

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS - CCHL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGGEO

Tarcys Klébio da Silva Mesquita

**DINÂMICA HIDROAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PORTINHO E SEUS REFLEXOS NA LAGOA DO PORTINHO.**

TERESINA - PIAUÍ

2017

Tarcys Klébio da Silva Mesquita

**DINÂMICA HIDROAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PORTINHO E SEUS REFLEXOS NA LAGOA DO PORTINHO.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia sob a orientação do Prof. Dr. Francisco Soares Santos Filho e da coorientadora Prof.^a Dr.^a. Iracilde Maria de Moura Fé Lima.

Área de Concentração: Organização do Espaço e Educação Geográfica.

Linha de Pesquisa: Estudos Regionais e Geoambientais.

TERESINA – PIAUÍ

2017

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Humanas e Letras
Serviço de Processamento Técnico

M582d Mesquita, Tarcys Klébio da Silva.

Dinâmica hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Portinho e seus reflexos na lagoa do Portinho / Tarcys Klébio da Silva Mesquita. – 2017.

78 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Piauí, 2017.

Orientação: Dr. Francisco Soares Santos Filho.

Coorientação: Profa. Dra. Iracilde Maria de Moura Fé Lima.

1. Planejamento Socioambiental. 2. Gestão de Recursos Hídricos. 3. Efeitos Antrópicos. 4. Terra - Água - Uso Sustentável. I. Título.

CDD 551.48

Tarcys Klébio da Silva Mesquita

**DINÂMICA HIDROAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PORTINHO E SEUS REFLEXOS NA LAGOA DO PORTINHO.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia sob a orientação do Prof. Dr. Francisco Soares Santos Filho e da coorientadora Prof.^a Dr.^a. Iracilde Maria de Moura Fé Lima.

Área de Concentração: Organização do Espaço e Educação Geográfica.

Linha de Pesquisa: Estudos Regionais e Geoambientais.

RESULTADO DA DEFESA: APROVADO

DATA 09 /08 /2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr: Francisco Soares Santos Filho - Orientador (Presidente)

Prof.^a Dr.^a: Iracilde Maria de Moura Fé Lima – Coorientadora - (UFPI)

Prof.^a Dr.^a: Edvânia Gomes de Assis Silva - Examinadora Interna - (UFPI)

Prof.^a Dr.^a: Maria Luzineide Gomes Paula - Examinadora Externa - (UESPI)

TERESINA - PIAUÍ

2017

À minha mãe e ao meu pai, pessoas que tenho muito respeito e admiração e à memória dos meus avós Maria da Conceição, Josué Pereira e Cazusa Mesquita que sempre me ensinaram a procurar e trilhar os meus próprios caminhos, mesmo diante das mais diversas dificuldades, a força que vocês refletem me permitiram chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Na empreitada que me trouxe até o fim deste trabalho muitos foram aqueles que me apoiaram, criticaram, conviveram, dividiram as angústias, o stress e dificuldades enfrentadas. Mais do que uma palavra, uma expressão de reconhecimento e de uma certeza de que sem vocês nada teria sido realizado. Desta forma, resta ao menos agradecê-los.

Primeiramente agradeço a Deus e à Divina Santa Cruz dos Milagres, que me possibilitaram esta caminhada; por terem me dado força, esperança, saúde e determinação para superar todas as dificuldades que surgiram durante o desenvolvimento desse estudo e pelo otimismo de superar todos os obstáculos para alcançar os resultados desejados.

Agradeço especialmente a minha mãe, Maria da Cruz Silva Mesquita e ao meu pai Sabino Lopes de Mesquita, pela confiança depositada, acreditando nos meus objetivos, pela força e certeza com que enfrentaram meu desejo na busca de um novo caminho para a vida, pelo apoio concedido (apoio emocional e financeiro), sem o qual eu não teria conseguido enfrentar a maioria das dificuldades encontradas nessa jornada e que mesmo sem entender os detalhes do que eu fazia, se entregaram apoiando em todos os momentos. Dedicar o trabalho a vocês não é nada, tenham certeza disso, ante o que fizeram e faziam diariamente para ver o crescimento acadêmico do seu filho. A vocês sou e serei sempre grato. Obrigado!

Aos meus queridos irmãos, Taiza da Silva Mesquita e Tarcyó Rennan da Silva Mesquita, por estarem sempre presentes, passando força e incentivo para a continuação do caminho árduo da dedicação acadêmica, apesar dos pesares nossa amizade é eterna.

De modo não menos especial, agradeço – aos meus avós, Maria Rosa – e *in memoriam* Maria da Conceição, Josué Pereira e Cazuzá Mesquita – por terem proporcionado a mim o desejo de seguir neste caminho, com segurança e vontade de vencer, o constante apoio e incentivo no enfrentamento das dificuldades colocadas à frente da caminhada árdua a ser seguida, que não foram poucas, e levava em alguns momentos o desejo de desistência. Obrigado!

À querida tia De Jesus e o tio Cruz, por me receberem sempre com um sorriso de quem deseja a felicidade dos outros, pelo apoio e pelo incentivo de sempre. Muito obrigado!

À Katiane Campelo, pelos sentimentos compartilhados, pela compreensão e respeito nas ausências e pela confiança de que em tudo cabe um ideal. Pelo apoio nos momentos de maiores dificuldades e pela delicadeza durante o cotidiano acadêmico. Por tudo (o que passamos e o que haveremos de passar), obrigado!

De maneira também especial, agradeço aos companheiros de mestrado pelos momentos vividos juntos, fossem eles em harmonia ou não, mas que sempre proporcionaram aprendizagens. Cada um à sua maneira, estiveram e apoiaram em momentos complicados deste trabalho, acredito que as discussões e os momentos de alegria, levaram à construção de uma amizade sólida, que só tende a crescer e se fortalecer, Aline, Ângela, Carlos, Fabiano, Gracielly, Jessica, Luzia, Mônica e *in memoriam* Adalgiso Neto, amigo de curso que se tornou pessoal, mas partiu de forma precoce desta vida, deixando em nós amigos o sentimento de saudades e o exemplo de determinação, obrigado!

Aos amigos, Marcos Alexandre, Charles Araújo e Eric Augusto, pessoas que compartilharam comigo o mesmo lar durante boa parte desse tempo de mestrado, a vocês tenho profundo respeito e consideração. Todos vocês têm suas marcas neste trabalho, sejam elas proveitosas ou não. Obrigado!

Ao Prof. Dr. Francisco Soares Santos Filho, meu orientador, meus sinceros agradecimentos, pela dedicação, competência, confiança, companheirismo, amizade, liberdade concedida e por acreditar na capacidade e concretização do trabalho, muito obrigado!

À co-orientadora deste trabalho Prof.^a Dr^a: Iracilde Maria de Moura Fé Lima, pela co-orientação e acolhimento desde o primeiro contato, estando sempre disposta a instruir, tirar dúvidas e recomendar melhorias para o aprimoramento do trabalho, objetivando sempre repassar as orientações essenciais; o acompanhamento ao longo da pesquisa, suas colaborações, como: constantes críticas e mais críticas, sugestões apontadas, a liberdade concedida, além das indicações na elaboração textual, foram muito valorosas e farão parte de minha vida profissional. Suas observações e do professor Francisco Soares foram como sempre pertinentes e contribuíram muito com a elaboração de um plano de estudos que tende ir além desta pós-graduação, mesmo que algumas de suas indicações não tenham sido inseridas ainda neste trabalho (por falta de preparo ou de coragem neste mestrando).

Agradeço também ao corpo docente da Universidade Federal do Piauí, da UESPI-CCM e Torquato Neto, mais especificamente aos que fazem parte do curso de Geografia, a vocês tenho muito respeito e admiração, e devo muito do que aprendi.

Ao amigo professor Dr. Carlos Rerisson obrigado por sua disponibilidade, aprendizado, atenção e companheirismo. Agradeço também aos amigos da graduação que de uma forma ou de outra deixaram suas contribuições neste trabalho.

De modo especial agradeço também ao professor Almir Bezerra Lima pelas suas pertinentes contribuições durante as atividades de campo realizadas ao longo da bacia do rio Portinho, assim como a indicação de várias leituras.

Aos amigos Carlos Henrique e Albert Isaac que disponibilizaram parte de seu valioso tempo, para ajudar-me no trabalho de campo, sendo sincero e objetivo na aplicação dos instrumentos de coleta de dados para esta pesquisa. À amiga Jessica Frota pela ajuda no laboratório de geomática. Ao Leônidas, responsável pelo geoprocessamento deste trabalho. À amiga Ivamara Macedo pelas sugestões bastantes pertinentes!

A vocês sempre serei grato, Obrigado!

Aos moradores e moradoras ao longo da bacia hidrográfica estudada, especialmente aos que concederam informações e estabeleceram diálogos como o senhor Raimundo Bezerra, as irmãs Antônia Cerqueira e Rita Cerqueira que indicaram o senhor Arnaldo Miranda para acompanhá-los durante o trabalho de campo ao longo da bacia hidrográfica do Portinho, indicando caminhos e clarificando partes da investigação. A vocês sou e serei sempre grato pela experiência proporcionada que levou a este trabalho.

Agradeço também de forma muito especial aos professores das disciplinas durante o curso de pós-graduação, estes que sempre me motivaram e que de certa forma tem sua contribuição neste trabalho.

Não posso deixar de agradecer aqui também aos professores do ensino básico das escolas que estudei e estagiei, estes que sempre mostraram confiança e incentivaram-me a buscar meus almejos, a vocês sou grato, obrigado!

Por fim agradeço a Deus por ter tornado possível a realização desta pesquisa e a conclusão do mestrado em Geografia.

Existe certamente muito mais a quem agradecer, sobretudo pelas dificuldades enfrentadas para até aqui chegar, que não foram poucas. Agradeço assim, aos demais que neste momento de construção estiveram comigo, como companhia agradável ou não. De uma forma ou de outra, vocês contribuíram para o ser que hoje sou. Evitando cansaço aos possíveis leitores, os nomes destas pessoas não serão aqui citados. Mas fica registrado o meu agradecimento!

Eu sou do tamanho daquilo que SINTO, que VEJO e que FAÇO, não do tamanho que os outros me enxergam.

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

A Bacia hidrográfica do rio Portinho corresponde a uma bacia litorânea que tem sua drenagem responsável pelo abastecimento de água da lagoa do Portinho. A lagoa, é um corpo d'água de origem fluvial, formado a partir do barramento natural das águas do rio Portinho pelas dunas que se movem da planície litorânea para o interior do Piauí, no sentido nordeste-sudoeste. Historicamente, essa lagoa tem representado um grande atrativo a visitas e práticas de lazer, principalmente pela sua beleza cênica. No entanto, as reduções dos índices pluviométricos nos últimos anos associada à intensificação do uso das terras e da água nesta bacia hidrográfica, resultaram numa grande diminuição da vazão desse rio culminando praticamente, na extinção dessa lagoa entre os anos de 2010 a 2016. Essa extrema redução da água passou a ser objeto de discussões por parte da população local, da mídia e das instituições públicas, ficando evidente a necessidade de um planejamento socioambiental dessa bacia, que envolva essencialmente a educação ambiental como forma de contribuir para a conscientização da população local sobre o uso sustentável da água e da terra não somente do seu entorno, mas de toda a bacia hidrográfica. Diante da relevância dos fatores envolvidos, este estudo teve como objetivo analisar a dinâmica hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Portinho a partir do comportamento das variáveis relativas ao ambiente natural e das ações humanas desenvolvidas nessa bacia que se refletem na lagoa do Portinho, buscando apresentar elementos para o planejamento e gestão ambiental em âmbito local. Os estudos foram realizados a partir de levantamentos bibliográficos, cartográficos, documentais e pesquisas de campo, utilizando técnicas de geoprocessamento para mapeamento da área. A análise dos dados disponíveis, de fotografias e de mapas gerados nesta pesquisa permitiram a identificação de características do ambiente e do uso da água e da terra na bacia hidrográfica do rio Portinho. Concluiu-se que as condições climáticas recentes constituem o fator primordial da deficiência hídrica atual, embora o uso da terra e da água tenha contribuído para agravar o desequilíbrio hidroambiental que atualmente se encontra a bacia hidrográfica e que se reflete na completa secagem da Lagoa do Portinho.

Palavras-chave: Planejamento Socioambiental. Gestão de Recursos Hídricos. Efeitos antrópicos. Uso sustentável da terra e da água.

ABSTRACT

The Stream Watershed of Portinho River corresponds to a littoral basin that has your responsible for drainage water of the Portinho Lagoon. This, then, a body of water of fluvial origin, formed from the natural damming of Portinho River through the dunes that move from the coastal plain to the interior of Piauí, in northeast-southwest direction. Historically, this pond has represented a big attractive the visitations and the practices of leisure, especially for your scenic beauty. However, the reductions in rainfall in recent years associated with the intensification of the use of land and water in this river basin, resulted in a significant decrease of the flow of this river culminating in the extinction of this lagoon practically between the years from 2010 to 2016. This extreme reduction of water became the object of discussions by the locals, the media and public institutions, evidencing the need for socio-environmental planning of that watershed, involving essentially environmental education as a way of contributing to the awareness of the local population about the sustainable use of water and land not only of your surroundings, but of the whole watershed. On the relevance of the factors involved, this study aimed to analyze the dynamics hydro- environmental of watershed Portinho River from the behavior of variables relating to the natural environment and human actions developed in this basin that are reflected in the Portinho Lagoon, seeking to present elements for planning and environmental management at local level. The studies were performed from bibliographic, cartographic surveys, documentary and field research, using techniques of geoprocessing for mapping of area. The analysis of the available data, photographs and maps, generated in this research allowed the identification of characteristics of the environment and of water and land use in the watershed of the Portinho River. Concluded that the recent weather conditions are the primary factor of the current water deficiency, although the use of land and water contributed to worsen the imbalance currently hydro- environmental of the watershed and that are reflect in the complete drought of Portinho Lagoon.

Keywords: Socio-environmental planning. Management of Water Resources. Anthropogenic Effects. Sustainable land and water use.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Padrões dos canais fluviais.....	25
Figura 2: Mapa de Localização da bacia hidrográfica do rio Portinho.....	31
Figura 3: Fluxograma das etapas do processo de levantamento e classificação da cobertura e do uso da terra.....	37
Figura 4: Mapa da Rede de drenagem e Hipsometria da bacia hidrográfica do rio Portinho.....	39
Figura 5: Fotografias das Nascentes do rio Portinho, Lagoa Grande em Bom Princípio do Piauí (A) e Lagoa do Canto do Morro em Buriti dos Lopes (B).....	40
Figura 6: Gráfico das médias anuais da precipitação em Parnaíba – PI referente aos períodos de 1949 – 1959 e 2006 – 2016.....	43
Figura 7: Dunas móveis avançando sobre a rodovia inviabilizando o acesso à lagoa do Portinho.....	44
Figura 8: Mapa da Base geológica da bacia hidrográfica do rio Portinho, Piauí.....	46
Figura 9: Leito dos riachos Canto do morro e do açude formadores do rio Portinho no alto curso da bacia.....	47
Figura 10: Leito do rio Portinho no médio curso (A) e estrada vicinal sobre o leito (B)	48
Figura 11: Fotografia mostrando Filetes de água do rio à montante da lagoa do Portinho e Salinas à jusante da lagoa.....	49
Figura 12: Mapa de solos da bacia do rio Portinho.....	50
Figura 13: Mapa de Cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Portinho.....	52
Figura 14: Fotografias de Usos inadequados do solo e água nas margens do rio e da lagoa do Portinho.....	58
Figura 15: Mapa de uso e cobertura da terra atual.....	59
Figura 16: Fotografias de Queimadas e atividades agropastoris nas margens e no leito do rio Portinho no médio-baixo curso.....	60
Figura 17: Fotografias de Balneários e bares nas margens do rio Portinho na localidade Olho D'água e da lagoa do Portinho.....	61
Figura 18: Mapa das localidades e rodovias da bacia hidrográfica do rio Portinho.....	63
Figura 19: Painel de fotografias mostrando o panorama da redução da água no rio e na lagoa do Portinho nos anos 2014, 2015 e 2016 e comparativo com 1996.....	64
Figura 20: Barramentos no rio Portinho no médio-baixo curso.....	68
Figura 21: Balanço hídrico climatológico de Parnaíba referente aos anos de 2009 à 2015.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Médias anuais dos elementos climáticos referentes à normal climatológica de 2006 – 2016, em Parnaíba – PI.....	42
Tabela 2: Médias anuais dos elementos climáticos referentes à normal climatológica de 1949 – 1959, em Parnaíba – PI.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Definição das unidades ecodinâmicas.....	21
Quadro 2: Unidades litoestratigráficas da planície litorânea do Piauí.....	45
Quadro 3: Características da cobertura vegetal e solos na bacia do rio Portinho.....	53
Quadro 4: Dados de população dos municípios da bacia hidrográfica do rio Portinho.....	55
Quadro 5: Quantidade produzida e área colhida da lavoura temporária nos municípios presentes na área da bacia hidrográfica do rio Portinho, nos anos de 2004 e 2011.....	66

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional de Águas

APA – Área de Proteção Ambiental

CEPRO – Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DSG – Divisão de Serviço Geográfico

GTP – Geossistema Território e Paisagem

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PLANAP – Plano de desenvolvimento do Parnaíba

PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica

SEMAR – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí

SIG – Sistema de informação Geográfica

SUDENE – Superintendência do desenvolvimento do Nordeste

TGS – Teoria Geral dos Sistemas

UTM – Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 ASPECTOS TEÓRICOS.....	18
2.1 Abordagem sistêmica e a análise integrada da paisagem.....	18
2.2 Abordagem sistêmica no estudo de Bacias Hidrográficas.....	22
2.3 Abordagens sobre problemas hidroambientais.....	27
3 METODOLOGIA.....	29
3.1 Localização geográfica e aspectos gerais da bacia hidrográfica do rio Portinho.....	29
3.2 Procedimentos metodológicos.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 Perfil ambiental da bacia hidrográfica do rio Portinho.....	38
4.1.1 Aspectos ou caracterização da bacia.....	38
4.1.2 Estrutura litoestratigráfica da bacia.....	45
4.1.3 Setorização em cursos da bacia do rio Portinho.....	47
4.1.4 Cobertura vegetal da bacia do rio Portinho.....	51
4.2 Aspectos da ocupação e usos da terra atuais na Bacia Hidrográfica do Portinho.....	54
4.3 Dinâmica das condições ambientais na bacia hidrográfica do rio portinho, problemas hidroambientais e possibilidades.....	69
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os múltiplos usos da água pelo homem vem contribuindo para produzir variadas formas de degradação e poluição dos mananciais hídricos, que através das retiradas permanentes para as mais diversas finalidades, tem reduzido notadamente a disponibilidade deste bem e produzido numerosos problemas de escassez em muitas regiões e países (TUNDISI, 2003).

Tendo em vista que o litoral piauiense apresenta apenas cerca 66 km de extensão, mas que nele se encontra uma gama de atrativos naturais como: praias, dunas, rios, lagoas, mangues, rica fauna e flora, com destaque para sua singularidade e representatividade através do Delta do Parnaíba, torna-se importante conhecer a dinâmica de suas paisagens locais, como forma de ampliar o seu conhecimento, indispensável às alternativas de uso sustentável do ambiente litorâneo do Piauí (MARTINS FILHO, 2013).

Com relação aos recursos hídricos da zona costeira do Piauí, correspondem a um conjunto de mananciais formado por bacias hidrográficas com lagoas e lagos que ocupam extensas áreas, porém ainda pouco estudados. Esse sistema lagunar ocupa 2,42% da zona costeira com uma área total de 28,7 km², com destaque para as lagoas fluviais do Portinho e do Sobradinho (CAVALCANTI, 2000). Estas lagoas se constituem em reservas de água doce, que desempenham também funções sociais, desenvolvendo desde a pesca artesanal, o turismo e recreação e a agropecuária, o que tem afetado a sua qualidade ambiental (GALVÃO, 2015).

A área drenada pela bacia do rio Portinho dispõe de um grande valor geocológico, por integrar um conjunto de paisagens com destaque para a lagoa do Portinho, formada a partir do barramento do seu leito pelas dunas móveis que provem da orla costeira. O aglomerado de atributos naturais na área que compreende a bacia lhe possibilita tornar-se alvo de constante processo de ocupação pelos mais diversos produtores e consumidores de espaço.

Tal problemática vem se intensificando na área dessa bacia nos últimos anos, com a mudança nos padrões de exploração e consumo de bens naturais, trazendo reflexos impactantes sobre a Lagoa do Portinho (GALVÃO, 2015; CIDADE VERDE, 2015; MEIO NORTE, 2015; PORTAL PHB, 2016; PROPARNÁIBA, 2015). Assim, em decorrência do uso e ocupação da terra e uso da água de forma desordenada, nos últimos anos essa lagoa vem sofrendo grande redução do seu volume hídrico chegando mesmo a desaparecer, como ocorreu em dezembro de 2015 e início de 2016 (GALVÃO, 2015).

