



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ- IFPI
CAMPUS TERESINA CENTRAL

ILDENILA CUNHA SILVA

**“IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PORTINHO,
NORTE DO PIAUÍ.”**

TERESINA, PIAUÍ

2019

ILDENILA CUNHA SILVA

“IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PORTINHO,
NORTE DO PIAUÍ.”

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ – IFPI
como requisito para aprovação na disciplina
TCC do curso de Tecnologia em Gestão
Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Érico Gomes Rodrigues.

TERESINA, PIAUÍ

2019

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico – IFPI
Biblioteca Dr. Francisco Montojos

Silva, Ildenila Cunha

Impactos ambientais na bacia hidrográfica do rio Portinho, norte do Piauí. /
Ildenila Cunha Silva. – Teresina : IFPI, 2019.
53f. : il..

Inclui bibliografia.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Bacia hidrográfica. 3. Erosão.
4. Impacto ambiental. I. Título.

CDD 628

Maria Rosismar Farias Costa – CRB3/631

ILDENILA CUNHA SILVA

“IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO PORTINHO, NORTE DO PIAUÍ”

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO PIAUÍ – IFPI como requisito para
aprovação na disciplina TCC do curso de Tecnologia em
Gestão Ambiental.

Teresina, 18 de fevereiro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

assinatura no original

Orientador: Prof. Dr. Érico Rodrigues Gomes
INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ – IFPI

assinatura no original

Prof. Dr. Paulo Borges da Cunha

assinatura no original

Prof. Dr. Mauro César de Brito Sousa

Agradecimentos

A elaboração deste projeto não teria sido possível sem a colaboração, estímulo e empenho de diversas pessoas. Gostaria, por esta razão, de expressar a minha imensa gratidão e apreço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta tarefa se tornasse uma realidade. A todos quero manifestar os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço a Deus por me privilegiar com a família maravilhosa que tenho, que me apoia e me ampara incondicionalmente. Meus pais e meus irmãos, meus eternos agradecimentos!

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Érico Gomes Rodrigues. Obrigada por ter proporcionado minha participação no programa PIBIC e garantir que este trabalho acontecesse.

Agradeço também a Professora Doutora Bruna Iwata. Obrigada pelas orientações e sugestões, ainda que de maneira informal, mas que foi de grande valia e muito contribuiu para concluir este projeto.

Agradeço aos colegas Caio Nikolas Amorim e Natanael Araújo pela confecção dos mapas apresentados neste trabalho.

Agradeço à amiga Naara Araújo pelo seu companheirismo, apoio e prontidão nos meus momentos de atribulação. Sou imensamente grata!

Agradeço aos meus queridos amigos Fabiane Alves e Paulo Soares Jr. que fisicamente não podem estar próximo, mas que há tantos anos se mostram presentes em minha vida: amigo não precisa estar, precisa ser. Obrigada por incentivarem e acreditarem nos meus sonhos e projetos!

Por fim, agradeço à Mylena Araújo, obrigada pelo seu apoio e confiança! Deixo aqui meu sincero agradecimento.

Muito obrigada a todos!

Resumo

A bacia hidrográfica do rio Portinho é uma bacia litorânea localizada na região norte do estado do Piauí, compreendendo os municípios de Parnaíba, Luís Correia, Buriti dos Lopes e Bom Princípio do Piauí. A área possui um grande valor socioeconômico e paisagístico, porém vem sofrendo varias intervenções antrópicas como o avanço da expansão urbana, agricultura e turismo sem o devido planejamento. Diante da relevância dos fatos envolvidos, este estudo teve como objetivo identificar os principais atividades antrópicas e seus efeitos na bacia hidrográfica do rio Portinho, mapeando os pontos mais afetados por elas. Os estudos foram realizados a partir de levantamentos bibliográficos, cartográficos, documentais e pesquisas de campo, com auxílio de técnicas de geoprocessamento para o mapeamento da área. Os resultados da pesquisa indicam para uma intensificação de uso e ocupação da área da bacia estudada, culminando em alterações na paisagem local e prejuízos sociambientais.

Palavras-chave: Gestão Ambiental; Bacia hidrográfica; Erosão; Impactos Ambientais.

Abstract

The hydrographic basin of the Portinho River is a coastal basin located in the northern region of the state of Piauí, comprising the municipalities of Parnaíba, Luis Correia, Buriti dos Lopes and Bom Princípio do Piauí. The area has a great socioeconomic and landscape value, however, it has undergone several anthropic interventions such as urban expansion, agriculture and unplanned tourism. In view of the relevance of the facts involved, this study aimed to identify the main anthropic activities and their effects on the Portinho River basin, mapping the most affected areas. The studies were carried out from field research and bibliographical, cartographic and documentary surveys, with the aid of geoprocessing techniques for mapping of the area. The results of the research indicate an intensification of use and occupation of the area of the studied basin, culminating in changes in the local landscape and socioenvironmental losses.

Keywords: Environmental Management; Hydrographic Basin; Erosion; Environmental Impact.

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO	9
2. JUSTIFICATIVA.....	11
3. OBJETIVOS	13
OBJETIVO GERAL	13
OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
Localização Geográfica	14
Características Física-Ambientais	15
Características Socioeconômicas	18
5. METODOLOGIA	21
6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	24
Bacia Hidrográfica	24
Erosão	26
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. INTRODUÇÃO

Desenvolvimento sustentável é um conceito que foi proposto pela “Comissão Mundial do Desenvolvimento e Meio Ambiente”, em 1987. Essa comissão foi formada em 1984 pela Organização das Nações Unidas, nela incluía 23 membros de 22 países. Em seu relatório final intitulado como ‘Nosso Futuro Comum’, definiu o conceito de desenvolvimento sustentável: “atender as necessidades da geração presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (BRAGA et al., 2005)

A política ambiental no Brasil a princípio era de caráter mais corretivo, sem um planejamento efetivo das autoridades públicas. Influenciada pelos movimentos ambientalistas europeus, a política ambiental brasileira passa a ter um caráter mais preventivo e em 1981 o Congresso Nacional aprova a Lei de n.º 6.938 que institui a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). A PNMA trouxe várias inovações, estabelecendo entre outras ações padrões de qualidade ambiental, a avaliação de impacto ambiental e o licenciamento ambiental. Também foram criados órgãos como Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional de Meio Ambiente.

De acordo com a Lei nº 6.938, da Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA, as bacias hidrográficas são consideradas as unidades geográficas ideais para o planejamento e zoneamentos ambientais, pois possuem características ecológicas, geomorfológicas e sócio-integradoras. Elas também são consideradas por muitos como unidade física ideal para o manejo e gestão ambiental, principalmente para a educação ambiental.

Tal gestão prevê uma articulação de informações pertinentes não somente à vazão dos cursos d’água e à qualidade da água, mas como também referentes à bacia hidrográfica como um todo, abordando os aspectos físicos, socioeconômicos e culturais da região. Tendo em vista que a gestão dos recursos hídricos está intimamente relacionada com a gestão do uso do solo, é necessário um planejamento territorial da bacia para assegurar seus importantes recursos naturais.

Bordallo (1995) afirma que a utilização da bacia hidrográfica, como unidade de estudo, para a gestão das distintas formas de atividade e uso das potencialidades ambientais, tem como finalidade projetar, interceder, executar e manusear as

melhores formas de apropriação e exploração de seus recursos naturais. Com isso, pode proporcionar-se o desenvolvimento econômico e social da respectiva população que usufrui do recurso, bem como a sustentabilidade, mitigando o impacto negativo na qualidade de vida.

A área da bacia hidrográfica do rio Portinho apresenta um importante valor paisagístico e geoecológico, integrando um conjunto de paisagens. Tem como principais cursos componentes o Rio Portinho e seu afluente, o Riacho Brandão. Estudos como o de Galvão (2015) e de Souza (2016), indicam que as intervenções antrópicas na região vêm causando alterações na dinâmica natural da bacia e assim, alterando sua paisagem e qualidade ambiental.

O presente trabalho teve como objetivo identificar as atividades antrópicas e seus efeitos na bacia hidrográfica do rio Portinho, mapeando os pontos mais afetados por elas. A pesquisa foi realizada a partir de levantamentos bibliográficos, cartográficos, documentais e pesquisas de campo, com auxílio de técnicas de geoprocessamento para mapeamento da área.

A identificação e mapeamento dos pontos mais afetados pelas atividades antrópicas na bacia do rio Portinho pode contribuir para o seu manejo integrado, promovendo e auxiliando na gestão sustentável do ambiente e assim, possibilitando desenvolvimento econômico e social da comunidade local e em estratégias de preservação dos recursos naturais.

