



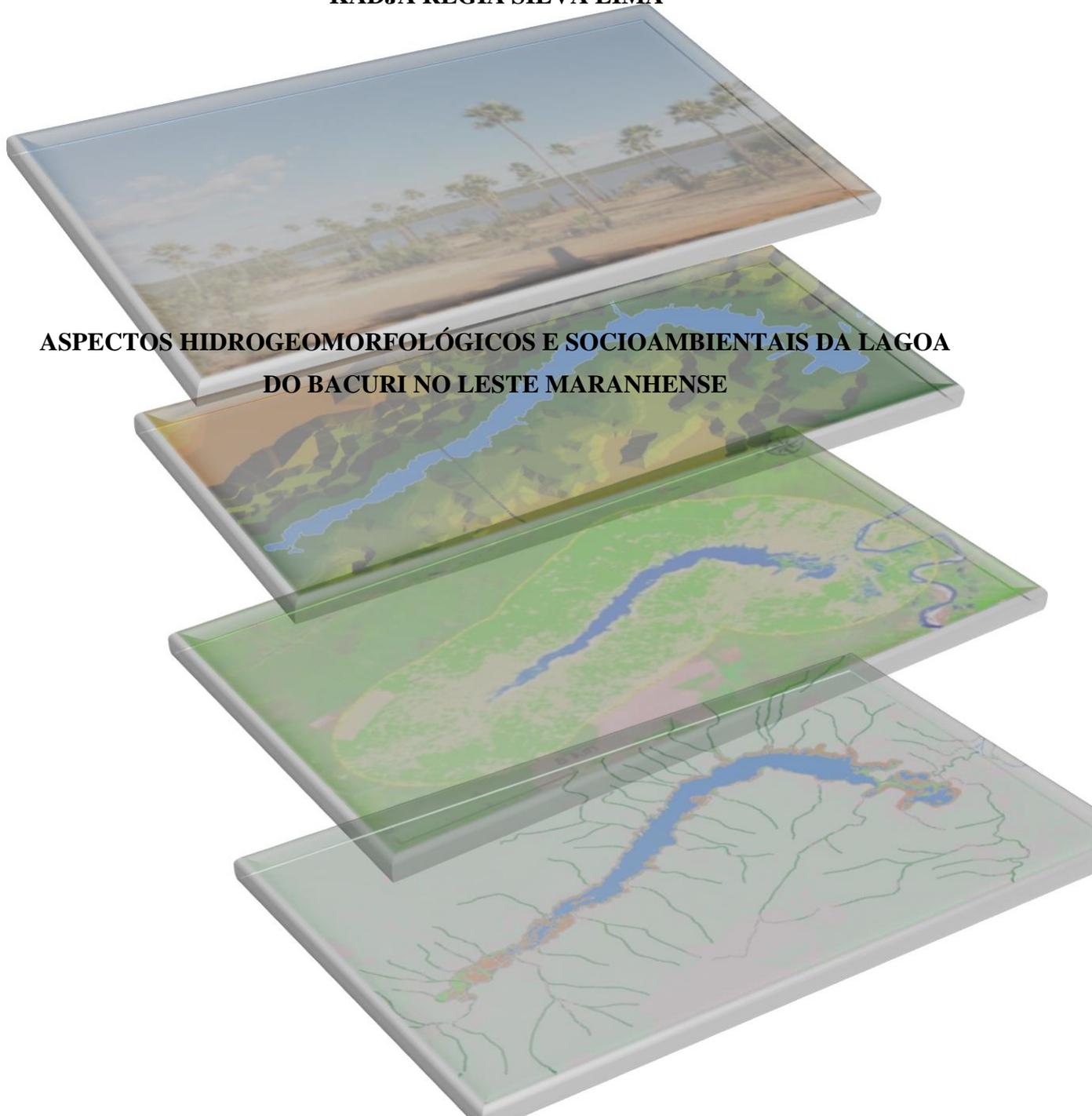
UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO



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

KADJA RÉGIA SILVA LIMA

**ASPECTOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS E SOCIOAMBIENTAIS DA LAGOA
DO BACURI NO LESTE MARANHENSE**



São Luís
2018

KADJA RÉGIA SILVA LIMA

**ASPECTOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS E SOCIOAMBIENTAIS DA
LAGOA DO BACURI NO LESTE MARANHENSE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa De Pós-Graduação em Geografia, Mestrado Acadêmico em Geografia, Natureza e dinâmica do Espaço PPGeo/UEMA como requisito para obtenção de Grau de Mestre em Geografia.

Linha de Pesquisa: Dinâmica da Natureza e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Hamilton Souza dos Santos.

São Luís
2018

Lima, Kadja Régia Silva.

Aspectos hidrogeomorfológicos e socioambientais da Lagoa do Bacuri no leste maranhense / Kadja Régia Silva Lima. – São Luís, 2018.

136 f. il.

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

Orientador: Prof. Dr. Jorge Hamilton Souza dos Santos.

1. Aspectos físicos. 2. Contaminação. 3. Lagoa do Bacuri. I. Título.

CDU 502.51:556.55(812.1)

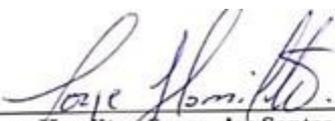
KADJA RÉGIA SILVA LIMA

**ASPECTOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS E SOCIOAMBIENTAIS DA LAGOA
DO BACURI NO LESTE MARANHENSE**

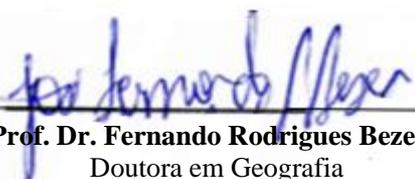
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Mestrado Acadêmico em Geografia, Natureza e dinâmica do Espaço PPGeo/UEMA como requisito para obtenção de Grau de Mestre em Geografia.

Aprovada em: 31/01/ 2018.

BANCA EXAMINADORA



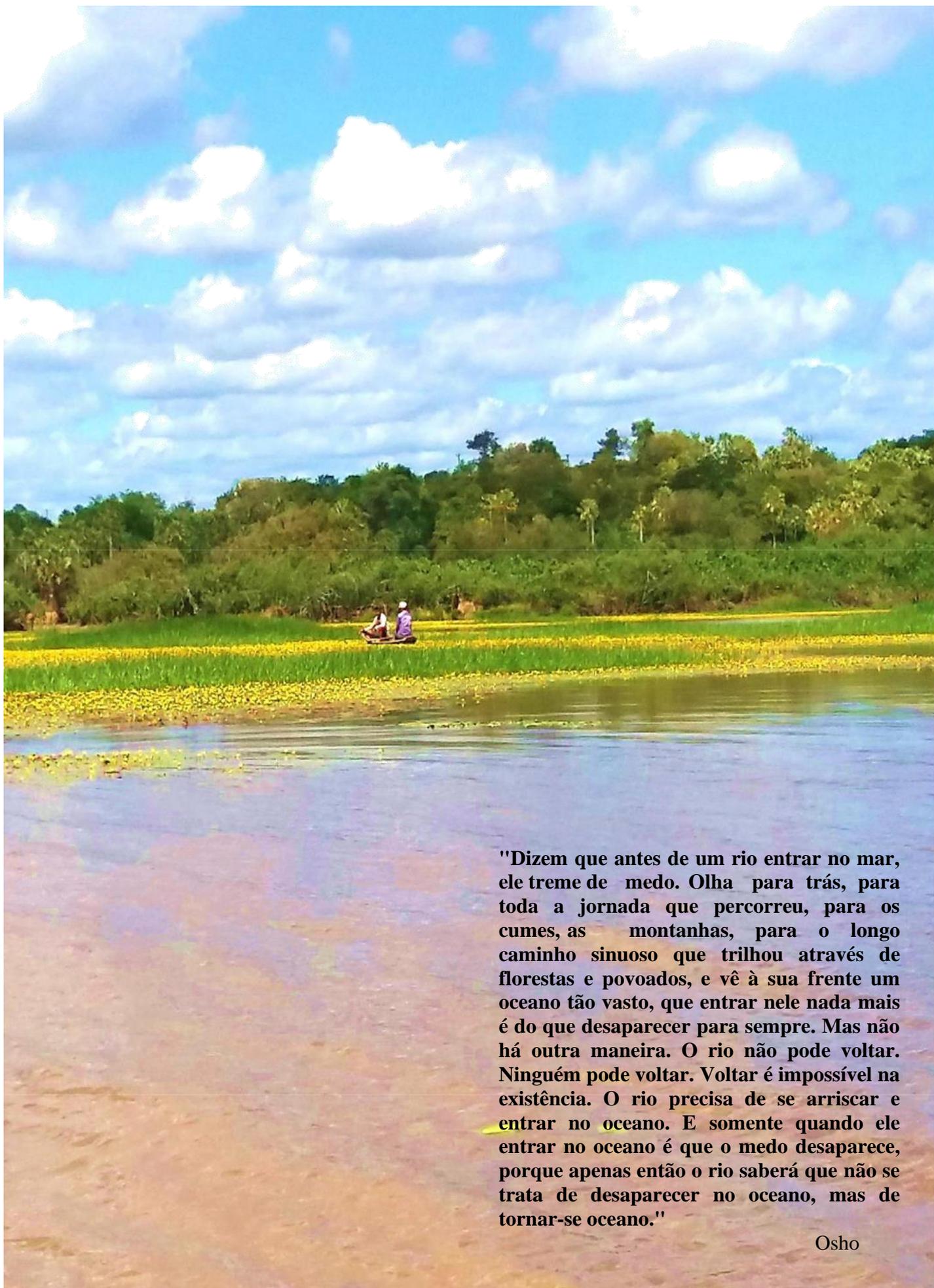
Prof. Dr. Jorge Hamilton Souza dos Santos
Doutor em Geografia (UFRJ)
Universidade Federal do Maranhão



Prof. Dr. Fernando Rodrigues Bezerra
Doutora em Geografia
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)



Prof. Drª Maria Raimunda Chagas Silva
Doutora em Química Analítica
Instituto de Química de São Carlos (USP)



"Dizem que antes de um rio entrar no mar, ele treme de medo. Olha para trás, para toda a jornada que percorreu, para os cumes, as montanhas, para o longo caminho sinuoso que trilhou através de florestas e povoados, e vê à sua frente um oceano tão vasto, que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre. Mas não há outra maneira. O rio não pode voltar. Ninguém pode voltar. Voltar é impossível na existência. O rio precisa de se arriscar e entrar no oceano. E somente quando ele entrar no oceano é que o medo desaparece, porque apenas então o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano, mas de tornar-se oceano."

Osho

Aos meus pais, Régio Lima e M^a do Socorro Lima e aos meus irmãos, M^a do Desterro Silva, Karolinne Lima e Régio Júnior pelo apoio e amor manifestado à minha filha durante as ausências para estudo.

À minha filha Nadja Maia, para mim, fonte de saber emocional durante toda esta jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por infinitas oportunidades que nela se apresentam;

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e o Colégio o Bom Pastor Júnior (CBPJ) na pessoa de Marta Carvalho, Polyana Piancó, Juciane Nascimento e Raquel Sena por oportunizarem a realização do Mestrado;

À CAPES, pelo financiamento da minha formação acadêmica pela concessão da bolsa de estudos e ao Prof. Dr. Jorge Hamilton Souza dos Santos, por ser meu orientador e pelas considerações, correções e contribuições na dissertação;

Aos professores do Mestrado em Geografia do PPGeo/ UEMA pelos ensinamentos à minha formação por meio de suas disciplinas e aos professores Luiz Carlos dos Santos e Ricardo Barbieri (UFMA) pelas contribuições, correções na versão final desta dissertação; à secretária do PPGeo Nana Alves por ser resolutiva, por seu apoio e incentivo.

Ao professor José Fernando Rodrigues Bezerra que incansavelmente se predispôs a me ajudar nas atividades de campo (coletas) abdicando do seu tempo de descanso para fazer emergir o conhecimento e que hoje, tornou-se um amigo.

Aos meus amigos e irmãos de alma, Marinalva Costa e Marcelino Farias Filho visto que sempre estiveram prontos a me ajudar mesmo em seus momentos de muitas dificuldades pessoais, sem eles chegar a essa etapa final não teria o mesmo sabor.

Às professoras Maria Raimunda Chagas Silva e Rita de Cássia Mendonça de Miranda, pela ajuda e ensinamentos nas análises de água e solos, no Laboratório de Microbiologia e o de Ciências do Ambiente (LACAM) da Universidade CEUMA possibilitando-me a construção de novos conhecimentos. Da mesma forma, às alunas de Engenharia Ambiental do CEUMA, Neuriane Silva Lima e Lorraine Freitas Gonzaga que me auxiliaram durante as práticas de laboratório (análise de água e solos) realizados no LACAM e que por meio do convívio criamos laços de amizade

A João Carvalho Neto por custear, prontamente, as despesas com as análises de água enviadas para São Paulo, bem como ao meu amigo de profissão Elan Fernando C. dos Santos pelo apoio nas traduções necessárias ao meu estudo e a Raimundo Filho pelos registros fotográficos concedidos.

À minha tia Francisca C. Silva e seus filhos, meus primos Francisco das Chagas C. Silva, Joaquim Júnior D. Silva, Larice C. Silva pela acolhida de todos que fizeram parte da pesquisa durante as visitas e atividades em campo na lagoa do Bacuri. Da mesma forma meu

tio Arnaldo Costa Lima que abraçou meu trabalho e se dispôs a ajudar nas coletas, bem como na confecção de um coletor de solos, específico, para facilitar o trabalho.

E em especial, a Prof. Karolinne S. Lima (minha irmã) que esteve ao meu lado do início, incentivando na realização do seletivo, ao fim, nas correções da dissertação de mestrado e aos meus pais e irmãos pelo apoio e amor manifestado a Nadja durante minha ausência em virtude dos estudos.

À minha filha Nadja Maia pelo incentivo e compreensão nos momentos de ausência em função das atividades do mestrado e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para essa grande vitória pessoal.

RESUMO

As análises dos atributos hidrogeomorfológicos são fundamentais para o entendimento sobre a dinâmica dos ambientes fluviais e lacustres. A bacia hidrográfica, em sua estrutura sistêmica proporciona as alterações morfológicas de sua área, uma vez que os rios modelam a superfície terrestre, a partir de sua rede de drenagem pela ocorrência dos processos de erosão, transporte e deposição de materiais. A lagoa do Bacuri, situada no setor Nordeste do Estado do Maranhão, teve sua origem a partir do barramento do rio Buriti pelos sedimentos depositados em sua foz pelo rio Parnaíba. A presente pesquisa teve por objetivo analisar os aspectos hidrogeomorfológicos e socioambientais da Lagoa do Bacuri e seu entorno, situados no território dos municípios de São Bernardo e Magalhães de Almeida-MA. Nesta investigação, foram caracterizados os principais aspectos naturais e antrópicos responsáveis pelas alterações desse ambiente lacustre com a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo, avaliando o nível e os diferentes tipos de poluentes existentes nesse corpo hídrico, por meio de coleta e análise bioquímica, físico-química e orgânica das amostras coletadas na Lagoa do Bacuri, a fim de identificar as incongruências de uso e os possíveis impactos ambientais decorrentes das novas atividades produtivas desenvolvidas na área. Para alcançar os objetivos propostos foram adotados, ainda os seguintes procedimentos metodológicos: delimitação da Bacia do rio Buriti, onde se localiza a referida lagoa, utilizando imagens Shuttler Radar Topographic Mission (SRTM); elaboração da carta de uso e cobertura do solo dos anos de 2000, 2009 e 2016, com utilização de imagens do satélite Landsat-5 utilizando técnicas de geoprocessamento; trabalhos de campo com aplicação de formulários e realização de entrevistas; registros fotográficos e análise laboratorial sobre contaminação por agrotóxicos nas águas da lagoa, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05. Os resultados obtidos permitiram o diagnóstico dos aspectos econômicos e sociais das comunidades investigadas por meio dos gráficos e tabelas analisadas. Verificou-se também o crescente avanço da sojicultura e da agricultura familiar em direção às margens da lagoa, resultando com isso no deslocamento da pecuária extensiva para os locais com matas ciliares, ou seja, Áreas de Preservação Permanentes (APP's), configurando assim, crime ambiental o qual vem contribuído para a descaracterização da paisagem local e alteração das atividades tradicionais, tendo como consequência os mais diferentes desequilíbrios socioambientais. Ao término do trabalho são apresentadas algumas medidas, a curto e médio prazo, com vistas a prevenir e minimizar possíveis influxos negativos aos sistemas naturais e às populações humanas que habitam o entorno da lagoa do Bacuri.

Palavras-chave: Aspectos Físicos. Uso do Solo. Contaminação. Lagoa do Bacuri. Maranhão.

ABSTRACT

The analysis of the hydrogeomorphological attributes are fundamental for the understanding of the dynamics of river and lake environments. The hydrographic basin, in its systemic structure, provides the morphological alterations of its area, since the rivers shape the earth surface, from its drainage network due to the occurrence of erosion, transport and deposition of materials. The Bacuri lagoon, located in the Northeastern sector of the State of Maranhão, originated from the Buriti riverblock by the sediments deposited at its mouth by the Parnaíba river. The present research had the objective of analyzing the hydrogeomorphological and environmental aspects of the Bacuri Lagoon and its surroundings, situated in the territory of the cities of São Bernardo and Magalhães de Almeida. Therefore, the main natural and anthropic aspects responsible for the alterations of this lake environment allowed the elaboration of map [c1] of use and occupation of the soil of the study area, evaluating the level and types of pollutants existing in this water body, by means of biochemical, physicochemical and organic [c2] collection and analysis of samples collected in the Bacuri Lagoon, in order to identify the changes of use and the possible environmental impacts resulting from the new productive activities developed in the area in question. In order to reach the proposed objectives, we adopted the following methodological procedures: the delimitation of the Buriti River Basin, where the lagoon is located, using Shuttler Radar Topographic Mission (SRTM) images; elaboration of the land use and cover letter for the years 2000, 2009 and 2016, using Landsat satellite images (resolution 5m) using geoprocessing techniques; field activities with the application of interviews and photographic records; laboratory analysis specialized in contamination by pesticides in the lagoon waters considering the parameters of Resolution CONAMA357 / 05. The results [c3] indicate the economic and social aspects of the communities, the increasing advance of the soy cultivation and familiar agriculture towards the lagoon shore resulting in the displacement of the extensive livestock to the places with ciliary forests that characterize Areas of Permanent Preservation (APPs) characterizing environmental crime that end up resulting in the alteration of the local landscape, in the very modification of traditional activities, with the consequence of the most different imbalances in this environment which will be presented in this scientific work. At the end of this work some measures are submitted – short and medium terms – with a principal objective to prevent and reduce potential negative influx to natural systems and to human populations that inhabit the surroundings of the Bacuri lagoon.

Keywords: Physical Aspects. Soil Use. Contamination. Bacuri Lagoon. Maranhão.