Desta forma considerou-se que a área da bacia hidrográfica apresenta um meio físico-natural com várias alterações sociais e ambientais que, em sua maioria, estão ligadas

diretamente à concessão e implantação de vias de acesso, principais eixos de uso/ocupação da área, mas que em vários trechos isolam o leito principal dessa drenagem, como se observou em trabalhos de campo (outubro, 2016). Esse uso, sem o devido planejamento ambiental na organização/reorganização do espaço, tem contribuído para atrair populações e gerar ocupação e uso desordenado, o que implica em situações de instabilidade hidroambientais e soterramentos ou transformações dos canais fluviais e lagoas.

Os efeitos diretos do uso e ocupação da bacia hidrográfica se refletem sobre a Lagoa do Portinho formada no leito principal do rio Portinho. Esta lagoa apresenta uma área aproximada de 5 km², estendendo-se por 9 km de comprimento no sentido Sul-Norte na planície litorânea (MENDES JÚNIOR, 2011) integrando o sistema desta bacia hidrográfica, que vem se modificando e se caracterizando como uma fase de desequilíbrio principalmente pela redução do seu volume hídrico.

Desta forma, diante da problemática ambiental que envolve a Bacia hidrográfica do rio Portinho, associada às significativas variações climáticas das últimas décadas que atinge-a, este trabalho se propôs ampliar os estudos relativos à sua caracterização envolvendo os aspectos naturais e as formas do uso e ocupação recente desta bacia hidrográfica, uma vez que a lagoa integra e reflete a dinâmica da mesma.

Neste sentido, buscando identificar a dinâmica da bacia do rio Portinho nos últimos anos, foi realizada uma análise geoambiental da área. Com relação às intervenções humanas, foram analisadas a interferência do turismo sobre as dunas, a presença da vegetação ciliar (desmatamento/conservação), atividades agropecuárias, construções de empreendimentos imobiliários, barramento e usos da água.

Tendo em vista que são incipientes os estudos sobre essa bacia hidrográfica, e partindo-se da hipótese de que a dinâmica atual da lagoa do rio Portinho decorre das reduções da pluviometria e do avanço recente das dunas sobre o seu espelho d'água, fatores esses associados aos tipos de atividades antrópicas recentes a montante dessa lagoa, o presente trabalho se propôs desenvolver uma pesquisa com base nas seguintes questões norteadoras: a dinâmica atual da Lagoa do Portinho resulta das modificações históricas dos fatores naturais ao longo da bacia? O papel preponderante na redução da água da lagoa corresponde às interferências do turismo sobre o ambiente lagunar ou ao uso e ocupação recente da bacia hidrográfica a montante dessa lagoa?

Desta forma, o trabalho aqui proposto buscou a ampliação do conhecimento gerado por pesquisas anteriores sobre a zona costeira do Piauí, dentre as quais pode-se destacar: Cavalcanti (1996; 2000; 2004), Paula (2013); Santos Filho (2009; 2010), Sousa (2015) e LIMA (1987). A

estes, somam-se trabalhos como os desenvolvidos pelos técnicos do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2002), Fundação CEPRO (1996), e o Plano de Gestão e Diagnóstico Geoambiental e socioeconômico da APA do Delta do Parnaíba (IBAMA/IEPS, 1998).

A escolha da área estudada parte do interesse de contribuir para subsidiar pesquisas futuras e a definição de políticas públicas voltadas para a gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Portinho. Tendo em vista o conjunto de fatores envolvidos, este estudo tem como objetivo geral analisar a dinâmica hidroambiental da bacia do rio Portinho e seus reflexos na lagoa a partir do comportamento das variáveis relativas ao ambiente natural e às ações antrópicas desenvolvidas/realizadas nessa bacia hidrográfica.

Como objetivos específicos, buscou-se:

- Mapear e caracterizar os elementos e as condições naturais da bacia hidrográfica do rio Portinho;
- Identificar os principais tipos de uso atual da terra e da água na bacia;
- Analisar as relações entre os aspectos naturais, a ocupação e o uso dessa bacia hidrográfica, discutindo as questões socioambientais que envolvem a dinâmica da Lagoa do Portinho.

O desenvolvimento do trabalho utilizou como base a teoria geral dos sistemas, na qual os estudos dos aspectos ambientais e antrópicos são analisados de forma integrada. Nessa análise foram utilizadas técnicas dos sistemas de informações geográficas (SIG) e de sensoriamento remoto, para trabalhar as imagens de satélite especializando os dados disponíveis e gerados nesta pesquisa.

O trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma: a introdução; o primeiro capítulo discutiu-se a fundamentação teórica e no segundo capítulo trabalhou-se a metodologia adotada. O terceiro capítulo corresponde aos resultados e discussão envolvendo a caracterização da área estudada a partir da organização e geração de dados e mapas sobre a bacia hidrográfica do Portinho. Realizou-se assim um mapeamento de toda a área da bacia para identificar os principais componentes ambientais desta área; onde foram levantadas as condições de uso da terra e da água na bacia. Seguindo-se temos as considerações finais. Assim, além de desenvolver um diagnóstico da área da bacia hidrográfica, considerou-se que o principal condicionante do desequilíbrio ambiental local está diretamente vinculado aos problemas hidroambientais naturais que, associados às atividades humanas provocaram a total seca da grande lagoa do Portinho no ano de 2015.

2 ASPECTOS TEÓRICOS

2.1 Abordagem sistêmica e a análise integrada da paisagem

A análise das paisagens de maneira integrada, ou seja, numa perspectiva do conjunto das estruturas da superfície terrestre e sua dinâmica, frequentemente tem tido como referencial básico de análise a Teoria Geral dos Sistemas formulada por Bertalanffy (LIMA, 2013).

O desenvolvimento da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) apesar de ter tomado como base elementos da Física e de conceitos biológicos, já por volta do início do Século XX surge com o intuito de modificar a concepção científica até então vigente, que analisava o todo em partes separadas e desconexas de maneira mecanicista e que se refletia na fragmentação e compartimentação do saber, passando a ser trabalhada então na busca de compreender a realidade como um sistema de totalidade integrada, e que poderia ser utilizada nas mais diversas ciências (RODRIGUEZ e SILVA, 2002).

Nesta perspectiva, a “Geografia Física” buscou renovar suas concepções conceituais e metodológicas, ressaltando a importância da análise integrada da paisagem com as atividades humanas. Com isso, a ciência geográfica realizou uma reanálise da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), com os estudos dos geógrafos Sotchava (1977) e Bertrand (1972), propondo a introdução do conceito de Geossistemas para a representação e análise dos sistemas ambientais. Este tornou-se, assim um dos mais relevantes e utilizados instrumentos metodológicos para a abordagem das questões ambientais no âmbito da Geografia Física contemporânea (RODRIGUEZ e SILVA, 2002).

O âmago da aplicação deste conceito manteve, portanto, a ideia de Bertalanffy (1975, p. 53) expressa em sua afirmação de que “é necessário não somente estudar partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica [...]” ou seja, o sistema é definido como um conjunto de elementos em interação.

Tendo em vista as dificuldades de aplicação do geossistema, este conceito foi objeto de várias críticas, sendo até mesmo classificado como uma ideia vaga e superficial pelos mais diversos cientistas da época. Mas a partir de revisões e novas contribuições, geossistema obteve nova formatação e aceitação com a introdução do GTP (Geossistema, Território e Paisagem) (BERTRAND, BERTRAND, 2007) ao se evidenciar a importância do estudo das partes e dos processos de forma sistêmica, ou seja, integrada, procurando resolver os problemas existentes na organização e ordem dos seus elementos, submetidos à dinâmica das suas partes, passou novamente a ganhar credibilidade.

Entende-se assim, que a visão sistêmica está imbricada nos conceitos de totalidade, integração e organização, tendo em vista que se torna inviável a compreensão das variáveis envolvidas neste, sem averiguar as relações existentes entre os elementos num todo. Não obstante é desconsiderado o saber das partes, que também são de extrema importância e se tornam necessários, no entanto, sua concepção advém essencialmente da noção de conexões, de relações (TRICART, 1977). Conforme este autor, o sistema condiz, assim, a um aglomerado de fatores que evoluem por meio dos fluxos de matéria e energia que se originam a partir de uma dependência integral, dinâmica, e da visão do todo imbricada na análise sobre o meio ambiente.

Christofoletti (1980) define sistema de acordo com sua dinâmica e heterogeneidade, como um conjunto de variáveis integradas, que apresentam capacidade de troca de energia, de matéria e de informações com seu entorno ordenado, além da capacidade de adaptação da sua estrutura a desequilíbrios decorrentes das interações.

Por meio da abordagem sistêmica nos estudos ambientais, nota-se fundamentalmente dois grandes vieses, que é estudar a dinâmica da paisagem e avaliar seus processos integrando-os à ação da sociedade (PAULA, 2004).

A esse respeito, Monteiro (2000, p. 39) coloca a paisagem como sendo uma

entidade espacial delimitada segundo o nível de resolução do pesquisador, a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultante da integração dinâmica, portanto, instável dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos), expressa em partes delimitáveis infinitivamente, mas individualizadas através das relações que organizam um todo complexo (sistema), verdadeiro conjunto solidário e único em perpétua evolução.

Nesse âmbito, estudar uma unidade ambiental (unidade de paisagem), levando em conta as modificações causadas ao longo dos anos pela sociedade, “[...] permite a aplicação de métodos e técnicas, necessários à sua análise, proporcionando a sua identificação, classificação, diagnóstico e prognóstico da paisagem” (GUERRA e MARÇAL, 2006, p. 101).

A paisagem corresponde, assim, a uma totalidade ambiental, como conceituação teórico-metodológica que compreende os estudos ambientais de forma integrada. O conjunto dos elementos sociais e econômicos, bióticos e abióticos, compõe um complexo de inter-relações, constituindo assim, o objeto de estudo da Geografia Física, resultando a partir disso, no estudo de conjunto e integração, dessa organização enquanto uma totalidade e não em separado.

Na perspectiva de pensar o território por meio das variáveis naturais, a análise geoambiental assume importância no que se refere às questões relacionadas à organização espacial, levando em conta a possibilidade de uma visão sistêmica e integrativa dos componentes do ambiente com a realidade vivenciada localmente. Desta maneira, os sistemas ambientais tendem a desempenhar um arranjo espacial através da interação dos fluxos e das transformações ocorridas nos componentes socioambientais (SOUZA, 2000).

Nesta perspectiva, considerando que, ao haver uma alteração intensa causada por fatores naturais, como por exemplo, uma quantidade considerável de precipitação em um curto período de tempo ou transformações abundantes causadas pela sociedade, o sistema buscará se rearranjar a essas situações, além de procurar a estabilidade que existia anteriormente a essas variações, mesmo que não encontre tais condições iniciais. No entanto, quando a resistência dos sistemas é quebrada de forma abrupta, que a capacidade de retorno às condições iniciais não seja mais possível, um novo estado de equilíbrio será atingido, podendo configurar-se em uma nova estrutura (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Para Tricart (1977), a ação que a sociedade exerce sobre um espaço determinado acontece com dinâmica e leis próprias. Estas estão relacionadas aos fluxos de matéria e energia que imbricam a formação dos componentes naturais e que necessitam ser compreendidas no intuito de melhor analisar o grau de interferência que a sociedade pelo desenvolvimento das técnicas, pode inserir no meio natural.

Esta análise possibilita determinar de que maneira e em que sentido, a sociedade pode explorar a natureza, delimitando assim a sua potencialidade natural, além de estimar/demonstrar áreas que são/estão mais susceptíveis aos impactos do ponto de vista da estabilidade ou instabilidade da natureza, o que Tricart (1977) vai chamar de ecodinâmica das paisagens.

Diante disso, Souza (2000) afirma que os estudos geoambientais, devem considerar os princípios ecodinâmicos, os quais tem base na integração das variáveis naturais e dos fatores socioeconômicos. A partir disso, será possível a utilização ordenada e preservação dos recursos ambientais, por meio de métodos e técnicas adequadas de manejo do ambiente, de maneira a reduzir os contrastes de uso nesses espaços.

O termo Ecodinâmica, é de suma importância para indicar as condições ambientais de instabilidade e estabilidade dos sistemas, levando em consideração os componentes morfopedogenéticos e estabelecendo em função desses, a classificação dos meios Ecodinâmicos em meios estáveis, de transição ou intergrades e meios fortemente instáveis.

Quadro 1: Definição das unidades Ecodinâmica.

Meios	Processos Predominantes
Estáveis	Pedogênese
Transição/Intergrades	Equilíbrio entre a Pedogênese e morfogênese.
Fortemente instáveis	Morfogênese

Fonte: Adaptado de Tricart (1977)

Por meio desta classificação proposta por Tricart (1977) relacionando à análise integrada do ambiente, compreende-se que o conceito de sistema está relacionado a um conjunto de fenômenos que se desenvolvem a partir dos fluxos de matéria e energia que tem origem a partir de uma interdependência, no qual surge uma nova entidade global, integral e dinâmica, permitindo assim uma atitude dialética, a partir da visão do todo embutida na análise do meio ambiente (LIMA, 2013).

Albuquerque (2015) coloca que a análise da paisagem na Geografia exerce suma importância dado que ressalta as influências que a sociedade e a natureza desempenham na composição dos espaços. Desta maneira, compreender a dinâmica da paisagem através da análise integrada do ambiente, é um passo inicial no intuito de resolver os problemas socioambientais atuais, levando em consideração a impossibilidade de entender a natureza sem compreender como ela é originada e organizada, quais são os elementos que a compõem, de que forma agem, como se inter-relacionam e quais os impactos quando isto é apropriado de maneira indevida.

Nesta concepção, o natural é percebido sob o prisma dessa teoria, na qual as trocas de energia e matéria acontecem em condição de equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio é alterado pelas frequentes intervenções humanas na natureza, ocasionando no ambiente, estados de desequilíbrios temporários ou permanentes (LIMA, 2013).

Desta forma, a análise de sistemas ambientais em Bacias Hidrográficas envolve numerosos campos conceituais e elementos de estudo, que não se referem somente aos aspectos físico-naturais, mas também àqueles que dizem respeito aos fatores socioeconômicos. É, portanto, um estudo complexo e detalhista em que há a necessidade da ligação de teorias e métodos de pesquisa de modo que possibilite a análise das relações entre sociedade e natureza em tais áreas.

2.2 Abordagem sistêmica no estudo de Bacias Hidrográficas

Do ponto de vista teórico-conceitual, uma bacia hidrográfica corresponde a um sistema, cujos limites são delineados pelo próprio escoamento das águas sobre a superfície, ao longo do tempo, resultando na interação da água com outros recursos naturais. Destaca-se que a topografia, a vegetação e o clima, bem como outros elementos do quadro socioambiental que a caracteriza e dos processos de uso e ocupação, são materializados no espaço e no tempo. É, portanto, um recorte físico-natural e territorial bem delimitado no espaço, devido aos divisores topográficos, onde possui um curso d'água principal e, ligados a este, um conjunto de canais intercomunicantes (CHRISTOFOLETTI, 1980; BOTELHO, 1999; GUERRA e CUNHA, 2004; BOTELHO e SILVA, 2004).

Diante desta concepção, uma bacia hidrográfica pode ser entendida como um sistema aberto, onde existem trocas constantes de matéria e energia, seus estados evolutivos no decorrer do tempo, bem como o mosaico de paisagens drenado por ela, são alterados e levados até mesmo ao desaparecimento. Christofolletti (1980) sintetiza essas concepções quando o mesmo coloca que

em uma bacia hidrográfica as condições climáticas, litológicas, biogeográficas e outras vão condicionar a estruturação de determinada rede hidrográfica e de determinadas formas de relevo. Alcançando o estado de estabilidade, a geometria da rede fluvial e da morfologia encontram-se em estado de equilíbrio e só sofrerão modificações se houver alterações nas variáveis condicionantes. [...] Assim sendo, o estado de equilíbrio é independente do tempo, e as suas formas e organização não se modificam pelo simples transcorrer da variável temporal, mas até o limite de absorção das variações pela flexibilidade existente na estrutura do sistema (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.69).

Desta forma, os sistemas em bacias hidrográficas são desenvolvidos integralmente pelas relações e interdependências das variáveis condicionadas aos suportes geológicos e geomorfológicos, aos elementos climáticos e hidrológicos e aos biológicos (solos, cobertura vegetal e fauna), além de estarem submetidos aos fluxos de matéria e energia de forma contínua, não dissociados portanto, dos aspectos sociais, que também causam interferência na dinâmica dos sistemas. Nesta perspectiva, a bacia hidrográfica é uma excelente opção de investigação, pois este ambiente é reconhecido como um sistema aberto, dinâmico, onde ocorrem trocas constantes de matéria e energia, sendo assim, um local que abrange todos os organismos, funcionando em conjunto, agindo mutuamente numa dada área com os demais elementos. Estas, são compostas por um conjunto de canais de escoamento de água, sendo que a quantidade de

água depende do tamanho da área ocupada e pelos processos naturais que a envolvem como precipitação, evaporação, infiltração, escoamento superficial, entre outras variáveis presentes localmente (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Uma bacia hidrográfica corresponde, assim, a um exemplo claro da correlação dos sistemas ambientais, onde todos os acontecimentos que surgem na bacia de drenagem influenciam direta ou indiretamente, nos rios, e é neste sentido, que deve ser levado em conta a ideia de visão integrada (PAULA, 2004). A esse respeito Carvalho e Rodrigues (2004, p. 115) colocam que

[...] uma bacia hidrográfica denota características geoambientais, formando uma unidade indissociável e interatuante. É um sistema complexo – dado o número de elementos e variáveis, em que as relações mútuas entre os seus componentes estruturais possibilitam a análise integrada do meio ambiente, permitindo uma acurada avaliação dos aspectos, quer físicos, quer econômicos e sociais.

As relações socioeconômicas de transformação e produção do espaço, associado ao crescimento demográfico e ao uso da terra, incidem diretamente nos estágios de formação, evolução e modificações diferenciadas nos sistemas, e conseqüentemente, no modo de organização espacial dos elementos naturais.

Do ponto de vista hidrológico, a bacia hidrográfica funciona sempre como um sistema integrado a outros sistemas ambientais. O estudo das bacias hidrográficas é de suma importância, uma vez que uma bacia pode ser considerada um sistema aberto, onde mesmo estando em estado de equilíbrio, a adição e/ou perda de energia do próprio ecossistema lhe impõem sempre um balanço (LIMA, 2013).

Para Cunha (1998) e Christofolletti (1980), bacias hidrográficas são unidades espaciais de estudo na Geografia, levando em consideração que a rede de drenagem se constitui em um dos principais responsáveis na evolução do relevo, esculturação da superfície terrestre e, pela sua capacidade de estruturar e modelar a dinâmica da paisagem.

Supridos essencialmente pela água das chuvas, os sistemas de drenagem formam os ajustes presentes nos processos de dissecação do modelado, ao impulsionar a erosão dos leitos, o transporte e a distribuição dos sedimentos gerados em toda a área de uma bacia hidrográfica (LIMA, 2013).

Neste sentido, Ross (1990) destaca que as redes de drenagem, constituem os agentes mais atuantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas mais altas para as mais baixas e do continente para o mar. Para ele os rios desempenham função motora entre todos os processos morfogenéticos.

Diante disso, o conhecimento das características fluviais de uma bacia hidrográfica tornam-se importante não só no que diz respeito aos recursos hídricos, a hidráulica e o controle de erosão, como em relação aos aspectos sedimentológico e geomorfológico para o planejamento regional (PAULA, 2004).