2. JUSTIFICATIVA

A bacia hidrográfica do rio portinho está localizada na região norte do estado do Piauí, compreendendo os municípios de Parnaíba, maior proporção, parte de Luis Correia, parte de Buriti dos Lopes e parte de Bom Princípio do Piauí. A área possui um grande valor socioeconômico e paisagístico, visto que se encontra na região da planície litorânea piauiense. A área objeto de estudo desta pesquisa vem sofrendo várias intervenções antrópicas, estudos elaborados na bacia hidrográfica do rio Portinho apontam uma perda da vegetação nativa em consequência da prática da agricultura e avanço da expansão urbana, principalmente do município de Parnaíba.

Entre os municípios de Luis Correia e Parnaíba encontra-se a lagoa do Portinho, uma lagoa fluvial que tem como principal afluente o rio Portinho, nos limites entre esses municípios situa-se um campo de dunas móveis, margeando a lagoa, este responsável por barrar as águas do rio Potinho e assim dando origem a lagoa. A lagoa do Portinho tem sido alvo de muitas discussões nos últimos quatro anos devido ao baixo volume de água e perda do tamanho do espelho d'água, chegando ao ponto de sumir por completo no ano de 2016. Galvão, 2015, relatou em sua investigação a existência de barragens irregulares que por meio de diligência, realizada pelo Ministério Público, foi constatado a sua existência delas no interior de uma propriedade, uma em forma de barragem com comportas removíveis na parte mais jusante do rio, outra de passagem molhada mais a montante.

Conhecida por sua beleza cênica, a lagoa do Portinho tem sua relevância cultural e socioeconômica para a região, aqui se desenvolve atividades como o turismo, pesca artesanal e pecuária extensiva. As atividades antrópicas praticadas no entorno da lagoa vêm alterando sua paisagem, e, conseqüentemente acarretando impactos negativos no cotidiano das pessoas que a têm como fonte de renda.

De acordo com a Lei nº 6.938, da Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA, as bacias hidrográficas são consideradas as unidades geográficas ideais para o planejamento e os zoneamentos ambientais, pois possuem características ecológicas, geomorfológicas e sócio-integradoras. Desta maneira, torna-se pertinente conhecer as características de uma determinada bacia hidrográfica, direcionando assim para uma forma de uso e ocupação mais sustentável.

A referida bacia está inserida no território da planície litorânea do Piauí uma região considerada de grande potencial econômico, atividades como turismo e agricultura tem atraído investidores para a região e, como consequência, contribuindo para a sua expansão urbana (consequências do turismo). O presente estudo buscou identificar os principais impactos das atividades antrópicas desenvolvidas na bacia citada, podendo contribuir para o seu manejo integrado, promovendo e auxiliando na gestão sustentável do ambiente e assim, possibilitando desenvolvimento econômico e social da comunidade local.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL:

Identificar os impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas na bacia hidrográfica do rio Portinho.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Identificar as ações antrópicas na área da bacia hidrográfica do Portinho;
- Identificar os efeitos das atividades antrópicas na bacia;
- Mapear os pontos da bacia mais afetados pela interferência antrópica.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

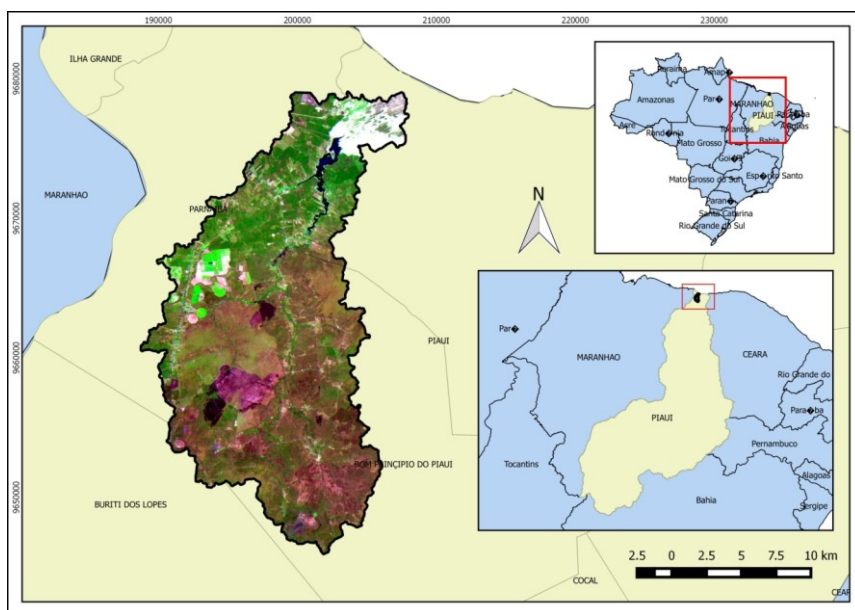
Localização Geográfica

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).

As bacias litorâneas piauienses constituem-se por um conjunto de pequenas bacias localizadas no extremo norte do estado, drenadas diretamente para o oceano, os principais rios dessas bacias são o rio Portinho, rio Camurupim, rio São Miguel e o rio Carpina (SOUZA, 2016).

A bacia hidrográfica do Rio Portinho compreende os municípios de Parnaíba, maior proporção, parte de Luís Correia, parte de Buriti dos Lopes e parte de Bom Princípio do Piauí (figura 01). Possui área e perímetro aproximado de 393 km² e 153 km, respectivamente, sua foz vai de encontro ao tributário do rio Parnaíba, o rio Igarçu, que posteriormente unem-se as águas do oceano Atlântico. (SOUZA, 2016).

Figura 1- Mapa de localização da bacia do rio Portinho.



Caio Nikolas Amorim da Silva, 2017.

Características Física-Ambientais

O rio Portinho tem suas nascentes no município de Bom Princípio do Piauí, sendo que o riacho seu principal formador nasce na lagoa Grande, no município de Bom Princípio do Piauí. A rede de drenagem do rio Portinho apresenta padrão paralelo, com baixa sinuosidade ao longo de todo seu percurso, apresenta terrenos de plano a suave, ondulados em sua maioria, somando-se a isso uma baixa capacidade do rio principal de entalhar terrenos sedimentares (Figura 03). (MESQUITA, 2017).

O clima da área em estudo é classificado como do tipo Aw' - Clima Tropical Chuvoso, com temperatura do ar média de 26,7°C quente e úmido, segundo a classificação de Koppen. (BASTOS, 2011). O período chuvoso inicia-se na segunda quinzena do mês de dezembro com chuvas de pré-estação e prolonga-se até o mês de maio, tendo os meses mais chuvosos de Janeiro a Abril. O déficit hídrico está condicionado no início de Agosto a Janeiro, particularmente durante os meses de temperaturas mais elevadas, época em que ocorre maior retirada de água do solo, superando desta forma o excedente hídrico (BASTOS, 2011).

Em relação à base geológica observa-se que as unidades litoestratigráficas como as demais bacias litorâneas do Piauí, 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. 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) (MESQUITA, 2017).

No seu baixo curso, o rio Portinho 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 (MESQUITA, 2017). Para

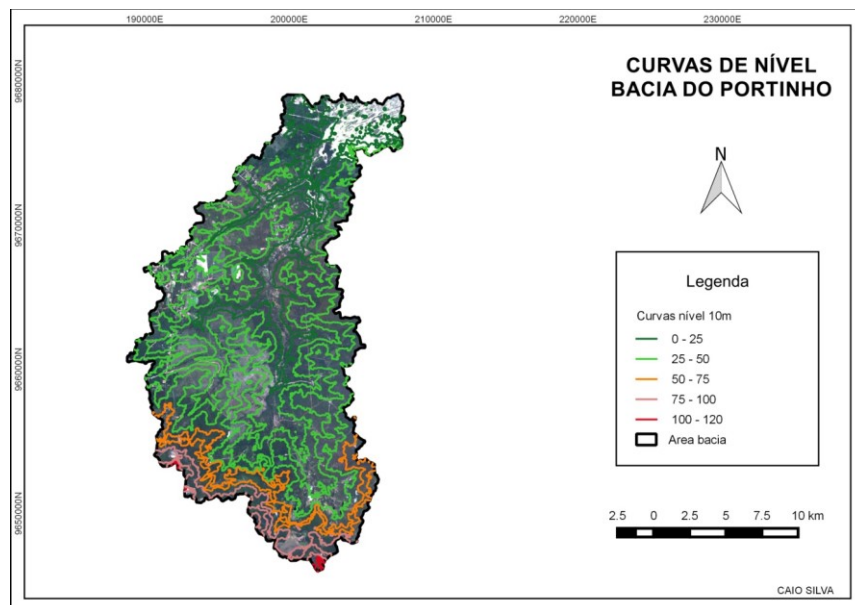
Paula, 2013, estas dunas móveis representam depósitos eólicos, que na área em questão encontram-se sem vegetação, fato este que intensifica a ação dos ventos.