LISTA FIGURAS

Figura 1	Modelos conceituais de três interações entre a Geomorfologia, Hidrologia e Hidrogeomorfologia.....	29
Figura 2	Modelos conceituais Processos Hidrogeomorfológicos.....	29
Figura 3	Método para granulometria.....	51
Figura 4	Localização da Região Hidrográfica do Parnaíba.....	55
Figura 5	Índices pluviométricos no Nordeste nos anos de 2000, 2009 e 2015.....	109

LISTA DE FOTOS

Foto 1	Características dos pontos de coleta de amostras de água.....	47
Foto 2	Colônias de bactéria análise bacteriológica de água	49
Foto 3	Coletor de solo Arnaldo Lima-2017	51
Foto 4	Processos de análise de solos.....	52
Foto 5	Diapiros salinos as margens da lagoa do Bacuri.....	60
Foto 6	Estrutura tabular nas margens da Lagoa do Bacuri	61
Foto 7	Depósitos Aluvionares nas margens da Lagoa do Bacuri	61
Fotos 8 e 9	Presença de Latossolo no entorno da Lagoa do Bacuri.....	72
Foto 10	Cobertura vegetal, savana estépica, no entorno da lagoa do Bacuri.....	72
Foto 11	Cobertura vegetal no entorno da lagoa do Bacuri.....	73
Foto 12	Empreendimentos voltados ao lazer no entorno da Lagoa.....	80
Foto 13	Presença de tanques rede para a criação de Tilápias nas proximidades do povoado do Bacuri.....	83
Foto 14	Instrumento artesanal de pesca no entorno da Lagoa	84
Foto 15	Bancos de areia/ilhas	86
Foto 16	Sojicultora	87
Foto 17	Eucaliptura	87
Foto 18	Animais na margem da lagoa do Bacuri.....	95
Foto 19	Caracterização dos pontos de coleta de sedimento do fundo/2017.....	101

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Escolaridade dos entrevistados em percentagem/2017	74
Gráfico 2	Atividades econômicas dos entrevistados no entorno da Lagoa do Bacuri	76
Gráfico 3	Atividades econômicas dos entrevistados no entorno da Lagoa do Bacuri	77
Gráfico 4	Percepções dos moradores sobre as principais mudanças na “Lagoa do Bacuri”.	80
Gráfico 5	Fatores associados as mudanças no entorno da Lagoa do Bacuri.....	80
Gráfico 6	Granulometria de solos dos córregos que abastecem a Lagoa do Bacuri.....	98

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	Localização da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida – MA).....	56
Mapa 2	Mapa Geológico da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida – MA).....	590
Mapa 3	Geomorfológico da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida – MA).....	62
Mapa 4	Mapa de vegetação da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida – MA).....	64
Mapa 5	Mapa de Declividade da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida - MA)	66
Mapa 6	Hipsometria do entorno da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida - MA).....	67
Mapa 7	Drenagem do rio Buriti/Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida- MA).....	69
Mapa 8	Solos do entorno da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida - MA).....	71
Mapa 9	Pontos de coleta das amostras de água no entorno da lagoa do Bacuri/2017.....	89
Mapa 10	Pontos de coleta das amostras de sedimentos de solos no entorno da lagoa do Bacuri/2017	99
Mapa 11	Uso e cobertura do solo - Lagoa do Bacuri/ 2000.....	105
Mapa 12	Uso e cobertura do solo - Lagoa do Bacuri/ 2009.....	106
Mapa 13	Uso e cobertura do solo - Lagoa do Bacuri/ 2016.....	107
Mapa 14	Mapa de Área de Preservação Permanente com áreas conservadas e em uso no ano de 2016.....	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Pontos de coleta de solo.....	50
Tabela 2	Valores dos parâmetros físicas e químicas das amostras de água da Lagoa do Bacuri, no mês chuvoso: JULHO de 2017.....	90
Tabela 3	Determinação das análises microbiológicas, pelo método do Colilert® e bacteriológico da água da lagoa do Bacuri/2017.....	95
Tabela 4	Determinação das análises físico-químicas de solos dos córregos que abastecem a lagoa do bacuri/2017.....	97
Tabela 5	Uso e Cobertura do Solo na Lagoa do Bacuri nos anos 2000, 2009 e 2016.....	108
Tabela 6	Distribuição de uso e cobertura do solo APP's da Lagoa.....	113
Tabela 7	Distribuição de uso e cobertura do solo APP's dos afluentes.....	113
Tabela 8	Matriz de impactos ambientais da Lagoa do Bacuri e seu entorno / MA.....	117

LISTA DE SIGLA

AIA - Avaliação de Impacto Ambiental
ANA - Agência Nacional de Águas
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APPs - Área de Preservação Permanente
BNDES- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CO2 - Dióxido de Carbono
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DBO - Demanda Biológica de Oxigênio
DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EIA – Estudo do Impacto Ambiental
EMB - Eosina Azul de Metileno
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETAS - Estações de tratamento de água
E-W – Leste-oeste
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde
GPS - Sistema de Posicionamento Global
HCl - Ácido Clorídrico
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET- Instituto Nacional de Meteorologia
INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPES- Instituto de Pesquisas Econômicas e Sociais do Maranhão
ISO - International Organization for Standardization
IUGS- International Union of Geological Sciences
LACAM- Laboratório de Microbiologia e o de Ciências do Ambiente
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MO- Matéria orgânica
MS - Ministério da Saúde

N2 – Nitrogênio

NASA - Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço

NE-SW - Nordeste - Sudoeste

NH- Amônia

NO2 - Nitrito

NO3- Nitrato

OMS - Organização Mundial de Saúde

pH - potencial Hidrogeniônico

PNMA- Programa Nacional do Meio Ambiente

PNQA-Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas

PROCLIMA- Programa de Monitoramento Climático

QUALIÁGUA- Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

RNQA- Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade das Águas

SEMA-Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais

SEMA-Secretária Estadual de Meio Ambiente e Recursos Naturais

SEPLAN - Secretaria de Planejamento do Estado do Maranhão

SIG- Sistemas de Informação Geográfica

SNVS - Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária

STD - Sólidos Totais Dissolvidos

UFC - Unidade de Formação de Colônias

UNICEUMA- Centro Universitário do Maranhão

UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez

UV - Ultravioleta

VMP - Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1	Águas e a manutenção da biodiversidade.....	21
2.2	A vulnerabilidade das águas superficiais e subterrâneas.....	23
2.3	A paisagem como uma categoria de análise geográfica.....	25
2.4	Hidrogeomorfologia: conceitos e aplicações.....	28
2.5	Impactos ambientais resultantes das atividades produtivas e as bases legais.....	30
2.6	O uso das geotecnologias no monitoramento das alterações ambientais.....	40
3	METODOLOGIA.....	43
3.1	Considerações sobre o método científico.....	43
3.2	Revisão de literatura.....	43
3.3	Seleção e aquisição de material cartográfico e imagens orbitais.....	44
3.4	Processamento digital de imagens.....	45
3.5	Análises de dados por Geoprocessamento.....	46
3.6	Elaboração e análise da Matriz de Impacto Ambiental.....	46
3.7	Análises Físico-químicas e Microbiológicas das Águas.....	47
3.8	Variáveis Físicas e Químicas do Sedimento de Solos.....	50
3.9	Aquisição, tabulação e análise dos dados socioeconômicos.....	52
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	54
4.1	Localizações da Lagoa do Bacuri.....	54
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	57
5.1	Aspectos Geoambientais da Área de Estudo.....	57
5.2	Dados socioeconômicos.....	73
5.3	Percepção Ambiental dos Moradores da Área em Análise.....	78
5.4	Estados de conservação ambiental da Lagoa do Bacuri.....	83
5.5	Parâmetros de qualidade da água.....	88
5.5.1	Variáveis físico-química da água da lagoa do Bacuri.....	88
5.5.2	Análise da qualidade microbiológica e presença de agrotóxico na água.....	94
5.6	Parâmetros de sedimentos da Lagoa.....	96
5.7	Monitoramentos do uso e cobertura do solo.....	103
5.8	Áreas de conflitos em uso e ocupação de solo em APP do entorno da Lagoa do Bacuri.....	111

6	MEDIDAS DE MITIGAÇÕES DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA LAGOA DO BACURI.....	120
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
	REFERÊNCIAS.....	126
	APÊNDICE.....	134

1 INTRODUÇÃO

A água permeia e determina a vida humana desde os primórdios, uma vez que esse recurso foi preponderante para determinar áreas de povoaamentos quando a sociedade se tornou sedentária. Nesse caso, cidades inteiras foram construídas considerando a localização e disponibilidade de água, adequadas para o consumo humano, bem como de possibilitar o desenvolvimento das atividades produtivas.

Sabe-se com isso que a disponibilidade de água além de ser um fator de desenvolvimento socioeconômico, constitui um recurso fundamental para a manutenção da vida no planeta Terra. Contudo, as alterações na quantidade e qualidade disponível desse recurso natural podem comprometer a manutenção da biodiversidade na superfície terrestre e o desenvolvimento das atividades econômicas e de sobrevivência da espécie humana. Desta forma, várias discussões surgem acerca das questões ambientais, assim como a importância de preservação e/ou conservação, principalmente em ambientes suscetíveis à contaminação a exemplo dos ambientes fluviais, lacustres e lagunares.

Diante de tal concepção cabe destacar que os diferentes impactos ambientais mais recorrentes em ambientes lacustres ocorrem em virtude da exploração dos recursos hídricos de forma constante e crescente. Estudos como os de Oliveira e Meireles (2010) constatam que as lagoas e riachos, canais de maré vêm sofrendo impactos ambientais devido ao processo de urbanização. O desmatamento, a alterações nos rios e lagoas em virtude dos descartes de materiais residuais resultantes de atividades industriais, agrícolas ou de resíduos domésticos são fontes de poluição e contaminação, atrelado à introdução de espécies exóticas de plantas, peixes e outros organismos produz extensas modificações nas cadeias alimentares, em lagos e reservatórios, assim como, a retirada de espécies de fundamental importância para a manutenção da biodiversidade sustentada dos ecossistemas aquáticos, [...]. Não menos importantes estão os reservatórios que ao serem construído causam alterações estruturais e funcionais dos ambientes lacustres.

Coadunando com a ideia dos autores supracitados, este estudo analisa os diversos impactos que a lagoa do Bacuri, maior reserva hídrica do Leste Maranhense, vem sofrendo. Na última década, a atividade produtiva da sojicultura tem utilizando significativa quantidade de defensivos agrícolas, o que levanta sérios questionamentos sobre a existência dos riscos de contaminação do solo e conseqüentemente das águas deste ambiente lacustre, tanto pelos moradores locais, quanto pelos diferentes pesquisadores.

O presente estudo foi desenvolvido procurando elucidar estes questionamentos através da realização do monitoramento dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo no entorno da Lagoa do Bacuri, destacando as principais atividades socioeconômicas existentes. Uma vez que os usos do solo (pecuárias, agricultura extensiva e intensiva, extrativismos, criatórios, pesca predatória e laser) são resultados dos mais diferentes interesses dos grupos econômicos que geralmente, não se preocupam como devem tratar as potencialidades e principalmente as limitações do ambiente a esses usos elencados. Assim, tem-se na maioria das vezes a ocorrência de significativas transformações nas condições ambientais e consequentemente no surgimento de impactos socioambientais negativos.

Nesse contexto, para identificar e compreender as formas de uso e ocupação da área numa perspectiva espaço-temporal faz-se necessária a utilização das geotecnologias, principalmente com uso do sensoriamento remoto, o qual permite o monitoramento de extensas áreas em diferentes resoluções das imagens geradas, assim como dos Sistemas de Informação Geográfica –SIG's, que possibilitam a realização de avaliações ambientais e o respectivo planejamento de ações objetivando a prevenção e/ou mitigação dos possíveis impactos socioambientais decorrentes das atividades antrópicas. O uso das geotecnologias foi subsidiado pelos conhecimentos da cartografia e dos dados e informações obtidas em diversas instituições públicas ou particulares sobre a temática abordada com ênfase nos aspectos relacionados às questões ambientais, das geotecnologias, legislação ambiental e dos aspectos fisiográficos do rio Buriti e da Lagoa do Bacuri.

Um dos motivos que justificam a realização desta pesquisa diz respeito ao conhecimento e vivência em relação à área de estudo/lagoa. Sendo assim, foi possível observar as transformações ocorridas na paisagem ao longo do tempo, oriundas das alterações naturais e principalmente das intervenções antrópicas, mais precisamente as relacionadas à agricultura, representada pela sojicultura.

Dessa forma, esta pesquisa analisou os aspectos hidrogeomorfológicos, incluindo uma discussão sobre a gênese do citado ambiente lacustre, bem como as condições socioambientais das comunidades do entorno da Lagoa do Bacuri, localizada na Mesorregião do Leste Maranhense e Microrregião do Baixo Parnaíba. A lagoa em estudo situa-se no baixo curso do rio Buriti, nos municípios maranhenses de São Bernardo e Magalhães de Almeida.

A pesquisa em questão, preferencialmente, buscou contribuir com o ganho de informações a respeito dos seguintes aspectos: caracterização das condições naturais, assim como as principais intervenções decorrentes dos diferentes tipos de uso do solo existentes no

entorno da lagoa; discutir a responsabilidade pelos danos ambientais causados ao ambiente natural e cultural; identificar as principais mudanças de uso do solo e os impactos ambientais decorrentes das novas atividades produtivas desenvolvidas no entorno da lagoa, através do monitoramento das imagens orbitais; avaliar o estado de conservação ambiental da lagoa do Bacuri, por meio da análise microbiológica, físico-química e presença de agrotóxico em suas águas. Este último aspecto torna-se de fundamental importância, uma vez que o conhecimento sobre a qualidade e/ou a contaminação dos recursos hídricos tornam-se altamente relevante para as comunidades locais, bem como para os órgãos de fiscalização, no caso específico a Secretária Estadual de Meio Ambiente e Recursos Naturais - SEMA.

Ressalta-se ainda, que este estudo se baseia nos pressupostos da Abordagem Geossistêmica, que tem o objetivo de analisar e descrever “as partes de um todo”, referente à reserva hídrica da Lagoa do Bacuri através das análises geologia, geomorfologia, clima, solos, vegetação, além das condições socioambientais.

Para cumprir os objetivos propostos, este documento é composto por seis capítulos sendo a introdução desenvolvida no primeiro capítulo. O referencial teórico composto pelos tópicos: águas e a biodiversidade; a vulnerabilidade das águas superficiais e subterrâneas; a paisagem como uma categoria de análise geográfica; hidrogeomorfologia: conceitos e aplicações; impactos ambientais resultantes das atividades produtivas e suas bases legais e o uso da geotecnologia no monitoramento das alterações ambientais contemplam o segundo capítulo.

A metodologia e seus subitens: considerações sobre o método científico; revisão de literatura; seleção e aquisição de material cartográfico e imagens orbitais; processamento digital de imagens; análises de dados por geoprocessamento; análises físico-químicas, microbiológicas e de agrotóxico das águas; aquisição, tabulação e análise dos dados socioeconômicos, estão dispostos no terceiro capítulo.

A caracterização da área de estudo: localização da Lagoa do Bacuri estão no quarto capítulo e os resultados e discussão constam pelos itens da as condições geoambientais da área de estudo, dados socioeconômicos; percepção ambiental dos moradores da área em análise; estados de conservação ambiental da lagoa do Bacuri; resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das águas e o monitoramento do uso e cobertura do solo e as incongruências de uso das APP's estão no capítulo cinco. Por fim, as considerações finais seguem as devidas observações seguidas das sugestões como propostas futuras para monitoramento e manutenção da área em estudo, Lagoa do Bacuri.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Água e a biodiversidade

A água é uma substância vital presente na natureza, e constitui parte importante de todas as matérias do ambiente natural ou antrópico (TELLES; COSTA, 2007). Ela se torna recurso a partir do momento que é usada para um determinado fim (OKAWA; POLETO, 2014). Sua demanda global é em grande parte influenciada pelo crescimento da população, as políticas de urbanização, segurança alimentar, energética e processos macroeconômicos, tais como a globalização do comércio e a mudança dos padrões de consumo (ONU, 2015). O crescimento populacional é um dos principais fatores e sua relação não é linear: ao longo das últimas décadas, a taxa de procura para a água dobrou a taxa de crescimento universal, de acordo com a United States Census Bureau (USCB, 2012).

A incumbência de manter esse recurso e toda a biodiversidade associada a essa demanda recai sobre a humanidade, uma vez que o homem é a espécie dominante e que, por conseguinte, tem suas questões econômicas e sociais dependentes da diversidade biológica. Embora a água seja o recurso natural com maior disponibilidade no planeta, esta tem sido amplamente discutida nos mais diferentes fóruns sobre a sua qualidade, bem como pela sua quantidade crescentemente demandada nos últimos anos. Da mesma forma, em meio a uma grave crise de falta de água, as mudanças climáticas também podem ser apontadas pelo aumento da escassez, pois ameaçam elevar a temperatura e o nível do mar, provocando secas mais intensas e frequentes e assim reduzindo a disponibilidade de água. (CERRATI, 2014).

Com base no mesmo viés, segundo Tundisi (2003), os usos do solo e as características socioeconômicas predominantes, aliados ao problema da escassez de água no Nordeste, são algumas das principais ameaças para a biodiversidade aquática. Isto é importante porque a água doce em estado líquido no planeta, atualmente vem apresentando redução (distúrbios) nas bacias hidrográficas onde se manifesta a maioria dos impactos ambientais.

As bacias hidrográficas são definidas por Barrella *et al.* (2001) como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. Isso significa que a bacia é o resultado da interação da água e de outros elementos naturais como geologia, topografia, vegetação e clima. Assim, um curso d'água é o resultado da contribuição de

determinada área topográfica, que é a sua bacia hidrográfica. (BRIGANTE; ESPÍNDOLA, 2003).

Ainda destacando a importância da água, sabe-se que as águas continentais brasileiras apresentam enorme significado global em termos de biodiversidade. Entretanto, vem ocorrendo o declínio da biodiversidade nos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros de incluem poluição, eutrofização, assoreamento, construção de represas, controle do regime de cheias, pesca e introdução de espécies (AGOSTINHO *et al*, 2015).

Nota-se que, as matas ciliares são sistemas florestais estabelecidos naturalmente ou não em faixas às margens dos rios e riachos, no entorno de lagos, represas e nascentes, exercendo função de instrumento redutor do assoreamento e da degradação do meio ambiente e como meio natural de processamento e transformação da diversidade ambiental sujeitas às inundações temporárias (CASTRO *et al.*, 2013), durante seu crescimento, absorvem e fixam dióxido de carbono, um dos principais gases responsáveis pelas mudanças climáticas que afetam o planeta (AUGUSTUS, 2012).

No entanto, a retirada da mata ciliar vem ocasionando um aumento significativo dos processos de erosão dos solos, com prejuízo à hidrologia regional, com evidente redução da biodiversidade e a degradação de imensas áreas submetidas a essas ações antrópicas (BARBOSA, 2000). Tal ação antrópica dificulta a conservação dos recursos hídricos, uma vez que, para assegurar a manutenção da qualidade do ecossistema aquático é essencial a preocupação com o ecossistema ripário (NUNES; PINTO, 2012). Com efeito, os sistemas aquáticos são receptores das descargas resultantes das várias atividades humanas nas bacias hidrográficas. Como exemplo, o assoreamento constitui sério problema em grande número de rios nas bacias hidrográficas brasileiras, o que vem se ampliando devido à expansão das fronteiras agrícolas (MOURÃO *et al.*, 2002).