Desta forma, a tendência de um rio erodir e carrear sedimentos está atrelada à sua potência, em conjunto com as variáveis: densidade da água, descarga, aceleração da gravidade e forma do canal, observadas em um determinado ponto do rio. Tendo por base os estudos de Novo (2008) citado por Lima (2013, p. 63),

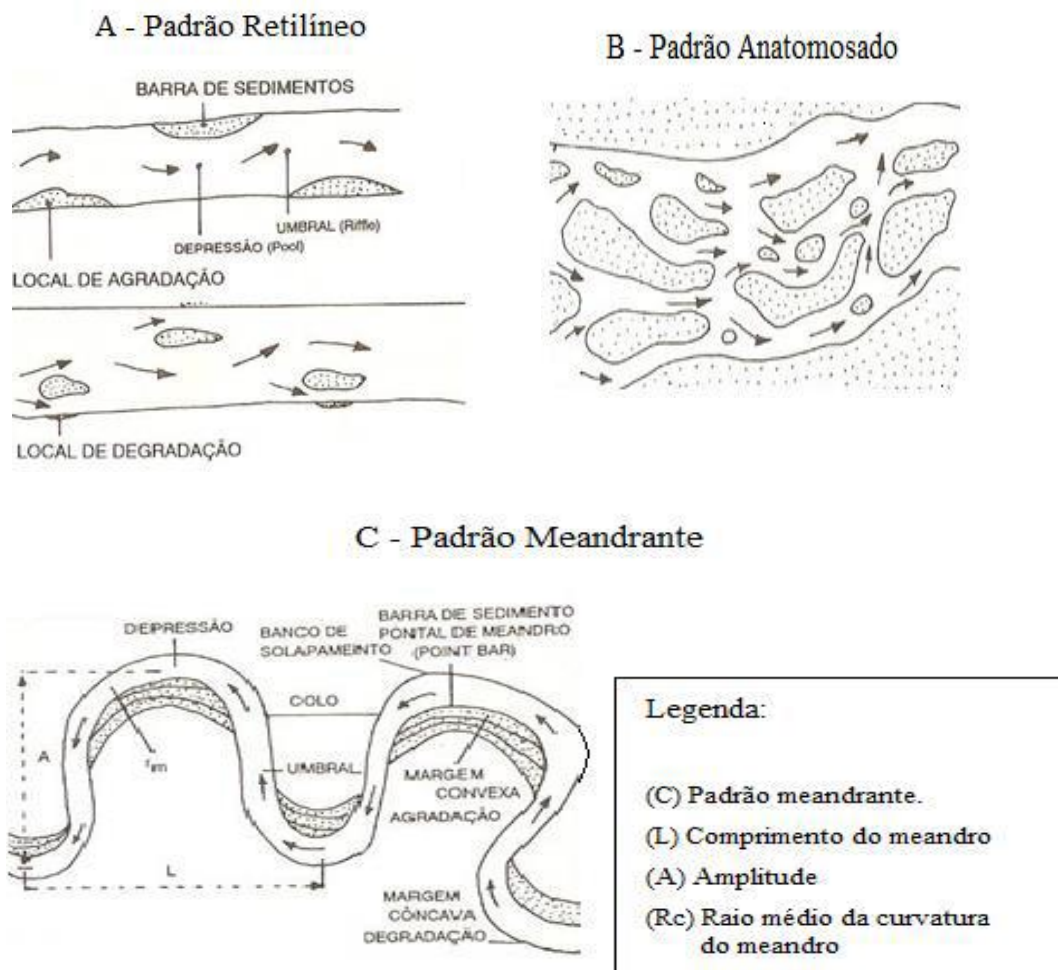
o aumento da potência de um rio se torna, então, diretamente proporcional ao aumento da vazão, da densidade da água, da declividade e profundidade do canal, o que indica que quanto mais profundo e rápido for o rio, maior será a sua capacidade de erosão, enquanto o seu poder de transporte vai depender da velocidade da corrente e da granulometria da carga erodida.

Tal perspectiva corrobora com Paula (2004), quando este coloca que os processos de erosão, transporte e deposição não podem ser estudados de forma isolada, já que os rios acarretam formas de erosão que fazem com que partículas sejam transportadas através dos canais fluviais por meio do arraste, saltação e suspensão, até o ponto onde a velocidade suficiente para mover partículas de determinado tamanho, não seja mais atingida e assim ocorrer a deposição.

Ainda conforme Lima (2013), com relação às planícies de inundação, estas surgem como estruturas complexas, decorrentes do fluxo de detritos e da sedimentação destes, expondo as oscilações que ocorrem no canal fluvial ao longo do tempo, como a formação de lagos, diques, barras de pontal e bancos de areia.

Com base em Cunha (1998), considerando que a geometria do sistema fluvial “resulta do ajuste do canal à sua seção transversal e reflete o inter-relacionamento entre as variáveis descarga líquida, carga sedimentar, declive, largura e profundidade do canal, velocidade do fluxo e rugosidade do leito” (CUNHA, 1998, p. 214), e que as desiguais sinuosidades dos canais são determinadas muito mais pelo tipo de carga detrítica do que pela descarga fluvial (SCHUMM, 1967, citado por LIMA, 2013), a forma do canal exibida ao longo do perfil longitudinal é caracterizada por três padrões de canais fluviais: retilíneo, anastomosado e meândrico, como ilustrado na figura 1:

Figura 1 - Padrões de canais fluviais



Fonte: Cunha (1998); adaptado de Lima (2013)

Levando em conta que a dinâmica fluvial retrata também as formas de canais, estes são caracterizados em retilíneo, anastomosado e meandrante, para designar os padrões elementares da sua estrutura ao longo do perfil longitudinal. A mudança desses tipos de canais e da carga de sedimentos, que resulta em tipos intermediários, foi vista por Schumm (1968) citado por Lima (2013), como consequência da maior atuação de sua carga detrítica do que de sua descarga fluvial, ao ressaltar que

os canais meândricos estariam relacionados à alta carga de sedimentos finos (silte e argila) e os canais anastomosados estariam relacionados a uma carga de sedimentos mais grosseiros (arenosos). Como decorrência, o aumento da granulometria e do volume de sedimentos implicaria em redução da sinuosidade do canal (Lima, 2013, p. 67).

É importante destacar que além destas variáveis, devem ser levados em consideração também as oscilações eustáticas, confluência de tributários, variações de descarga e as interferências antrópicas, como a instalação de barramentos, canalização e desvio de cursos d'água (LANA; CASTRO, 2012).

Esses quesitos são essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa, pois as estruturas sociais, que acarretam na degradação e impacto ambiental estão concernentes e condicionadas a aspectos políticos, econômicos e culturais que ultrapassam os limites naturais de uma bacia hidrográfica. Não buscar entender essa dinâmica, é esvaziar a discussão, é analisar somente causas e efeitos de impactos, não entendendo como o homem produz ambientes degradados, como organiza o acesso e uso dos sistemas ambientais.

A esse respeito Cunha (1998) salienta que a interferência antrópica nos canais fluviais para os mais variados usos, com destaque aqui para as obras de barramento de água nos rios, ocasiona consequências que geralmente se tornam irreversíveis, tendo em vista que provocam uma série de modificações na dinâmica do sistema fluvial. Dentre essas alterações Lima (2013) destaca, a elevação do nível de base local para a área de montante, modificando a fisionomia do canal e a capacidade de transporte sólido do rio e, conseqüentemente, as formas de erosão e de deposição, implicando em modificações de todo o perfil do rio.

Desta maneira torna-se pertinente destacar, a importância de se conhecer as características físicas de uma determinada bacia hidrográfica, pois desta forma é possível estimar os processos nela atuantes, entender as correlações estabelecidas entre os elementos do ambiente natural e os potenciais de uso do terreno (CHRISTOFOLETTI, 1979, 1980). Neste sentido, o regime fluvial/hidrológico (volume de água que escoar por um canal fluvial ao longo do ano), é dependente de vários fatores, sobretudo, aos níveis de precipitação, à litologia e estrutura geológica, ao relevo e à cobertura vegetal necessitando, portanto analisá-los de forma integrada para compreendê-los (LIMA, 2013).

Seguindo esta linha de raciocínio, a pesquisa aqui em desenvolvimento adotará a Teoria geral dos sistemas para análise integrada do ambiente e buscando compreender a sociedade como agente produtor e consumidor do espaço, fundamentado em um modelo socioeconômico desigual e combinado, que se efetiva em relações sociais de produção do espaço, e não simplesmente como elemento da dinâmica natural.

Os estudos integrados ou geoambientais, aplicados às bacias hidrográficas, são de suma importância, pois proporcionam a síntese do espaço geográfico e de forma dialética permitem a produção de diagnósticos socioambientais, destacando as demandas mais emergentes de alguns instrumentos de comando e controle do uso e ocupação da terra. Por meio desta

perspectiva é possível determinar áreas de usos diversos, além de propiciar a formação de cenário sobre as tendências de evolução e dinâmica do espaço geográfico e facilitar a compreensão da natureza pela sociedade e contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência ambiental (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2005).

2.3 Abordagens de problemas hidroambientais em bacias hidrográficas

Analisar as causas e efeitos da ação humana no elemento natural água, se torna cada vez mais importante para aprofundar e elaborar projeções na utilização dos corpos hídricos e, nesse sentido, dois fatores são importantes para entender a gestão das águas; o estudo das demandas hídricas e a disponibilidade satisfatória para as diferentes formas de usos (SILVA, 2010).

O consumo de água pelas atividades humanas varia muito entre as mais diversas regiões e países do globo. Os variados e múltiplos usos da água e as permanentes necessidades humanas tem proporcionado uma crescente pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

A distribuição das águas em bacias hidrográficas está fortemente condicionada e determinada por características físico-naturais, como as questões climáticas e, por um conjunto de aspectos, tais como: solos propícios a erosão, alta evaporação, baixa pluviometria; inadequada distribuição das chuvas que especialmente interferem na dinâmica hídrica (SILVA, 2010).

A vulnerabilidade hidrológica em virtude das mudanças que ocorrem no clima já é um fato e suas consequências estão cada vez mais relacionadas à extensão das variações climáticas assim como também as características de cada região e ao uso da água. Desta forma, fatores como alterações nos padrões de chuva e vento devem ser levados mais em conta na análise da instabilidade hidrológica em sistemas de bacias hidrográficas.

A Bacia Hidrográfica do rio Portinho, por sua vez corresponde a uma parte das bacias litorâneas, que estão sendo modificada pelo processo de uso e ocupação da terra e da água sem planejamento socioambiental que se reflete na lagoa de mesmo nome, principalmente na última década, uma vez que as condições de sua alimentação natural foram totalmente desequilibradas por fatores naturais, ou seja, pela redução das precipitações anuais na área dessa bacia hidrográfica. Assim como também encontra-se intensamente povoada em sua área rural com pequenas comunidades, onde predominam atividades agropastoris.

Para Tundisi (2009) no decorrer de toda a história da vida humana, o crescimento econômico e a diversificação da sociedade resultaram em diversos usos dos recursos hídricos.

Ressalta-se que não só a evolução populacional e a aceleração da economia expandem os usos múltiplos, o desenvolvimento cultural faz com que outras necessidades sejam incorporadas, resultando assim em problemas hidrológicos diversificados e de grandes proporções.

Em meados da década de 1960 houve um aumento considerável do uso da água, sobretudo, para a agricultura, em especial para a irrigação e outras atividades, como a produção de aves e suínos, dessedentação de animais e a disponibilização deste bem para várias outras atividades agrícolas. Ressalta-se que tal uso da água inclui além das atividades agrícolas e da utilização doméstica, a recreação e o turismo, onde em locais em que a acessibilidade de recreação utilizando água doce é mais comum e tem menor custo, tende a haver uma pressão considerável sobre rios, lagos, lagoas e represas. Em virtude do acréscimo e múltiplo uso da água e principalmente pelo seu não planejamento a tendência é de agravamento da crise hídrica no decorrer dos próximos anos (TUNDISI, 2003).

Para Moraes (2007) e Paula (2013), a intensificação das intervenções humanas sobre áreas naturais, ocorrem como fruto de ocupação ligada a interesses econômicos e sociais, tendo em vista que buscam a sobrevivência da própria espécie humana, mas utilizam geralmente os recursos da natureza sem preocupações com sua conservação. Essas ações induzem modificações nestes sistemas, alterando bruscamente suas características e, conseqüentemente, provocando impactos negativos muitas vezes irreversíveis.

Ao longo do século XXI, entre várias crises existentes, a crise hídrica é uma ameaça permanente à humanidade e à sobrevivência de todo ser vivo. Este problema institui dificuldades ao desenvolvimento, aumenta a probabilidade de doenças e causa contrastes sociais e econômicos entre as mais distintas regiões e países. A história da água sobre o planeta Terra está imbricada no crescimento populacional, ao grau de urbanização e aos usos diversos que afetam diretamente a quantidade e a sua qualidade (TUNDISI, 2003).

Desta forma, ao modificar a natureza por meio de intenso uso e ocupação, o ser humano proporciona transformações nas paisagens que podem, conseqüentemente, gerar problemas ambientais e sociais ao utilizar irracionalmente os recursos naturais, sobretudo os recursos hídricos (GUERRA e MARÇAL, 2006).

Nesse sentido, as mudanças no comportamento da sociedade no planeta e a escassez dos recursos naturais não só em quantidade, mas sobretudo em qualidade, estão no ápice das discussões que se desenvolvem em torno da água. O aumento e a diversidade de usos da água nos últimos séculos resultaram em uma multiplicidade de problemas hidrológicos, de diversas proporções, que requer diferentes tipos de análises a médio e longo prazo.

3 METODOLOGIA

3.1 Localização geográfica e aspectos gerais da área de estudo

A linha da costa do estado do Piauí, localizada na porção norte piauiense e no nordeste setentrional do Brasil, apresenta cerca de 66 km de extensão no sentido Leste-Oeste, entre a baía das Canárias no Delta do Parnaíba no Maranhão e o limite com Ceará, na baía formada na foz dos rios Ubatuba e Timonha (FUNDAÇÃO CEPRO, 1996).

A planície litorânea piauiense aparece como uma área de grande potencial turístico no qual vem sendo alvo de ocupação desordenada, especulação imobiliária (segundas residências), agropecuária dentre outros usos. Incluídas nessa área encontram-se os municípios litorâneos de Parnaíba, Luís Correia, Cajueiro da Praia e Ilha Grande. A faixa litorânea desempenhou importante papel no processo de ocupação do estado do Piauí, em função dos recursos naturais disponíveis e, principalmente, das condições favoráveis à navegação pois, além do contato com o Oceano Atlântico, tinha a seu favor o desdobramento do leito do rio Parnaíba em vários canais fluviais (CODEVASF/PLANAP, 2006).

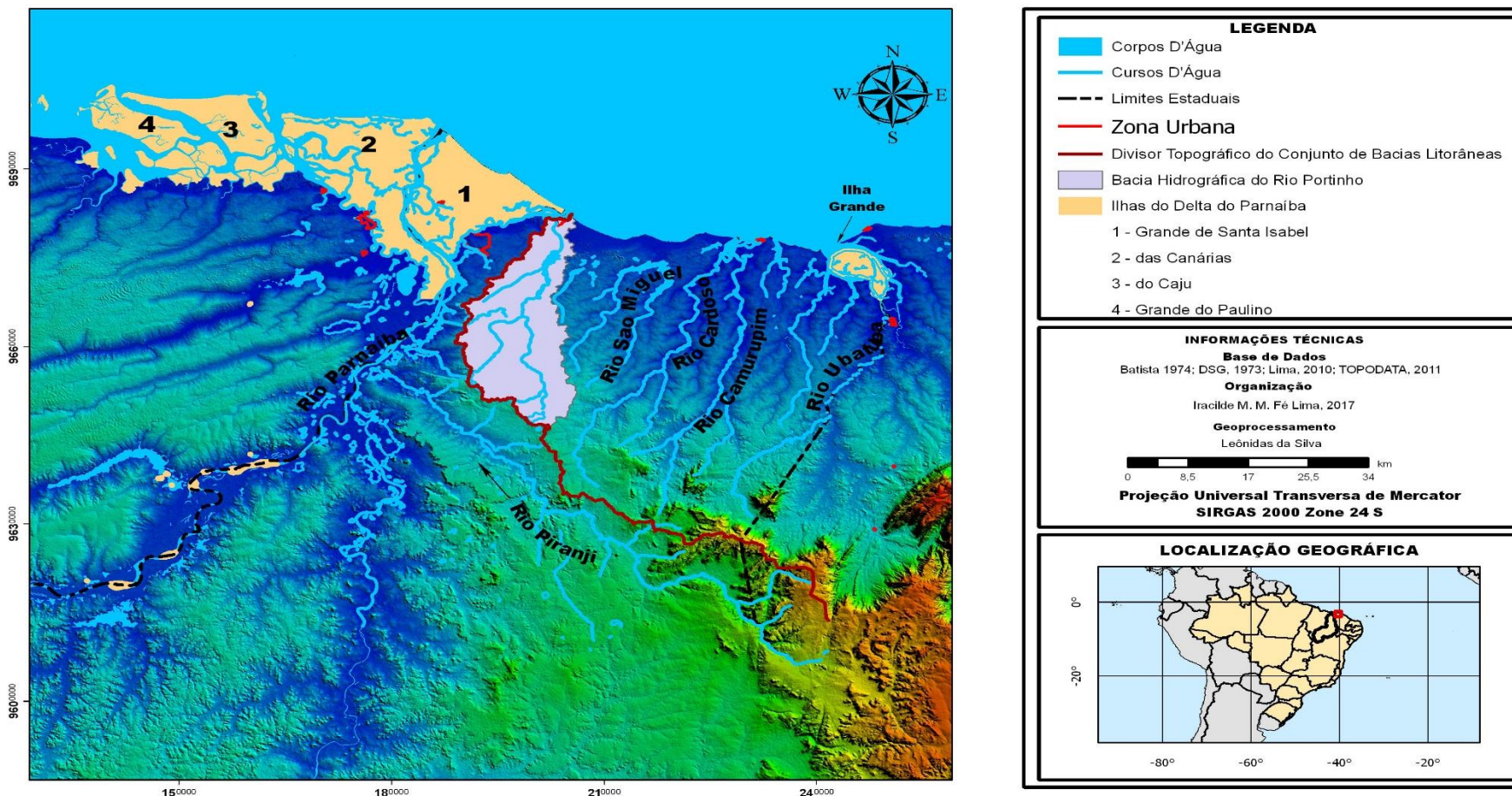
Foram introduzidas e intensificadas nessa planície litorânea a partir de 1852 novas formas de apropriação dos recursos naturais, com destaque para a carnaúba, passando a constituir-se, a partir do início do século XIX, na principal atividade econômica do norte piauiense e seu entorno (CEPRO, 2007). No entanto, esta condição mudaria no decorrer dos anos com o aumento da população, inclusive nos municípios que compõem a bacia e da inserção de novas atividades.

Com relação às características socioeconômico da região, destaca-se que algumas atividades em desenvolvimento possuem grande potencial econômico, no entanto, em contraste com a precariedade e/ou inexistência de saneamento ambiental para provimento de condições de salubridade do meio físico à saúde e ao bem-estar da população, tais como: abastecimento e qualidade de água para consumo humano, esgotamento sanitário, drenagem urbana, coleta e disposição final dos resíduos sólidos, educação sanitária ambiental, melhoria sanitária domiciliar, controle de vetores e reservatórios de doenças transmissíveis, uso e ocupação dos solos e eficiência na gestão dos serviços de educação e saúde (CODEVASF/PLANAP, 2006).

Quanto ao turismo, este tem se desenvolvido de modo cada vez mais expressivo no litoral piauiense, recebendo investimentos públicos e privados que têm modificado o espaço e seu valor. O litoral piauiense insere-se, assim, no seio da expansão do turismo litorâneo no Brasil e torna-se palco da intensificação da valorização do espaço e seus conflitos, causando impactos dos mais diversos (MESQUITA, 2015).

A área de estudo deste trabalho corresponde à Bacia Hidrográfica do rio Portinho, que encontra-se na faixa do baixo Parnaíba piauiense, classificada como território da Planície Litorânea (CODEVASF/PLANAP, 2006), ocupando uma área de cerca de 359,66 km², onde se encontram os municípios de Buriti dos Lopes com 12,6 km², Bom Princípio do Piauí com 135,77 km², Luís Correia apresentando 37,42 km² e Parnaíba com 173,87 km² de extensão na área da bacia, no entanto, ressalta-se que este estudo corrobora com a SEMAR- PI (2003) onde este órgão governamental considera a bacia do rio Portinho como sendo litorânea e não afluente do rio Parnaíba como faz a CODEVASF/PLANAP (2006) (Figura 2):

Figura 2: Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Portinho



Fonte: ANA (2013); Batista (1974); DSG (1973); Lima (2010); TOPODATA (2011).

Atualmente o uso da área que abrange parte da bacia em questão se destaca pelas atividades de turismo, lazer, pesca, pecuária de leite, indústria de laticínios, agricultura familiar, agroindústria de beneficiamento do arroz, cerâmica (CODEVASF/PLANAP, 2006), constituindo-se também num importante conjunto de bens naturais, além do artesanato e a gastronomia típica, o que tem intensificado o processo de uso e ocupação da terra, por meio do expressivo aumento do fluxo de pessoas, nas últimas décadas (MARTINS FILHO, 2013).

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme Venturi (2005), é necessário ter conhecimento e consciência do método e da técnica, do seu significado e do papel que elas desempenham no processo de produção científica, desta maneira, os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho são resultado de uma busca sistemática e de revisão em diversos materiais bibliográficos e geocartográficos, no intuito de alcançar os objetivos propostos.