Em relação 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 vai do alto ao baixo curso da bacia do Portinho (MESQUITA, 2017)

Percebe-se que nos municípios que integram a bacia predominam os seguintes tipos de vegetação (CEPRO, 2013):

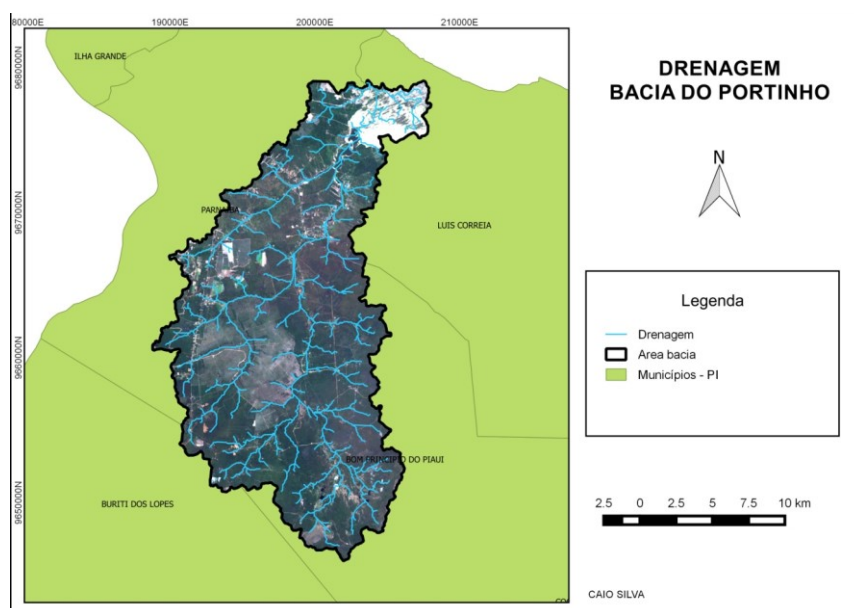
- Parnaíba: Mangue, restingas e caatinga arbustiva.
- Luís Correia: Restinga, vegetação de dunas e caatinga arbórea e arbustiva.
- Buriti dos Lopes: Campo cerrado, caatinga arbustiva e arbórea e floresta secundária mista.
- Bom Princípio do Piauí: Campo cerrado e caatinga arbustiva e arbórea.

Figura 2- Mapa de Curvas de Nível da Bacia Hidrográfica do rio Portinho.



Autor: Caio Nikolas Amorim da Silva, 2017.

Figura 3- Mapa de Drenagem da Bacia Hidrográfica do rio Portinho



Autor: Caio Nikolas Amorim da Silva, 2017.

Características Socioeconômicas

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 (MESQUITA, 2017)

Com relação às características socioeconômicas da região da planície litorânea, 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).

As atividades econômicas desenvolvidas na nos municípios da bacia hidrográfica do rio Portinho são a agricultura, criação de gado de forma extensiva, a carcinicultura e o turismo. 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 (MESQUITA, 2017).

Características Socioeconômicas dos Municípios integrantes da Bacia do rio Portinho:

BURITI DOS LOPES

Área da unidade territorial (IBGE, 2017) 689,234 km² e uma população de 9.074 pessoas para o ano de 2010 (último censo).

Referente à educação, em 2015, os alunos dos anos iniciais da rede pública da cidade tiveram nota média de 4.2 no IDEB. Para os alunos dos anos finais, essa nota foi de 3.8.

Para o ano de 2015, Buriti dos Lopes registrou um PIB per capita de R\$ 6.935,20 e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) referente ao ano de 2010 de 0.565. O salário médio mensal, em 2016, era de 1.8 salários mínimos, a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 5.6% e, considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 55.5% da população nessas condições.

A taxa de mortalidade infantil média na cidade é de 9.55 para 1.000 nascidos vivos. As internações devido a diarreias são de 1.2 para cada 1.000 habitantes.

Apresenta 31.4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 68.6% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

BOM PRINCÍPIO DO PIAUÍ

Possui uma População 5.304 pessoas (o último censo 2010) No setor educação, o município possui taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade de 97.7 %. Nota do IDEB do ano de 2015 para o anos finais do ensino fundamental foi 2.2.

Seu PIB per capita foi de R\$ 6321.55 no ano de 2010 e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,532 no ano de 2010. Em 2016, o salário médio mensal era de 1.6 salários mínimos, a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 6.4% e, considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 57.2% da população nessas condições.

A taxa de mortalidade infantil média na cidade é de 33.33 para 1.000 nascidos vivos. As internações devido a diarreias são de 2.2 para cada 1.000 habitantes. Apresenta 19.2% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 44.2% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0% de domicílios urbanos

em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

LUIS CORREIA

Área da unidade territorial 1.071,465 km² e população no ano de 2010 de 28.406 pessoas. Seu PIB per capita é de R\$ 7.926,17 e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) foi 0.565 no ano de 2010.

Em 2016, o salário médio mensal era de 1.3 salários mínimos e a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 8.9% e, considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 55.4% da população nessas condições.

Em 2015 os alunos dos anos iniciais da rede pública da cidade tiveram nota média de 3.6 no IDEB. Para os alunos dos anos finais, essa nota foi de 3.4. A taxa de escolarização (para pessoas de 6 a 14 anos) foi de 95.4 em 2010.

A taxa de mortalidade infantil média na cidade é de 6.7 para 1.000 nascidos vivos e as internações devido a diarreias são de 1.8 para cada 1.000 habitantes. Apresenta 16.6% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 24.1% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

PARNAÍBA

Área da unidade territorial é de 434,229 km², população 145.705 pessoas no ano de 2010 e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) para o ano de 2010 de 0,687.

O PIB per capita foi R\$11.983,14 no ano de 2015. Em 2016, o salário médio mensal era de 1.7 salários mínimos, a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 13.5% e, considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 45.1% da população nessas condições.

A taxa de mortalidade infantil média na cidade é de 14.69 para 1.000 nascidos vivos. As internações devido a diarreias são de 3.9 para cada 1.000 habitantes. Parnaíba apresenta 23.5% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 66.8% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 5.6% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

É importante ressaltar que no município de Parnaíba tem se desenvolvido atividades ligadas à agricultura orgânica através do Distrito de Irrigação Tabuleiros Litorâneos do Piauí (DITALPI). O Perímetro Irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí, subrogado ao Departamento Nacional de Obras Contra Secas – DNOCS, está localizado entre os Municípios de Parnaíba e Bom Princípio, com coordenadas geográficas de 2° 55' de latitude sul e 41° 50' de longitude oeste, ficando a 40 metros acima do nível do mar, cortado pela BR-343, que dá acesso à cidade de Parnaíba (16km) e a Teresina (330km). Seu suprimento hídrico é feito por meio do rio Parnaíba (perene) e os sistemas de irrigação utilizados no Perímetro são: 47,35% são irrigados por microaspersão, 34,05% por gotejamento e 18,60% por pivô central (MARTINS, 2013).

5. METODOLOGIA

O presente estudo trata de uma pesquisa de natureza descritiva, desenvolvida com embasamentos teóricos, visto na literatura, e observações *in loco* na área de estudo, portanto se caracterizando como pesquisa do tipo bibliográfica e estudo de campo.

Após a delimitação da área de estudo e definido os objetivos, a próxima etapa foi o levantamento bibliográfico. A pesquisa bibliográfica é uma etapa de suma importância no desenvolvimento da investigação científica, pois aqui se encontra as informações essenciais para as etapas seguintes: a elaboração dos mapas e visita de campo.

Foi realizado um levantamento bibliográfico de informações relacionadas à área delimitada para este projeto de pesquisa, bem como conceitos básicos tocantes a

problemática da pesquisa, nas mais diversas fontes: sites oficiais de órgãos públicos, artigos publicados, periódicos, diagnósticos, parecer técnico, relatórios, monografias, dissertações de mestrado, teses de doutorado e livros. Na revisão bibliográfica, destacam-se os autores Tercys Mesquita, Roneide Souza e Valdecir Galvão, os quais realizaram recentemente investigação científica com resultados relevantes sobre área de estudo aqui tratada.