Ressalta-se, porém que a irrigação das plantações no processo produtivo aumenta a necessidade por água, sendo que essa prática aumenta a pressão sobre os recursos hídricos. Conforme o relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (2012), no que se refere ao seu manejo em condições de incerteza e risco, destaca que “a agricultura é responsável por 70% da exploração global de água doce e pode chegar a 90% em algumas economias em rápido crescimento”. Não ocorrendo melhoria nesse cenário, estima-se que o consumo mundial de água para a agricultura aumentará 20% até 2050 (WWAP, 2012). Em uma proporção onde as razões, em escala mundial, são inversamente proporcionais, ou seja, o espaço produtivo não aumenta e inversamente a população absoluta aumenta a cada ano, essa realidade propicia a busca por constantes aumentos na produção de alimentos. O relatório acima mencionado afirma que “as projeções de crescimento da

população global, antecipam um aumento de dois a três bilhões de pessoas para os próximos 40 anos, combinado com mudanças na alimentação, resultarão em um aumento esperado da demanda por comida da ordem de 70% até 2050”.

Consequentemente essa demanda gera muitos impactos aos recursos naturais e com isso, a água tem sido exposta a diversas fontes de contaminação provenientes da ação antrópica, fato este, que levanta questionamentos sobre a conservação da qualidade da água para o consumo humano. Uma das principais atividades econômicas do país, a agropecuária, é altamente dependente de produtos químicos, os chamados agroquímicos. Esses elementos químicos são utilizados na busca por maior produtividade, contribuindo para que o uso de agrotóxicos tenha se intensificado nas áreas produtivas, dados estes confirmados pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. (ANVISA, 2016).

Ao atentar para o fato, o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2015) divulgou um relatório sobre o uso de agrotóxicos nas lavouras do país. Segundo dados do instituto, o Brasil deu um salto de 2 (dois) bilhões em 2001 para valores recordes de 8,5 (oito e meio) bilhões de dólares em 2011, mas desde 2009 nos tornamos líder mundial no ranking de consumo de agrotóxicos. O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas do mundo que utiliza agrotóxicos em larga escala (CUNHA, 2015).

Diante desse quadro, a necessidade de conservação dos recursos hídricos é de extrema importância, uma vez que a qualidade da água implica diretamente em nossa sobrevivência e na manutenção da biodiversidade aquática. Nesse contexto, compreender a vulnerabilidade desse recurso natural é altamente relevante.

2.2 A vulnerabilidade das águas superficiais e subterrâneas

A qualidade da água é consequência do tipo e quantidade de substância que estão dissolvidas na água, sendo ainda afetada por outros fatores de estrutura físicas/naturais. Para Tundisi (2003), o ciclo hidrológico renova o vapor d'água na atmosfera e a quantidade de água líquida periodicamente. Ainda segundo esse autor, quando ocorre o aumento intenso de demanda diminui a disponibilidade de água líquida e coloca em perigo os usos múltiplos, a expansão econômica e a qualidade de vida. Assim, vale mencionar que as águas doces continentais também sofrem com a contaminação causada por inúmeras substâncias, pelo despejo de esgotos domésticos e industriais, e com o acúmulo destas nos sedimentos de rios, lagos e represas.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2011), a vulnerabilidade pode ser entendida como a maneira com que o ambiente social e natural é suscetível de afetar as pessoas e o risco à probabilidade de ocorrência de evento adverso. O risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal (VEYRET, 2013). Logo, a questão da vulnerabilidade não está condicionada apenas a fenômenos hidroclimáticos, mas a todo um contexto político, social, econômico e ambiental.

Conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos, na Lei nº 9433/97, também conhecida pela Lei das Águas, no seu Art.1º, explica a necessidade de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, além da defesa e prevenção contra eventos hidrológicos críticos, garantir o desenvolvimento sustentável, a utilização racional e integrada dos recursos hídricos. Na verdade, as águas continentais são as mais utilizadas pelo homem, e são nessas águas que o ciclo hidrológico é mais perceptível e intenso, visto que a água circula pela terra, ocasionando desde a dissolução e reposição de nutrientes e matéria orgânica ao transporte de resíduos sólidos em seus processos de composição e deslocamento. Assim, a distribuição de água no globo e sua aparente inesgotabilidade tem levado à humanidade a tratar este recurso renovável e limitado com descaso, uma vez que tanto a escassez d'água como os excessos resultam de um mau uso dos recursos naturais. (ASHBY, 2013).

Nesse contexto, cabe atentar para o fato de que as águas subterrâneas são preocupantes também, levando em consideração que estudos sobre a contaminação de recursos subterrânea evidenciaram esses fatos recentes. Isso decorre do fato de seus usuários desconhecerem a gravidade de tal contaminação, haja vista que por ser subterrânea essa contaminação não seja tão perceptível como as das águas superficiais. Sabe-se que com a constituição de 1988 em seu Art. 20, inciso IX, os recursos minerais, inclusive os do subsolo, foram considerados bens da União. E no seu Art. 26, inciso I, estabelece que sejam bens dos estados às águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósitos, ressalvadas, neste caso na forma da lei, as decorrentes de obras da União.

Da mesma forma, a Constituição do Estado do Maranhão, em seu Art. 12, inciso II, alínea “f”, estabelece que compete ao Estado, [...] a conservação da natureza do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição. No Art. 13, inciso IV, inclui como bem do estado às águas superficiais ou subterrâneas fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União. (MARANHÃO, 1989, p. 8-9).

Segundo ANA (2009), a potencialidade de águas subterrâneas no território nacional não é uniforme, ocorrendo regiões de escassez e outras com relativa abundância, havendo localidades com significativa disponibilidade hídrica, como aquelas abrangidas pelo Aquífero Guarani e aquíferos sedimentares em geral, e outras com disponibilidade baixa, como aquelas de ocorrência das rochas cristalinas no semiárido brasileiro.

Além do que foi exposto, um levantamento realizado pelo IBGE (2010) mostrou que a água de poços e fontes vem sendo utilizada intensamente para diversos fins, tais como abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer, e que cinco milhões e meio dos domicílios brasileiros utilizam exclusivamente água subterrânea. Desta forma, pode-se afirmar que haveria conquistas reais, em termos de direitos humanos, liberdade, desenvolvimento e avanços na qualidade de vida para todos se houvesse maior atenção aos dois dos mais agressivos problemas ambientais: a carência de água doce e as mudanças climáticas.

Diante dessa realidade, em 2013 a Agência Nacional de Águas –ANA lançou a Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade das Águas (RNQA) no âmbito do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA). A implementação da RNQA ocorre em parceria com órgãos estaduais de meio ambiente e de gestão de recursos hídricos. Além da RNQA, a ANA lançou em 2014 o Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água – QUALIÁGUA. Estas iniciativas visam fomentar o desenvolvimento das redes estaduais de monitoramento de modo a preencher as lacunas de informações de qualidade de água existentes no Brasil e gerar subsídios importantes para a gestão dos recursos hídricos no país.

Apesar da criação de instrumentos legais e órgãos governamentais, a gestão das águas no Brasil tem sido negligenciada, fato que potencializa os riscos socioambientais. Os ambientes hídricos são bastante vulneráveis às intervenções antropogênicas, as quais podem interferir diretamente na quantidade e qualidade da água. Igualmente, a disponibilidade hídrica tem importância fundamental nas formações vegetais e, por conseguinte, na paisagem.

2.3 A Paisagem como uma categoria de análise geográfica

A Geografia possui diversas categorias de análise, a exemplo do espaço, o lugar, o território, a região e a paisagem - que reflete a atuação humana no processo de transformação e modelagem da superfície terrestre, a qual subsidiará esta análise. A paisagem dentro das diversas formas de abordagens da geografia é interpretada com conceitos que divergem, embora seja entendida como fundamental elemento para a interpretação da realidade terrestre.

Na Geografia Clássica se tem o contraponto entre a paisagem natural, estritamente descritiva e fisiográfica e a geografia humanística, pesquisa os elementos particularmente humanos da relação do homem com o espaço e o ambiente.

Von Humboldt reafirma esse pensamento, o qual utilizou o termo *Landshaft*, somatório das características dos elementos que constituem um espaço e que pode ser perceptível ao homem, uma concepção holística. Como fizera em uma de suas viagens: “em todas as zonas a natureza apresenta o fenômeno destas planícies sem fim; mas, em cada região, têm elas caráter particular e fisionomia própria” (HUMBOLDT, 1950, p. 7).

Na escola Alemã, o método sistemático de Humboldt que propõe a intuição por meio da observação, concebe a paisagem como categoria primária do estudo da geografia, sendo estabelecida como o “termômetro” para os diferentes tipos e níveis na relação sociedade e natureza, compreendidos em um dado espaço.

Em Ratzel, a paisagem é um agrupamento de elementos naturais e humanos, onde as condições naturais do meio influenciavam e determinavam as atividades humanas, ou seja, o homem é determinado pelo meio (RATZEL, 1990). Validado por La Blache, uma concepção positivista, identifica a paisagem (*paysage*) como o relacionamento do homem com o seu espaço físico. O homem também transformava o meio onde vivia, existindo assim, o que esse autor definia por diversas possibilidades, podendo ser entendido como uma ação recíproca entre homem e a natureza. (LA BLACHE *apud* GOMES, 1996, p. 203).

Ao conceituar “pays”, em relação à cultura que transforma a natureza, La Blache afirmou que é preciso partir da ideia de que uma região é um reservatório onde dormem energias das quais a natureza depositou o germe, mas o emprego depende do homem... (LA BLACHE *apud* GOMES, 1996, p. 203). A concepção evolutiva e de interdependência desse processo de transformação é entendida segundo Bertrand (1971, p. 2), que concebe:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que único, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 1971, p. 2)

Em Santos (2002), a ideia de paisagem consistia na materialização do espaço geográfico como forma, ou seja, “a paisagem é um conjunto de forma que, num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza”. Reforçado por Christofletti (1999) quando identifica na paisagem a possibilidade de compreensão do espaço como um sistema ambiental, físico e

socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

Rodriguez, *et al.* (2010) propõem ideias, conceitos e métodos de estudo para a análise da paisagem, abrangendo os enfoques estrutural, evolutivo-dinâmico, antropogênico, integrativo da estabilidade e sustentabilidade e o funcional da paisagem. Em outras palavras, para Dardel (2015) a expressão do encontro singular entre a Terra e o projeto humano estabelece um movimento de intimidade e de profundidade na relação de experimentação que vincula o homem à Terra. Ou seja, revela por vínculo a “geograficidade originária do ser humano”, que é a junção do espaço com a noção de historicidade representa para a relação do homem com o tempo (BESSE, 2006).

Nesse contexto, define-se como funcionamento da paisagem a sequência estável de processos que atuam permanentemente e que consistem na transmissão de energia, substâncias e informação, garantindo a conservação de um estado da paisagem, característico para um tempo dado (ou seja, um determinado regime de funcionamento) (DIAKONOV, 1988). Como tal, a paisagem concretiza de forma súbita e fugaz a vida social.

Nesse sentido, com base no cotidiano social, nas representações e na sua significância ao longo do tempo, percebe-se que a manipulação da paisagem está inerente ao contexto do capitalismo, haja vista a associação do meio social ao meio econômico. Fazendo com que a paisagem configure produto retável. De acordo com Lopes (2015), pelo prisma da cultura material a paisagem é (re)construída, também, pela ação antrópica.

Nascida como recordação distante, idealizada como promessa fugidia que acreditava atestar um outro momento da relação do homem com a natureza, hoje a paisagem é, e já há um bom tempo, *souvenir* postal, objeto da política público-privada da especulação imobiliária, cenário de *selfies* a serem consumidos e logo descartados no lixo virtual do espetáculo. Manter qualquer tipo de positividade frente à sua ideia talvez seja o mesmo que não torcer o estômago à história sempre violenta que acompanha a possibilidade de sua contemplação. (LOPES, 2015, p.213).

Desta forma, incorporando os processos hidrológicos como agente modelador da paisagem ou as formas da paisagem (geomorfologia) nos estudos dos processos hidrológicos, entende-se que a bacia ao adquirir uma determinada forma (objeto de estudo da geomorfologia) pode explicar a variação temporal e espacial dos processos hidrológicos (GOERL; KOBAYAMA; SANTOS, 2012). Machado e Pacheco (2010) destacam que os rios são os principais definidores de sua paisagem. Essas distinções no modo de perceber a atuação natural e humana na transformação do planeta mostram claramente a particularidade dessa categoria, por diversos fatores e processos historicamente contextualizados, para analisar os efeitos na formação e funcionamento da paisagem.

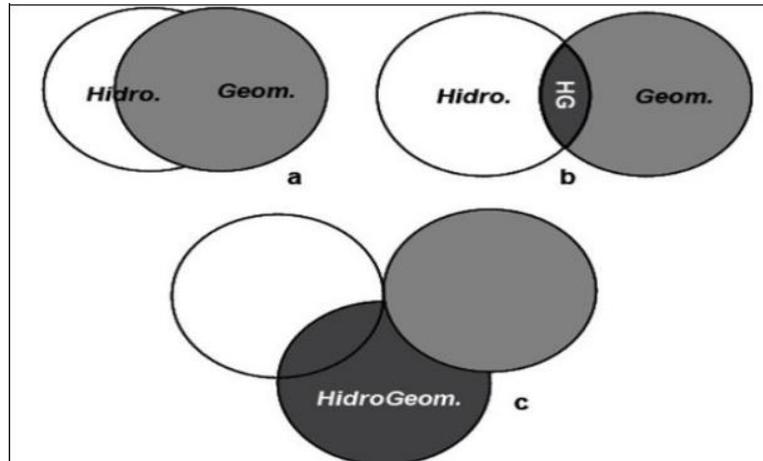
2.4 Hidrogeomorfologia: conceitos e aplicações

Na compreensão de Goerl, Kobayama e Santos (2012) a Hidrogeomorfologia é uma ciência recente e emergente, com pouco mais de 40 anos, em virtude de seus princípios e métodos ainda não estarem delimitados, principalmente quando é entendida pela junção de duas outras ciências: a Geomorfologia e a Hidrologia. A primeira ciência, a geomorfologia, com base em Panizza (1996), tem como objeto de estudo a superfície de contato entre a litosfera e a atmosfera ou/e hidrosfera, ou seja, a interface entre duas entidades físicas: um meio sólido e outro líquido e/ou gasoso; pois é ao longo dessa superfície de contato (interface) que os processos geomorfológicos ocorrem.

Contudo, não há como desenvolver um estudo de geomorfologia fluvial, sem que a água seja o agente primordial. Assim, fica clara a necessidade de contribuição da hidrologia. Partindo desse princípio o termo Hidrogeomorfologia foi aplicado em 1973, publicado no *Journal of Hydrology* por Andrian Scheidegger'. Goerl Kobayama e Santos (2012) aplicam o termo hidrogeomorfologia, segundo entendimento de Scheidegger, definindo-a como o estudo das formas causadas pela ação das águas. Richards (1988) argumenta que, o conhecimento hidrogeomorfológico regional proporciona o entendimento do cenário de previsão do ajuste/evolução dos rios/sistema fluvial em escala de bacia. Ainda na visão de Goerl, Kobayama e Santos (2012), foi nas décadas de 1990 e 2000 que o termo se propaga entre os periódicos, a princípio de hidrologia e posteriormente da geomorfologia. Tempos anteriores Okunishi (1994) definiu hidrogeomorfologia como o estudo entre as interações dos processos hidrológicos e geomorfológicos, mais especificamente a interação entre os sistemas fluviais e de vertente em uma escala temporal.

Por outro lado, segundo Babar (2005), o termo Hidrogeomorfologia pode ser literalmente dividido em três termos: “**hidro**” que incorpora as águas superficiais e subterrâneas; “**geo**” que incorpora a terra e “**morfologia**”, que é expressão das características superficiais nas formas da paisagem. Diante das diversas conceituações para o termo Hidrogeomorfologia, Goerl, Kobayama e Santos (2012) propuseram três modelos da relação entre a Hidrologia e Geomorfologia (Figura 1). Conforme o esquema, na primeira proposta não há necessidade de conexão entre as ciências hidrologia e geomorfologia, quando ocorre a superposição. O segundo modelo, a intersecção, toma-se o que é comum a ambas as ciências e em sua proposta final, a hidrogeomorfologia surge como uma nova ciência, que por sua vez incorpora elementos de hidrologia e também da geomorfologia, mas com seus próprios atributos (GOERL; KOBAYAMA; SANTOS, 2012).

Figura 1 - Modelos conceituais de três interações entre a Geomorfologia, Hidrologia e Hidrogeomorfologia



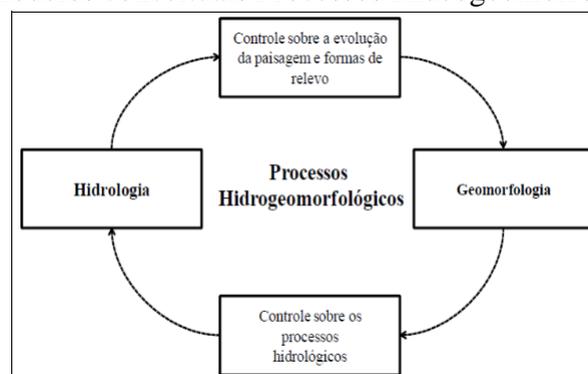
Fonte: GOERL; KOBIYAMA; SANTOS, 2012.

Assim, para Goerl, Kobiyama e Santos (2012, p. 5), a hidrogeomorfologia pode ser tratada como uma nova ciência (modelo c), a qual tem como definição:

Hidrogeomorfologia é uma ciência que busca compreender como os processos hidrológicos contribuem para a formação e evolução da paisagem e ainda como as formas de relevo condicionam ou controlam os processos hidrológicos em diferentes escalas temporais e espaciais (GOERL; KOBIYAMA; SANTOS, 2012, p. 5),

Percebe-se que os autores destacam “os processos hidrogeomorfológicos em três tipos principais: inundações, fluxos hiperconcentrados e fluxos de detritos” (Figura 2). Wilford, Sakals e Innes (2005) propõem valores para a concentração de sedimentos. As inundações variam de 1% a 40% de concentração, os fluxos hiperconcentrados de 40% a 70% e os fluxos de detritos de 70% a 90%, levando em consideração o volume de sedimentos depositados relativos ao tamanho do canal e a orientação dos seixos.

Figura 2- Modelos conceituais Processos Hidrogeomorfológicos.



Fonte: Goerl *et al.*, (2012).

Os autores mencionados concluem que os processos hidrogeomorfológicos devem ser aqueles que exercem controle tanto sobre a evolução e formação da paisagem sobre os processos hidrológicos. Tais processos permitem avaliar os impactos ambientais ocorridos em virtude das práticas econômicas predominantes em ambientes hídricos. Enfim, no que se refere ao presente estudo a hidrogeomorfologia é de grande valia no “prisma” dos referidos autores visto que os insumos destacados para a pesquisa estão diretamente relacionados à análise de Goerl, *et al.*, (2012).