Tendo delimitado o recorte espacial e definido os objetivos, partiu-se então para o levantamento bibliográfico (instituições públicas para consulta e acesso a banco de dados secundários que abordam a temática em estudo); coleta de dados estatísticos e indicadores socioeconômicos; análise e interpretação de material geocartográfico (mapeamento temático), além do reconhecimento no local do objeto de estudo, pretendendo conceber toda a complexidade existente na bacia hidrográfica em apreço.

A revisão bibliográfica foi de suma importância no desenvolvimento do trabalho, pois forneceu subsídios teóricos da área de estudo, além de esclarecer os conceitos e categorias de análise. Dentre os conceitos e categorias de análise abordados, foi essencial as temáticas sobre: sistemas ambientais; teoria sistêmica e análise geoambiental integrada; bacia hidrográfica; planejamento ambiental; tendo como principais autores: Guerra e Cunha (2004); Botelho e Silva (2004); Nascimento (2003); Souza (2000); Botelho (1999); Ross (1990); Christofolletti (1979, 1980); Sotchava (1977); Tricart (1977); Bertalanffy (1975) e Bertrand (1972), dentre outros.

Buscou-se ainda, embasamento bibliográfico em pesquisas realizadas na área em apreço, constatando que as pesquisas nesta área ainda são incipientes, e somente estudos mais amplos relacionados ao litoral piauiense foram localizados, os quais nestes estão inseridos dados informativos gerais sobre a bacia hidrográfica do rio Portinho e a lagoa do Portinho. Dentre esses trabalhos, podem ser citados os mais recentes como: Galvão (2015); Paula (2013);

Santos-Filho et al. 2010; Santos-Filho (2009); Lima (2016) e Cavalcanti (1996, 2000, 2004), como os mais representativos para esta pesquisa.

Para a identificação dos dados socioeconômicos foram considerados inicialmente, estudos disponíveis sobre os municípios que possuem parte do seu território na bacia hidrográfica do rio Portinho, encontrados em publicações da CEPRO (Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí, 2007, 2013) e do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2005, 2010), complementado por outras fontes de pesquisas disponíveis (IBGE, 2016).

A caracterização do clima e das condições atmosféricas na área da bacia hidrográfica foram baseadas em parâmetros das normais climatológicas disponibilizadas, como precipitação; temperatura máxima, média e mínima; umidade relativa; evaporação; velocidade dos ventos; nebulosidade e insolação, e interpretados considerando-se a dinâmica atmosférica.

Com relação aos dados meteorológicos, foram identificados e analisados aqueles referentes ao município de Parnaíba por ser o único da área de estudo onde se encontra uma estação de coleta de dados climatológicos, com destaque para: Boletim Agro meteorológico, 2014; Bastos, 2015; INMET, 2016 e 2017 (Instituto Nacional de Meteorologia) e Brasil/SUDENE, 1990 (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste). Considerou-se que esses dados podem ser utilizados por corresponder ao município de maior área e população que ocupa essa bacia hidrográfica. Desta forma foram elaborados gráficos e tabelas de séries históricas desta estação meteorológica das décadas de 1949-1959 por ter sido o que se apresentava com índices pluviométricos semelhantes e/ou inferiores aos de 2006-2016 e que segundo informações com a população local que presenciaram tal período na bacia do rio Portinho e, conseqüentemente, a lagoa do Portinho também apresentaram uma baixa em suas águas. Os dados do balanço hídrico foram obtidos através do Boletim Agro meteorológico (2014) e Bastos (2015).

A fundamentação teórica e cartográfica iniciou-se com a proposta de pesquisa e perdurou por todo o processo de elaboração deste trabalho, buscando a sustentação necessária ao seu desenvolvimento. A análise se encaminhou a partir da sistematização e interpretação de mapeamentos temáticos da área, com base na perspectiva de Tricart (1965) citado por Lima (2013), onde considera que os mapas não são apenas uma síntese, mas, também um instrumento de análise.

Após mapeados e estudados os componentes naturais da Bacia de forma teórica, foi realizado o levantamento, análise e tratamento do material geocartográfico. Os trabalhos de campo foram realizados em outubro e dezembro de 2015 e outubro de 2016, buscando observar

as condições hídricas e de uso da terra na bacia hidrográfica do Portinho, ao longo do rio principal.

Durante o trabalho de campo utilizou-se o GPS's – *Global Position System* (modelo *Garmim 76 CSx*), cujo método de posicionamento foi o absoluto, com margem de erro de aproximadamente 10 m. Apesar da existência de melhoramento deste erro, ele se encontra dentro das normas e Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC, adequado para a escala de mapeamento previamente estabelecida, que foi de 1:100.000 (ALBURQUERQUE, 2015).

A utilização do GPS serviu para captação em campo, de pontos de controle, de modo a auxiliar nos programas e georreferenciamento das principais imagens de satélite e fotografias aéreas utilizadas. Isto foi realizado mediante a seleção prévia de feições naturais como: as lagoas das nascentes e do baixo curso, cruzamentos de estradas, cantos de cercas, e limites de pontes e também pontos que pudessem ser visualizados tanto nas imagens do *Google Earth 7.1.5* quanto na imagem de satélite por possuírem alta resolução, permitindo, portanto, a identificação dessas feições para o controle de localização.

Foram utilizados imagens, dados e softwares disponíveis *on line*, trabalhando-os na perspectiva de gerar informações úteis e pertinentes que subsidiem as condições socioambientais da bacia hidrográfica. O sistema de projeção cartográfica utilizado foi o Universal Transversa de Mercator (UTM), tendo como referencial geodésico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), datum oficial adotado no Brasil a partir de 2015 e do ponto de vista da Geodésia, a Zona 24 Sul do sistema de projeção adotado.

Dentre os produtos geocartográficos que estavam disponíveis para a execução dos levantamentos e produção de mapas temáticos, encontram-se:

- Carta topográfica, Folha SA. 24-Y-A-IV Parnaíba e SA. 24-Y-C-I Cocal. Escala 1:100.000; as duas em formato digital, projeção UTM, SIRGAS 2000/Zona 24 Sul, elaboradas pelo Ministério do Exército – Divisão de Serviço Geográfico (DSG) em parceria com a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), datadas de 1972, cedidas pelo laboratório de Geomática (Geografia - UFPI);
- Malhas Municipais IBGE (2015), estes dados representando a divisão político-administrativa municipal do Brasil, de acordo com a estrutura político-administrativa vigente em 01/07/2015, data de referência das Estimativas Populacionais de 2015;
- Base cartográfica contínua do Brasil. Escala 1:250.000, disponibilizada pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) / Diretoria de Geociências (DGC) / Coordenação de Cartografia (CCAR), datadas de 2015;

- Carta Geológica 1:1.000.000 - Projeto GIS do Brasil, disponibilizado pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais – CPRM, datada de 2006; disponível no site da CPRM;
- Mapa de Vegetação da Folha SA.24 – Fortaleza, Diretoria de Geociências – DGC - Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais - CREN;
- Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (Níveis Otto) - 2012 - Disponibilizada pela ANA na escala 1:1.000.000 no sistema de Referência SAD 69 (EPSG:4291) e convertido para UTM ZONA 24;
- SRTM retrabalhada pelo Projeto TOPODATA - INPE, com resolução espacial de 30 m;
- Imagem do satélite LANDSAT 8 OLI/TIRS - Órbita/Ponto 219/63 - 28.11.2016 - Composição R6G5B4 para o mapa de uso e cobertura da terra.

Todos estes dados encontram-se em formato *shapefiles* disponíveis *on line*, à exceção da SRTM que é em formato matricial (*raster*), sendo utilizado o sistema de projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 24.

Esses materiais geocartográficos, principalmente as cartas topográfica (Folha SA. 24-Y-A-IV Parnaíba e SA. 24-Y-C-I Cocal) e as imagens interferométricas do *Shuttle Radar Topografia Mission* (SRTM), depois de processada, revisada e disponibilizada por meio de *download* do Banco de Dados Geomorfológico do Brasil (TOPODATA) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), foram utilizados para orientação do mapeamento altimétrico, permitindo delimitar com maior precisão a bacia hidrográfica do rio Portinho, por conterem as curvas de nível e cotas altimétricas, além da drenagem numa escala de 1:100.000.

Realizada a etapa de levantamentos sobre a existência de dados vetoriais, matriciais e socioeconômicos que envolvem o estudo, direta ou indiretamente, assim como dos preceitos teórico-metodológico, desenvolveu-se a metodologia proposta por meio de critérios técnicos, escolheu-se os programas operacionais para inserir e criar novas informações a partir dos objetivos definidos, tanto para os textos, quanto para os dados matriciais e vetoriais.

A organização dos mapas temáticos, ilustrações e sistematização de dados, teve base na utilização de softwares livres de geoprocessamento como o ArcGIS 10.3.1 com licença de teste, além de editores de texto como o Microsoft Office Word 2013; Planilha eletrônica Excel 2013; Editor de apresentação Power Point 2013. Utilizou-se também das imagens de satélite SRTM (INPE, 2015) e LANDSAT TM (DGI-INPE, 2016) órbita/ponto 219/63 e de trabalhos de campo, no intuito de confeccionar o mapa de distribuição espacial das formas de uso atuais e cobertura da terra, através da interpretação de fotografias e imagens aéreas e por meio da

altimetria definir as classes/trechos: alto, médio e baixo cursos do rio Portinho. A organização do mapa de uso da terra atual, teve como base a imagem aérea por meio do satélite LANDSAT 8, sensor TM de 2016 que, após retrabalhada no software ArcGIS 10.3.1 e vetorizada as formas de uso e ocupação atuais, foram feitas as verificações de campo para confirmar as informações obtidas na fotointerpretação.

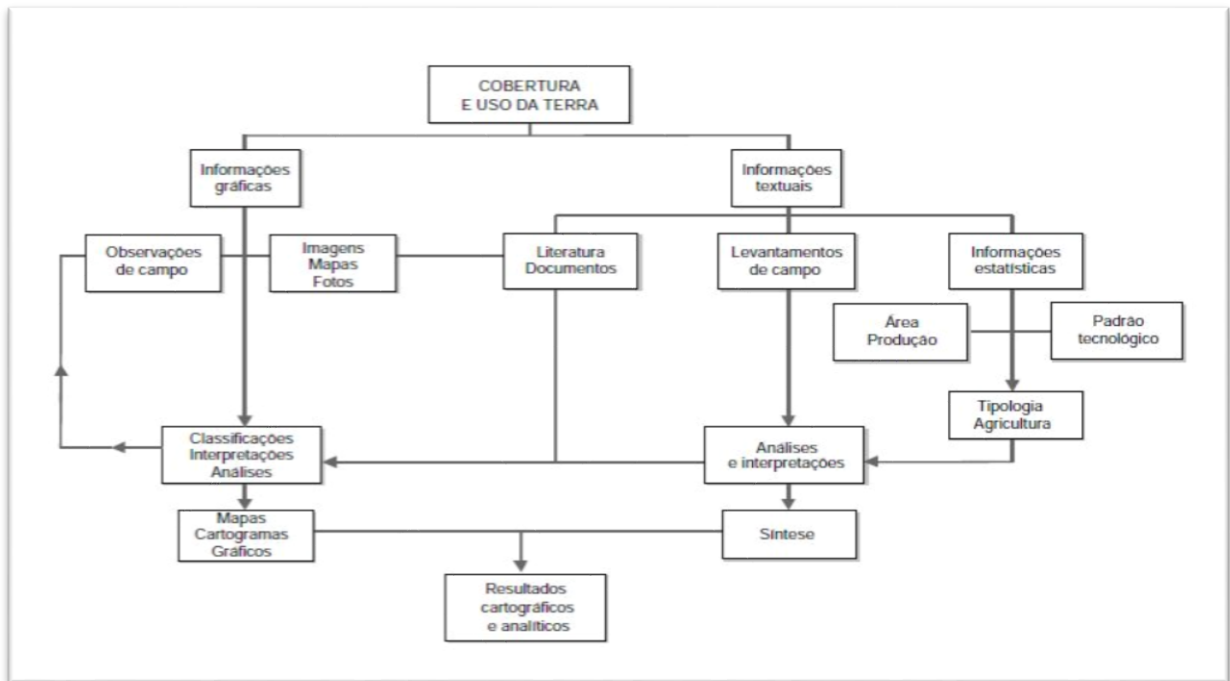
O programa Google *Earth* 7.1.5 possibilitou imagens de toda a área da Bacia estudada, além de fornecer as coordenadas tanto no Sistema Universal Transversa de Mercator – UTM, quanto em graus, minutos e segundos, facilitando trabalhos de tratamento e de georreferenciamento de imagens. Com base nos pontos de controle coletados em campo através do GPS e por meio deste software (Google *Earth* 7.1.5) foi possível determinar as localizações do alto, médio e baixo curso da área da bacia.

Quanto ao avanço das dunas sobre o espelho d'água, procurou-se identificar também o tipo de interferência causado pelo uso direto destas pela atividade turística, tendo como referências as informações de Paula (2013) sobre a dinâmica dessas dunas no litoral do Piauí.

No que se refere à escala adotada para a elaboração dos mapas temáticos que foram organizados, os elementos do meio natural e de uso da terra, levou-se em consideração o tamanho da área da bacia e os possíveis objetos a serem mapeados. Considerando que os mapas foram impressos em papel A3 (297 mm de altura por 420 mm de largura), optou-se, desta forma, em utilizar a escala de 1:100.000.

Neste estudo, optou-se pela classificação supervisionada, em que Vieira et al. citado por Moreira (2003) recomenda que a partir dos algoritmos dos padrões espectrais na imagem escolhe-se uma amostra de área de treinamento, que é fornecida ao sistema de classificação pelo analista. Desta forma, na perspectiva de representar as etapas mencionadas para a realização desse estudo, apresenta-se a estrutura do fluxograma metodológico da pesquisa para o levantamento dos processos de usos e cobertura da terra (Figura 3).

Figura 3: Fluxograma das etapas do processo de levantamento e classificação da cobertura e do uso da terra.



Fonte: Manual Técnico de Uso e Cobertura da Terra do IBGE(2013).

A realização dos trabalhos de campo foi de fundamental importância para a análise, pois permitiu serem observados aspectos naturais, como a relação da drenagem com o relevo; presença, ou não, de processos erosivos, ocorrência/densidade de espécies vegetais e o seu respectivo registro fotográfico. Nessas oportunidades também foram observados os usos da água e do entorno do vale desse rio, assim como outros aspectos relacionados à posição dos moradores locais e dos visitantes da lagoa do Portinho, a respeito da sua dinâmica recente. Além dos resultados desta pesquisa, incluiu-se uma reflexão sobre as questões relacionadas ao ordenamento territorial diante de suas características geoambientais, ecodinâmica e socioeconômicas. Buscou-se a integração, por meio da perspectiva sistêmica, dos aspectos socioambientais referentes à bacia hidrográfica do rio Portinho, o que permitiu a sistematização e o cruzamento das informações que deram base à análise integrada da natureza e suas relações com as formas de utilização antrópica dessa bacia hidrográfica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perfil ambiental da bacia hidrográfica do rio Portinho

4.1.1 Aspectos ou caracterização hídrica da bacia

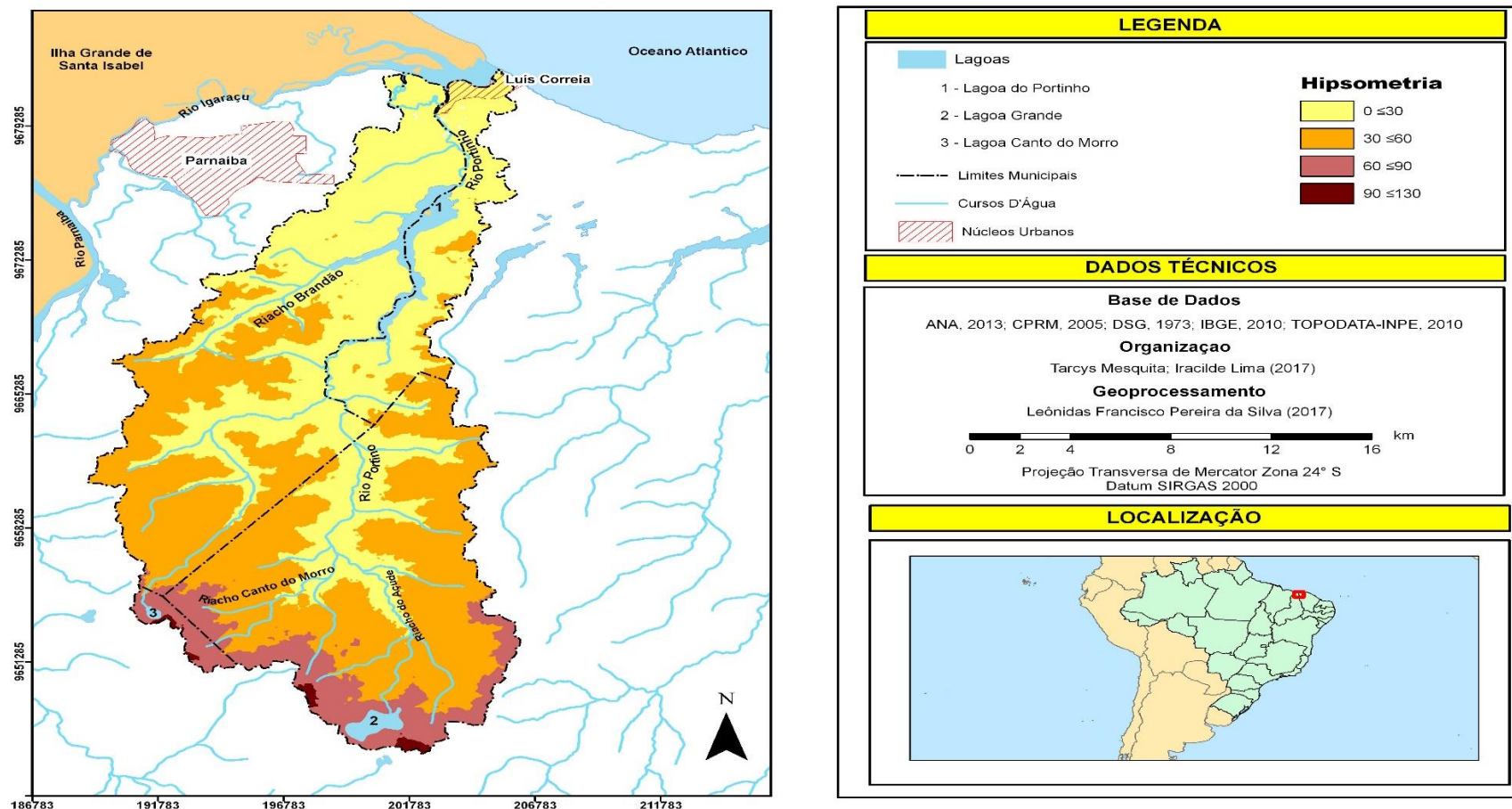
A área da bacia hidrográfica do rio Portinho apresenta um importante valor paisagístico e geocológico, integrando um conjunto de paisagens. Tem como principais cursos componentes o Rio Portinho e seu afluente, o Riacho Brandão. Este, embora não seja o tributário de maior extensão, é o que contribui com o maior fluxo e volume de água em relação aos demais riachos que desaguam a montante da lagoa do Portinho.

O rio Portinho tem suas nascentes no município de Bom Princípio do Piauí, sendo que o riacho seu principal formador nasce na lagoa Grande, ao qual se junta com outro riacho que tem nascente em Buriti dos Lopes, na lagoa Canto do Morro. Dentre os principais afluentes do rio Portinho, destacam-se os riachos Canto do Morro, do Açude, Brandão, Marruás e Braz, dentre outros de menores dimensões e fluxo de água. A rede de drenagem do rio Portinho apresenta padrão paralelo, com baixa sinuosidade ao longo de todo seu percurso (Figura 4).

Observando a figura 4 nota-se a existência de uma baixa declividade topográfica em toda a Bacia, estando entre 60 a 90 metros de altitude em suas nascentes no alto curso, e 30 a 60 metros em seu médio curso, diminuindo em direção à sua foz no baixo curso onde atinge aproximadamente de 0 a 30 metros, apresentando assim terrenos de plano a suave ondulados em sua maioria, somando-se a isso uma baixa capacidade do rio principal de entalhar terrenos sedimentares. Caso semelhante a este ocorre na bacia hidrográfica do Rio Catú, Aquiraz-CE, em que as áreas das nascentes no alto curso, se encontram geralmente os terrenos acima de 40 metros (GOMES, 2012).

A direção de escoamento das águas do rio Portinho tem sentido predominantemente sudeste-noroeste no alto curso como pode ser observado na figura 4, formando o limite municipal entre Parnaíba e Luís Correia no médio e baixo curso e seguindo com direção sul - norte, onde forma uma grande lagoa - a lagoa do Portinho, esta quando não é impedida pelas dunas, interliga-se ao rio Igarçu, um dos braços do rio Parnaíba, onde torna-se uma baía, já nas proximidades de sua foz no oceano Atlântico.