Com o auxílio de conhecimento técnico em geoprocessamento, foi possível a confecção dos mapas temáticos representando a localização, curvas de nível, drenagem da bacia e dos pontos de solo desprotegido pontos de erosão em estradas da área objeto de estudo. Segundo Câmara e Davis 2011, pag 02:

Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional.

Para a elaboração dos mapas, os aspectos físicos e plani-altimétricos da bacia foram obtidos a partir de dados de imagens SRTM do site Topodata, os quais foram manipulados no ArcGIS 9.3 (ESRI), software financeiramente licenciado pelo Instituto Federal do Piauí. Foram utilizadas as imagem 02S42_ZN e 03S42_ZN de altitude e as 02S42RS e 03S42RS para relevo sombreado em uma resolução de 30 metros. Para definir a drenagem da bacia, foram obtidas a partir dos algoritmos do Spatial analysis tools, na ferramenta hidrology no ArcGIS 9.3 .

As imagens obtidas foram ajustadas para um sistema de coordenadas planas UTM de acordo com a localização da bacia do rio Portinho, sendo assim, a bacia objeto de estudo foi reprojetada para SIRGAS 2000 UTM 24S.

As curvas de Nível foram divididas de 10 em 10 metros e classificadas em cores que variam de vermelho, que representam regiões mais elevadas, até verde que simboliza as regiões de menor altitude.

Feito o levantamento de informações física-ambientais da bacia hidrográfica do rio Portinho, a etapa seguinte é a expedição de campo. Aqui serão observadas as formas de ocupação e as atividades antrópicas desenvolvidas na área estudada. A

realização dos trabalhos de campo é de fundamental importância para a análise, pois permite a verificação das informações constadas nas fases anteriores.

A etapa seguinte é o organizar as observações realizadas em campo e cruzar essas as informações com o levantamento bibliográfico relacionado à área e ao tema explorado nesta investigação. Após a análise dos dados, fez-se a identificação e mapeamento dos pontos mais afetados pelas atividades antrópicas praticadas na localidade.

6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Bacia Hidrográfica

Bacia hidrográfica pode ser definida como um conjunto de terras delimitadas por divisores topográficos localizados nas partes mais altas do relevo, drenadas por um rio principal e seus afluentes, onde as águas pluviais, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação do lençol freático e de nascentes, de tal modo que toda vazão efluente desse sistema seja descarregada por uma única saída (exutório), Barrella (2001). Uma bacia hidrográfica é uma rede de drenagem natural de um território, realizada por um rio principal e seus afluentes e subafluentes.

As bacias hidrográficas são receptoras naturais das águas das chuvas, as águas que se precipitam fora da área delimitada pelo divisor topográfico de uma determinada bacia não contribui para esta, e sim para a bacia adjacente. A precipitação efetiva, parcela da precipitação que chega até a superfície, que se abate sobre a área de uma bacia transforma-se em escoamento superficial e escoamento subterrâneo, a direção dessas águas é orientada pelo relevo do terreno, a água sempre corre na direção do terreno mais alto para o mais baixo, e assim os cursos d'água formam uma rede hidrográfica (SILVEIRA 2002)

Conforme Tucci; Mendes (2006), as características principais de uma bacia hidrográficas são a área de drenagem, o comprimento do rio principal, a declividade da bacia e declividade do rio. Outros aspectos relevantes de uma bacia é o seu tempo de concentração, que é o tempo que uma gota de água leva para escoar superficialmente o ponto mais distante da bacia até a seção principal; e o tempo de retorno, que é o tempo, em estimativa de probabilidade, de que um determinado nível ou vazão seja igualado ou superado num ano qualquer. Por exemplo, o tempo de retorno de 10 anos significa que, em média a cheia pode se repetir a cada 10 anos ou, em cada ano, tem 10% de chance de ocorrer.

A rede hidrográfica é composta por vários cursos de água. Os canais menores sem tributários, formados pelas nascentes, se caracterizam como rios de primeira ordem. A união de dois ou mais canais de primeira ordem corresponde aos rios de segunda ordem, os de terceira ordem são os formados pela união de dois ou mais de segunda ordem, e assim sucessivamente até chegar ao rio principal, que este

pode ter uma ordem de dezenas. Essa classificação para cada curso de água seguindo uma ordem crescente é chamada de hierarquia fluvial de uma bacia hidrográfica (SANTOS, 2004).

Segundo Tucci; Mendes (2006), as características principais de um rio são o nível e a profundidade da água, a cota do fundo, os leitos maior e menor, a declividade do rio e a vazão. O nível de água se refere a altitude da água correspondente a um datum, a profundidade se refere a distância entre a superfície e o fundo do rio e a cota do fundo de uma seção é o seu ponto inferior na seção. O leito menor é a parte do rio onde o mesmo escoar na maioria do tempo e o leito maior é quando o rio escoar durante as enchentes mais raras. A vazão de um rio é a quantidade de água que passa na seção por unidade de tempo, normalmente utiliza-se m³/s ou l/s como unidade de medida para esse parâmetro. Em geral os rios possuem sua extensão dividida em três trechos: um trecho superior onde a declividade não é muito grande, seguido por um trecho médio de grande declividade e no seu trecho inferior em que a declividade é pequena onde o rio tende a meandrar.

A paisagem de uma bacia hidrográfica é dividida, normalmente, em três zonas hidrogeodinâmicas (HOLLANDA et al. 2012):

Zonas de Recarga: São normalmente áreas com solos profundos e permeáveis, com relevo suave, sendo fundamentais para o abastecimento dos lençóis freáticos e exercem uma grande influência sobre a redistribuição da água das chuvas, por essa razão, é fundamental manter a vegetação nativa dessas áreas. Atividades como pecuária e agricultura pode provocar a compactação do solo impermeabilizando-o, reduzindo drasticamente a infiltração, e a agricultura com uso indiscriminado de agrotóxico pode contaminar o lençol freático.

Zonas de erosão: As zonas de erosão encontram-se imediatamente abaixo das áreas de recarga, onde se distribuem as vertentes em declives e comprimentos de rampas favoráveis a processos erosivos, e que podem ser acelerados pelo uso impróprio do solo. Nessa zona é permitido o cultivo, desde que técnicas de controle de erosão sejam implantadas com o intuito de reduzir o escoamento superficial e elevar a infiltração. Essas áreas são as principais contribuintes para o carreamento

de sedimentos para os cursos de água e reservatórios podendo causar assoreamento e elevação da turbidez das águas superficiais, com consequências adversas, tais como a diminuição da profundidade dos rios, o aumento das perdas hídricas (evaporação) e até o desaparecimento de nascentes.

Zonas de sedimentação: Segmento mais baixo das bacias hidrográficas, são as planícies fluviais, vulgarmente denominadas várzeas, que constituem a zona de sedimentação nas bacias hidrográficas. Essas áreas são propícias para atividade agropecuária, porém deve ressaltar o fato de serem áreas de inundações dos rios em épocas de cheias, pondo risco a infraestrutura. As zonas de sedimentação possuem lençol freático próximo a superfícies, por isso é necessário cuidados quanto à instalação de fossas sépticas e uso de agroquímicos.

Toda ocorrência de eventos em uma bacia hidrográfica, de origem antrópica ou natural, interfere na dinâmica desse sistema (SANTOS, 2004). Com bases nos conceitos acima citados, infere-se que a forma, o uso e ocupação de uma bacia tem interferência direta nos elementos importante do ciclo hidrológico, como infiltração, escoamento e taxas de evapotranspiração. As modificações nas suas variáveis tem influência na quantidade e qualidade da água disponível bem como permite interpretar, ainda que parcialmente, a soma de eventos ocorridos nela. Por essa peculiaridade, as bacias hidrográficas são consideradas uma unidade de gestão.

Erosão

O termo erosão originou-se segundo Zachar (1982), do latim, do verbo *erodere*, que significa escavar. A erosão é um processo natural, no qual fenômenos da natureza atuam na formação do solo, porém este processo é acelerado por meio de atividades antrópicas que quebram a harmonia entre o processo de formação do solo e o seu desgaste, desta forma desencadeando impactos negativos, sociais e ambientais (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990). Segundo Pruski (2009), erosão consiste no processo de desprendimento e arraste das partículas do solo, ocasionado pela ação da água e do vento, constituindo a principal causa da degradação das terras agrícola.