2.5 Impactos ambientais resultantes das atividades produtivas e as bases legais

Impactos das atividades humanas no ciclo hidrológico e na qualidade das águas decorrem de várias atividades humanas, resultado dos usos múltiplos. Dentre as mudanças rápidas nas paisagens, advindas com desenvolvimento, em especial o desenvolvimento rural, veio a lume, debates no âmbito mundial sobre as mudanças rápidas e profundas que culminaram nos impactos ambientais.

De acordo com a Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, no seu Art. 3º Inciso IX, do qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, destaca que são geradores de resíduos sólidos, todas as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades. Esses resíduos sólidos podem ser definidos como quaisquer materiais, substâncias, objetos ou bens descartados, como resultado das atividades humanas em sociedade, que podem estar nos estados sólido ou semissólido, gasoso dentro de recipientes, e líquido cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água (EL- DIER, 2014).

Consoante a este fator, Sanchez (2012) pontua que, para o senso comum, “impacto ambiental” é associada a dano à natureza. Porém, segundo o autor, o termo deriva de uma situação indesejada e completa sua obra “Avaliação de Impactos Ambientais: conceitos e metodologias”. Assim, impacto é entendido como resultado da diferença entre o estado natural de uma área e seu processo evolutivo depois da intervenção humana. Em outras palavras, o impacto ambiental em umas das caracterizações estabelecidas por Sánchez (2012), “toda poluição causa impacto ambiental, mas nem todo impacto ambiental tem a poluição como causa”. Desta forma, na visão do autor, a poluição é sempre um efeito negativo, diferente da ocorrência de impacto ambiental, podendo ser este positivo a exemplo de um tratamento ou recuperação de ambientes aquáticos entre outros.

Os impactos ambientais podem ser causados por uma ação humana que implique: supressão e inserção de certos elementos do ambiente; e sobrecarga decorrente da introdução de fatores de estresse além da capacidade de suporte do meio (SÁNCHEZ, 2012). Dessa forma, identificar os tipos de atividades e os impactos, positivos e negativos, gerados torna possível propor medidas de melhoria para solucionar os conflitos entre as atividades econômicas e a comunidade. Encontra-se ainda mais detalhada a definição de impactos ambientais na resolução do CONAMA nº 001 de 23/01/86:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem:(I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população;(II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 1986).

Esta resolução diz respeito ao estabelecimento de definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental, que é um dos instrumentos da PNMA, previsto na lei nº 6938/81. Sendo assim, qualificar e quantificar previamente os impactos ambientais é uma das propostas dos Estudos do Impacto Ambiental, do qual serve como suporte para o planejamento das atividades ou empreendimentos que interferem danosamente no meio ambiente. Logo, EIA tem como objetivo avaliar as dimensões das possíveis alterações que um empreendimento pode ocasionar no ambiente.

Com a elaboração da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente em 1981, o EIA/RIMA foi elevado à categoria de instrumento de gestão ambiental. Expandiu-se tanto para os projetos públicos como para os particulares, industriais ou não industriais, rurais ou urbanos, em áreas consideradas críticas de poluição ou não, regulamentando desta forma, o papel da Avaliação do Impacto Ambiental no ordenamento jurídico brasileiro. No art. 9º da Resolução CONAMA nº 001/86, na vertente caso diz que “o Relatório de Impacto Ambiental refletirá as conclusões do Estudo de Impacto Ambiental”, ficando declarado que o EIA precede o RIMA e é seu alicerce imprescindível. Em seu raciocínio Machado (2012) pontua que o EIA deve conter o levantamento de uma literatura científica específica e legal pertinente, trabalhos de campo, análise de laboratório, e a própria elaboração do relatório. Já o RIMA descreve todas as conclusões apresentadas no EIA, e deve ser elaborado de forma objetiva e disponível para compreensão, ilustrado por mapas, quadros, gráficos, enfim, por todos os recursos de comunicação visual.

O conhecimento e a divulgação dos aspectos ambientais de um empreendimento atendem às expectativas de uma melhoria no desempenho ambiental (ISO 14.001:1996, ABNT, 1996; ISO 14.031, 1999). Destarte, conhecendo-se, previamente, os problemas e operação do empreendimento, pode-se adotar medidas que evitem ou intensifiquem tais impactos. Esse conhecimento subsidia o uso das geotecnologias com aplicação do sensoriamento remoto.

As bases legais por sua vez, são de suma importância para a fundamentação e entendimentos dos possíveis impactos nos ambientes hídricos. As legislações visam garantir a qualidade da água e a manutenção das biodiversidades e esse interesse normativo dar-se-á em virtude da estreita relação do homem com a água. A primeira norma legal em nosso país foi o Código das Águas (Decreto nº 24.643, de 10.07.1934), que tinha por objetivo disciplinar o aproveitamento da água no setor industrial, principalmente, no aproveitamento e exploração da energia hidráulica. Sendo revogado por leis posteriores, A Política Nacional dos Recursos Hídricos foi promulgada em substituição ao Código das Águas, Constituição Federal de 1988. Pela Constituição Federal, as águas ou são de domínio do Estado ou de domínio da União.

Segundo o artigo 26 da Constituição de 1988:

Incluem-se entre os bens dos Estados: I - as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União; Segundo artigo 20: São bens da União: III - os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais (BRASIL, 1988).

No entanto, com o objetivo de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, ou seja, o controle da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Em relação às águas subterrâneas, a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde estabelece os critérios obrigatórios no país para determinação da água potável, também contemplada na Resolução CONAMA nº 396/2008 do Ministério de Meio Ambiente que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais das águas subterrâneas.

Em 1997, foi publicada a Lei nº 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Em seu Art. 5º a Política Nacional dos Recursos Hídricos define os instrumentos de suporte para execução da política: Planos de Recursos Hídricos; Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; Outorga dos direitos de uso de recursos

hídricos; Cobrança pelo uso de recursos hídricos; Compensação a municípios; Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

O Plano de Recursos Hídricos serve como instrumento para a gestão pública. Dentre os incisos citados, destacam-se os Usos Preponderantes, pois este visa assegurar às águas, qualidade compatível com os diferentes usos a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. Este instrumento da Política Nacional dos Recursos Hídricos incorpora duas regulamentações, a saber: CONAMA 357/05 e a portaria 518 do Ministério da Saúde.

A Resolução CONAMA 357/05 classifica as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade, no entanto, neste trabalho abordaremos apenas as cinco classes de qualidade das águas doces.

Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- I- águas doces:** águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
- II- águas salobras:** águas com salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰;
- III- águas salinas:** águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

Portaria 518. Art. 4.º Para os fins a que se destina esta Norma, são adotadas as seguintes definições:

- I - água potável** – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;
- II - sistema de abastecimento de água para consumo humano** – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão;
- III - solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano** – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical;
- IV - controle da qualidade da água para consumo humano** – conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelo(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição;
- V - vigilância da qualidade da água para consumo humano** – conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende a esta Norma e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana;
- VI - coliformes totais** (bactérias do grupo coliforme) – bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo;
- VII - coliformes termotolerantes** – subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

III - *Escherichia coli* – bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas β -galactosidase e β -glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos;

IX - contagem de bactérias heterotróficas – determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação: $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ por 48 horas;

X - cianobactérias – microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde;

XI - cianotoxinas – toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo:

a) microcistinas – hepatotoxinas heptapeptídicas cíclicas produzidas por cianobactérias, com efeito potente de inibição de proteínas fosfatases dos tipos 1 e 2A e promotoras de tumores;

b) cilindrospermopsina – alcalóide guanidínico cíclico produzido por cianobactérias, inibidor de síntese protéica, predominantemente hepatotóxico, apresentando também efeitos citotóxicos nos rins, baço, coração e outros órgãos; e

c) saxitoxinas – grupo de alcalóides carbamatos neurotóxicos produzido por cianobactérias, não sulfatados (saxitoxinas) ou sulfatados (goniautoxinas e C-toxinas) e derivados decarbamil, apresentando efeitos de inibição da condução nervosa por bloqueio dos canais de sódio (BRASIL, 2005).

Com relação à qualidade da água tratada, o padrão de potabilidade vigente no Brasil é estabelecido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde os limites máximos de diversos parâmetros que devem ser respeitados em toda água como condição de preservação da sua qualidade, bem como a garantia da efetividade constitucional do meio ambiente equilibrado como um direito global.

Com o objetivo de incentivar boas práticas agrícolas e evitar impactos adversos da agricultura no meio ambiente e na saúde pública, alguns países estabeleceram limites permitidos para determinados produtos em amostras de água. Com o desenvolvimento de técnicas de quantificação mais sofisticadas e a constante preocupação da sociedade, em diversos países o número de moléculas com valores máximos permitidos aumentou e, em alguns casos, os limites tolerados foram reduzidos (ALDER *et al.*, 2006).

Para certificar, na Lagoa do Bacuri, as propriedades físico-químicas de temperatura, pH, STD^2 , turbidez, condutividade, salinidade, nitrito e nitrato. Importantes, uma vez que são alterados mediante a inserção de nutrientes nas águas e permitem avaliar os corpos hídricos superficiais doces segundo as resoluções legais a exemplo da CONAMA Art.

As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões: I - condições de qualidade de água: pH: 6,0 a 9,0; sólidos dissolvidos totais até 500 mg/L; turbidez até 100 UNT. Nos parâmetros inorgânicos: Nitrato 10,0 mg/L N; Nitrito 1,0 mg/L N e dos parâmetros orgânicos: Glifosato 280 $\mu\text{g/L}$. (BRASIL, 2005).

Entende-se que na legislação do Brasil não existe um limite superior deste parâmetro tido como aceitável. Porém, deve-se notar que oscilações na condutividade da água, ainda que não causem dano imediato ao ser humano, podem indicar tanto uma contaminação do meio aquático por efluentes industriais como o assoreamento acelerado de rios por destruição da mata ciliar (LÔNDERO; GARCIA, 2010). Portanto, nesse estudo, o limite máximo de 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$ para uma água de boa qualidade, pode-se dizer que nesse trecho a água se apresenta em má condição.

Libânio (2010) ao descrever a finalidade da condutividade elétrica (CE) e a temperatura (T) pontua que são parâmetros importantes para a caracterização de um corpo d'água apesar de não serem controladas pela legislação. A condução de corrente é proporcional à concentração total de íons, não sendo um indicador específico da espécie química presente. Apesar deste inconveniente, o monitoramento contínuo da condutividade pode indicar eventuais anomalias em corpos hídricos, tais como lançamentos de efluentes clandestinos. A temperatura é um parâmetro muito influenciado pela insolação e eventualmente pelo lançamento de efluentes industriais.

A condutividade depende expressivamente da temperatura. Devido a isso, os dados de condutividade elétrica devem ser acompanhados da temperatura na qual foi medida. Para propósitos comparativos de dados de condutividade elétrica, deve ser definida uma das temperaturas de referência (20 °C ou 25 °C) (PINTO, 2007). A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta de 0 a 30° C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade (propriedade de uma substância que, sob aplicação de uma pressão externa, pode ter seu volume reduzido), calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades (CETESB, 2001).

O pH indica características químicas de acidez e basicidade do meio aquático, podendo ser influenciado pela presença de gases e sólidos dissolvidos na água (LIBÂNIO, 2010), assim, exercendo influência direta e indireta sobre os ecossistemas aquáticos naturais. De forma direta, em função dos efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies, e indiretamente, por contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, em condições específicas de pH, ou até mesmo sobre a solubilidade de nutrientes (CAMARGO *et al.*, 2009). Já a turbidez é uma característica influenciada pela concentração de sólidos em suspensão presentes na água (LIBÂNIO, 2010). O nitrogênio também tem grande importância no desenvolvimento do fito e zooplâncton, com influência no processo de

eutrofização (MACÊDO, 2005). As principais formas de ocorrência de nitrogênio em água são: N_2 , compostos orgânicos, amônia (NH_3) ou íon amônio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). (CETESB, 2009).

No Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS elaborado pela FUNASA (2014) fica posto que as bactérias do grupo dos coliformes “a utilização dos coliformes fecais na avaliação da qualidade de águas naturais, principalmente em países de clima tropical, também tem sido questionada e a tendência atual é de se referir ao grupo como Coliformes termotolerantes (DHSS, 1982; OMS, 1995). Apesar disso, e com base no fato de que entre os cerca de 10⁶-10⁸ Coliformes fecais/100 mL, usualmente presentes nos esgotos sanitários predomina a *Escherichia coli*, que é uma bactéria de origem fecal, estes organismos ainda têm sido largamente utilizados como indicadores de poluição de águas naturais.” Sobre a origem fecal da *Escherichia coli* (E. coli) é inquestionável e sua natureza ubíqua pouco provável, o que valida se o papel mais preciso de organismo indicador de contaminação tanto em águas naturais quanto tratadas.

Segundo a Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (MS), os níveis de Coliformes Totais e Termotolerantes devem estar ausentes nas amostras analisadas. A água utilizada para a elaboração de alimentos ou mesmo higienização dos equipamentos pode atuar como via contaminação dos alimentos com microrganismos patogênicos. Sendo que, mesmo não tendo ação patogênica, a Portaria 2914 do MS estabelece que a simples presença de bactérias desse grupo em água destinada ao consumo humano descarta a água como não potável. E com base no CONAMA357/05, das condições para água doce, os coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA n. 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *Escherichia Coli* poderá ser determinada em substituição aos parâmetros coliformes termo tolerante de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Para contaminação por herbicidas, na Portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde fica estabelecido os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de portabilidade, e dá outras providências. Nessa portaria, o Valor Máximo Permitido (VMP) para Glifosato é 0,500 mgL⁻¹. Na Resolução CONAMA nº357/05, além de dispor a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, também estabelece as condições e padrões

de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Sendo, para a classificação de águas doces 1 e 2 o VMP (mgL^{-1}) de 0,065 e 0,280 para classe 3. Sendo o valor de referência para esse estudo, águas doces de classe 2.

Na comercialização de produtos agrotóxicos, também conhecidos por defensivos agrícolas, no Brasil, cabe ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) averiguar a coerência e eficácia desses produtos, à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) cabe avaliar os impactos do mesmo sobre a saúde humana e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) compete analisar as implicações dos agrotóxicos no meio ambiente. (IBAMA, 2010). Pela Portaria nº 03/92 da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) define o critério de classificação toxicológica, sendo essa classificação baseada pela DL50 dos produtos. Para tanto, Lei nº 7802/89, também denominada Lei dos agrotóxicos dispõe que os rótulos desses produtos devem conter uma faixa colorida indicativa de sua classificação toxicológica.

Segundo a ANVISA (2014), denominado o ingrediente ativo ou nome comum como glifosato ou pelo nome químico N-(fosfonometil) glicina, derivado do aminoácido glicina, apresenta ação herbicida, de baixa e é registrado para uso em 26 culturas dentre eles arroz, feijão, florestas de eucalipto e pinhos, milho, pastagens, soja (MAPA, 2010), cultivos presentes ao longo da extensão territorial da influência direta e indireta da lagoa do Bacuri. O glifosato pertence ao grupo químico glicina substituída e é tóxico para organismos aquáticos, pouco tóxico para organismos do solo, aves e abelhas, e pouco bioacumulável (RABELO, 2010).

Não existe legislação brasileira que defina limites máximos de resíduos para glifosato em solos, entretanto, a legislação estabelece normas e critérios para a realização de testes relacionados à ecotoxicológica de pesticidas, testes estes relacionado a biodegradabilidade, adsorção e mobilidade. Segundo Poles (2001), ainda limitadas às avaliações sobre a trajetória dos pesticidas em solos de regiões tropicais. No entanto, de acordo com a resolução nº. 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005). No entanto, o valor máximo permitido em água doce para compostos orgânicos como do herbicida glifosato é $280 \mu\text{g.L}^{-1}$.

A importância das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) ao longo dos cursos d'água encontravam previsão nos arts. 2º e 3º do Código Florestal Brasileiro - Lei nº4.771/1965 (Revogado) e atualmente constam dos artigos 4º e 6º da Lei nº 12.651/2012. As APP's são áreas cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de

fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (CURREAU, LEUZINGER, 2013).

Todavia, o atual Código Florestal (BRASIL, 2012), estabelece critérios legais para delimitação e uso e ocupação dessas áreas, respectivamente, conforme o Art. 4º e 7º da supracitada Lei, destacando:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

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.

§1º Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei (BRASIL, 2012).

Nas margens de lagos e lagoas naturais a faixa de APP deve ser de cem metros nas áreas rurais com exceção dos corpos de água com até vinte hectares em que pode ser de cinquenta metros, conforme a lei.

Art. 4º; II – as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, zonas rurais excetas para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (tinta) metros, em zonas urbanas; (BRASIL, 2012).

No caso de supressão em Área de Preservação Permanente, não autorizada até 22 de julho de 2008, o Código Florestal (BRASIL, 2012) diz:

Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrosilvopastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008. [...]

§ 6º Para os imóveis rurais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de lagos e lagoas naturais, será admitida a manutenção de atividades agrosilvopastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição de faixa marginal com largura mínima de:

- I - 5 (cinco) metros, para imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal;

II - 8 (oito) metros, para imóveis rurais com área superior a 1 (um) módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais;

III - 15 (quinze) metros, para imóveis rurais com área superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos fiscais; e

IV - 30 (trinta) metros, para imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais. [...]

Art. 61-B. Aos proprietários e possuidores dos imóveis rurais que, em 22 de julho de 2008, detinham até 10 (dez) módulos fiscais e desenvolviam atividades agrosilvopastoris nas áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente é garantido que a exigência de recomposição, nos termos desta Lei, somadas todas as Áreas de Preservação Permanente do imóvel, não ultrapassará:

I - 10% (dez por cento) da área total do imóvel, para imóveis rurais com área de até 2 (dois) módulos fiscais;

II - 20% (vinte por cento) da área total do imóvel, para imóveis rurais com área superior a 2 (dois) e de até 4 (quatro) módulos fiscais (BRASIL, 2012).

Os referidos dispositivos legais se justificam pela necessidade de garantir a preservação de um recurso, como já foi dito de suma importância para a sobrevivência das espécies e em especial para a sociedade humana, principalmente quanto aos usos múltiplos para os quais os recursos hídricos são destinados. Tendo assim, as legislações, o papel de garantir os usos adequados das águas de acordo com a sua classificação. Atualmente, o estabelecimento das APP's através da legislação vigente e a utilização das técnicas de geoprocessamento possibilitam a identificação das incongruências de uso do solo, ou seja, as áreas que estão sendo utilizadas nestas áreas de preservação de forma irregular (XAVIER-DA-SILVA; ZAIDAN, 2004).

Santos (2012) ressalta que a gestão dos recursos hídricos só atenderá às questões relativas ao suporte técnico, jurídico e administrativo quando é realizada mediante procedimentos articulados e integrados, envolvendo o planejamento e a administração desses recursos. Exposto dessa maneira fica claro que, somente por ações conjuntas no âmbito administrativo podem tornar efetivas as propostas de planejamento dos recursos hídricos. Nesta perspectiva, Santos (2012) destaca que “o planejamento por bacia impõe uma articulação com os planos e programas municipais e, por conseguinte, uma articulação política e técnico-burocrática com os demais governos municipais”.