Figura 4: Mapa da rede de drenagem e Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho



Base de dados: ANA(2013); CPRM (2005); DSG (1973); TOPODATA-INPE (2010).

A planície litorânea do Piauí apresenta índices relativamente elevados de precipitação pluviométrica em relação à média piauiense, tratando-se de uma área singular. Porém, ao longo do ano a distribuição de chuvas é bastante irregular, pois estas se distribuem anualmente em dois períodos distintos: um período chuvoso, que se inicia em dezembro e se prolonga até abril ou maio, com precipitações de grande intensidade, com máxima de 298.4 mm no mês de março, enquanto no período seco, que corresponde aos meses de junho até novembro, as precipitações são esparsas alcançando a mínima de 1.1 mm no mês de setembro (CAVALCANTI, 1996), no entanto, esses índices tem diminuído consideravelmente na última década. Na figura 5, observa-se as nascentes do rio Portinho em seu alto curso durante o mês de outubro completamente sem água.

Figura 5: Fotografias das nascentes do rio Portinho, Lagoa Grande em Bom Princípio do Piauí (A); Lagoa do Canto do Morro em Buriti dos Lopes (B)



Fonte: Tarcys Mesquita, Out. (2016).

Com base nos dados da Fundação CEPRO (1996) para o clima da área em estudo, encontra-se na faixa de transição entre o clima tropical úmido, com chuvas de verão (Aw) e tropical úmido, com chuvas de verão prolongando-se até o outono (Aw'), de acordo com a classificação de Köppen.

A classificação dos tipos climáticos para a região proposta por Andrade Jr. et al. (2004), que utiliza a metodologia aplicada por Varejão-Silva e Barros (2001) citado por Andrade Jr. et al. (2004) e tem como chave de classificação o *Índice de umidade* proposto por Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955), estabelece que o tipo climático predominante é o Subúmido seco (C1).

Para estes autores, o período chuvoso apresenta uma pluviometria concentrada e irregular no tempo e no espaço, concentrando as chuvas no primeiro semestre do ano, com participação de mais de 90% destas. Assim, toda área é dotada de grande potencial pluviométrico apresentando distribuição média anual de aproximadamente 1200 mm (BASTOS; NUNES e ANDRADE JR, 2000).

Com base nos dados climáticos, observados na tabela 1, percebe-se que tem ocorrido em parte da área dessa bacia hidrográfica um aumento na temperatura, na insolação e na evapotranspiração, assim como significativa redução da precipitação, na escala temporal 2006 – 2016, fato que também ocorreu entre 1949 – 1959, como mostra a tabela 2. Embora não existam medições de precipitação para áreas dos principais contribuintes do rio Portinho, os efeitos da estiagem também podem ser sentidos nas lagoas Grande (município de Bom Princípio) e Canto do Morro (município de Buriti dos Lopes), nascedouros e contribuintes do rio Portinho conforme é possível visualizar nas imagens da Fig. 5 (fotografia captada em outubro de 2016). Ressalta-se que estes dados meteorológicos não caracterizam uma mudança climática brusca, porém são passíveis de causar interferências na dinâmica da bacia, como é possível verificar em dois momentos distintos (Tab. 1 e Tab. 2), com comparação expressa na figura 6 (Gráfico). Pode-se inferir assim que as condições climáticas mais recentes tiveram importante papel na redução da alimentação dessa bacia e, conseqüentemente, da Lagoa do Portinho, chegando mesmo a secar completamente como ocorreu em dezembro entre 2010 e 2016, como retratam as fotografias dessa lagoa e das dunas em seu entorno (Figuras 7).

Tabela 1. Médias anuais dos elementos climáticos referentes à normal climatológica de 2006 a 2016, em Parnaíba - PI.

ELEMENTOS CLIMÁTICO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Temperatura média do ar (°C)	28	28,3	27,8	27,4	28,7	27,6	28,4	28,4	28,1	28,6	-
Temperatura máxima do ar (°C)	32,8	33,3	32,5	31,8	33,7	32,2	33,5	33,3	33,1	33,5	-
Temperatura mínima do ar (°C)	23,3	23,3	23,2	23	23,6	22,9	23,3	23,3	23,3	23,3	-
Insolação (horas/dia)	7,8	7,8	7,3	6,9	7,9	7,5	8,2	8,3	7,9	8,1	-
Evapotranspiração (mm/dia)	5,3	4,9	4,6	4,4	5,2	4,9	5,5	5,3	4,9	5,5	-
Precipitação (mm)	1.151	1.077	1.378	1.646	629,1	1.107,20	624,6	853,4	978,9	696,5	805,6

Fonte: Adaptado de Bastos (2014, 2015) e INMET (2017).

Observando a tabela 1 e 2 é possível perceber que também houve uma redução dos índices pluviométricos no período que compreende de 1949 a 1959, o que corresponde assim que as causas que hoje assolam a região do Portinho está fortemente imbricada na redução hídrica demonstrada e que por sinal já ocorreu em períodos anteriores, o que pode se caracterizar assim como um fenômeno cíclico (Tabela 02).

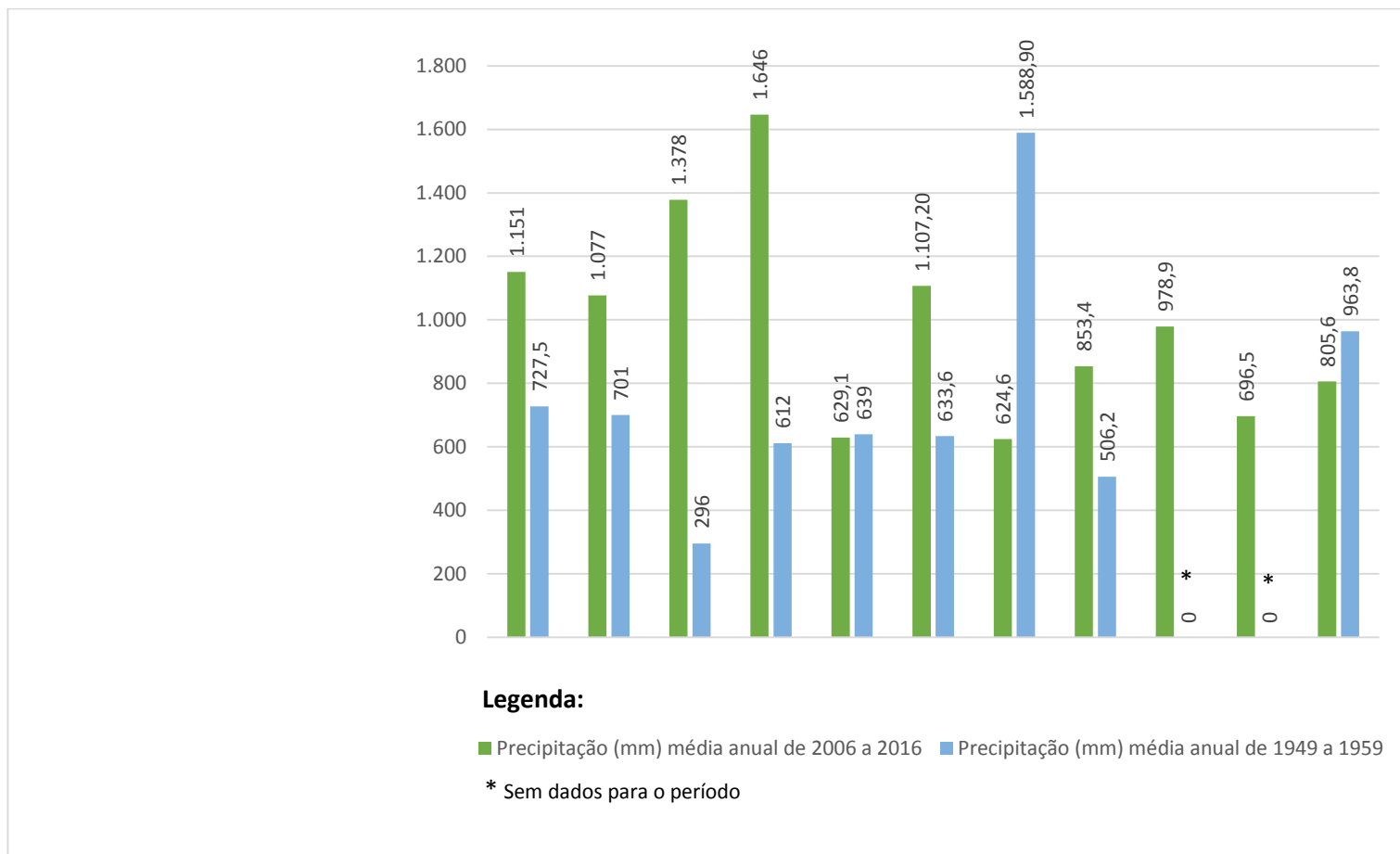
Tabela 02. Médias anuais dos elementos climáticos referentes à normal climatológica de 1949 - 1959, em Parnaíba - PI.

ELEMENTOS DO CLIMA	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
Precipitação (mm)	727,5	701	296	612	639	633,6	1.588,90	506,2	0*	0*	963,8

Fonte: Adaptado de Brasil (SUDENE, 1990).

*Sem Dados para o período

Figura 6: Gráfico das médias anuais da precipitação em Parnaíba - PI referente aos períodos de 1949 – 1959 e 2006 - 2016.



Fonte: Adaptado de Bastos (2014; 2015); INMET (2017).

Outro fator apresentado é ressaltado pelos depósitos eólicos que barraram o curso d'água e deram origem à lagoa do Portinho correspondem ao limite municipal entre Parnaíba e Luís Correia. Estes depósitos são considerados por Paula (2013) como sendo de terceira geração e caracterizados pela ausência de cobertura vegetal, o que possibilita a ação eólica mais intensiva. Para este autor, essa geração compreende os depósitos atuais, representados pelas dunas móveis. A migração desses depósitos, causado pela ação eólica, ocorre na direção Nordeste/Sudoeste, seguindo o padrão de atuação dos ventos predominantes, assoreando as desembocaduras dos rios de menor porte, chegando mesmo à formação de lagoas como ocorre com o rio Portinho e inviabilizando o acesso em estradas e rodagens, conforme se observa na figura 7, com fotos obtidas no período Dezembro de 2015 e Outubro de 2016.

Figura 7 - Dunas móveis avançando sobre a rodovia inviabilizando o acesso à lagoa do Portinho



Fonte: Tarcys Mesquita (dez. 2015 (A, B); out. 2016 (C, D)).

4.1.2 Estrutura Litoestratigráfica da Bacia

Com relação à base geológica desta área, observa-se que as unidades litoestratigráficas caracterizam-se pela ocorrência de sedimentos terciários do Grupo Barreiras, e por sedimentos reportados do período quaternário, representados pelas dunas e aluviões, além de um pequeno trecho da suíte Granja (afloramento de rochas cristalinas) em seu alto curso, como observado no quadro 2 que corresponde à áreas do médio e baixo curso:

Quadro 2 – Unidades Litoestratigráficas da planície litorânea do Piauí

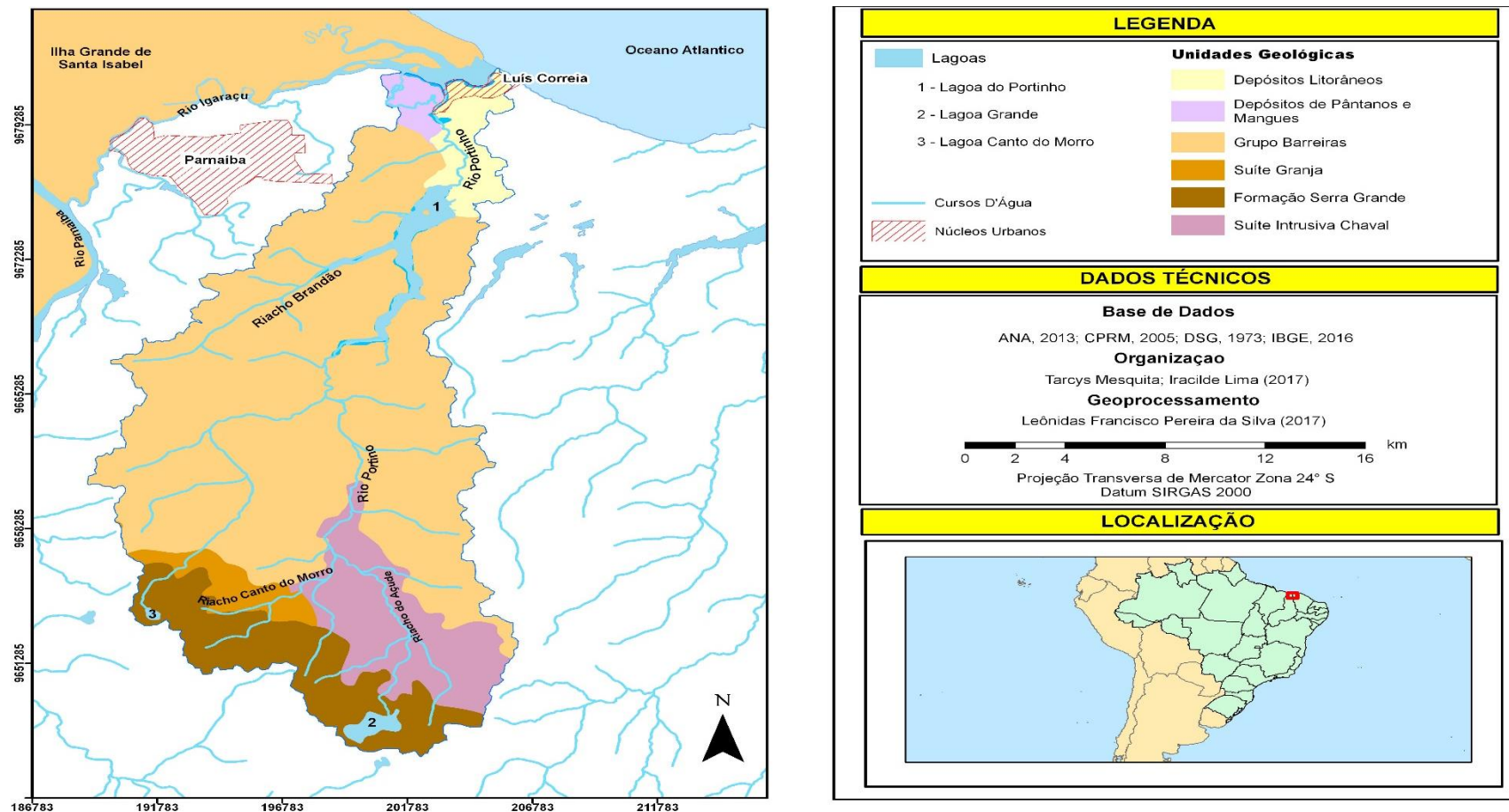
Era	Período	Litologia	Unidades Litoestratigráficas
Cenozoico	Quaternário	Areias, Argilas e Cascalhos/Diatomitos	Aluviões
		Areias esbranquiçadas, quartzosas, finas a média/Eólico Litorâneo e Flúvio Marinho	Dunas Móveis
		Areias finas a média, coloração de cinza claro a alaranjado no topo e avermelhada na base/ Eólico Litorâneo.	Dunas estabilizadas
	Terciário	Arenitos argilosos, coloração variegada (tons avermelhados, amarelos e esverdeados, granulação fina a média)	Grupo Barreiras

Fonte: Adaptado de Cavalcanti (1996)

O rio Portinho tem grande parte de seu leito na formação geológica Serra Grande, com seu surgimento a partir de lagoas e da junção dos riachos do Açude, Canto do Morro e Lagoa Grande, enquanto o riacho Brandão tem sua nascente e toda sua extensão no município de Parnaíba, na formação geológica grupo Barreiras, conforme demonstra o Mapa da Figura 8.

Observando a figura 8 pode-se perceber que o afluente do rio Portinho de maior vazão, o riacho Brandão tem seu curso totalmente incluído no médio-baixo curso do rio Portinho, no pacote de sedimentos do Grupo Barreiras. Já o maior afluente, Riacho do Canto do Morro, também localizado na sua margem esquerda, tem suas nascentes na formação Serra Grande (composta por arenitos e conglomerados, predominantemente, semelhante ao rio Portinho, e corta um pequeno trecho da suíte Granja (afloramento de rochas cristalinas), antes de percorrer o grupo Barreiras, ainda no médio curso do Portinho. No entanto, predominantemente o seu baixo curso drena uma área recoberta por depósitos litorâneos, destacando-se na sua margem esquerda a ocorrência de depósitos de pântanos e mangues, além das dunas móveis e fixas.

Figura 8: Mapa da base geológica da Bacia Hidrográfica do rio Portinho, Piauí.

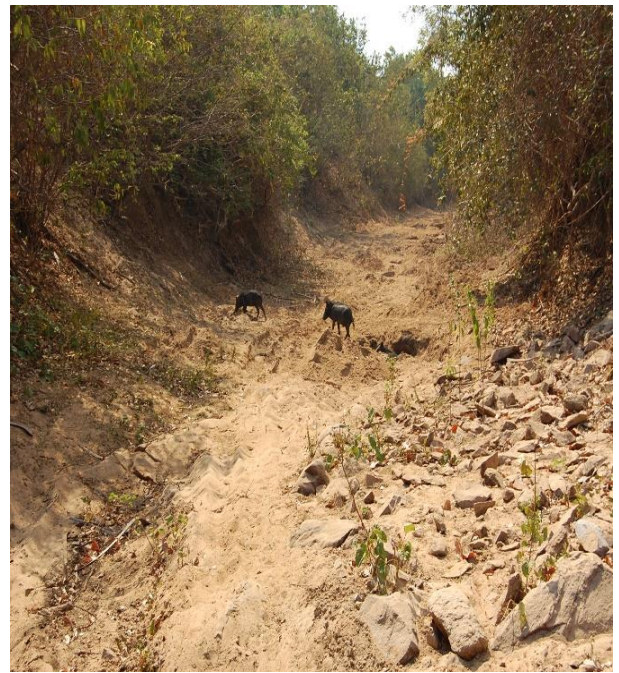


Base de dados: ANA(2013); CPRM (2005); DSG (1973); IBGE (2016)

4.1.3 Setorização em Cursos da Bacia do Rio Portinho

Com relação à definição dos cursos do rio determinou-se como alto curso o trecho que se inicia na Lagoa Grande em Bom Princípio do Piauí a 80 metros de altitude na formação geológica Serra Grande, a partir de onde o rio percorre um trajeto de aproximadamente 12 km indo até à estrada de ferro na localidade Lagoa Escura, ainda neste município. Neste trecho ocorre a presença de afloramentos de rochas cristalinas na primeira metade dessa parte, enquanto no trecho seguinte o leito está coberto de sedimentos arenosos com pontos de afloramento de rochas cristalinas. Torna-se importante ressaltar que nesta área do alto curso os leitos do Portinho e de seus afluentes se encontravam totalmente secos nos mês de outubro de 2016, como se observa na figura 9.

Figura 9: Leito dos riachos Canto do morro e do Açude formadores do rio Portinho no alto curso da bacia



Fonte: Tarcys Mesquita, Out. (2016).

O médio curso inicia-se no ponto de cruzamento da estrada de ferro na localidade Lagoa Escura, perfazendo um percurso de aproximadamente 18 km de extensão se estendendo até às proximidades da localidade Olho D' água. Essa área da bacia hidrográfica encontra-se praticamente em sua totalidade formada pelo Grupo Barreiras, estando neste trecho os

tabuleiros litorâneos, assim como leitos mais arenosos em que a drenagem está cortada por estradas vicinais sem a construção da devida canalização para dar passagem aos fluxos fluviais, conforme pode ser verificado na Figura 10 e que tem ocasionado no impedimento da passagem da água e sua chegada na lagoa do Portinho.

Figura 10: Leito do rio Portinho no médio curso (A) e estrada vicinal sobre o leito do rio Portinho(B).



Fonte: Tarcys Mesquita, out. (2016).

O baixo curso, foi definido neste trabalho iniciando à montante da Lagoa do Portinho, estando em parte drenando o grupo Barreiras e outro trecho ora cortando dunas, ora sendo por elas recoberto. Insere-se nesse curso o seu afluente de maior vazão, o Riacho Brandão; a Lagoa do Portinho e a localidade Portinho, onde se observou apenas filetes de água no leito do rio que vai até à foz no braço do rio Igaráçu, já na baía de Amarração que sofre total influência marinha durante as marés altas, conforme pode-se verificar na Figura 11.