A erosão natural ou geológica é o desgaste da superfície da terra por água, gelo ou outros agentes naturais, sob condições de meio ambiente natural em termos de clima e vegetação, sem perturbações provocadas pelo homem, sendo possível estabelecer o ciclo dessa formação de erosão. Erosão acelerada ou induzida é muito mais rápida que a natural, primariamente como resultado da influência das atividades do homem, ou, em alguns casos, de animais. (ACIESP, 1972).

O processo erosivo pode ser classificado de acordo com seu agente causador (PRUSKI, 2009). Erosão Hídrica é causada pela chuva e pelo escoamento superficial, sendo afetada por grande número de agentes naturais e antropogênicos. (ACIESP, 1972). A água na forma de escoamento superficial transporta nutrientes químicos, matéria orgânica, semente e defensivos agrícolas que, além de causarem prejuízos diretos na produção agropecuária, provocam a poluição das nascentes. (PRUSKI, 2009)

A erosão hídrica pode ser dividida em 3 fases: (PRUSKI, 2009)

Desagregação: é a primeira fase do processo erosivo, consiste no desprendimento das partículas de solo (individual ou agregados) da massa que as contém. A desagregação é causada pelo efeito da queda das gotas de água sobre o solo e pelo escoamento superficial.

Transporte: é a segunda fase do processo erosivo, consiste na transferência das partículas desagregadas de seu local de origem, seja em decorrência do impacto das gotas da chuva ou pelo escoamento superficial.

Deposição: é a terceira e última fase, que consiste na deposição do material que foi desagregado e transportado. Isto ocorre quando a quantidade de sedimento contida no escoamento superficial é maior que sua capacidade de transporte.

O efeito da queda das gotas de água da chuva sobre o solo, acarretando assim a ruptura de agregados, é conhecido como efeito *splash*. Os agregados vão preenchendo os poros da superfície do solo, provocando a selagem e consequentemente a diminuição de porosidade, o que aumenta o escoamento superficial.

A ação do *splash*, também conhecido por erosão de salpicamento (Guerra e Guerra, 1997), em português, é o estágio mais inicial do processo erosivo, pois prepara as partículas que compõem o solo, para serem transportadas pelo escoamento superficial. (GUERRA e GUERRA, 1997)

Com relação aos processos erosivos decorrentes da ação da água destacam-se dois tipos principais: a erosão laminar e a erosão linear. A erosão laminar, ou em lençol, acontece quando a água escoar uniformemente pela superfície do terreno, transportando as partículas do solo, sem formar canais definidos. É o tipo de erosão mais branda, responsável pelo fornecimento de sedimentos que assoreiam corpos hídricos e prejuízos às terras agrícolas. (PROIN/CAPEs e UNESP- IGCE 1999)

A erosão linear é aquela causada pela concentração do escoamento superficial e de fluxos d'água em forma de filetes. Sua evolução pode dar origem a três tipos diferentes de erosão (PROIN/CAPEs e UNESP- IGCE 1999):

Sulco: tipo de erosão na qual o fluxo d'água ao atingir maior volume transporta maior quantidade de partículas, formando incisões na superfície de até 0,5 m de profundidade e perpendiculares as curvas de nível.

Ravinas: são formas erosivas lineares com profundidade maior que 0,5m, neste caso as águas do escoamento superficial escavam o solo até seus horizontes inferiores, possuem forma retilínea, alongada e estreita.

Boçoroca: É a forma mais complexa de erosão, aqui há a combinação da ação das águas do escoamento superficial e do subterrâneo. Neste caso ocorre o aprofundamento da erosão até atingir o nível freático que aflora no fundo do canal.

Os diferentes fatores intervenientes no fenômeno da erosão podem ser analisados dentro dos seguintes itens: clima, cobertura vegetal, relevo e tipo de solo. (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990)

O clima exerce influência no processo erosivo sob várias formas, por intermédios de agentes como vento, a chuva, a neve e seu consequente degelo. Dos fatores climáticos, o mais importante é, sem dúvida, a precipitação, considerando não só a

sua quantidade anual de chuvas, mas a distribuição das chuvas durante o ano e sua intensidade. (SANTORO, 1991)

A cobertura vegetal é a proteção natural de um terreno contra os processos erosivos. A vegetação intercepta a caída da gota de chuva no solo, diminuindo assim o impacto da queda sob o mesmo. Os principais efeitos da cobertura vegetal na proteção do solo são: proteção do solo contra o impacto das gotas da chuva; dispersão e interceptação das gotas d'água antes que esta atinja o solo; ação das raízes das plantas, formando poros e canais que aumentam a infiltração da água; ação da matéria orgânica que incorporada ao solo melhora sua estrutura e aumenta sua capacidade de retenção de água e diminuição da energia do escoamento superficial devido ao atrito na superfície. (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990)

Os fatores associados ao relevo que interferem nos processos erosivos são principalmente os relativos à declividade dos terrenos, às formas das vertentes (encostas) e à extensão da vertente. O aumento da declividade como também da extensão da vertente promovem aumento da velocidade de escoamento, resultando em maior erosão. Quanto ao formato da encosta, observa-se que as vertentes côncavas estão mais relacionadas a formação de boçorocas devido seu formato concentrar o escoamento superficial. (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990)

As variáveis físicas do solo exercem diferentes influências na erosão, ao conferir maior ou menor resistência à água. A permeabilidade é a capacidade que o solo tem de deixar passar água e ar através do seu perfil, baixas permeabilidades provocam aumento o escoamento superficial. No entanto, uma permeabilidade muito elevada causa percolação excessiva provocando a lixiviação de partículas menores do solo para as camadas inferiores (erosão vertical). (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990; LEPSCH, 1993).

A textura do solo compreende a distribuição quantitativa das classes de tamanhos de partículas que compõem o solo. São consideradas partículas os seixos, os cascalhos, a areia, o silte e argila. A forma como essas partículas se arranjam consiste na estrutura do solo, ela determina maior ou menor facilidade de trabalho de terras, permeabilidade à água, resistência à erosão e condições ao desenvolvimento das raízes das plantas.

A porosidade do solo refere-se à proporção de espaços ocupados pelos fluidos em relação o espaço ocupado pela massa do solo. A perda dessa propriedade está associada à redução de teor de matéria orgânica, à compactação e ao efeito do impacto das gotas de chuva, fatores estes que, ao causarem diminuição no tamanho dos agregados maiores, reduzem, em consequência, o tamanho dos poros. (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990)

A erosão do solo reduz a capacidade produtiva das terras, refletindo no aumento dos custos de produção e diminui a área para a exploração agrícola. Ela também interfere na qualidade das vias de deslocamento, impossibilitando, em algumas situações, o acesso de moradores de áreas rurais a serviços de educação e saúde. Tais aspectos causam expressivos impactos na qualidade de vida do agricultor e, por consequência, na sua própria permanência no campo (PRUSKI, 2009).

A erosão é um dos principais fatores causadores da deterioração da qualidade ambiental, sendo esta acelerada pelo manejo e uso inadequado do solo. É essencial conhecer as características naturais do solo nos planos de manejo e controle de erosão e assim conseguir minimizar os prejuízos sociais e ambientais advindos da erosão.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente pesquisa verificou grandes áreas sem cobertura vegetal no território da bacia hidrográfica do rio Portinho, fato este que potencializa fenômenos como erosão e, como consequência, o assoreamento de cursos d'água. Souza (2016), em seu estudo na bacia citada, analisou a cobertura vegetal através do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI), os seus resultados indicaram mudanças no comportamento da vegetação durante os anos de 1999 e 2014 e, pôde-se notar uma diminuição do corpo hídrico e um aumento significativo da perda da cobertura vegetal natural, após a instalação do perímetro irrigado ao sul da bacia hidrográfica. O perímetro irrigado citado por Souza corresponde ao Distrito de Irrigação Tabuleiros Litorâneo do Piauí, DITALPI, projeto destinado ao desenvolvimento de fruticultura irrigada. Parte dele encontra-se instalado nos limites dos municípios de Bom Princípio do Piauí e Parnaíba, correspondendo a porção sul da bacia do rio Portinho.

Na expedição de campo deste estudo foram visitados alguns lotes de cultivo, neles foi visto o plantio de banana, melancia e abacaxi, estes sendo cultivados com técnicas de irrigação, gotejamento e microaspersão (figuras 04 e 05). Nestas áreas visitadas foi possível observar presença de solo desprotegido e em algumas glebas de cultivo de banana foi visto a presença de cordões de eucalipto, como mostra a figura 06, como uma possível tentativa de conter a ação dos ventos intensos da região.