Os reservatórios tanto naturais quanto artificiais, são de fundamental importância para o abastecimento das populações alocadas em suas proximidades. Em especial, na área rural que não tem acesso a estruturas de abastecimento de grande porte, onde a vulnerabilidade tornasse um fator de grande significância. Segundo ANA (2011), a vulnerabilidade pode ser entendida como a maneira com que o ambiente social e natural é susceptível de afetar as pessoas e o risco da ocorrência de um evento adverso. Logo, a questão da vulnerabilidade não está condicionada apenas a fenômenos naturais, hidroclimáticos. Mas, a todo um contexto político, social, econômico e o mais importante, populacional.

Na tentativa de assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados, a Política Nacional de Recursos Hídricos, na Lei nº 9433/97, também conhecida pela Lei das Águas, tem por finalidade assegurá-las aos respectivos usos. Além da defesa e prevenção contra eventos hidrológicos críticos, garantindo o desenvolvimento sustentável, a utilização racional e integrada dos recursos hídricos. Ressalta-se que, para o monitoramento do uso e cobertura do solo é necessário identificar os diversos tensores que atuam em um determinado meio, no caso, a lagoa do bacuri e seu entorno.

Os tensores ambientais põem em xeque tanto a quantidade, quanto a qualidade da água e do solo, pois são vulneráveis às condições ambientais à qual está exposta. A preservação desses recursos, em especial a água, é uma necessidade universal, e exige atenção por parte das autoridades e consumidores em geral, particularmente no que se refere à água dos mananciais, destinados ao consumo humano, visto que sua contaminação por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, pode torná-las um veículo de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias. (D'AGUILA *et al.*, 2000).

2.6 O uso das geotecnologias no monitoramento das alterações ambientais

O campo das geotecnologias está intimamente relacionado às técnicas de coleta, processamento e análise de informações de referencial geográfico que configura processos fundamentais na tomada de decisões. Dentre as geotecnologias mais utilizadas estão o SIG (Sistemas de Informação Geográfica), Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto por Satélites, GPS (Sistema de Posicionamento Global), Geodésia e Topografia Clássica, dentre outros. Atualmente tem sua aplicabilidade em geociências para a solução de problemas de engenharia e o aproveitamento de recursos naturais, entre eles os recursos hídricos.

Referente ao Monitoramento Ambiental, as técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas tem sido utilizada de forma conjugada para o monitoramento das atividades antrópicas e seus impactos ambientais. Para Mendonça *et al.* (2011) a sinergia entre as ciências constitui um avanço tecnológico sem precedentes, possibilita a integração de dados em um ambiente computadorizado conhecido como Sistema de Informação Geográfica, e permite a reprodução de feições e fenômenos terrestres. Também possibilitam por meio de análises, a sua interpretação em relação a um objetivo específico.

Somado a isso, a enorme disponibilidade de dados de sensores remotos, bases cartográficas e diversos softwares livres, possibilita de uma maneira mais abrangente reunir,

processar e entender melhor as informações ambientais de forma integrada. Para isso, as imagens de satélite atualmente estão disponíveis de forma gratuita na rede mundial. Como enfatizado por Mendonça *et al.* (2011), existem catálogos de imagens que permitem o monitoramento de áreas em diversas resoluções e escalas, fornecendo dados para o mapeamento da dinâmica da vegetação, ocupação e outras características do terreno, possíveis de ser extraídas.

Nesse contexto, a geotecnologia está associada às necessidades de caracterização, avaliação e solução de problemas decorrentes da intensificação das relações continuadas entre intervenções humanas e o meio físico. Assim sendo, o sensoriamento remoto surge de maneira significativa auxiliando no processo de identificação do uso e cobertura da terra, pois possibilita a obtenção de informações da superfície terrestre de maneira remota. Novo (2008) conceitua sensoriamento remoto como a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento e de transmissão de dados postos a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem a em suas mais diversas manifestações.

O geoprocessamento, conforme Sebusiani e Bettine (2011) pode ser definido como um conjunto de ferramentas capaz de reunir a cartografia, o armazenamento de dados, permitindo que se faça o tratamento e a análise dessas informações, tudo isso de forma integrada através de programas computacionais relacionados a um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Para Silva *et al.* (2013), o mapeamento do uso da terra mediante técnicas de análises espaciais são o meio mais rápido e fácil para análise dos fenômenos naturais nas mais variadas escalas. Segundo Batista *et al.* (2010), o processamento digital de imagens constitui-se como um importante conjunto de técnicas voltadas para o tratamento de imagens digitais, possibilitando que uma imagem seja processada, interpretada e analisada.

Na tentativa de perceber mudanças ocorridas em determinado ambiente, por meio do processamento de dados, se faz necessário à utilização de imagens de satélites oriundas de diferentes datas, possibilitando uma análise multitemporal. A utilização de uma série temporal de imagens possibilita a confecção de mapas de uso da terra o que possibilita comparações entre a quantificação das alterações ocorridas nessas porções do ambiente, permitindo ainda o monitoramento de áreas florestais quanto às suas taxas de manutenção, redução ou expansão. Os trabalhos que abordam a análise multitemporal com imagens de satélite, cada vez mais se intensificam, servindo para o monitoramento do crescimento urbano bem como a evolução do desmatamento e extensão agrícola entre outros. (CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 2005).

Diante do exposto, a geotecnologia permite individualizar os principais alvos estudados (água, solo e vegetação), e ainda, separar os diferentes níveis de degradação das terras e as distintas classes de cobertura vegetal dando como resultado a criação de bancos de dados georreferenciados extremamente confiáveis (SOUSA, 2007) atendendo assim, estudos hídricos que necessitam elaborar mapas temáticos que retratem a evolução espaço-temporal, permitindo a realização de análises complexo, oferece elementos para subsidiar a dinâmica da análise espaço-temporal, ressaltando alterações na ocupação de áreas periféricas dos corpos hídricos e na qualidade de água que drenam a área.

3 METODOLOGIA

3.1 Considerações sobre o Método Científico

As informações bibliográficas e cartográficas foram levantadas em instituições públicas e órgãos governamentais sobre o rio Buriti e a Lagoa do Bacuri, além de outros aspectos associados ao tema principal. Para definir os aspectos Geoambientais dos municípios de São Bernardo e Magalhães de Almeida, municípios de extensão da lagoa, foi utilizada a Análise dos Geossistemas.

O referencial teórico composto pelos tópicos: águas e a biodiversidade; a vulnerabilidade das águas superficiais e subterrâneas; a paisagem como uma categoria de análise geográfica; hidrogeomorfologia: conceitos e aplicações; impactos ambientais resultantes das atividades produtivas e suas bases legais e o uso da geotecnologia no monitoramento das alterações ambientais contemplam o segundo capítulo.

A metodologia e seus subitens: consideração sobre o método científica; revisão de literatura; seleção e aquisição de material cartográfico e imagens orbitais; processamento digital de imagens; análises de dados por geoprocessamento; análises físico-químicas, microbiológicas e de agrotóxico das águas; aquisição, tabulação e análise dos dados socioeconômicos.

A caracterização da área de estudo: localização da Lagoa do Bacuri, os resultados e discussão constam pelos itens das condições geoambientais da área de estudo, dados socioeconômicos; percepção ambiental dos moradores da área em análise; estados de conservação ambiental da Lagoa do Bacuri; resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das águas e o monitoramento do uso e cobertura do solo e as incongruências de uso das APP's.

A fundamentação teórico-metodológica foi embasada na Teoria dos Geossistemas que tem o objetivo de analisar e descrever “as partes de um todo”, referente à reserva hídrica da Lagoa do Bacuri através das análises dos aspectos físicos (geologia, geomorfologia, clima, solos, vegetação, dentre outros) sem abandonar o aspecto socioambiental.

3.2 Revisão de literatura

Para a análise desenvolvida, realizou-se uma revisão bibliografia que pudesse dar subsídio a abordagem da temática supracitada. Para tanto, as fontes foram diversas, tais como livros, artigos, trabalhos monográficos, legislação vigente, páginas da internet, dentre outros.

Assim, a pesquisa bibliográfica aborda os principais autores que discutem sobre a água e sua significância para a vida humana, as principais abordagens sobre paisagem, a conceituação e as propostas da hidrogeomorfologia enquanto ciência emergente. Pontuam-se, ainda, os usos múltiplos da água dos quais decorrem inúmeros impactos associados às novas tecnológicas aliadas ao estudo geográfico como forma de aperfeiçoar no monitoramento das alterações ambientais. Desta forma, são de extrema importância os subsídios teóricos atrelados ao contexto da legislação ambiental.

3.3 Seleção e aquisição de material Cartográfico e Imagens Orbitais

Nessa proposta, foi feita a demarcação da área de estudo através do uso de GPS com coordenadas geográficas, nos povoados visitados, além dos registros fotográficos. Para complementar este estudo foram realizadas análises através do processamento de dados georreferenciados utilizando o software ARC GIS 10.3 (EFL 999703439), onde os mapas temáticos foram elaborados a partir dos dados e/ou cartas elaboradas pela (o): Bandeira (2013), IBGE (2009; 2011), EMBRAPA (2006), ANA (2010), SRTM (2014), IBAMA (2012).

As principais fontes de informação de dados secundários foram coletadas em órgãos oficiais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, o Instituto de Pesquisas Econômicas e Sociais do Maranhão – IPES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, Secretaria de Planejamento do Estado do Maranhão – SEPLAN, Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais - SEMA e Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, subsidiados por levantamentos locais, junto às Secretarias Municipais.

3.4 Processamento digital de imagens

Inicialmente foi realizado a obtenção de imagens orbitais foi por meio do INPE, 6 imagens de satélites sendo, Landsat 5/TM 8/OLI 119/062 e georreferenciamento de imagens do Google Earth Pro. Foi utilizado o software ARC GIS 10.3 (EFL 999703439) para processamento de informações georreferenciadas quando da elaboração das cartas temáticas em gabinete, para realce e classificação, às quais caracterizam uma fase de pré-processamento, com o objetivo de corrigir preliminarmente os erros que os dados originais possam apresentar em relação a realidade local. Para delimitar a Bacia do rio Buriti, onde

localiza-se a Lagoa do Bacuri, foram utilizadas imagens *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM/2014) assim como par e elaboração de carta digital do uso e cobertura de terra.

O processamento de imagens foi feito por meio do estudo histórico das alterações realizado a partir de imagens de satélites (2000, 2009 e 2014) utilizando técnicas de geoprocessamento, com extração de informações na resolução espacial de 30 m, na escala 1:60.000. Também foram utilizadas imagens Landsat 5/TM e 8/OLI 119/062, considerando os meses e as imagens com pouca ou menor percentual de cobertura de nuvens. Além disso, foram selecionadas as imagens que apresentaram, visualmente, maiores alterações da paisagem ações naturais e/ou antrópicas.

Em suma, o estudo evolutivo do estado de conservação da lagoa foi realizado também por meio do *software ARC GIS 10.3*, elaborado com base em critérios específicos adotados nesse trabalho, tais como as feições hidrogeomorfológicas, bem como os eventos provenientes das atividades econômicas.

3.5 Análises de dados por Geoprocessamento

Para identificação e detalhamento das alterações nas paisagens foi elaborado o mapa de uso e cobertura da terra. Posteriormente, foi realizada a análise espaço-temporal a partir das imagens do satélite Landsat-5, para os anos de 2000 e 2009 e Landsat-8 para o ano de 2016, sendo realizado um recorte com raio de influência de 5 km. As principais classes

(legendas) utilizadas foram as seguintes: lâmina d'água, vegetação e uso antrópico, sendo calculadas a partir de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

No mapa de uso e cobertura da terra, foram levadas em consideração o avanço e a perda da cobertura vegetal, bem como as áreas delimitadas como solo exposto. A lâmina d'água, foi outro elemento determinante para análise da imagem, assim como cálculos dos percentuais de perda ou ganho dos elementos já citados. Foram determinados os percentuais dos elementos constantes em cada município por onde a Lagoa do Bacuri se estende. Nesse sentido, para detalhar as atividades antrópicas em áreas de Área de Preservação Permanente - APP foi confeccionado um buffer com raio de 30m ao entorno dos afluentes e 50m ao entorno da lagoa a partir das margens. Em seguida, os buffers foram sobrepostos sobre o mapa de uso e ocupação sendo estabelecido os tipos de usos ou processos naturais ou antrópicos incidentes nas áreas de APP, seguido da sobreposição do mapa de drenagem.

Além disso, nos mapas de APP, delimitou-se uma distância determinada pela legislação vigente. No mapa de uso e ocupação, considerou-se a área de influência indireta e direta da lagoa destacando e diferenciando as áreas de APP conservadas e áreas com uso antrópico. Um destaque especial, na análise dos dados, para as áreas relacionadas é a atividade antrópica, haja vista, que a agricultura intensiva tem destaque na imagem processada. Sendo assim, pode-se quantificar o avanço dessa atividade em direção a massa d'água do ambiente lacustre.

3.6 Elaboração e análise da matriz de impacto

A identificação dos impactos e suas análises foram obtidas através da visita em campo, aplicação de questionários e registros fotográficos. Desse modo, foram levantadas as informações sobre a área para posteriormente, elaborar a Matriz de Leopold (1971).

A Matriz de Leopold, criada por Leopold, em 1971, para o Serviço Geológico do Interior dos Estados Unidos. Trata-se de uma matriz bidimensional simples, reconhecida nacional e internacionalmente, que relaciona as ações de um projeto a vários fatores ambientais.

Na tabela, referente à matriz supracitada, foi denominado “aspecto” as atividades que geram os impactos ambientais sendo estes classificados segundo sua origem hierárquica (direta ou indireta), natureza: positiva, negativa ou nenhuma uma nem outra, magnitude (forte, média ou fraca), duração (temporária ou permanente) e reversibilidade (reversível ou irreversível). Assim, por meio dessa matriz foi possível concluir, onde estão localizados, quais

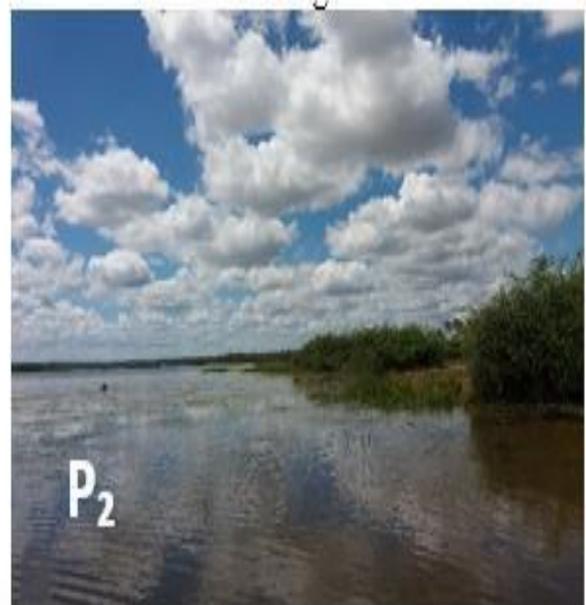
os impactos existentes, se são positivos ou negativos e quais os pontos mais relevantes neste estudo que abrange a lagoa e seu entorno.

Dessa forma, as organizações para o desenvolvimento da análise dos impactos basearam-se na ordem apresentada. A matriz de identificação tem como estruturação básica os aspectos, atividades, e seus conjuntos de impactos referentes ao meio físico, bióticos e socioeconômicas possíveis de sofrerem os efeitos das ações naturais ou por influência antrópica.

3.7 Análises físico-químicas, bacteriológicas e de agrotóxico da água

As análises físico-químicas, bacteriológicas e agrotóxico da água da Lagoa do Bacuri foram realizadas por meio de coletas das amostras no período chuvoso, em média 1,5 L para cada ponto de coleta (Foto 1), previamente determinados, na lagoa, Coqueiro - **P₁** (03° 17'25,3" S, 42°19'24,5" W), além de pontos onde já foram realizados estudos em anos anteriores por Almeida Junior (2012), como: Oitis - **P₂** (03° 14'42" S, 42°13'46" W), Alto do Cedro - **P₃** (03° 16'00" S, 42°15'60" W), e área jusante Santo Agostinho - **P₄** (03° 17'23" S, 42°09'58" W) totalizando 4 amostras de pontos estratégicos da lagoa para análise orgânica de agrotóxico no laboratório EP Analítica- SP e físico-química e bacteriológica no Laboratório de Ciências do Ambiente- MA (UNICEUMA).

Foto 1 - Características dos pontos de coleta de amostras de água





Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Após a coleta, para análise dos parâmetros físico-químicos das águas da Lagoa do Bacuri, realizadas no final do período chuvoso, ou seja, no mês de junho de 2017, os frascos foram transportados ao Laboratório de Microbiologia e de Ciências do Ambiente (LACAM) do UNICEUMA; todas as medidas dos nutrientes presentes na água foram realizadas a partir de réplicas. As variáveis analisadas seguiram a metodologia descrita no (APHA, 2005), para os seguintes parâmetros: pH (através do peagâmetro); Turbidez (turbidímetro portátil da marca Hanna) e salinidade; foram realizadas também análises de Condutividade elétrica e totais de sólidos dissolvidos (no medidor de multiparâmetros portátil da marca AK88), Nitrato (medidor HORIBA LAQUAtwin B-74x), Nitrito (Hanna instruments HI 93708).

Para as análises bacteriológicas de água foi utilizado o Kit Colitest. Adicionou-se o meio de cultura COLItest® e homogeneizou-se as amostras, incubou-se em estufas a 37 °C por 18 e 48hs. A prova de Indol foi realizada para confirmação de presença de *Escherichia coli*, utilizando um tubo de ensaio para colocar o caldo de cada ponto, em seguida foi observado sob luz UV (280nm) para visualização de fluorescência e adicionou-se aos tubos 3(três) gotas do revelador de Indol. Foram considerados positivos os tubos de ensaio com formação de um anel vermelho na superfície do meio. Para quantificação, retirou-se do tudo de ensaio positivo umas alíquotas que foram semeadas em placas de Petri contendo meio de cultura ágar eosina azul de metileno (EMB) e posteriormente incubadas de 35° a 37°C por 24 horas. Por fim, a caracterização dos coliformes termotolerantes foi evidenciada pelo crescimento de colônias (Foto 2) com centros enegrecidos e brilho verde metálico. (FERNANDES, 2016).

Foto 2 – Colônias de bactéria análise bacteriológica de água da lagoa do Bacuri



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Para desenvolvimento de método analítico na detecção do glifosato parâmetro glifosato, foram coletadas quatro amostras de 100ml de cada ponto de coleta, os mesmos da físico-química. As amostras foram acidificadas a pH 2,0 (+/- 0,4) com HCl 6M e filtradas com membrana de fibra de vidro de 47 mm de diâmetro e 0,45 μm de porosidade. O volume de 15 mL de resina Chelex 100 na forma férrica (medidos em proveta) foi transferido com o auxílio de bastão de vidro para coluna de vidro (22 cm de altura X 2,2 cm de diâmetro interno e reservatório de 250 mL), com torneira de teflon e leve camada de lã de vidro adicionada, imediatamente, antes do uso. Partículas aderidas na borda foram removidas com água. A amostra foi colocada na coluna e eluída a velocidade de 6,8 mL.min⁻¹ (cerca de 1 gota.seg⁻¹). Após a eluição, as paredes da coluna e o leito da resina foram lavados com 50 mL de água ultrapura e, adicionalmente, lavados com 100 mL de ácido clorídrico 0,2 M com a torneira totalmente aberta. Descartados os eluatos, só então, os analitos retidos na resina foram eluídos com 22 mL de HCl 6M na velocidade de aproximadamente 0,4 mL.min⁻¹. Os primeiros 7 mL do eluato foram descartados e os últimos 15 mL recebidos em béquer com 10 mL de HCl concentrado e transferidos para a coluna de troca aniônica (APHA, 2005)

3.8 Variáveis Físicas e Químicas do Sedimento de Solos

Os pontos de coletas das amostras de solos (Ps) ocorreram nos córregos perenes existentes nos povoados: Trincheiras, Murici dos Bragas, Boa Vista, Aninga, Bacuri dos

Escócio, Porteirinha, Coqueiro, Alto do Cedro e Oitis (Tabela 1). As referidas coletas foram realizadas com auxílio do coletor Arnaldo Lima-2017 (Foto 3), desenvolvido especificamente para esse estudo. O aparelho traga a areia do fundo dos córregos, onde ocorre maior acúmulo de material fino.