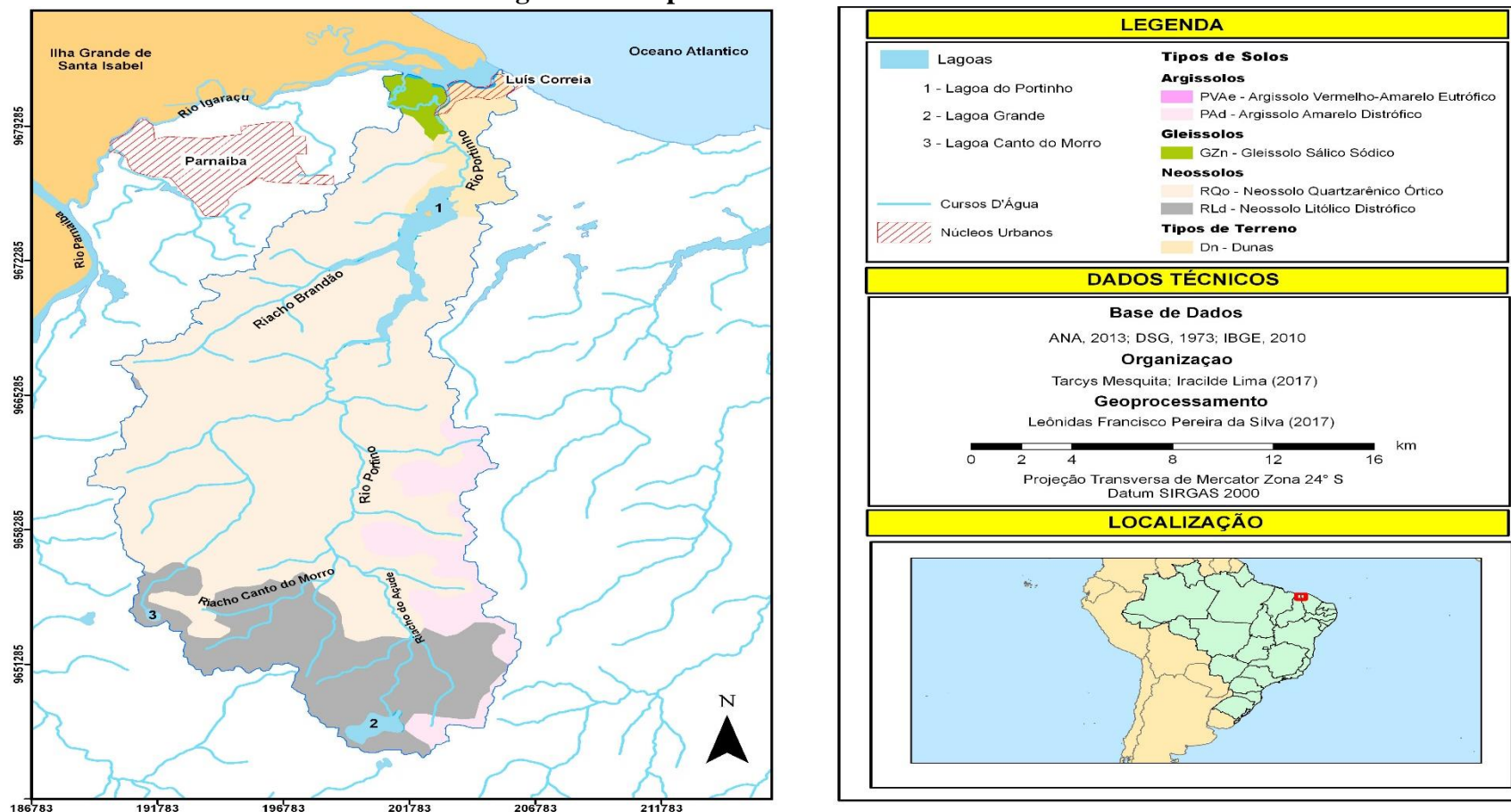
Figura 11: Fotografia mostrando filetes de água no leito do rio à montante da Lagoa do Portinho e Salinas à jusante da lagoa.



Fonte: Tarcys Mesquita (2016).

Quanto aos solos, a bacia está basicamente composta por argissolos, gleissolos e neossolos, assim como da presença de dunas, principalmente em seu baixo curso. É importante destacar que a predominância da área é de solos do tipo neossolos quartzarênico órtico, onde sua presença surge e segue do alto ao baixo curso da bacia do Portinho, como se observa na figura 12.

Figura 12: Mapa de solo da Bacia do rio Portinho



Base de dados: ANA (2013); DSG (1973); IBGE (2010).

4.1.4 Cobertura vegetal da Bacia do Rio Portinho

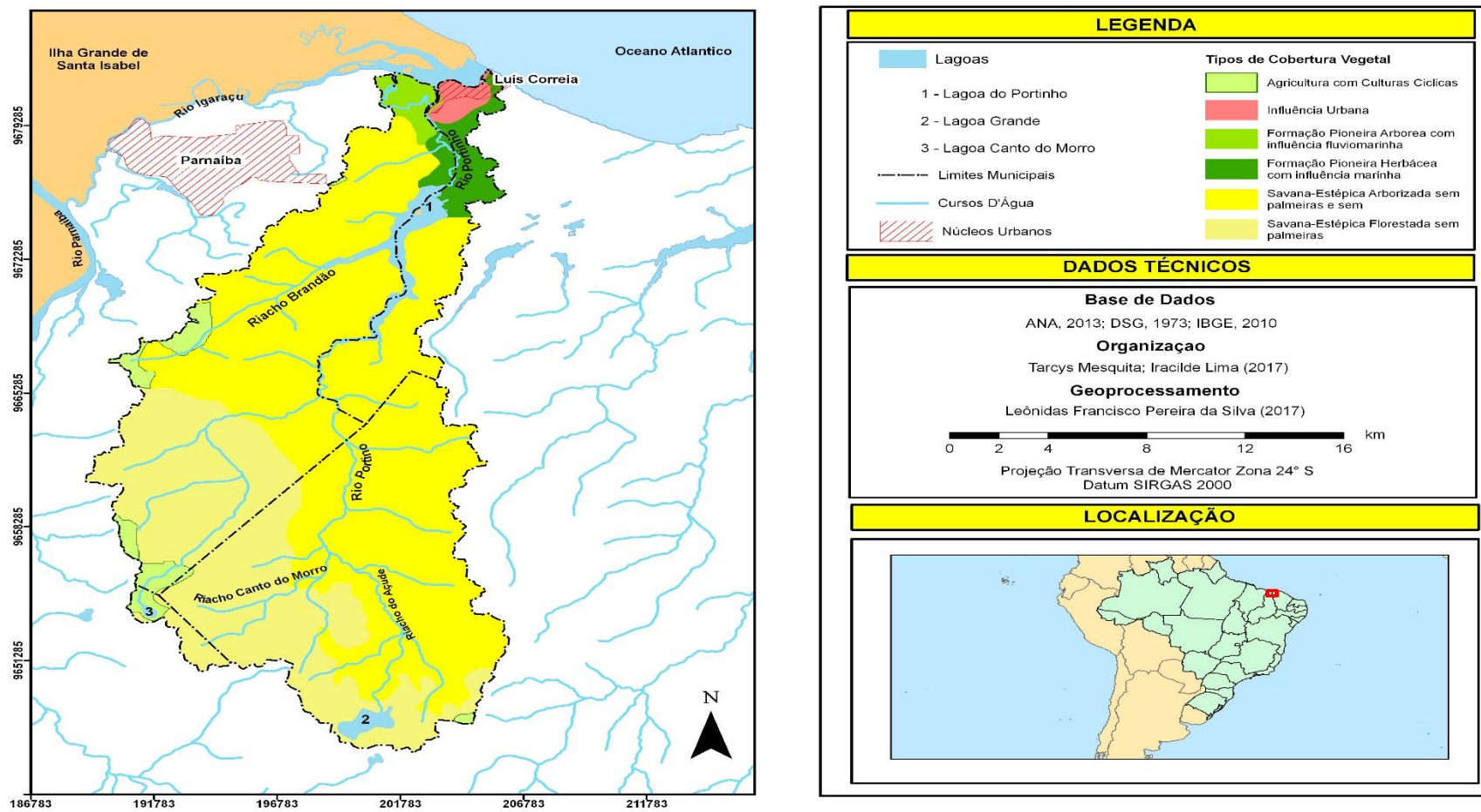
Com relação à cobertura vegetal, Santos-Filho et al. (2010) coloca que em vários pontos nos municípios de Parnaíba e Luiz Correia são constituídos por comunidades herbáceas que cobrem áreas dunares em processo de estabilização e áreas de dunas pleistocênicas. Este autor destaca que as

“comunidades são formadas por várias espécies como: Blutaparon portulacoides (A.St.-Hil.) Mers, Elephantopus hirtiflorus DC, Heliotropium polyphyllum Lehm., Commelina erecta L., Ipomoea asarifolia (Desr.) Roem. & Schult., Remirea maritima Aubl., Chamaesyce hyssopifolia (L.) Small, Chamaecrista hispidula (Vahl) H.S. Irwin & Barneby, Chamaecrista racemosa (Vogel) H.S. Irwin & Barneby, Zornia sericea Moric., Portulaca umbraticola Kunth, Richardia grandiflora Britton e Hybanthus calceolaria (L.) Schulze-Menz” (SANTOS-FILHO et al. 2010, p. 221-222).

Estudos detectaram variações na cobertura vegetal da região, constituída por formações arbóreas, arbustivas (frutícetos inundáveis e não inundáveis) e campos abertos ou fechados (variação de densidade de herbáceas) (SANTOS-FILHO et al. 2010; SANTOS-FILHO et al. 2013).

Na bacia hidrográfica a distribuição da vegetação no meio ambiente está relacionada a fatores climáticos, às características fisiográficas do terreno e às atividades antrópicas. Neste caso, ocorrem grandes alterações na cobertura vegetal devido ao clima dessa área ter como principal característica a sazonalidade com duas estações climáticas bem definidas, uma estação seca e outra chuvosa. Outro fator que contribui para essa espacialização da vegetação é a presença de variados tipos de solo (Figura 13).

Figura - 13: Mapa de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Portinho



Base de dados: ANA (2013); DSG (1973); IBGE (2010).

Essas alterações são decorrentes da má distribuição da chuva no tempo e no espaço durante o ano, onde se observa índices pluviométricos distintos entre duas estações, verão (chuvoso) e inverno (seco), proporcionando rápidas respostas às mudanças ambientais.

Quanto à área da vizinhança da Lagoa do Portinho, Santos-Filho et al. (2013, p. 39) identificou que parte dessa área pode ser representada

[...] como um fruticeto não inundável e parte como um campo. Esta área apresenta manguezais próximos, situados no entorno do rio Portinho, além de avizinhar-se com a lagoa formada pelo barramento deste rio, provocado pela dinâmica das dunas.

Fruticeto em uma formação onde prevalecem a Formação Pioneira Arbustiva é constituída por plantas de habito predominantemente arbustivo com altura variando entre menos de 1 metro e mais de 2,5 metros.

Percebe-se que nos municípios de Parnaíba e Luís Correia, predominam os tipos de vegetação de restinga e de caatingas, enquanto na área de Buriti dos Lopes e Bom Princípio do Piauí encontram-se campo cerrado e caatingas, como se observa no quadro 3:

Quadro 3: Características da cobertura vegetal e solos na Bacia do Rio Portinho.

Município	Vegetação	Solos
Parnaíba	Mangue, restingas e caatinga arbustiva.	Areias quartzosas distróficas solos aluviais eutróficos e laterita hidromórfica associados a latossolos vermelho-amarelo distróficos.
Luís Correia	Restinga, vegetação de dunas e caatinga arbórea e arbustiva.	Areias quartzosas marinhas, areias quartzosas distróficas e solos aluviais eutróficos.
Buriti dos Lopes	Campo cerrado, caatinga arbustiva e arbórea e floresta secundária mista.	Areias quartzosas distróficas solos litólicos, laterita hidromórfica e latossolos vermelho-amarelo distróficos.
Bom Princípio do Piauí	Campo cerrado e caatinga arbustiva e arbórea.	Areias quartzosas distróficas solos litólicos, laterita hidromórfica e latossolos vermelho-amarelo distróficos.

Fonte: Adaptado de CEPRO (2013)

4.2 Aspectos da ocupação e usos da terra atuais na Bacia Hidrográfica do Portinho

O conjunto de atributos naturais e culturais associados às atividades socioeconômicas da faixa litorânea, no qual se encontra o médio-baixo e baixo curso do rio Portinho, tem lhe possibilitado tornar-se um dos grandes atrativos para constante processo de ocupação pelos mais diversos produtores e consumidores do espaço.

O crescimento populacional, atrelado às diferentes formas de apropriação do espaço, resulta na estruturação de um ambiente com baixa qualidade ambiental, em que não são respeitadas as legislações vigentes.

O processo de uso e ocupação dos espaços litorâneos, de certa forma incentivado pelo poder público por meio de subsídios e diversos investimentos, tem contribuído para intensificar a sua crescente exploração e também sua valorização. Ressaltam-se, que as formas pioneiras de ocupação humana nestas áreas, não provocaram grandes alterações ao ambiente natural, já que aqueles possuíam limitado poder de transformação. No entanto, a situação foi se modificando com o passar dos tempos, expondo as fragilidades dos ambientes litorâneos diante das novas formas de uso da terra.

A bacia hidrográfica do Portinho de forma semelhante à muitas outras bacias litorâneas do Brasil, tem sido objeto de diversas intervenções em função das atividades humanas, ao passo que transformam os elementos geocológicos em sócio-reprodutores. A execução de muitas dessas atividades (mineração, pecuária, irrigação de pequenas até grandes culturas, além de atividades cotidianas das populações ribeirinhas como a lavagem de roupas e a recreação) geralmente está associada à inadequada utilização comprometendo os recursos hídricos. Todas essas atividades têm sua parcela de contribuição para a modificação da qualidade ambiental da área, embora traga crescimento econômico e algum retorno financeiro.

No caso da bacia do rio Portinho, as mudanças e alterações estão trazendo efeitos que se refletem de forma negativa ao ambiente natural, como a erosão na área das margens, assoreamento, mobilização de dunas, impermeabilização do solo, e degradação das margens fluviais e lacustres.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, observando-se os dados do Quadro 4 é possível identificar-se que mesmo não tendo ocorrido um grande incremento populacional, estimado em média de 3,08%, menor incremento para Buriti dos Lopes (1,8%) e maior incremento para Luís Correia (4,06%), no entanto, nos últimos anos, percebe-se que houve um aumento das atividades e uso da área da bacia hidrográfica do rio Portinho.

Verifica-se também que somente Parnaíba, o município mais populoso da área dessa bacia hidrográfica, tem sua população urbana bem superior à população rural, enquanto nos demais municípios predomina a população rural. Principalmente por essa razão, pode-se inferir que o uso da terra de forma tradicional se faz com menor expressão em Parnaíba (Quadro 4).

Quadro 4: Dados de população dos Municípios da Bacia Hidrográfica do rio Portinho

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO Ano 2010				POPULAÇÃO ESTIMADA PARA 2015	Incremento populacional estimado (%)	IDH-M PNUD Ano 2010	
	Urbana (hab)		Rural (hab)	Total (hab)				Total (hab)
Parnaíba	137.485	94,35%	8.220	5,65%	145.705	149.803	2,81	0,687
Luís Correia	12.645	44,51%	15.761	55,49%	28.406	29.558	4,06	0,541
Buriti dos Lopes	10.294	53,96%	8.780	46,04%	19.074	19.415	1,8	0,565
Bom Princípio do Piauí	1.654	31,18%	3.650	68,82%	5.304	5.497	3,64	0,532
TOTAL	162.078	81,65%	36.411	18,34%	198.489	204.273		-

Fonte: IBGE (2010, 2016); CEPRO (2013).

Essas variáveis são responsáveis pela perda e redução dos recursos naturais, promovendo assim o desequilíbrio ambiental, além de acarretar modificações nos sistemas naturais, causando consequências negativas sobre os mesmos e para a própria sociedade. Neste sentido, considerando os sistemas como um complexo integrado, qualquer intervenção, seja ela natural ou social, altera a organização dos elementos envolvidos, causando um rearranjo de suas partes (CARVALHO e RODRIGUES, 2004).

Com relação ao índice de qualidade de vida dessa população no ano de 2010 para a área da bacia, encontrava-se em maior nível o município de Parnaíba em relação aos demais municípios, os quais encontravam-se abaixo do estágio considerado mediano, o que pode ser considerado apenas regular (IBGE, 2010, 2016; CEPRO, 2013). Os valores desse índice indicam que Parnaíba se encontra com melhores serviços de saúde e educação, em relação aos demais municípios pertencentes a essa bacia hidrográfica.

Conforme o novo manual técnico do IBGE (2013), é de suma importância e necessidade o conhecimento sobre o uso da terra, o qual visa garantir a sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas. No que se refere ao uso da terra, dentro do diálogo sobre desenvolvimento sustentável, merecem destaque: as referências aos fatores que levam à mudanças e à expectativa da justiça ambiental devido aos diferentes interesses sobre os recursos naturais.

Ao enfatizar o uso da terra, neste trabalho, voltado para os recursos naturais incluindo os aspectos ambientais e socioeconômicos, é de suma importância que se compreenda e defina os termos Uso da Terra e Cobertura da Terra. O Uso da terra está associado às atividades conduzidas pelo homem, enquanto o termo Cobertura da Terra, diz respeito aos elementos da natureza. Embora ambos tenham certa relação, os mesmos costumam ser utilizados como sinônimos (IBGE, 2013).

Com o estudo da cobertura e as formas de uso da terra objetivou-se realizar uma análise comparativa e verificar se as formas de uso implicaram ou implicam no avanço do desequilíbrio ambiental.

A organização do espaço, no que concerne ao uso e ocupação da terra, recorrentemente produz efeitos ambientais, traduzidos por problemas de desgaste dos recursos naturais, sobretudo os renováveis, produzindo impactos socioambientais e provocando a diminuição da qualidade ambiental, que revela relação direta com o estado de conservação da vegetação.

Utilizando-se das informações no que se referem ao recente processo histórico de ocupação da bacia e dos condicionantes socioeconômicos que materializaram tal processo, faz-se necessário entender como a sociedade, por meio do desenvolvimento de numerosas

atividades socioprodutivas, se utilizou dos elementos da natureza, e de que forma se utilizou, usufruindo ou negligenciando as potencialidades que ela oferece e que consequências e/ou modificações foram causadas nesses elementos.

As classes atribuídas à cobertura e ao uso da terra se relacionam entre si e costumam ser aplicados alternativamente. Geralmente, as atividades humanas estão diretamente relacionadas com o tipo de revestimento do solo, cobertura vegetal e atividades agropecuárias (IBGE, 2013).

Os principais problemas oriundos das formas inadequadas do uso e ocupação da terra, além de instabilidades da própria natureza, tem provado sérios problemas econômicos e sociais às comunidades urbanas e rurais. Com base nos estudos realizados, constata-se em todos eles a ação do homem como principal agente e responsável pelo aumento na devastação do meio, assim como as próprias mudanças naturais que o ambiente sofre.

Com base nos estudos de Galvão (2015), pode-se observar que as atividades mais recentes como o represamento de água para atividades de criação de peixes e demais finalidades têm causado grande impactos sobre a redução do espelho d'água da lagoa do Portinho associada à redução da pluviometria nas últimas décadas, ocorrendo também na sub-bacia do riacho Brandão seu afluente de maior vazão.

As marcas da ação do homem na área de estudo são identificadas através do desmatamento da cobertura vegetal, do manejo realizado de forma totalmente inadequado dos solos e dos recursos hídricos, da caça predatória, da prática de queimadas em diversas localidades, mineração e despejo de lixo, como se observa na Figura (fotografias) 14.