É importante ressaltar que também foram identificadas áreas desmatadas, sem nenhum cultivo, com solo completamente desprotegido e áreas de vegetação característica de vegetação secundária (figura 07 e 08).

Figura 4- Cultivo de abacaxi por irrigação do perímetro irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí. Ponto correspondente às coordenadas 3°00'36,16"S/ 41°45'46,29"O.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 5- Cultivo de melancia por irrigação do perímetro irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí. Ponto correspondente às coordenadas 3°00'35,94"S/41°44'09,53"O.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 6- Cultivo de banana, protegido da ação dos ventos pelo cordão de eucalipto. Ponto correspondente às coordenadas 3°00'02,65" S/ 41°44'38.39" O.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 7- Grande área de solo desmatada, solo desprotegido e sem cultivo. Ponto correspondente às coordenadas 3°00'29.66"S/ 41°43'55.07"O.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 8- Área com presença de vegetação característica de vegetação secundária. Ponto correspondente às coordenadas 3°06'14,82"S/ 41°44'12.68"O.



Fonte: Autora, 2018.

Além do cultivo de frutas, na área do perímetro irrigado também foi identificado o cultivo de pasto para criação de gado leiteiro, chamando atenção a forma de cultivo nas margens de curso d'água intermitente sem a faixa de área de preservação permanente (APP) (imagens 10). Segundo o novo código florestal, LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012, é considerada como APP, em zonas rurais ou urbanas, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros (BRASIL, 2012). Por tanto, a preservação da vegetação das margens de cursos d'água está determinada pela legislação federal.

Art. 3º Área de Preservação Permanente – APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

Art. 7º A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado.

Figura 9- Área de pasto á margem de curso d'água sem área de preservação permanente. Ponto correspondente às coordenadas 3°00'8,75S/41°45'21,84''O.



Fonte: Autora, 2018.

A bacia hidrográfica, que é o objeto deste estudo, possui uma grande área de produção agrícola e para o acesso aos lotes de cultivo foram construídas estradas vicinais, de terra. Segundo Zoccal, 2016, estrada rural (ou de terra) é a via de circulação (municipal) que interliga a área rural ao sistema viário urbano e/ou ao sistema viário estadual e federal.

Em relação as vias de acesso aos lotes de cultivo do DITALPI, foram registrados trechos de estrada com incisões em sulcos e sem estruturas para o escoamento das águas da drenagem natural e de águas pluviais (imagens 10, 11 e 12). Prusk, 2009, afirma que na construção de estradas se faz necessário a supressão vegetal e compactação do solo, e isto interfere diretamente no ciclo hidrológico de forma a diminuir a capacidade de infiltração do solo, e por consequência, aumentando o escoamento superficial das águas pluviais. As águas pluviais designa a principal causa de erosão nas estradas, uma vez que, mesmo nas estradas não pavimentadas, praticamente toda a água precipitada é escoada devido à baixa capacidade de infiltração de água no seu leito, o sistema de drenagem deve ser eficiente, de modo a evitar o acúmulo de água sobre o leito da estrada.

Para Zoccal (2016), estradas rurais constituem uma forma de intervenção no meio ambiente, o mesmo também afirma que a construção (e/ou recuperação) de

estradas rurais de terra não pode continuar a ser tratada como um simples “alisamento de terreno para possibilitar a rodagem de veículos”. Conforme Pruski, (2009), as estradas rurais tem uma interferência muito grande com as áreas marginais no processo de erosão hídrica, podendo a estrada ser prejudicada pela a erosão e pelo aporte de sedimentos oriundos de áreas marginais, ou ser responsável pela a erosão nessas áreas. Portanto, com base nos autores citados, as estradas rurais possui uma relação de causa e efeito no meio ambiente, acarretando modificações, e, podendo alterar a qualidade do mesmo.

Figura 10- Trecho da estrada erodido no Perímetro irrigado. Ponto correspondente às coordenadas 03°00'17,02''S/41°43'56.87''O.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 11- Trecho da estrada erodido no Perímetro irrigado. Ponto correspondente às coordenadas 03°00'07.78''S/ 41°45'19,59''O.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 12- Trecho da estrada erodido no Perímetro irrigado. Ponto correspondente às coordenadas 03°00'53.18"S/41°45'49.87"O.



Fonte: Autora, 2018.

Ainda sobre as instalações do DITALPI, foi visto também obras de escavação inacabadas, com o solo em canais aberto e sedimentos expostos à ação do vento e das chuvas (figura 13).

Figura 13- Local de escavação de canal para irrigação inacabado, com sedimentos expostos à ação do vento e da chuva. Ponto correspondente às coordenadas 03°06'18,82"S/ 41°44'12,68"O.



Fonte: Autora, 2018.

Nas proximidades do entorno da lagoa do Portinho é outro ponto onde foi registrado erosão em estrada. Trata-se da estrada de terra que dá acesso a lagoa à Br 402. Foi registrado trechos da estrada erodidos, acúmulo de sedimentos na margem da via, chegando a soterrar o cercado que cerca a propriedade, além de barramento de curso d'água (figuras 14, 15 e 16). Nesta localidade também foram identificadas, às margens da via, propriedades com solo exposto, sem nenhum tipo de plantio ou uso do solo.

Figura 14- Estrada que dá acesso a lagoa do Portinho à Br 402, ponto onde a estrada obstrui a passagem de água do curso d'água. Ponto correspondente às coordenadas 02° 56'22.66" S/41°41'23,23"O.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 15- Margem oposta da estrada do ponto da figura 14, local onde há acúmulo de sedimento provocando soterramento da cerca.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 16- Trecho da estrada que dá acesso a lagoa do Portinho à Br 402 erodido, ponto logo abaixo do ponto da figura 14.



Fonte: Autora, 2018.

Localizada na região litorânea do Piauí, a bacia do rio Portinho se encontra em uma área considerada de grande valor econômico, segundo Souza et al, 2016, a zona costeira piauiense aparece como uma área de grande potencial turístico no qual vem sendo alvo de ocupação desordenada, especulação imobiliária,

agropecuária entre outros. Incluídas nessas áreas encontra-se os municípios litorâneos de Parnaíba, Luís Correia e Cajueiro da Praia e a Ilha Grande.

Parnaíba é o segundo maior centro urbano do Piauí e o maior centro econômico do interior do Estado em decorrência, principalmente, das atividades do comércio. Outro aspecto para o desenvolvimento desse município é a atividade educacional de nível superior, tanto pública quanto privada, uma vez que sedia uma universidade estadual, uma federal e outras particulares (CEPRO, 2018). Com bases nos dados do último censo (2010), é o que possui maior população, absoluta e relativa, assim como uma população urbana maior que a população rural dentre os municípios inseridos no território da bacia em estudo.

Parnaíba vem passando por um processo de expansão urbana, no qual suas áreas periféricas estão sendo ocupados para atender as demandas do crescimento urbano. É o que indica os resultados do estudo de Sousa et al (2016), no qual realizou o mapeamento da vulnerabilidade ambiental na planície costeira do Piauí que permitiu a análise da variedade da cobertura vegetal nos anos de 1999 a 2014, com isto foi possível perceber aumento da área de solo exposto, representado principalmente pelo aumento da mancha urbana no município de Parnaíba, bem como algumas áreas de dunas e áreas de coberturas vegetais substituídas para cultivo.

O que foi visto em campo é que a expansão urbana é outro fator que contribui para a perda de cobertura vegetal natural, principalmente nas proximidades entre os limites do município de Parnaíba e Luis Correia por se tratar dos municípios mais populosos da bacia do rio Portinho, conforme os números do IBGE. Com o aumento da mancha urbana, a paisagem local vem sendo alterada, as áreas verdes naturais vem sendo substituída por loteamentos e conjuntos habitacionais. A exemplo deste tem-se o Residencial Simplício Dias (2°55'20,48"S/41°41'51,13"O), um conjunto habitacional localizado nas proximidades da lagoa do Portinho construído há aproximadamente cinco anos. Na visita de campo no residencial citado foram registrados terrenos com solo exposto dentro dos limites do conjunto, além da presença de lixo a céu aberto (figuras 17, 18 e 19).

Figura 17- Conjunto residencial Simplício Dias ($2^{\circ}55'20,48''\text{S}/41^{\circ}41'51,13''\text{O}$). Presença de solo desprotegido na área pertencente ao conjunto.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 18- Presença de solo desprotegido na área pertencente ao conjunto Simplício Dias, Parnaíba Pi.