Tabela 1 - Pontos de coleta de sedimentos de solo

Pontos	Povoado	Latitude (S)	Longitude (W)
Ps1	Trincheiras	03°16'22"	42°06'03"
Ps2	Murici Bravo	03°14'55"	42°09'50"
Ps3	Boa Vista	03°13'22"	42°11'54"
Ps4	Aninga	03°14'32"	42°3'38"
Ps5	Bacuri dos Escócios	03°14'47"	42°14'13"
Ps6	Bacuri dos Escócios	03°16'06"	42°14'33"
Ps7	Porteirinha	03°16'50"	42°17'01"
Ps8	Coqueiro	03°17'26"	42°19'25"
Ps9	Alto do Cedro	03°16'00"	42°15'60"
Ps10	Oitis	03°14'42"	42°13'46"

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

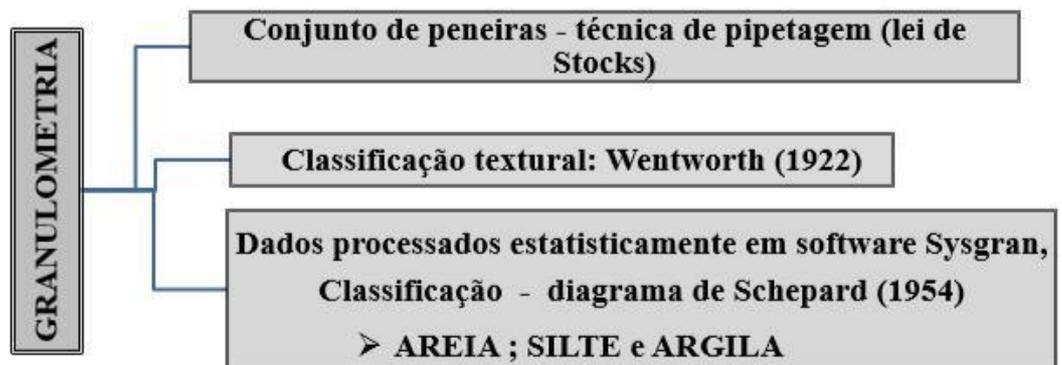
Foto 3 - Coletor de solo Arnaldo Lima-2017



Fonte: Dados da pesquisa, 2017

O material retirado foi homogeneizado em balde de plástico e acondicionado em sacos plásticos etiquetados, mantidos em caixas de isopor e transportados para o laboratório de Ciências do Ambiente do UNICEUMA, para fins de caracterização física e química. Em laboratório foi determinada a granulometria das amostras (Figura 3) por meio de processamento mecânico em conjunto de peneiras, em combinação com a técnica de pipetagem (Lei de Stocks) e classificação textural do material tendo como referência à escala granulométrica de Wentworth (1922 *apud* SILVA, 2014).

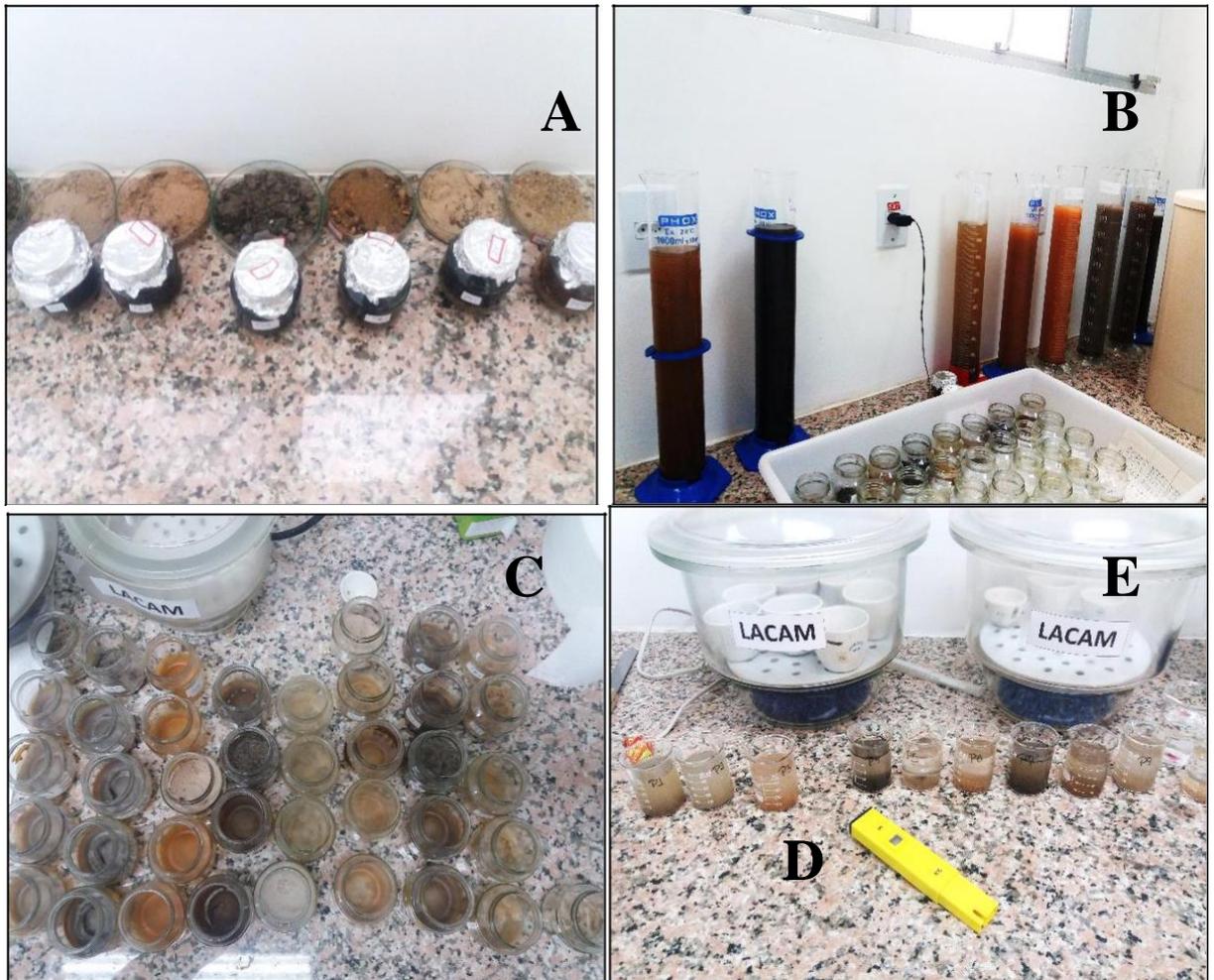
Figura 3 - Método para granulometria



Fonte: Adaptado por SILVA, 2012.

O PH do sedimento foi medido na solução de cloreto de cálcio 0,1N, por medidor de pH portátil FARMPRO PH10. A determinação do teor de matéria orgânica e inorgânica nos sedimentos foi realizada através do procedimento padrão de incineração (SILVA, 2002), como atesta a foto 4.

Foto 4 - Processos de análise de solos



Separação, secagem e pesagem do solo (A), pós peneiragem e pipetagem (B, C), pH (D) e umidade (E)

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

3.9 Aquisição, tabulação e análise dos dados socioeconômicos

Além da revisão literária, a complementação do diagnóstico dos aspectos socioeconômicos foi composta por visitas *in loco* ao longo dos anos de 2016 e 2017. A pesquisa foi iniciada em setembro de 2016, com a realização de trabalho de campo nos povoados do Coqueiro, Bacuri, Oitis e nas sedes municipais de Magalhães de Almeida e São Bernardo- MA. O trabalho de campo foi realizado em sete etapas. A primeira investigação foi realizada em março de 2016, para identificação de aspectos Geoambientais como solo,

vegetação, além da observação da ação humana no entorno da lagoa, nos povoados de Coqueiro, Jacarezinho, Cigana, Porteirinha, São João, Tourada e Bacuri.

Em julho de 2016, nos povoados de Oitis e Férias (margem esquerda da Lagoa), foram demarcadas as coordenadas geográficas utilizando GPS portátil, onde foram realizadas entrevistas informais com moradores que residem há muitos anos nos citados povoados, além dos registros fotográficos. Em um terceiro momento, novamente em julho de 2016, foram realizadas entrevistas formais como comerciantes de produtos agrícolas e aplicado um questionário com o gestor da WEISUL Agrícola Ltda (Apêndice 1), empresa que atua no ramo de produção agrícola de soja, localizada em Magalhães de Almeida.

Numa quarta etapa, no mês de dezembro de 2016, foram visitados os povoados, na tentativa de aprofundar os dados já adquiridos pelo IBGE dos aspectos socioeconômicas. Nessa etapa, foram realizadas entrevistas formais com questões semiestruturadas, as entrevistas estabelecidas como pré-teste entre os moradores de três povoados: Santo Agostinho, Bacuri, Oitis e Coqueiro. Nas etapas seguintes, em maio e junho de 2017, foram aplicados mais formulários (Apêndice 2) da amostragem, com média de 30 famílias entrevistadas nos quatro povoados anteriormente mencionados.

Como argumentam Lakatos e Marconi (2003), em relação às vantagens do formulário: pode ser utilizado em todos os segmentos da população; a presença do pesquisador favorece o esclarecimento de eventuais dúvidas; flexibilidade para ajustar as necessidades da situação; consegue extrair dados complexos; facilita a aquisição de um número representativo de participantes; possibilidade de uma uniformidade nos símbolos utilizados no momento do preenchimento. Com esse propósito, foram aplicados 120 formulários as famílias dos moradores, dos quatro povoados situados no entorno da lagoa, tendo como critério o tempo de moradia no local analisado, idade e atividade econômica desenvolvida pelos moradores. Após a aplicação de todos os formulários, os mesmos foram analisados e tabulados objetivando traçar o perfil socioeconômico existente nos povoados selecionados.

Na referida análise das informações procurou-se estabelecer as principais alterações socioambientais nos povoados situados no entorno da lagoa, tendo por base o conhecimento empírico (senso comum) dos moradores locais. Partindo dessas premissas, essa quinta etapa foi fundamental para entender a percepção dos moradores locais sobre as transformações e problemas ambientais que a Lagoa do Bacuri vem sofrendo. Nas duas visitas seguintes, respectivamente, foi feita a coleta de água para análises físico-químicas, bacteriológicas e orgânica e coleta de solos em todo o perímetro da lagoa.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A caracterização da área de estudo, torna-se relevante, porque possibilita o conhecimento das especificidades locais e, por conseguinte a correlação dessas com a temática estudada.

4.1 Localizações da Lagoa do Bacuri

A Lagoa do Bacuri localiza-se na sub-bacia do rio Buriti que pertence à bacia hidrográfica do Parnaíba. É no baixo curso do rio Buriti, que se encontra a referida lagoa. A referida lagoa tem seu início no povoado de Coqueiro, município de São Bernardo, sendo que sua maior extensão se encontra no município de Magalhães de Almeida, desembocando no Rio Parnaíba a leste. Essa área pertence aos municípios de São Bernardo (03°21' 41"S; 42° 25' 8"O) e Magalhães de Almeida (03°23'36"S; 42° 12' 27"O) que compõe parte da Mesorregião Leste Maranhense (Mapa 1).

A Microrregião do Baixo Parnaíba que se limita com o estado do Piauí. Embora com sua nascente fora da microrregião supramencionada, o rio Buriti, rio principal da sub-bacia, dá origem à Lagoa do Bacuri. Conforme Almeida Júnior (2012), a Lagoa do Bacuri inicia no município de São Bernardo, apresenta um perímetro de 63,52 km e uma área de 26,46 km², tendo 23,75 km de comprimento e medindo 2,48 km no ponto de maior largura. Porém, com base nesse estudo, foi identificada uma redução nessa largura que, hoje, é de 1,70Km.

A lagoa em estudo encontra-se na dentro da região hidrográfica do Parnaíba, configurada como uma das mais importantes da região Nordeste, na qual, 35 de seus municípios estão inseridos na área dessa bacia (Figura 3).

O rio Buriti é um dos afluentes que desemboca na margem direita do Rio Parnaíba. Ao longo de seu curso, transporta sedimentos que acabam por ser depositados no baixo curso. A interpretação das imagens e dos mapeamentos existentes, subsidiados pelos trabalhos de campo, permitem o entendimento da configuração atual da lagoa a partir do barramento do Rio Buriti na área de contato (conexão) com o Rio Parnaíba como tendo ocorrido por processos naturais (deposição de sedimentos do rio principal na foz do afluente).

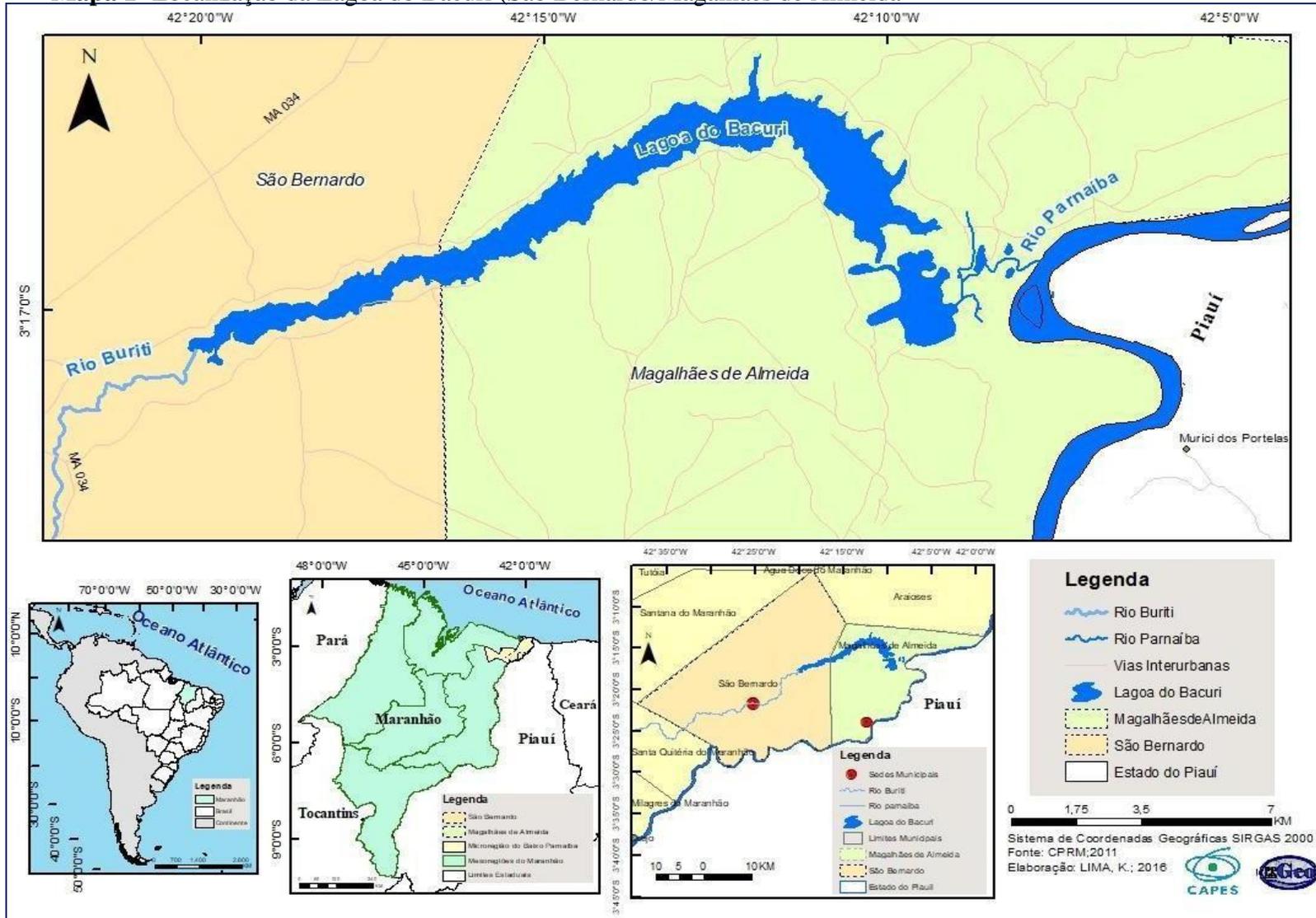
Desta maneira, a Lagoa do Bacuri tem sua origem, provavelmente, relacionada ao barramento proporcionado pelos sedimentos oriundo do rio Parnaíba e depositados na foz do rio Buriti, constituindo assim num lago de barragem fluvial de acordo com a classificação de Esteves (2011).

Figura 4 - Localização da Região Hidrográfica do Parnaíba



Fonte: Bases do PNRH (2005), adaptado por LIMA, 2017.

Mapa 1- Localização da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida)



Fonte: Dados da pesquisa., 2017

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Aspectos Geoambientais da Área de Estudo

De acordo com Silva (2008), o termo geoambiental, adotado pela *International Union of Geological Sciences - IUGS* foi criado para denominar a atuação dos profissionais das geociências em meio ambiente. Essa atuação contempla aplicações dos conhecimentos técnicos do meio físico aos diversos instrumentos e mecanismos de gestão ambiental, utilizando a cartografia, que inclui o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e de bancos de dados. A incorporação do termo geoambiental amplia o campo de atuação profissional e favorece a integração de especialistas e de experiências de áreas afins (CPRM, 2010).

Para tanto, no estudo aqui proposto, considera-se os componentes geoambientais (relevo, solo, clima, hidrografia e vegetação) da microrregião do Baixo Parnaíba Maranhense, destacando os dois municípios, São Bernardo e Magalhães de Almeida, em uma proporção menor da Lagoa do Bacuri, componentes esses, analisados por sua interdependência. Por conseguinte, identificar suas formas geológica e geomorfológica e sua distribuição espacial no entorno do corpo hídrico em estudo. Geologicamente, os municípios supracitados, assim como a Lagoa do Bacuri, se assentam na bacia sedimentar do Parnaíba, na região classificada como Coberturas Superficiais Cenozoicas (Fanerozóica, Cenozóica) com a presença de arenitos ferruginosos, cascalhos, sedimentos areno-argilosos de ambiente continental a transicional, depositados em sistemas fluviais, canais de maré e planícies de inundação. (SILVA *et al.*, 2003).

