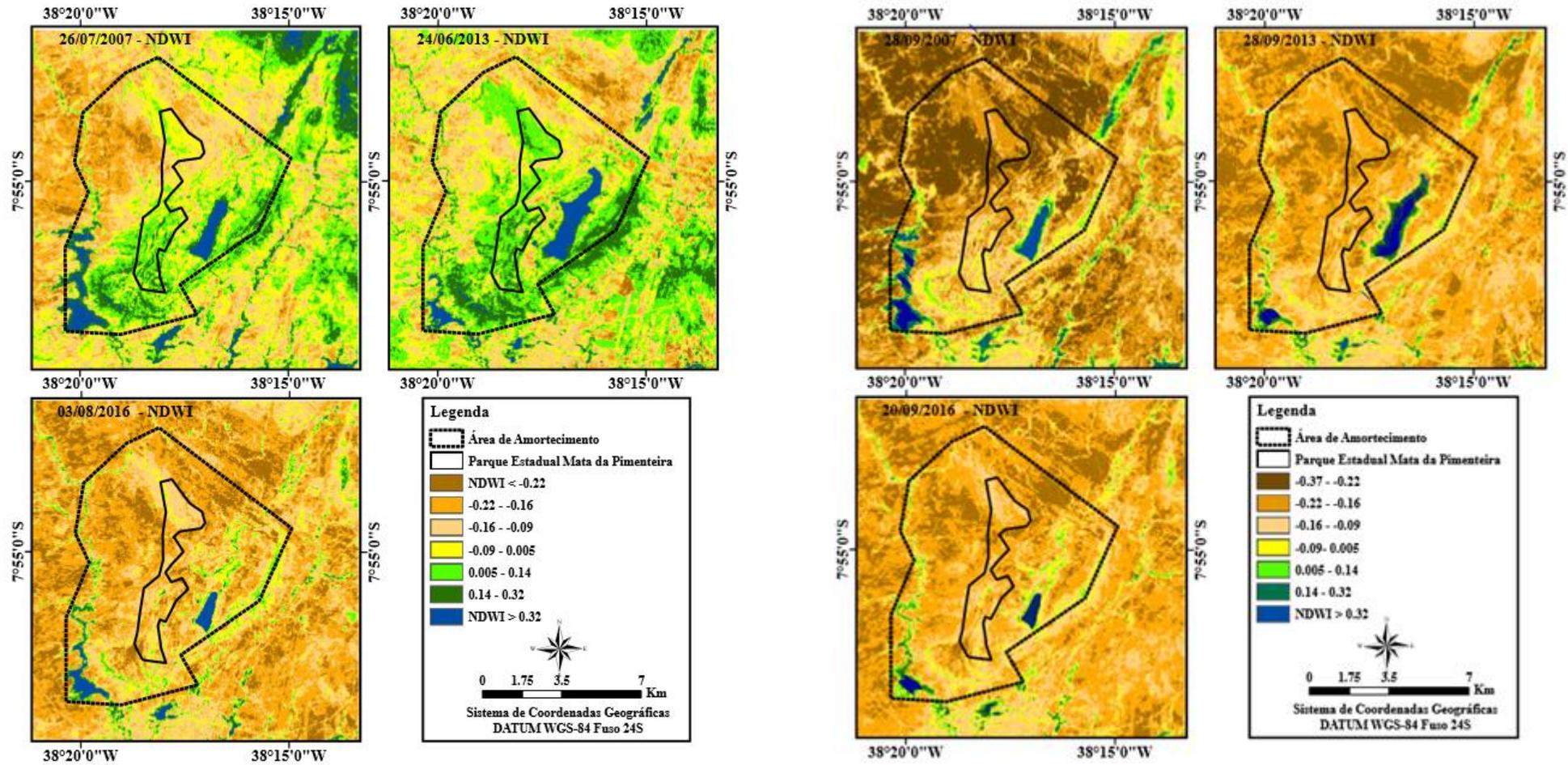
Fonte: Bilar e Cerqueira (2017).

APÊNDICE D – MAPAS DO EVI DO PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA PARA AS DATAS: 07 E 09/2007, 06 E 09/2013, 08 E 09/2016



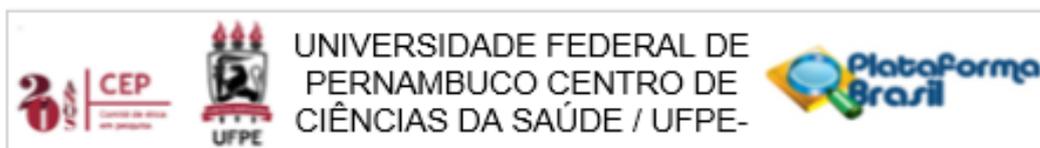
Fonte: Bilar e Cerqueira (2017).

APÊNDICE E – MAPAS DO NDWI DO PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA PARA AS DATAS: 07 E 09/2007, 06 E 09/2013, 08 E 09/2016



Fonte: Bilar e Cerqueira (2017).

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA SOBRE O RELATÓRIO FINAL DA PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Ação da comunidade na preservação e utilização sustentável da vegetação de caatinga

Pesquisador: Alexsandro Bezerra Correia Bilar

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 54048716.0.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE FILOSOFIA E CIENCIAS HUMANAS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DA NOTIFICAÇÃO

Tipo de Notificação: Envio de Relatório Final

Detalhe:

Justificativa: Relatório Final da pesquisa.

Data do Envio: 12/09/2018

Situação da Notificação: Parecer Consubstanciado Emitido

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.897.571

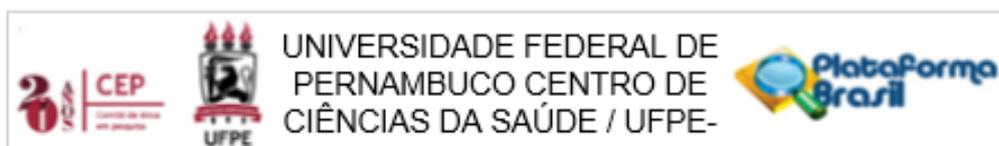
Apresentação da Notificação:

Trata-se do relatório final de pesquisa de doutorado de Alexsandro Bezerra Correia Bilar, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Meio Ambiente – PRODEMA/UFPE, orientado pela professora Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel. O mesmo teve como objetivo geral de avaliar a participação da comunidade local nas ações de preservação da vegetação do Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) em Serra Talhada/PE e utilização sustentável da vegetação do seu entorno mais próximo (Zona de Amortecimento).

Objetivo da Notificação:

Apresentar relatório final da pesquisa "Ação da comunidade na preservação e utilização sustentável da vegetação de caatinga".

Endereço: Av. da Engenharia s/n° - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.897.571

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios foram apresentados no projeto inicial e estão em consonância com o que foi desenvolvido no estudo.

Comentários e Considerações sobre a Notificação:

O relatório é sucinto, está bem escrito, segue o que foi determinado no projeto e discute os pontos principais e resultados do estudo em questão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O relatório apresentado segue o modelo do CEP/UFPE, apresentando dados gerais dos voluntários, metodologia desenvolvida e conclusões do estudo.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Relatório Final foi analisado e APROVADO pelo colegiado do CEP.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Envio de Relatório Final	Relatorio_Final_CEP.pdf	12/09/2018 15:29:53	Alexsandro Bezerra Correia Bilar	Postado

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 17 de Setembro de 2018

Assinado por:
Gisele Cristina Sena da Silva Pinho
(Coordenador)

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br