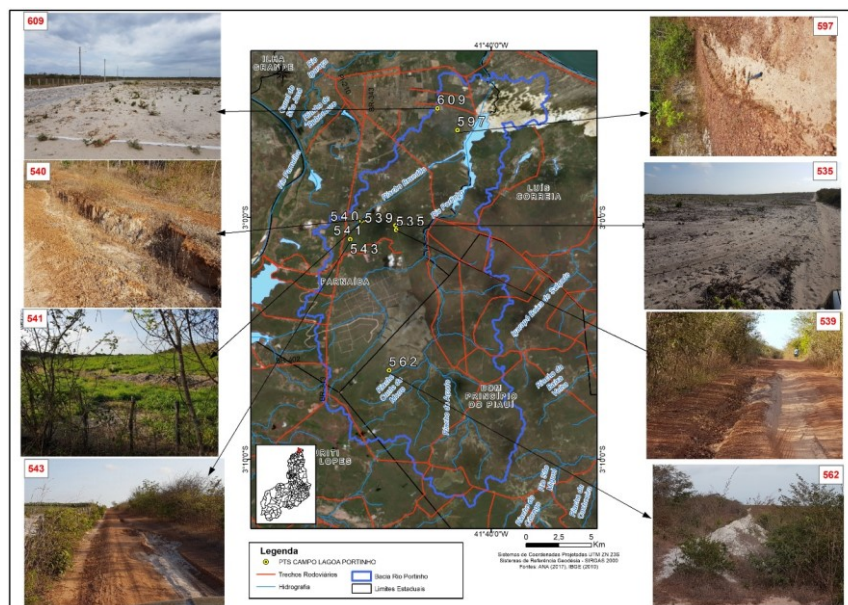
Fonte: Autora, 2018.

Figura 19- Presença de solo desprotegido e lixo exposto na área pertencente ao conjunto Simplício Dias, Parnaíba Pi.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 20- Mapa da drenagem da bacia do rio Portinho associando os principais pontos de trechos de solo desprotegido e de erosão em estrada rural.



Autor: Natanael de Araújo da Silva, 2019.

Como exibe o mapa da figura 20, a bacia do rio Portinho vem passando por processo de ocupação que tem como principal consequência a perda da cobertura

vegetal, desta forma, sem vegetação, o solo da região se torna mais vulnerável aos efeitos nocivos da erosão hídrica e assim resultando no assoreamento de corpos d'água e cursos d'água existentes na área da bacia.

Pruski ressalta que a conservação de solo e água baseia-se em aumentar o máximo possível a infiltração das águas das chuvas no solo e assim retardando sua chegada aos cursos d'água. Para evitar a degradação do solo são recomendadas medidas de controle de erosão conhecidas como práticas conservacionistas que tem como principal objetivo garantir o máximo de infiltração e menor escoamento superficial das águas pluviais, esta práticas se dividem em edáficas, vegetativas e mecânicas. Para Salomão, as práticas vegetativas e edáficas são de fácil aplicação, menos dispendiosa e matem os terrenos em condições próxima ao seu estado natural, já as práticas mecânicas são recomendadas em terrenos muito susceptíveis a erosão como complementação as medidas edáficas e vegetativas. Com base nestes conceitos, é sugerível a aplicação de técnicas como plantio de cobertura, cobertura morta como medidas vegetativas para o controle de erosão hídrica na área de cultivo no DITALPI, visto que a região se trata de um solo arenoso, de clima de precipitações intensas e de forte radiação solar.

No tocante a erosão nas margens e leito das estradas da bacia, observa-se que as mesmas foram construídas em pontos, ou próximas, dos pontos da drenagem natural da bacia, sem estruturas para permitir a passagem da água da drenagem local, chegando ate mesmo a barrar a passagem desses cursos d'água como o que foi visto no trecho que corresponde ao ponto 597 do mapa que corresponde a figura 20.

Para o controle de erosão em estradas, (Brigarella e Mazuchowski 1985, Santos et al, 1985) recomendam a construção de bueiros de alvenaria, concreto, aço, etc, em travessias de pequenas drenagens naturais (córregos) ou temporárias. Pruski, 2009, recomenda bacias de acumulação como uma alternativa para destinar as águas coletadas, para ele as bacias de acumulação para solos arenosos, onde a taxa de infiltração normalmente é maior, é suficiente para possibilitar a infiltração da água proveniente do escoamento superficial.

Na região da bacia que corresponde sua porção Norte-Nordeste, nos limites municipais de Parnaíba e Luis Correia, encontra-se o campo de dunas móveis que

barra as águas do rio Portinho, formando assim a Lagoa do Portinho. Conhecida por sua beleza cênica, a lagoa tem sua relevância cultural e socioeconômica para a região, aqui se desenvolve atividades como o turismo, pesca artesanal e pecuária extensiva.

A lagoa tem sido alvo de muitas discussões devido à redução do seu espelho d'água, chegando a sumir por completo no ano de 2015. Galvão (2015) em seu estudo apontou como causa principal da falta de água na lagoa do Portinho o barramento ilegal das águas do rio Portinho, nesta pesquisa ele relata a existência de represas em propriedades particulares ao longo do rio, à montante da lagoa, inviabilizando a passagem da água até a mesma. Outro estudo, realizado por Mesquita (2016) traz como a principal causa da falta de água da lagoa o período de estiagem em que a região passou, aproximadamente 10 anos de precipitações abaixo da média da região, associado a forma de uso da bacia do rio Portinho.

De acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE, dunas são depósitos arenosos de origem eólica de dimensões e formas variadas, tais como: parabólica, barcana e longitudinal, posicionado de acordo com a direção principal dos ventos, eventualmente apresentando disposição linear. Segundo Sales (2010), dunas costeiras são formas de relevo proveniente da ação dos ventos, que mobilizam areia disponível nas praias e as acumulam na forma de cômoros, de altura variada, no interior da zona costeira. Estas formas, de acordo com a autora citada, podem ser qualificadas como móveis, com migração contínua de areia; fixas, que tem relação com a presença cobertura vegetal costeira; e semifixa, encostas parcialmente móveis. Os depósitos eólicos presentes na área de estudo dessa pesquisa 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.

A ausência de vegetação é um fator importante nesse processo de erosão eólica, as dunas que cercam a lagoa não são revestidas de vegetação e isto as torna mais vulneráveis a ação dos ventos, acarretando assim a migração das mesmas.

A vegetação sobre as dunas é um fator de controle da mobilidade de areia, considerando que a força do vento tende a remover e transportar sedimentos em áreas que não impõem obstáculos, como é o caso de campos de dunas ativas que migram a favor do vento. A migração de dunas ocasiona problemas de soterramento

e de assoreamento nas zonas litorâneas, conforme ocorre no porto de Natal, no Rio Grande do Norte (SÍGOLO, 2008).

Em consequência desta dinâmica natural da região, a lagoa do Portinho vem passando por um processo de assoreamento, um processo natural, visto que a lagoa se encontra margeada por um campo de dunas móveis e este se localiza no mesmo sentido dos ventos predominantes da região, que sopram da planície costeira em direção ao continente.

Além do espelho d'água, a pista de principal acesso à lagoa, á margem direita da Br 343, sentido Teresina-litoral piauiense, também foi invadida pelas dunas, obstruindo a passagem de veículos (figura 21).

Figura 21-Invasão das dunas na pista de principal acesso à lagoa. Ponto correspondente às coordenadas 02°55'32.86"S/41°40'21"O.



Fonte: Autora, 2018.

Nas imagens registradas na lagoa do Portinho é possível notar a formação de bancos de areia próximo às margens e em seu leito, também pode se observar o avanço das dunas em direção a área inundada da lagoa (figuras 22, 23, 24 e 25).

Figura 22- Presença de banco de areia à margem da lagoa.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 23- Parte da lagoa tomada sendo invadida por sedimentos.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 24- Presença de banco de areia no leito da lagoa.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 25- Extremidade da duna invadindo a lagoa, parte do leito está sendo soterrado pelas duna.



Fonte: Autora, 2018.

No entanto, mesmo sendo o processo natural, o deslocamento das dunas em direção ao espelho d'água da lagoa tem influência antrópica, visto que a região é conhecida pela prática de atividades associadas ao turismo. Passeios recreativos turísticos com uso de veículos, o tráfego de pessoas e animais, são fatores que contribuem na intensificação de mobilização das dunas da lagoa do Portinho.