Segundo dados do IBGE (2011), os Depósitos Eólicos do Pleistocênico - Areias esbranquiçadas, de granulometria fina a média, Depósitos Aluvionares (Neógeno, Holocênico): areias, pelitos e cascalhos de depósitos fluviais recentes, as aluviões holocênicas e Depósitos Eólicos Continentais Antigos (Paleógeno, Oligoceno): areias quartzosas, de granulometria fina a média presentes na área em estudo, evidenciam intensas atividades pretéritas no entorno da lagoa, (Mapa 2) o que configurou a base da sua paisagem atual (SILVA *et al.*, 2003).

A Província Estrutural Costeira é representada pelo Grupo Barreiras constitui uma cobertura sedimentar terrígena continental e marinha. Sobre a origem do referido Grupo, considera-se que, pelo menos a última grande mobilização de seus sedimentos, parece ser mais recente que o Mioceno. Justificado, por grande elevação do nível do mar, que propiciou a

deposição de sedimentos formadores de suas rochas, constituído por arenitos com inúmeras intercalações de folhelhos de origem fluvial, estuarina e marinha (ARAI, 2006).

A orogenia brasileira foi responsável pela geração de extensas zonas de cisalhamento de direção predominantemente NE-SW e E-W. Essas zonas de cisalhamento foram reativadas de forma rúptil no cretáceo originando trends de falhamentos também de direção NE-SW e E-W. (CASTRO; *et al.*, 2012). No manual técnico geológico do IBGE (1998) algumas estruturas geológicas como: falha transcorrente dextral, linhamento magnético e aticiclinal ou antiforme com caimento indicado (MAPA 2) são entendidas como estruturas lineares ou simplesmente lineações feições que se apresentam na superfície rochosa sob forma de linhas as quais são penetrativas e mantêm uma orientação preferencial.

Em continuidade à ideia anteriormente exposta, as falhas são elementos geométricos, segundo Ramsay e Huber (1987); Nicolas (1987); Costa e Hasui (1991); Loczy e Ladeira (1976), conceituais:

Planos de descontinuidade (fraturas) ou cisalhamento das rochas cujas paredes se deslocam entre si o aspecto essencial para a existência de uma falha é a ocorrência de movimentação diferencial entre os blocos paralelos à superfície da fratura. (LOCZY; LADEIRA, 1976; RAMSAY; HUBER, 1987; NICOLAS, 1987; COSTA; HASUI, 1991)

Na área em estudo, tem a falha transcorrente dextral, definida por esses mesmos

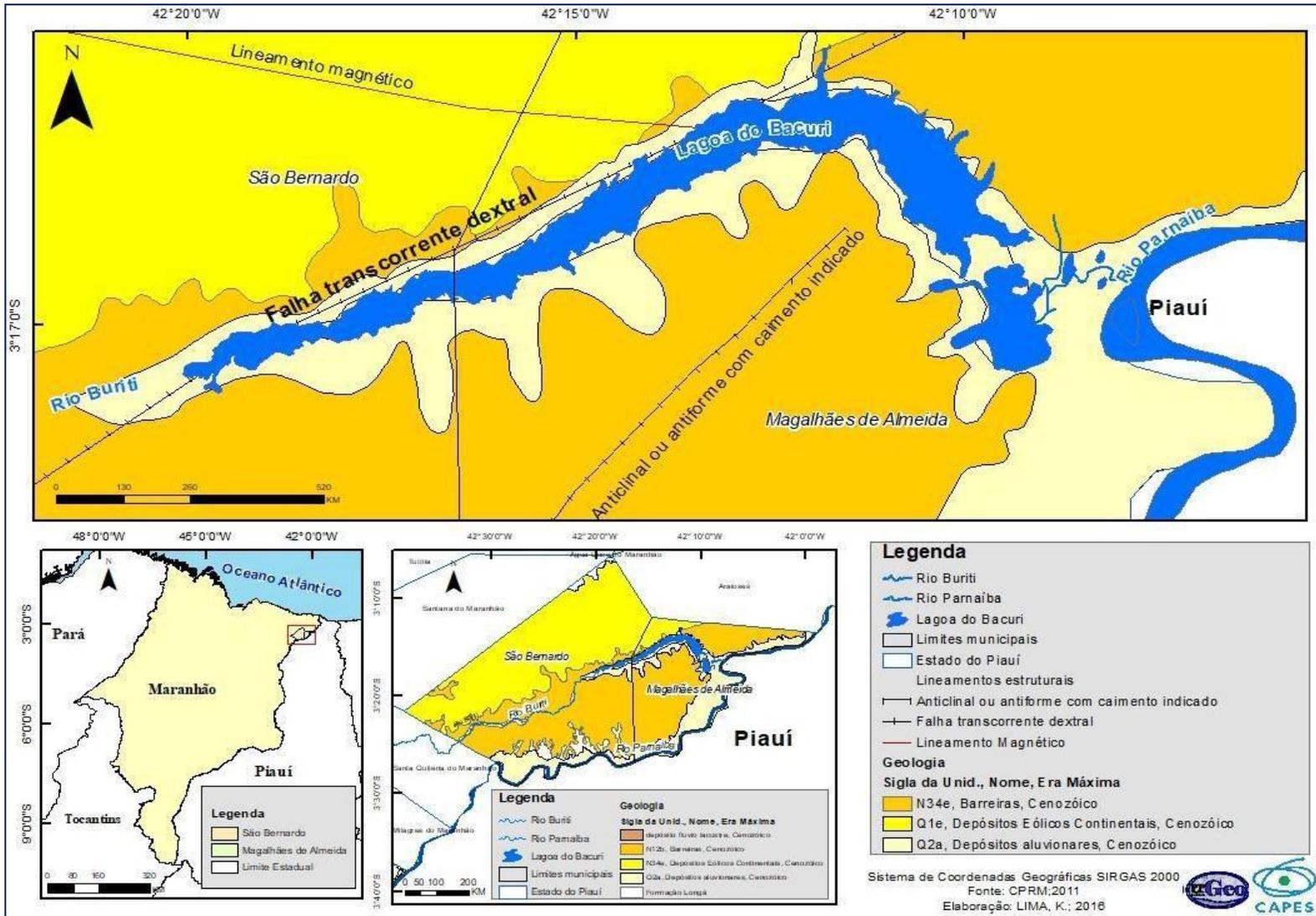
autores:

Falha oblíqua: falha normal ou inversa que apresenta componente de rejeito direcional (transcorrente) ou falha transcorrente dextral ou sinistrai que apresenta componente de rejeito de mergulho (normal, divergente ou extensional inverso convergente ou compressivo)

Falha transcorrente ou direcional: falha cujo rejeito é paralelo à direção da falha Como deslocamento relativo dos blocos é essencialmente horizontal podendo ser dextral ou sinistrai o observador situado em um dos blocos vê o outro bloco se deslocar para a direita ou para a esquerda respectivamente. (LOCZY; LADEIRA, 1976; RAMSAY; HUBER, 1987; NICOLAS, 1987; COSTA; HASUI, 1991)

Vale salientar que as definições de falha associadas a análise do mapa geológico explicam a origem da “lagoa” do Bacuri, os elementos tectônicos da área de estudo, à zona de falhamento constitui o limite entre as Formações Barreiras e os Depósitos Aluvionares, ou seja, a origem da “lagoa” se justifica pelo vale encaixado do rio Buriti no falhamento geológico o que proporcionou a muda a direção de seu curso ocasionando assim, uma alteração na sub-bacia.

Mapa 2- Mapa Geológico da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida – MA)



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Em estudos no ano de 2013 sobre vale africano por processo de rífit, foi observado que no decorrer do Cenozóico as morfologias finais são criadas, como já foi referido, sob um regime tectónico que provoca a ascensão de diapiros salinos, (Foto 5), similar ao da área de apreciação nesse estudo nas margens da Lagoa do Bacuri no período da estiagem.

Foto 5 - Diapiros salinos as margens da Lagoa do Bacuri



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Para a compreensão dos processos responsáveis pela origem e transformação do relevo da área de estudo, podem ser citados as seguintes publicações: Ab'Saber (1969), RADAM (1973), Ross (1990) e Bandeira (2013). As observações em campo permitiram identificar, ao longo das margens da lagoa do Bacuri planícies e terraços fluviais. A origem desses terraços pode estar ligada a várias causas: evolução geomorfológica ou processos neotectônicos que se refletem em mudança de poder erosivo da corrente fluvial, do gradiente topográfico, levando a erosão da própria planície que deixa como testemunhos esses terraços.

De acordo com Correia Filho *et al.* (2011) os aspectos morfológicos dos municípios de São Bernardo e Magalhães de Almeida encontram-se limitados ao sul pelo domínio de tabuleiros de Chapadinha (Mapa 3) e ao norte pelo domínio geomorfológico dos Lençóis Maranhenses, configurando, desta forma uma extensa planície costeira.

Margeando todo o curso do rio Buriti e a Lagoa do Bacuri, nos municípios em destaque, tem-se o domínio morfoestrutural dos depósitos sedimentares Quaternário da unidade geomorfológica denominada de Planície e terraços fluviais. Área plana resultante de

acumulação fluvial, periódica ou permanente alagada, pode comportar cordões arenosos e meandros abandonados, ligados com ou sem ruptura de declive a patamar mais elevado (IBGE, 2011).

Ao sul da Lagoa, ocorre o domínio morfoestrutural da bacia e cobertura sedimentar Fanerozóica¹ e a unidade geomorfológica dos Patamares do Parnaíba², modelado pela dissecação fluvial em litologias diversas não apresentando controle estrutural marcante, caracterizada predominantemente por colinas e interflúvios tabulares, os tabuleiros apresentam altitudes relativamente baixas. Nessa estrutura tabular (Foto 6), encontram-se formas de relevo que delineiam feições de rampas suavemente inclinadas e lombadas, geralmente esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas, denotando eventual controle estrutural. Na área podem ser observados diversos tipos de padrões de drenagem, porém são predominantes os padrões detríticos, subparalelos, sub-retangular (Foto 7), cuja densidade de drenagem pode ser considerada muito fraca.

Foto 6 - Estrutura tabular nas margens da Lagoa do Bacuri



Fonte: Dados da pesquisa, 2016

Foto 7 - Depósitos Aluvionares nas margens da Lagoa do Bacuri

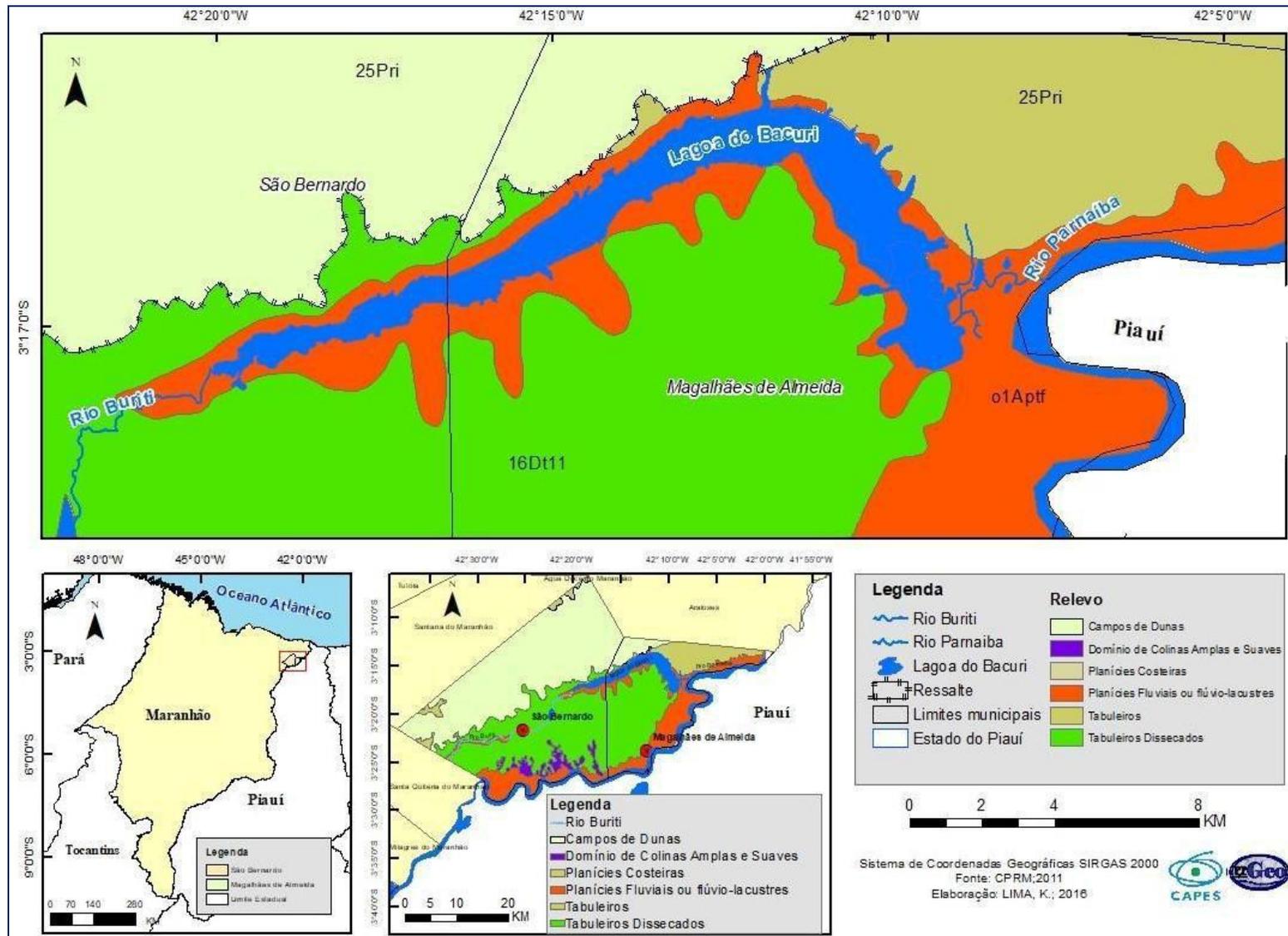


Fonte: Dados da pesquisa, 2016

¹ **Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas** Planaltos e chapadas desenvolvidos sobre rochas sedimentares horizontais a sub-horizontais, eventualmente dobradas e/ou falhadas, em ambientes de sedimentação diversos, dispostos nas margens continentais e/ou no interior do continente.

² **Os patamares** são relevos planos ou ondulados, elaborados em diferentes classes de rochas, constituindo superfícies intermediárias ou degraus entre áreas de relevos mais elevados e áreas topograficamente mais baixas.

Mapa 3- Geomorfológico da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida - MA)



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Ao norte da referida lagoa estão os tabuleiros sub-litorâneos, pediplanos retocados e desnudados de superfície de aplainamento elaborados durante fases sucessivas de retomada de erosão, sem, no entanto, perder suas características de aplainamento, cujos processos deram origem aos sistemas de planos inclinados, às vezes levemente côncavos.

Podendo apresentar cobertura detrítica e/ou encouraçamentos, indicando remanejamentos sucessivos. Ocorreram nas depressões interplanálticas e no sopé de escarpas que dominam níveis de erosão inferiores e eventualmente nos topos dos planaltos e chapadas, mapa 3, 25Pri (IBGE, 2011)

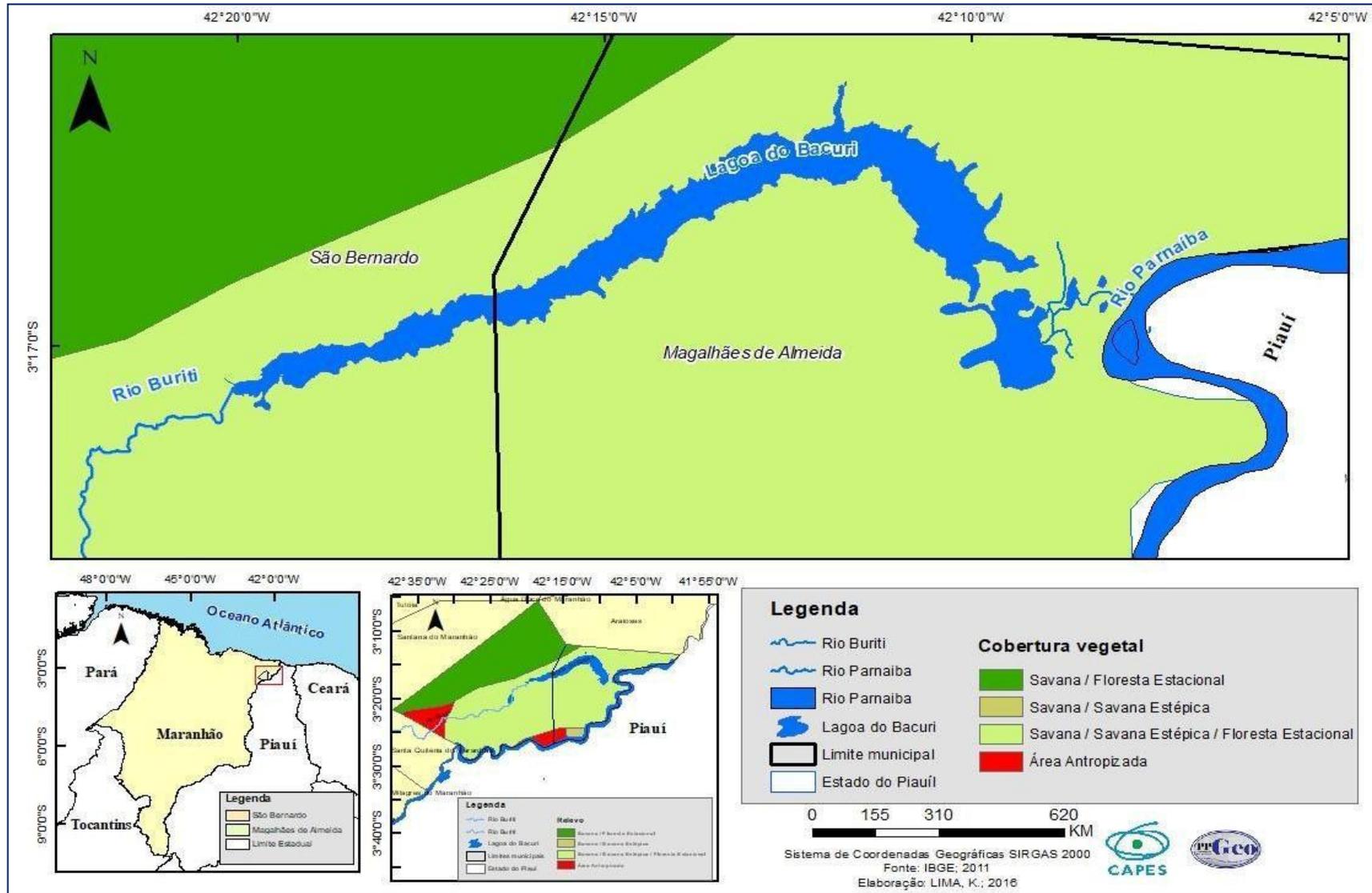
De acordo com estudos realizados pelo IBGE (2011), o mesmo identificou os principais corpos hídricos da área analisada como sendo o limite entre a planície costeira e os tabuleiros da região das formações pioneiras: tabuleiro dos Lençóis Maranhenses. Nas proximidades do litoral o relevo é caracterizado como plano com altitude variando entre 0 e 50m, talhados sobre os depósitos consolidados Quaternários caracterizando os tabuleiros e depressões na área de tensão ecológica savana/florestas estacionárias (Mapa 4).