Figura 14: Fotografia de usos inadequados do solo nas margens do rio e da lagoa do Portinho



Área de mineração no entorno da Lagoa do Portinho



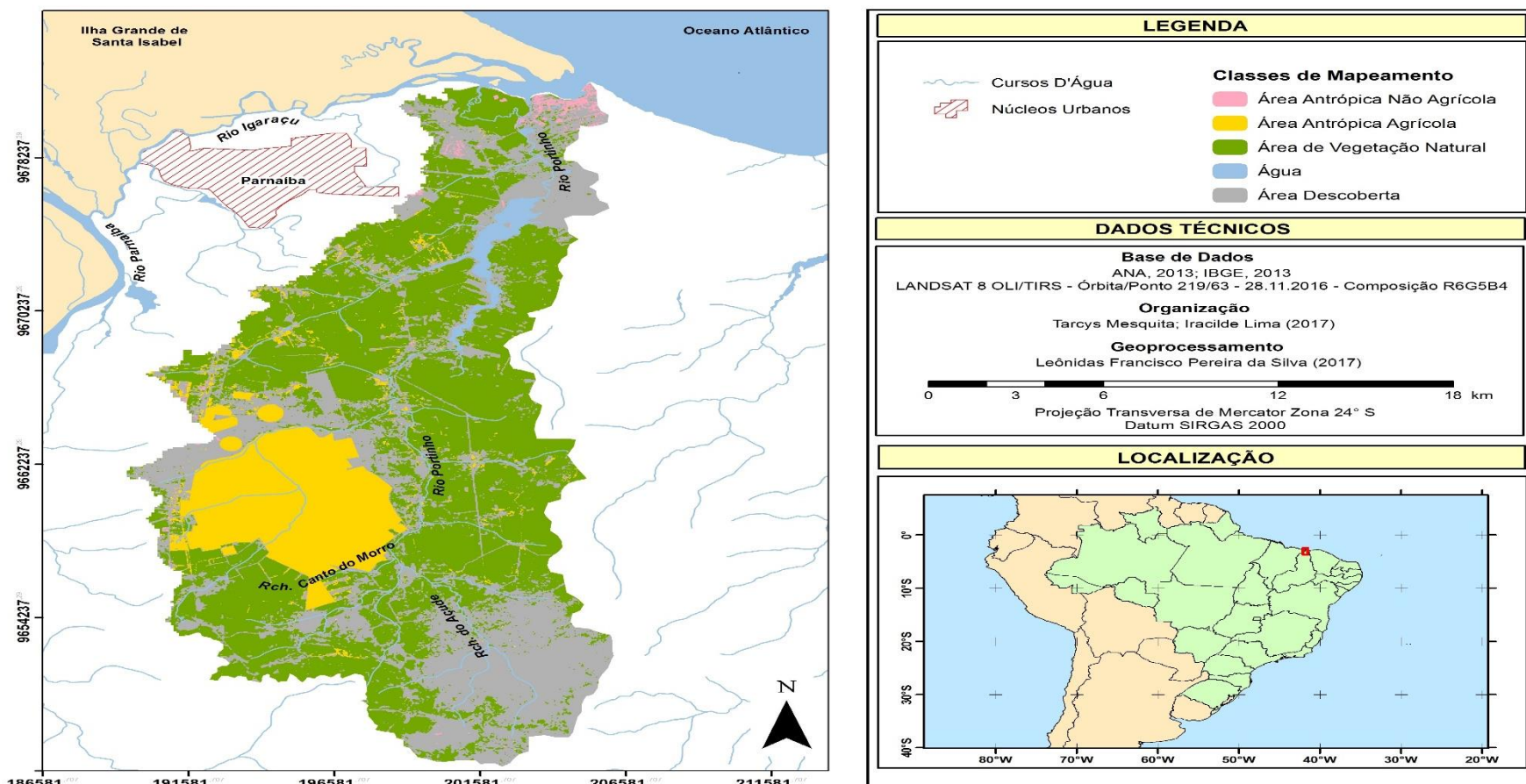
Lixo no entorno do leito do rio Portinho

Fonte: Tarcys Mesquita, out. (2016).

Observando a textura visual da imagem de satélite (figura 15) para toda a área da bacia hidrográfica, estima-se que a mesma possui um meio físico-natural ainda relativamente conservado, embora já apresentando várias alterações que, em sua maioria, podem estar ligados diretamente ao uso recente da terra e da água.

Percebeu-se a existência de um grande perímetro de irrigação na área desta bacia, estando ao sul do município de Parnaíba e ao norte de Bom Princípio do Piauí, o que corresponde aos tabuleiros litorâneos. Ressalta-se que o suprimento hídrico desta área irrigada é feito através do rio Parnaíba, mas que tais usos da terra incidem sobre a dinâmica natural da bacia hidrográfica do rio Portinho. Existe também usos agrícolas ao longo de toda bacia, sobretudo nas proximidades do leito do rio Portinho e dos riachos afluentes, apesar de menores proporções se comparado aos tabuleiros (Figura 15).

Figura 15: Mapa de uso e cobertura da terra atual



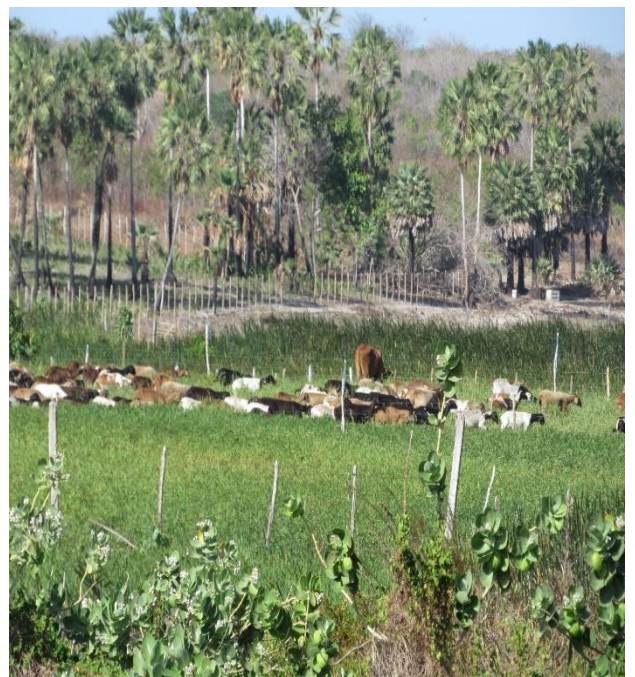
Fonte: LANDSAT 8 OLI/TIRS – Órbita/Ponto 219/63 (2016); ANA (2013); IBGE (2013)¹.

¹ O termo área descoberta para o mapa de uso e cobertura abrange áreas em que a vegetação é rala e quase inexistente, como em Bom Princípio do Piauí, assim como também inclui áreas de dunas como na região de Luís Correia e áreas com a presença da ação humana como ocorre nas proximidades dos tabuleiros.

A agropecuária é uma das principais atividades identificadas ao longo de toda a área da bacia, inclusive utilizando a vegetação dos leitos como pastagens para os animais (Figura 16). Um dos métodos mais antigos e ainda utilizados nas atividades agropastoris é a queima da vegetação para o plantio e criação de rebanhos. As queimadas se tornam frequentes, principalmente no período de setembro a novembro. O homem assume papel principal, pois, em sua maioria, as queimadas são provocadas pelos mesmos com o intuito de limpar a terra para o plantio, porém, às vezes, as queimadas fogem do controle assumindo grandes dimensões. A combinação da baixa umidade, a alta temperatura e os ventos são fatores determinantes para que ocorram as queimadas fora do controle.

Os desmatamentos e, conseqüentemente, a realização das queimadas acarretam desequilíbrios ambientais muitas vezes irreversíveis na paisagem. Eles intensificam os processos erosivos, os impactos negativos na biodiversidade do local e altera o ciclo hidrológico, resultando, assim, em uma perda na qualidade de vida da população local e ambiental. Como coloca Assis (2010), ao afirmar que os impactos negativos proporcionados pela ação antrópica de forma direta e, de forma indireta como o assoreamento, queimadas, desmatamento, têm reflexos nas escalas que variam do mais próximo ao mais distante, na escala da sustentabilidade local e global.

Figura 16: Fotografia de queimadas e atividades agropastoris nas margens e no leito do rio Portinho no médio-baixo curso



Fonte: Tarcys Mesquita, out. (2016).

Dentre as consequências negativas locais vinculados ao turismo e à recreação (Figura 17), destaca-se a intensificação do deslocamento das areias sobre a lagoa, também influenciada pelos passeios sobre as dunas móveis. É impactante também o uso com a finalidade de represar canais fluviais visando a piscicultura e a irrigação.

Figura 17: Fotografias de balneários e bares nas margens do rio Portinho na localidade Olho D'água e da lagoa do Portinho



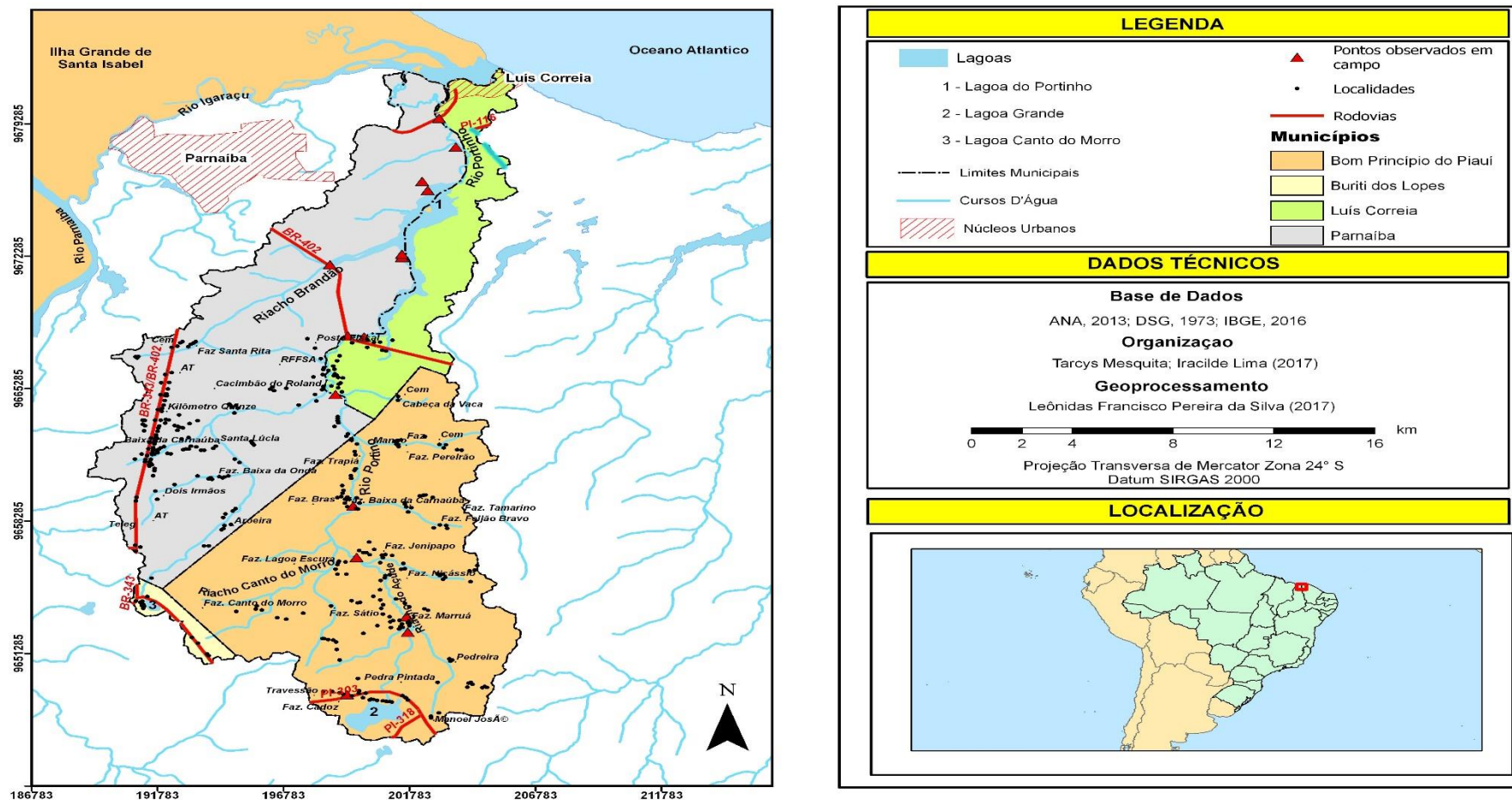
Fonte: Tarcys Mesquita, out. (2016).

Dentre os problemas ambientais causados pela prática de turismo, pode se dizer que estes, estão vinculados ao desenvolvimento de núcleos urbanos e a atividades como passeio de veículos sobre as dunas e corpos hídricos como a Lagoa do Portinho, ocupações residenciais de diversas tipologias, construção de áreas de lazer, instalações comerciais, estruturação de rodovias pavimentadas e vias de acesso secundárias, o crescente incremento de construção de segundas residências, além da retirada de sedimentos para a construção civil, como tem ocorrido na área da lagoa do Portinho (figura 14).

Estas condições de uso do ambiente refletem-se diretamente na intensificação da manutenção das dunas que atualmente se encontra barrando também a principal via de acesso à lagoa do Portinho, assim como a redução do uso da água dessa bacia hidrográfica, necessitando, portanto, de programas de educação ambiental e de disciplinamento do uso da lagoa e seu entorno para que possam ser reduzidos os impactos negativos sobre o ambiente.

Observando a figura 18 e contrapondo com o mapa de uso e cobertura (figura 15), percebe-se que área rural da bacia encontra-se bastante ocupada e povoada, principalmente em sua margem esquerda que engloba os municípios de Parnaíba e Bom Princípio do Piauí, caracterizando-se assim por várias alterações do ambiente natural que, em sua maioria, estão ligadas diretamente à concessão e implantação de vias de acesso, principais eixos de uso/ocupação e que muitas vezes introduzidas sem um devido estudo e planejamento ambiental, acabam por incidir na drenagem dos cursos d'água que as mesmas cruzam.

Figura - 18: Mapa das localidades e rodovias da bacia hidrográfica do rio Portinho



Fonte: INPE, 2015; IBGE (2015).

Esses usos, sem o devido planejamento ambiental na organização/reorganização do espaço, contribuem para atrair populações e gerar uma ocupação e uso desordenado, o que implica em situações de vulnerabilidade e soterramentos ou transformações dos canais fluviais e lagoas, como se observa no painel de fotografias (Figura 19).

Figura 19 – Painel de fotografias mostrando o panorama da redução da água no rio e na Lagoa do Portinho em seu baixo curso nos anos de 2014, 2015 e 2016 e comparativo com 1996



Fonte: Tarcys Mesquita (2014; 2015; 2016).



Fonte: F. S. Santos-Filho, Jul. (1996).

Quanto ao uso da terra, com base nos dados do IBGE (2005) e da CEPRO (2013), observa-se a quantidade produzida e a área colhida dos cinco produtos que apresentam maior expressão na produção da lavoura temporária, dos municípios que se encontram na bacia hidrográfica do rio Portinho, nos anos de 2004 e 2011² (Quadro 05).

Destaca-se a produção de mandioca, com quase 10 toneladas por hectare, tendo em vista que os principais produtores são os municípios onde a população se encontra praticamente em sua maioria na zona rural. Enfatiza-se, assim, a necessidade de um manejo adequado do solo, para evitar ocorrer, além da erosão, o assoreamento de canais fluviais na área da bacia, dentre outros impactos socioambientais negativos que podem ser causados por essa atividade econômica.

Nestes quatro municípios as culturas agrícolas predominantes nos anos de 2004 e 2011 são as de arroz, feijão, mandioca e milho, com destaque ainda para Luís Correia que tem uma produção relevante de batata doce e para Parnaíba com a produção de melancia.

Com relação à essas atividades econômicas, pode-se destacar também o aumento da produção de algumas culturas agrícolas no ano de 2011 em relação a 2004, em detrimento da diminuição de outras, demonstrando que a produção que teve um aumento significativo e com redução de áreas colhidas, pode ter havido o incremento da tecnologia para alcançar tais resultados, assim como também nas áreas onde houve o aumento da área colhida e uma menor produção, pode ter ocorrido o uso de técnicas de manejo e uso tradicional do solo.

² Estes anos foram escolhidos por estarem dentro do período em que se observou uma constante redução do índice pluviométrico e conseqüentemente a redução da água na lagoa do Portinho.

Essa perspectiva de modernização agrícola e aumento da produção, corrobora com pesquisas realizadas por Aguiar; Monteiro (2005) no cerrado piauiense, onde as mesmas constataram uma certa uniformidade entre os produtores quanto à busca por alta eficiência e rendimento da cultura, haja vista a assistência técnica ser utilizada por 100% dos empreendedores agrícolas, demonstrando sua importância para a elevação da produtividade. Os dados mostraram que o progresso econômico consiste como principal objetivo desses produtores, que vislumbram o lucro imediato, confirmando que na região prevalece o crescimento econômico em detrimento do desenvolvimento com sustentabilidade.

Quadro 5: Quantidade produzida e área colhida da lavoura temporária, nos municípios presentes na área da bacia hidrográfica do rio Portinho, nos anos de 2004 e 2011

Município	Cultura	Quantidade Produzida (t)		Área Colhida(ha)	
		2004	2011	2004	2011
Luís Correia	Arroz	11	42	35	42
	Batata doce	105	25	15	05
	Feijão	321	757	2.660	2.688
	Mandioca	16.170	24.000	2.310	2.400
	Milho	644	2.176	2.685	2.720
Parnaíba	Arroz	326	207	157	75
	Feijão	248	96	620	240
	Mandioca	4.200	2.140	420	214
	Melancia	5.700	4.500	190	150
	Milho	148	140	603	200
Buriti dos Lopes	Arroz	9.580	8.785	2.530	2.028
	Feijão	214	161	475	596
	Mandioca	6.600	6.300	550	700
	Milho	276	410	614	781
Bom Princípio do Piauí	Arroz	0	15	0	15
	Feijão	164	333	2.045	2.773
	Mandioca	9.954	26.950	1.422	2.695
	Milho	308	2.091	2.054	2.788

Fonte: IBGE (2005); CEPRO (2013).

A essa prática agrícola tradicional, associa-se o recente uso da água do rio Portinho, principal afluente que desagua na lagoa do Portinho, através do barramento de seu canal, o que conforme Galvão (2015), contribuiu de forma decisiva para a escassez de água na lagoa em 2015 e 2016.

Este uso da água, corrobora com Paula (2004) quando o mesmo afirma que não deve ser desconsiderado, mesmo que em pequenos cursos fluviais, a instalação de barragens pode comprometer as áreas à jusante destas podendo vir causar a interrupção do fluxo fluvial de saída (competência); a interrupção do fluxo de sedimentos de fundo e em suspensão (cargas sólidas) podendo causar um “déficit” de sedimentos à jusante do barramento ou na linha de costa e conseqüentemente um assoreamento à montante do barramento.

O barramento de cursos fluviais compromete também o fluxo de nutrientes dissolvidos na água, que pode comprometer a biodiversidade do sistema fluvial, lacustre e flúvio-marinho. De certa forma, a mudança na dinâmica fluvial causada pelas alterações de caráter natural e/ou antrópico (as barragens, por exemplo) ocasionam interferências na fisiografia de uma bacia (PAULA, 2004).

Quanto às barragens construídas no rio Portinho, Galvão (2015) em pesquisa realizada ao longo do curso deste rio, constatou a existência de duas formas de barramento de água, uma em forma de barragem com comportas removíveis (A, B) na parte mais jusante do rio e outra de passagem molhada (C) mais a montante em relação à primeira, como mostra a figura 20.

Figura 20: Barramentos no rio Portinho no médio-baixo curso

Fonte: Galvão (2015)

A drenagem superficial, entretanto, que antes se processava de modo natural, hoje se encontra alterada em razão das negativas e recorrentes interferências antrópicas em seu percurso. Nas lagoas, açudes e rios que se interligam para formar o rio principal, também tem ocorrido desmatamentos das matas ciliares, aterramentos indiscriminados; implantação de estradas vicinais sobre leito e margens e etc., muitas das quais sem licença ambiental.

Apesar dos barramentos das águas, foi possível também notar em campo que o rio se encontrava seco já desde às suas nascentes, muito distante ainda das barragens, o que demonstra que estas incidem sobre a atual situação da lagoa do Portinho, mas que não são somente elas a causa principal, tendo em vista que as nascentes do rio que está à montante dos represamentos encontram-se completamente secos, corroborando assim com a tese de que a redução das

precipitações implicam de forma mais enfática sobre as causas da escassez de água na bacia em detrimento das barragens, o que não significa dizer que estes represamentos não estejam isentos de causar consequência, como observou Galvão (2015).

Em monitoramento realizado por Galvão (2015) nas proximidades das barragens, o mesmo identificou que toda a água de montante estava ficando armazenada durante o período chuvoso do ano de 2015, presumindo ele que somente por volta de abril de 2015 as comportas destas foram abertas, atendendo à notificação de órgão público aos proprietários. Este estudo considerou que, estando as chuvas abaixo dos níveis esperados, associou-se a esse fato a existência dessas barragens ao longo do rio Portinho tendo como consequência o baixo nível da água em 2014 e sua seca total em 2015.

Outro aspecto que merece atenção é a incapacidade de órgãos governamentais em atender à demanda de serviços de transporte, habitação, saneamento, saúde e educação, ocasionando assim uma situação lamentável que incide sobre a degradação ambiental, causando complicações e prejuízos consideráveis, acentuado pelo processo de urbanização, de atividades turísticas e de lazer desordenados, levando assim à destruição de áreas de interesse ecológico (CAVALCANTI, 2000).

Desta forma, é possível afirmar que os impactos na área da bacia e conseqüentemente na lagoa do Portinho decorrem de uma série de fatores, destacando-se aqueles relacionados à diminuição da pluviosidade, aumento da temperatura e da evaporação, e a ação do homem sobre o meio através de construções irregulares (casas, estradas.), assim como de barragens privadas para fins de irrigação e piscicultura, principalmente.