Pinheiro et al (2013) entendem que as dunas móveis enquadram-se como áreas de preservação permanente, devendo, portanto, receberem a proteção adequada, pois a mesma desempenha funções no equilíbrio da natureza, como área de recarga de aquífero e dinâmica sedimentar da zona costeira, além de seus aspectos estéticos que atraem o segmento turístico. Por essa razão, a autora julga necessária uma política de uso adequado para essas áreas a fim de preservá-la com uso sustentável com base em leis e diretrizes sólidas e coerentes.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa se mostrou eficiente no intuito de identificar e expor as atividades antrópicas e seus efeitos na bacia do rio Portinho indicando os pontos com maior tensão ambiental. Os resultados do estudo indicam para uma intensificação de uso e ocupação da área estudada, culminando em alterações na paisagem local e prejuízos socioambientais.

A partir da visita de campo foi possível identificar as ações antrópicas de maior impacto na paisagem local, que são a agropecuária, expansão urbana e turismo. Estas atividades praticadas sem o devido planejamento ambiental vêm causando prejuízos ao meio, potencializando os processos erosivos que levam ao assoreamento dos corpos hídricos e/ou a perda da qualidade ambiental. A presente pesquisa também pôde indicar a necessidade de mais estudos na área da bacia em foco, visto que a mesma vem sofrendo com a perda da vegetação nativa, variações nos corpos hídricos e migração de dunas.

Sendo assim, este projeto de pesquisa buscou contribuir para o planejamento ambiental da área estudada, assim como, fomentar pesquisas que exponham suas potencialidades e vulnerabilidades ambientais, pois são informações essenciais para realização de políticas públicas no intuito de promover e efetivar uma ocupação mais sustentável na bacia do rio Portinho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR Pinheiro, Mônica Virna; MARTINS MOURA-FÉ, Marcelo; NEGREIROS FREITAS, Eduardo Marcelo; TORRES COSTA, Anatarino; SOUSA AGUIAR, Aline Carla; PAIVA SOMBRA, Enio Tarsom. **DUNAS MÓVEIS: ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE?** Sociedade & Natureza, vol. 25, núm. 3, setembro – dezembro, 2013, pp. 595-607 Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.
- ARAÚJO, Gustavo Henrique de Sousa. Capítulo 4 - Erosão Superficial e Movimentos de Massa. *In*: ARAÚJO, Gustavo Henrique de Sousa. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. Matas ciliares: conservação e recuperação. EDUSP, 2. ed., São Paulo, p.187-207, 2001.
- BASTOS, Edson Alves; Rodrigues, Braz Henrique Nunes; ANDRADE JR, Anderson Soares de. **Boletim agrometeorológico para o município de Parnaíba 1990-1999**. ISSN 0104866X, Documentos Nº 46, EMBRAPA MEIO NORTE, Teresina-PI, novembro/2000
- BITAR, Osmar Yazbek; BRAGA, Tania de Oliveira. O meio Físico na recuperação de Áreas Degradadas. *In*: BITAR, Osmar Yazbek (coord.). **Curso de Geologia Aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia: Instituto de Pesquisa Tecnológicas, divisão de geologia, 1995. p. 165-179.
- BRAGA, Benedito et al (Ed.). **Introdução a engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.
- BRASIL. Carlos E. M. Tucci. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos - Sqa (Org.). **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica**. 2. ed. Brasília: Qualitas Brasil Soluções em Marketing, 2006. 320 p.
- BRASIL. EDUARDO JORGE DE OLIVEIRA MOTTA. (Org.). **PLANO NASCENTE PARNAÍBA**: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba. Brasília: labs, 2016. 174 p.

CEPRO - FUNDAÇÃO CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ. **Produto Interno Bruto - PIB**. Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.cepro.pi.gov.br/pib.php>. Acesso em: 16 ago. 2018.

CHAVES, Susane Laís da Silva; LIMA, Marinalva de Oliveira; MELO, Lineardo Ferreira de Sampaio. **Geoprocessamento Aplicado À Análise Espacial-Temporal Da Dinâmica Dunar Sobre A Lagoa Do Portinho No Litoral Piauiense**. In: VI Simpósio Brasileiro De Ciências Geodésicas E Tecnologias Da Geoinformação, 2016, Recife - PE.

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

DIÁRIO OFICIAL (Piauí). GOVERNO DO PIAUÍ. **Obras dos Tabuleiros Litorâneos ficam prontas em 2011**. Teresina-PI: Francisco Leal, 18 nov. 2010. Disponível em: http://www.diariooficial.pi.gov.br/diario/201011/DIARIO19_91b2aa74cf.pdf. Acesso em: 15 ago. 2018.

DNOCS- DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Conclusão da segunda etapa do Tabuleiros Litorâneos prevista para junho**. Brasil, 2010. Disponível em: <https://www2.dnocs.gov.br/gab-cs/1663-noticia-site-antigo-1968>. Acesso em: 14 ago. 2018.

FILHO, Carlos Leite M. Capítulo 11- Erosões, Assoreamentos e movimentos de massas. In: FILHO, Carlos Leite M. **Introdução à Geologia**. Santa Maria: Editora da UFSM: Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais, 1997.

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

GUERRA , Antonio Jose Teixeira ; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosangela G.M (org.). **Erosão e conservação dos solos: Conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama da Cidade de Buriti dos Lopes**. Brasil, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/buriti-dos-lopes/panorama>. Acesso em: 15 ago. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama da Cidade de Parnaíba.** Brasil, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/parnaiba/panorama>. Acesso em: 15 ago. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama da Luís Correia.** Brasil, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/luis-correia/panorama>. Acesso em: 15 ago. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama de Bom Princípio do Piauí.** Brasil, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/bom-principio-do-piaui/panorama>. Acesso em: 15 ago. 2018.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=22>>. Acesso em: 15/08/2018. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base Cartográfica Contínua do Brasil – 1:250.000. Brasil, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manuais Técnicos em Geociência.** 2. ed. Rio de Janeiro: [s. n.], 2007.

KERTZMAN, Fernando F.; DINIZ, Nórís Costa. Abordagens de solo utilizadas da geologia aplicada ao meio ambiente. *In*: BITAR, Osmar Yazbek (coord.). **Curso de Geologia Aplicada ao meio ambiente.** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia: Instituto de Pesquisa Tecnológicas, divisão de geologia, 1995. p. 19-28.

MARTINS, Élica de Aguiar. **RENTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE ACEROLA ORGÂNICA SOB CONDIÇÃO DETERMINÍSTICA E DE RISCO.** 2013. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

MESQUITA, T. K. S. ; LIMA, I. M. M F. Lima; FILHO, F. S. Santos. **LAGOA FLUVIAL DO RIO PORTINHO, PIAUI: IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS RECENTES.** *In*: V CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL APLICADA E GESTÃO TERRITORIAL, 2016, Fortaleza - CE.

PINHEIRO, Mônica Virna de Aguiar; MOURA-FÉ, Marcelo Martins; FREITAS, Eduardo Marcelo de Negreiros. OS ECOSSISTEMAS DUNARES E A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA. **Geo Uerj**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 24, p.1-26, jul. 2013. Semestral.

PRUSKI, Fernando Falco. **Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2009. 279 p.

SALOMÃO, Fernando Ximenes T.; IWASA, Oswaldo Yujiro. Erosão e a Ocupação Rural e Urbana. *In*: BITAR, Osmar Yazbek (coord.). **Curso de Geologia Aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia: Instituto de Pesquisa Tecnológicas, divisão de geologia, 1995. p. 31-57.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: Conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

SANTOS, Rozely dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SILVA, Alexandre Marco; SCHULZ, Harry Edmar; CAMARGO, Plínio Barbosa. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: Rima, 2013. 140 p.

SOUSA, Roneide dos Santos; VALLADARES, Gustavo Souza; ESPÍNDOLA, Giovana Mira de. ANÁLISE DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO (NDVI) E VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO ESTADO DO PIAUÍ. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral/ce, v. 18, n. 2, p.82-99, out. 2016.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosângela. Capítulo 4 - Erosão Continental. *In*: TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosângela (org.). **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2012.

TUNDISI, Jose Galiza. **Recursos Hídricos no Século XXI**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

ZOCCAL, José Cezar; SILVA, Paulo Augusto Romera. **Manutenção de estradas e conservação da água em zona rural: causas consequenciais e problemas na manutenção e conservação estrada rural**. São José do Rio Preto: CODASP, 2016. 118p.