4.3 Dinâmica das condições ambientais na bacia hidrográfica do rio portinho, problemas hidroambientais e possibilidades

Ao considerar as características de população, os aspectos sociais, as atividades econômicas e as características ambientais da bacia, percebe-se uma variedade de usos que integram esta área e se materializam como pressões ambientais. O aumento populacional, e como tem se visto nas localidades rurais, se constitui em um agravante ao espaço natural e, conseqüentemente, na dificuldade da manutenção das características naturais.

Os usos mencionados, podem afetar a qualidade ambiental da bacia e comprometer conseqüentemente a qualidade das águas da mesma, uma vez que é preciso destacar que várias partes da bacia já se encontram desprovidas de vegetação em função dos usos agrícolas. Desta forma, a ausência de cobertura vegetal, associada à tipologia dos solos da bacia, levará à maior

velocidade de escoamento e erosão, menor quantidade de água armazenada no solo, trazendo prejuízos a esta bacia. É importante ressaltar que a área da bacia encontra-se com baixa pluviosidade durante quase todo o ano, possibilitando assim a formação de dunas com areia proveniente do spray marinho carregado pelo vento seco na direção oceano-continente.

As formas de uso e ocupação da terra inadequados nas margens das lagoas e dos rios acabam por incidir na qualidade ambiental da área. Desta forma, faz-se necessário uma fiscalização e controle sistemático das formas de uso e ocupação da área, visto que já se trata de uma área de tensão ambiental natural.

A instalação de vias de acesso sejam elas federais, estaduais e/ou municipais permitiram a abertura de caminhos para novas ocupações, uma vez que as zonas de expansão dos núcleos populacionais que tiveram uma ocupação mais imediata são justamente as localizadas próximas às rodovias/PI/avenidas, onde as faixas de terras possibilitaram o surgimento e formação de núcleos ou o crescimento de outros.

Dentre os principais fatores desencadeadores de desequilíbrio ambiental na área em estudo, pode-se destacar, as ocupações inadequadas em setores vulneráveis ambientalmente; degradação de matas ciliares; assoreamento ou aterramento de lagoas; poluição difusa e pontual; impactos da mineração clandestina, são alguns dos problemas que afetam e impactam a bacia hidrográfica do Portinho. Arelado a esses processos, tem-se na área em apreço, a atividade turística atuando como um importante setor econômico que se encontra em franca expansão, devido principalmente, a sua diversidade paisagística. Por conseguinte, tal tendência de crescimento tende a continuar e a ser incrementada neste setor com mais efetividade, pois é decadente o fluxo turístico neste ambiente.

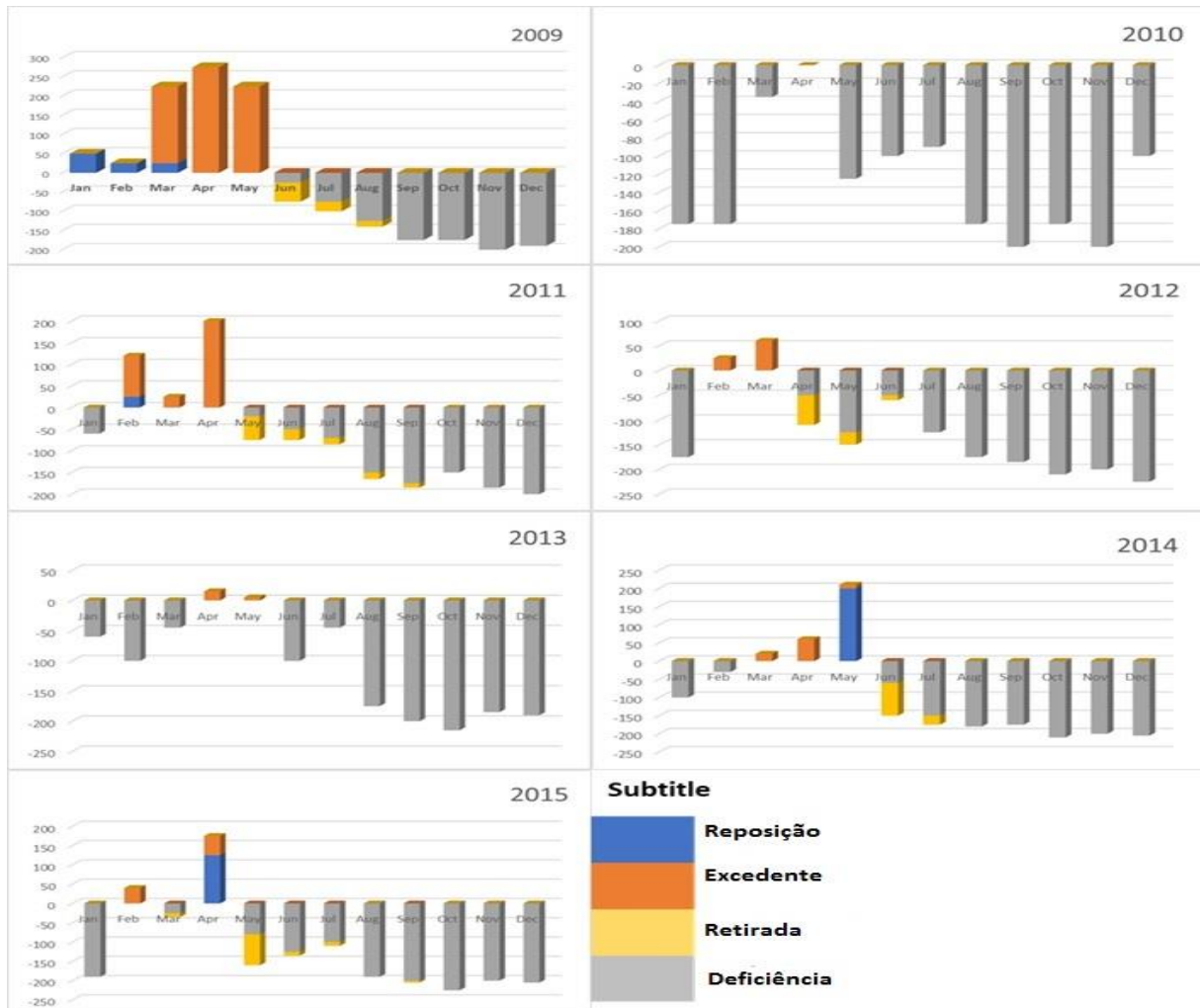
Merecem ênfase também os desmatamentos indiscriminados que vêm causando sérios danos ambientais nos mais diversos ambientes naturais da bacia. É evidente que a vegetação primitiva encontra-se fortemente descaracterizada e devastada em praticamente todas as partes da bacia hidrográfica, com destaque para o médio curso pelo fato da presença dos tabuleiros litorâneos, sendo fruto do intenso processo de uso e ocupação da terra, com destaque para os setores da agropecuária

Verifica-se portanto que a bacia hidrográfica do rio Portinho está passando por intervenção antropogênica consideráveis a partir das atividades de usos atuais, com destaque para as atividades agropecuárias e pecuária extensiva.

É notório enfatizar que a redução da pluviosidade (Figura 21) se destaca como fator primordial ao se falar da atual situação da bacia do Portinho e da lagoa em questão, pois as constantes reduções dos índices pluviométricos nas últimas décadas foram fundamentais para

os problemas hidrológicos que assolam a bacia associada aos usos atuais da terra e da água, tendo em vista que essa bacia é abastecida principalmente pela pluviosidade.

Figura 21: Balanço hídrico climatológico de Parnaíba referente aos anos de 2009 a 2015



Fonte: Adaptado de Bastos (2009; 2010; 2011; 2012)

Observando estes dados é perceptível a existência da deficiência hídrica entre Junho e Dezembro ocorrente em todos os anos e se levarmos em consideração também os meses de Janeiro e Maio, percebe-se que houve uma ampliação do período de estiagem de 7 para 9 meses em praticamente todos os anos, com destaque para a terrível anomalia de 2010 no qual houve apenas deficiência hídrica.

Nota-se através desses balanços hídricos o intenso déficit hídrico para Parnaíba, o que demonstra que os problemas hidrológicos para a região do Portinho estão intrinsicamente relacionados à redução dos índices pluviométricos e que se tornaram mais intensos nos últimos anos em virtude dos atuais usos da terra e da água para a área da bacia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados neste trabalho podem ser considerados um alerta para a tendência atual de aumento do uso da água e ocupação da terra de forma desordenada, nos municípios que se encontram na bacia hidrográfica do rio Portinho. Em anos recentes (2009-2016) esses aspectos apontam para sérios problemas hidroambientais nessa bacia hidrográfica, com maior visibilidade sobre a Lagoa do Portinho.

Essas considerações corroboram as constatações feitas pelos estudos recentemente desenvolvidos sobre o litoral piauiense que indicam que historicamente, essa lagoa tem representado um grande atrativo a visitas e a prática de lazer e recreação, principalmente pela sua beleza cênica, além da base de sustentação econômica para as populações tradicionais da área. Ressalta-se também que não só as reduções dos índices pluviométricos e o avanço de dunas móveis em direção à lagoa, mas também as práticas inadequadas de uso da água desse sistema fluvial vem resultando numa grande diminuição da vazão do rio Portinho, culminando praticamente na extinção permanente dessa lagoa, fato que ocorreu entre os anos 2010 a 2016.

A análise dos dados disponíveis sobre as atividades, bem como as observações realizadas em trabalhos de campo na bacia do rio Portinho, das fotografias e dos mapas gerados nesta pesquisa possibilitaram a identificação das características e problemas atuais enfrentados no ambiente. Considerou-se, ainda, a possibilidade de que foram mais intensos os impactos hidroambientais negativos aqueles gerados a partir do uso da água e da terra nessa bacia hidrográfica na última década, de forma desordenada, do que os usos tradicionais, principalmente porque se associaram à significativa redução dos índices pluviométricos anuais nessa área.

Neste sentido, considerando o desequilíbrio atual do sistema fluvio-lagunar presente na bacia do Portinho, sugere-se a priorização de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para a área, no intuito de definições mais precisas das potencialidades e vulnerabilidades ambientais, de forma a atender as necessidades da população e a aplicação de práticas de desenvolvimento sustentável. Sugere-se, assim, que seja envolvido um programa de educação ambiental no conjunto das ações essenciais a serem desenvolvidas em toda a bacia hidrográfica do rio Portinho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE JR, Aderson Soares de; BASTOS, Edson Alves; BARROS, Alexandre Hugo Cezar; SILVA, Clescy Oliveira da; GOMES, Adriano Alex Nascimento; SOUSA, Carlos Ferreira de. **Classificação climática do Estado do Piauí**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio Norte. Documento 86, ISSN 0104-866X, Teresina - PI, 2004.
- ALBUQUERQUE; Emanuel Lindemberg Silva. **Avaliação das condições socioambientais em bacias hidrográficas costeiras**: contribuição ao ordenamento territorial do setor leste da região metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2015. 258 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza – CE, 2015.
- ASSIS; Edvania Gomes de. **A gestão social da água na sub-bacia hidrográfica do rio do Peixe**: semiárido paraibano, Recife. 2011. 157 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofias e Ciências Humanas – CFCH, Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE 2011.
- BASTOS, Edson Alves; Rodrigues, Braz Henrique Nunes; ANDRADE JR, Anderson Soares de. **Boletim agrometeorológico para o município de Parnaíba 1990-1999**. ISSN 0104-866X, Documentos Nº 46, EMBRAPA MEIO NORTE, Teresina-PI, novembro/2000.
- BASTOS, Edson Alves; Rodrigues, Braz Henrique Nunes; ANDRADE JR, Anderson Soares de. **Boletim agrometeorológico de 2014 para o Município de Parnaíba, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2015. 38 p. (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X; 235).
- BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. 2. ed. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1975.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico (1972). **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. In: **Cadernos de Ciências da Terra**, v. 13. São Paulo: 1972. p. 1-27.
- BRASIL. Ministério do Exército - Diretoria do Serviço Geográfico. Região Nordeste do Brasil. **Folha SA. 24-Y-A-IV Parnaíba**. [S. I]: SUDENE/DSG, 1972. Escala 1: 100.000
- BRASIL. Ministério do Exército - Diretoria do Serviço Geográfico. Região Nordeste do Brasil. **Folha SA. 24-Y-C-I Cocal**. [S. I]: SUDENE/DSG, 1972. Escala 1: 100.000
- BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; Silva, Antônio Soares da; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 269-300.

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado; SILVA, Antônio Soares. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, Antônio Carlos; GUERRA, Antônio José Teixeira. (Orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153-192.

CARVALHO, Osires; RODRIGUES, Flávio Nascimento. Recursos Hídricos e desenvolvimento sustentável: Escala de Necessidades Humanas e Manejo Ambiental Integrado. **GEOgraphia** – Revista da Pós-Graduação em Geografia da UFF, Niterói, ano 6, n. 12, 2004. p. 111-125.

CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Caracterização e análise das unidades geoambientais na planície deltaica do rio Parnaíba / PI**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Rio Claro - SP: UNESP, 1996.

CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Impactos e condições ambientais da zona costeira do estado do Piauí**. 2000. 363 f. Tese (doutorado) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro -SP, 2000.

CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. Análise integrada das unidades paisagísticas na planície deltaica do rio Parnaíba - Piauí/Maranhão. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, 3(6): 105-118, 2004.

CODEVASF/PLANAP - Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (relatório final). **Plano de Ações Estratégicas da Bacia do Parnaíba**. Brasília - DF, 2006. 130p.

CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia Fluvial. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, p. 211-252.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974, 1980.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Geomorfologia Fluvial. In: **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. p. 65-101.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil – **Base Geológica do Piauí**. 2006.

FUNDAÇÃO CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. **Macrozoneamento Costeiro do Estado do Piauí: Relatório Geoambiental e Socioeconômico**. Teresina, 1996.

FUNDAÇÃO CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. **Identificação das potencialidades econômicas e áreas carentes de qualificação de mão-de-obra no Estado do Piauí**. Teresina, Piauí (2007).

FUNDAÇÃO CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. **Diagnóstico Socioeconômico dos Municípios**. Teresina, Piauí (2013).

GALVÃO, Valdecir. **Parecer técnico científico** (Ofício Lagoa Livre). Promotoria de Justiça do Estado do Piauí, comarca de Parnaíba. Parnaíba, 2015.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. Degradação ambiental. **In: Geomorfologia e Meio Ambiente**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 337-379.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA & GUERRA – **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Editora Bertrand Brasil, 2008.

IBGE. **Produção agrícola municipal – 2005 (Luís Correia, Parnaíba, Bom Princípio do Piauí e Buriti dos Lopes)**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=220570&search=piaui|luis-correia|infograficos:-informacoes-completas>>. Acesso em 20/02/2016.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=22>>. Acesso em: 20/01/2016.
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base Cartográfica Contínua do Brasil – 1:250.000**. Brasil, 2015.

IBGE. **Estimativa de população, 2016**. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_tcu.shtm>. Acesso em: 20/01/2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAIS - INPE. **Parnaíba, 2015**. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/index_pt.php>. Pedido 1065188, Acesso em: 05/12/2015.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS- INPE. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 05/12/2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **BDMEP - Série Histórica - Dados Mensais**. Brasil, 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 03/02/2016.

LANA, Cláudio Eduardo; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim. Níveis de base fluvial: síntese dos principais condicionantes e dinâmica de instalação. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research médium**. Uberlândia, v.3, n.1, p.102-122, jan./jun. 2012.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. **Morfodinâmica e meio ambiente na porção centro-norte do Piauí, Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2013.

MARTINS FILHO, Jorge. O PRODETUR e a produção do espaço no litoral do Piauí. In: XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina. 2013. **Anais do XIV EGAL**. Lima: UGI-Perú, 2013.

Malha municipal, disponível em:

(ftp://geofpt.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/Leia-me_Malha_2015_final.pdf), acesso em 20/04/2016.

Declividade, disponível em: (<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.11.19.24/doc/publicacao.pdf>), acesso em 25/06/2016.

Vegetação (IBGE), disponível em: (http://dados.gov.br/dataset/cren_vegetacaosa24), acesso em: 22.05.2016.

MESQUITA, Tarcys Klébio da Silva. A produção do espaço geográfico em Coqueiro, Luís Correia-PI, a partir das segundas residências. **In: XIV Simpósio Nacional de Geografia Urbana – Fortaleza - CE. Anais do Simpósio Nacional de Geografia Urbana (SIMPURB 2015), ISBN 9788542007565, UFC, Fortaleza – CE, 2015. 22 p.**

MENDES JUNIOR, Julimar Quaresma. **Os ocupantes da Lagoa do Portinho, Piauí, Brasil: os artefatos em ambiente dunar.** 2011. 147 f. Dissertação (mestrado em antropologia e arqueologia) - Programa de Pós-graduação em Arqueologia e Antropologia, Universidade Federal do Piauí, 2011.

MONTEIRO, Carlos Augusto de. **Geossistemas: a história de uma procura.** São Paulo: Contexto, 2000.

MORAES, Antônio Carlos Robert. **Contribuição para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro.** São Paulo: Annablume, 2007.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do. **Recursos Hídricos e desenvolvimento Sustentável: Manejo Geoambiental na Sub-bacia do Baixo Pacoti – CE.** Dissertação (Mestrado em Geografia). UECE, Fortaleza: 2003.

PAULA, Jorge Eduardo de Abreu. – **Dinâmica e Evolução Ambiental do Baixo Curso do Rio Cauipe, Caucaia-Ceará.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará-UECE. Fortaleza, 139p, 2004.

PAULA, Jorge Eduardo de Abreu. **Dinâmica morfológica da planície costeira do Estado do Piauí: evolução, comportamento dos processos costeiros e a variação da linha de costa.** 2013. 247 f. Tese (doutorado) – Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

PORTAL CIDADE VERDE. **Duna interrompe acesso e Lagoa do Portinho entra em abandono,** Teresina-PI, 2015. Disponível em: <<http://cidadeverde.com/parnaiba/73631/duna-interrompe-acesso-e-lagoa-do-portinho-entra-em-abandono>>. Acesso em 20/12/2015.

PORTAL MEIO NORTE. **Barragens acumulam água de chuva e impedem cheia da Lagoa do Portinho,** Teresina-PI, 2015. Disponível em: <<http://www.meionorte.com/blogs/bomdiameionorte/barragens-acumulam-agua-de-chuva-e-impedem-cheia-da-lagoa-do-portinho-312464>>. Acesso em: 08/06/2015.

PORTAL PHB. **Iniciativa Privada põe à mão na massa para revitalizar a Lagoa do Portinho**, Parnaíba, 2016. Disponível em: <<http://portalphb.com.br/?pg=noticia&id=1388>>. Acesso em: 20/03/2016.

PROPARNÁIBA. **Barragens secaram Lagoa do Portinho, afirma pesquisador**. Parnaíba-PI, 2015. Disponível em: <<http://www.proparnaiba.com/redacao/2015/05/barragens-secaram-lagoa-do-portinho-afirma-pesquisador.html> >. Acesso em: 02/06/2015.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia Ambiente e Planejamento**. Contexto, São Paulo, 1990.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da. A classificação das paisagens a partir de uma visão Geossistêmica. **MERCATOR**, Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01, 2002

SANTOS-FILHO, Francisco Soares. **Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do Estado do Piauí**. 2009. 120 f. Tese (Doutorado em Botânica). Programa de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SANTOS-FILHO, Francisco Soares; ALMEIDA Jr, Eduardo Bezerra de; SOARES, Caio Jefiter dos Reis Santos; ZICKEL, Carmen Sílvia. Fisionomia das restingas do Delta do Parnaíba, Brasil. In: **Revista Brasileira de Geografia Física**, p. 218-227, 2010.

SANTOS-FILHO, Francisco Soares; SOARES, Ana Flávia Cruz Leite; ALMEIDA JR, Eduardo Bezerra de (Orgs). **Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas**. Curitiba, PR: CRV, vol. 2, 2013.

SOUSA, Roneide dos Santos. **Planície costeira do estado do Piauí: mapeamento das unidades de paisagem, uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental**. 2015. 138 f. Dissertação (Mestrado em geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2015.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: Souza, M.J.N. et al. (Orgs.) **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Ed. FUNECE, 2000. p.13-98.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. São Paulo: IGEO/USP, 1977. 21p. (Métodos em Questão n. 16).

SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do nordeste. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Estado do Piauí**. Recife, 1990.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN. (Recursos Natural e Meio Ambiente),191p., (1977).

TUNDISI, José Galizia. **Águas no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2003.

VENTURI, Luis Antonio Bittar. O Papel da Técnica no Processo de Produção Científica. In. **Praticando a geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 13-18.