Correlacionando a declividade com as formas de relevo, faz-se uma análise de como essas inclinações podem interferir na geração de formas vinculadas aos processos erosivos. Conforme Koffler (1994, p.168):

A carta de declividade, como forma de representar quantitativamente o comportamento espacial do relevo, tem as mais diversas aplicações, especialmente nas áreas de geomorfologia, hidrologia, engenharia, atividades militares e planejamento territorial. O principal motivo disto é o fato de que a inclinação do terreno tem fundamental influência nas taxas de escoamento superficial das águas da chuva, nos processos de erosão do solo, no assoreamento de rios e na ocorrência de inundações, bem como no fluxo de pessoas e veículos nas ruas e estradas (KOFFLER, 1994, p.168).

Identificar a declividade, no entorno desse corpo hídrico, possibilita compreender o motivo das diferentes formas de relevo e drenagem, bem como os principais processos morfológicos existentes na área. Assim, a inclinação do terreno influencia significativamente nas taxas de escoamento superficial das águas da chuva, ocasionando processos erosivos do solo, o assoreamento dos rios, bem como o transporte de poluentes ou contaminantes para o interior do ambiente lacustre e fluvial.

Mapa 4 - Mapa de vegetação da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida - MA)



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Os percentuais de inclinação no mapa de declividade variam de 0-3° e de 3°- 30°. Tais resultados permitem afirmar que essa planície fluvial e os tabuleiros dissecados apresentam condições propícias para que haja moderada erosão fluvial nas partes de maior declividade NASA (2015), ou seja, relevo é modelado na medida em que o rio segue seu curso natural (Mapa 5). No caso, tanto o Rio Buriti quanto o Rio Parnaíba, caracterizam um processo contínuo de modelagem do relevo. Todavia, vale ressaltar que o Rio Parnaíba atualmente tenha perdido o seu grande poder de entalhamento, típico de rios jovens. O processo dominante no baixo curso tem sido a deposição de sedimentos, intensificada pelos desmatamentos das margens ao longo da bacia hidrográfica do Parnaíba.

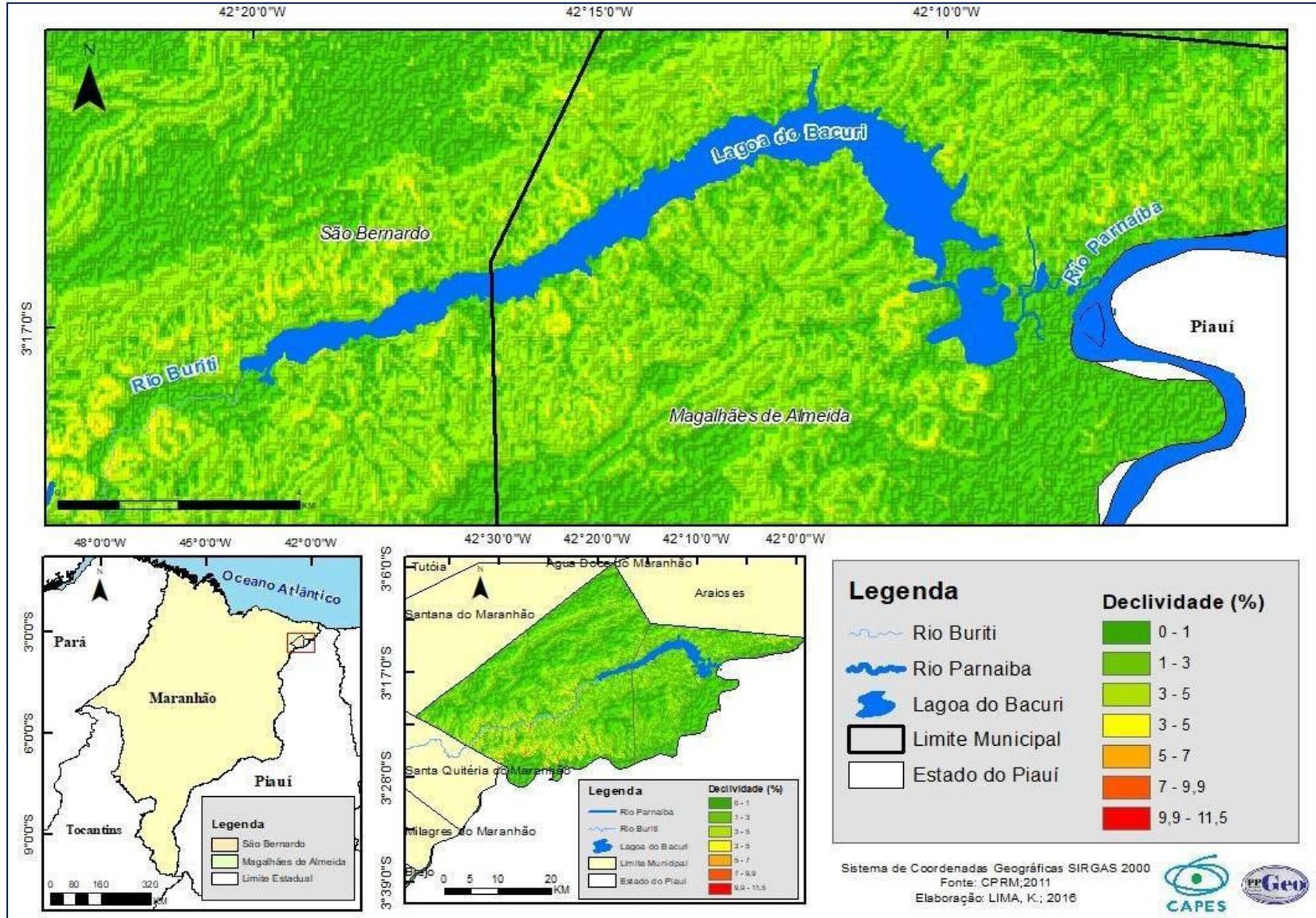
Frente a este contexto da geomorfologia fluvial, o referido ambiente lacustre sofre o barramento do Rio Buriti por aqueles sedimentos depositados em sua foz pelo Parnaíba. Desta forma, a referida lagoa pode ser considerada do tipo barragem fluvial conforme classificação constante da publicação de Esteves (2011). Em relação à altitude pode ser observado que as mesmas não ultrapassam os 120 m (Mapa 6).

A fisionomia e a estrutura da floresta apresentam variações em função do ambiente em que ela está inserida. É mais exuberante nas áreas de baixadas com relevo ondulado e rampas, mais próximas das drenagens onde, geralmente, mostra uma altura entre 30 a 40 m, árvores relativamente grossas e dossel emergente. Nas áreas de interflúvios de relevo plano, exibe uma altura entre 18 a 25 metros. Pelo fato de estar o município de Magalhães de Almeida, como sugere Neves (1998), implantada sobre os *riftes* cambro-ordovicianos de Jaibaras. Conforme exposto anteriormente, fenômeno esse que explica a diferença acentuada, parte saliente no relevo existente na esquerda em relação à margem direita da lagoa.

De fundamental importância é o estudo do clima no entendimento dos processos e modelamento das formas superficiais. Conforme estudos anteriores de Becker, Buriol e Streck (2012), os dois elementos climáticos mais importantes no intemperismo, precipitação pluvial e temperatura permitem identificar a intensidade dos processos que atuam na superfície terrestre, sendo que a velocidade de alteração das rochas, por exemplo, é fortemente condicionada pela temperatura e precipitação, que neste caso, apresentam temperaturas anuais entre 25 - 26,5° C e precipitações entre 1400 – 1600 mm.

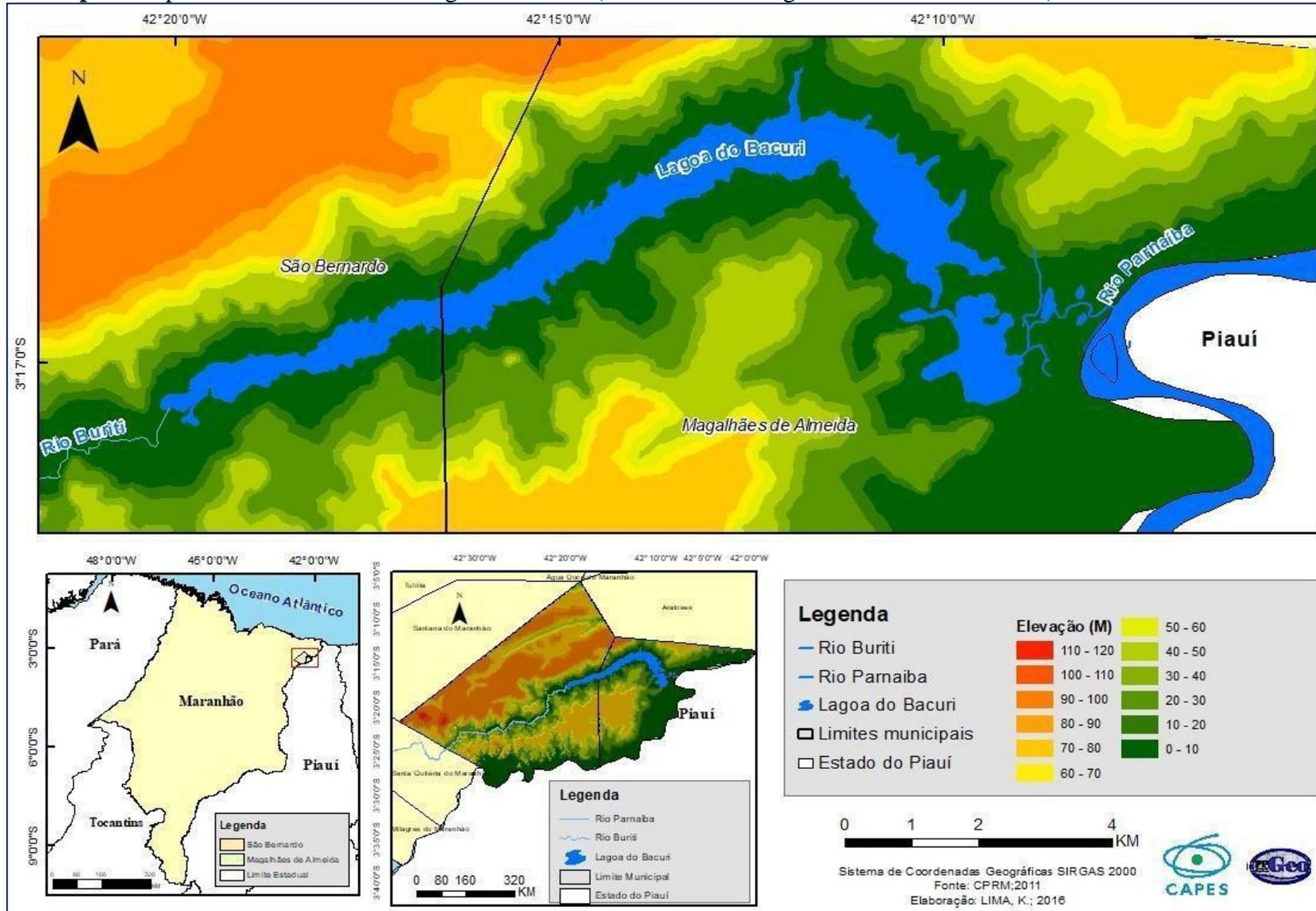
A modelagem hidrológica dos processos de escoamento superficial e da produção de sedimentos em bacias hidrográficas tem sido cada vez mais utilizada, dada à possibilidade de poder caracterizar, os impactos que as mudanças climáticas e as ações antrópicas têm exercido sobre o meio ambiente.

Mapa 5- Mapa de Declividade da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida) – MA



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Mapa 6- Hipsometria do entorno da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida - MA)



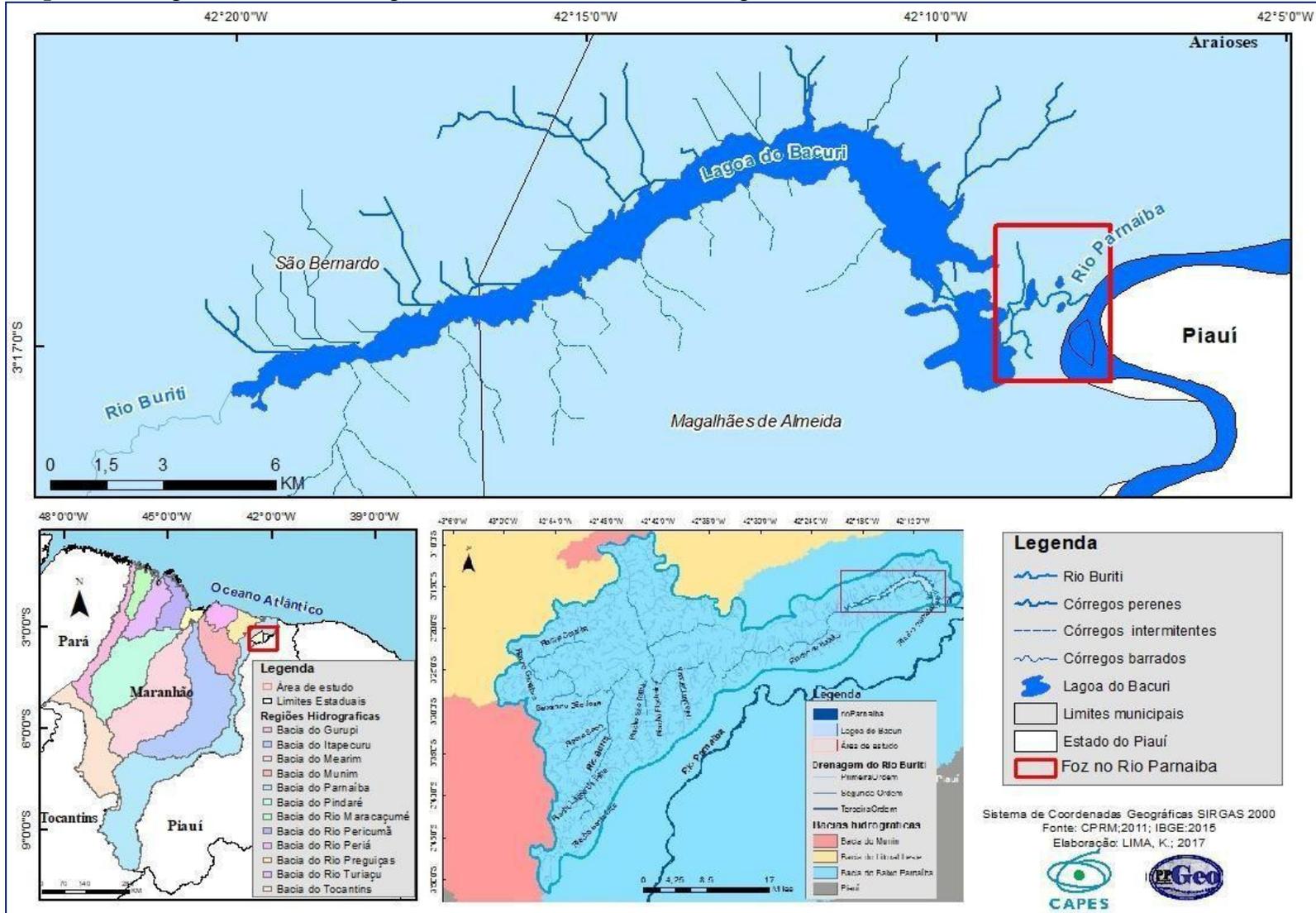
Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

A região do Baixo Parnaíba apresenta uma hidrografia marcada por vários rios que drenam e cortam os depósitos sedimentares ali existentes. O Rio Buriti é um exemplo claro dessa formação de vales profundos. Além dos Rios Buriti e Parnaíba, a Lagoa do Bacuri recebe água de pequenos cursos que deságuam ao longo de suas margens na forma de brejos e banhados característicos da região. Essa lagoa que é proveniente do Rio Buriti percorre o território do povoado de Coqueiro, passa por um processo de “alargamento”, fruto de fenômenos geológicos já mencionados e que se estende assim até desaguar no Rio Parnaíba, passando por Magalhães de Almeida (MA). As densidades da drenagem apresentam uma forte relação com a tectônica e a capacidade de infiltração das rochas e solos. Visivelmente, tem-se a ocorrência de drenagens retilíneas de padrões de curso d’água retangulares e paralelas o que se tornam indicativos de movimentos neotectônicos e são frequentemente interrompidos por feições anômalas.

Entende-se por retangular, segundo manual técnico geomorfológico do IBGE (2009), o padrão de drenagem do rio Buriti que constitui uma variedade do padrão caracterizada pelo reticulado ortogonal, dimensões que se interceptam ou se posiciona em ângulo reto, ou seja, com devido a bruscas mudanças em ângulo reto nos cursos fluviais. Reflete a influência exercida por falhas no sistema de drenagem de uma determinada área. Por paralelo, o padrão de drenagem que fluem quase paralelamente uns aos outros. As vertentes apresentam declividades acentuadas ou exibem controle estrutural que motiva a ocorrência de espaçamento regular, quase paralelo (Mapa 7). A Lagoa do Bacuri é, de acordo com Argento (2007) e Riccomini *et al.* (2009), uma drenagem retangular que apresenta condicionantes estruturais e tectônicos os quais dão origem a arranjos de canais com ângulos aproximadamente retos similares ao apresentado no rio Buriti, dando origem à lagoa em estudo.

Destacam-se na lagoa os canais retilíneos que são geralmente curtos, com exceção dos cursos controlados por falhas ou fraturas tectônicas. Vale mencionar que a Lagoa do Bacuri é uma lagoa conectada, conexão está feita por canais fluviais de planície. A hierarquia fluvial é um importante parâmetro morfométrico, essencial para a caracterização da rede de drenagem, que tem como base o ordenamento dos canais fluviais representados numericamente. Desta forma, no entorno da lagoa com maior declividade, há o favorecimento para pequenos córregos perenes, margem esquerda e intermitentes na margem direita. Assim, a partir das observações realizadas nesse estudo pela presença dos Latossolos desnudos, as águas possuem um considerável aumento da turbidez nos períodos chuvosos, haja vista que, o Rio Parnaíba transborda e passa a ser um abastecedor (recarga) da Lagoa do Bacuri.

Mapa 7- Drenagem do rio Buriti/Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida- MA)



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

As características dessa rede de drenagem permitem identificar aspectos sobre o solo. Caracterizado, segundo dados de Bandeira (2013) por depósitos arenoargilosos e argiloarenosos, ocasionalmente conglomeráticos, muito intemperizados, com alguns locais muito ferruginizados, laterizados. Correspondem, geologicamente, aos sedimentos siliciclásticos do Grupo Barreiras. Associam-se a relevos de tabuleiros, tabuleiros dissecados, platôs, superfícies aplainadas, relevos residuais, colinas, morros e serras baixas com cotas que variam de 30 a 220 m. Nos estudos pedológicos duas formações são predominantemente características nessa área: os Plintossolos e os Latossolo (Mapa 8).

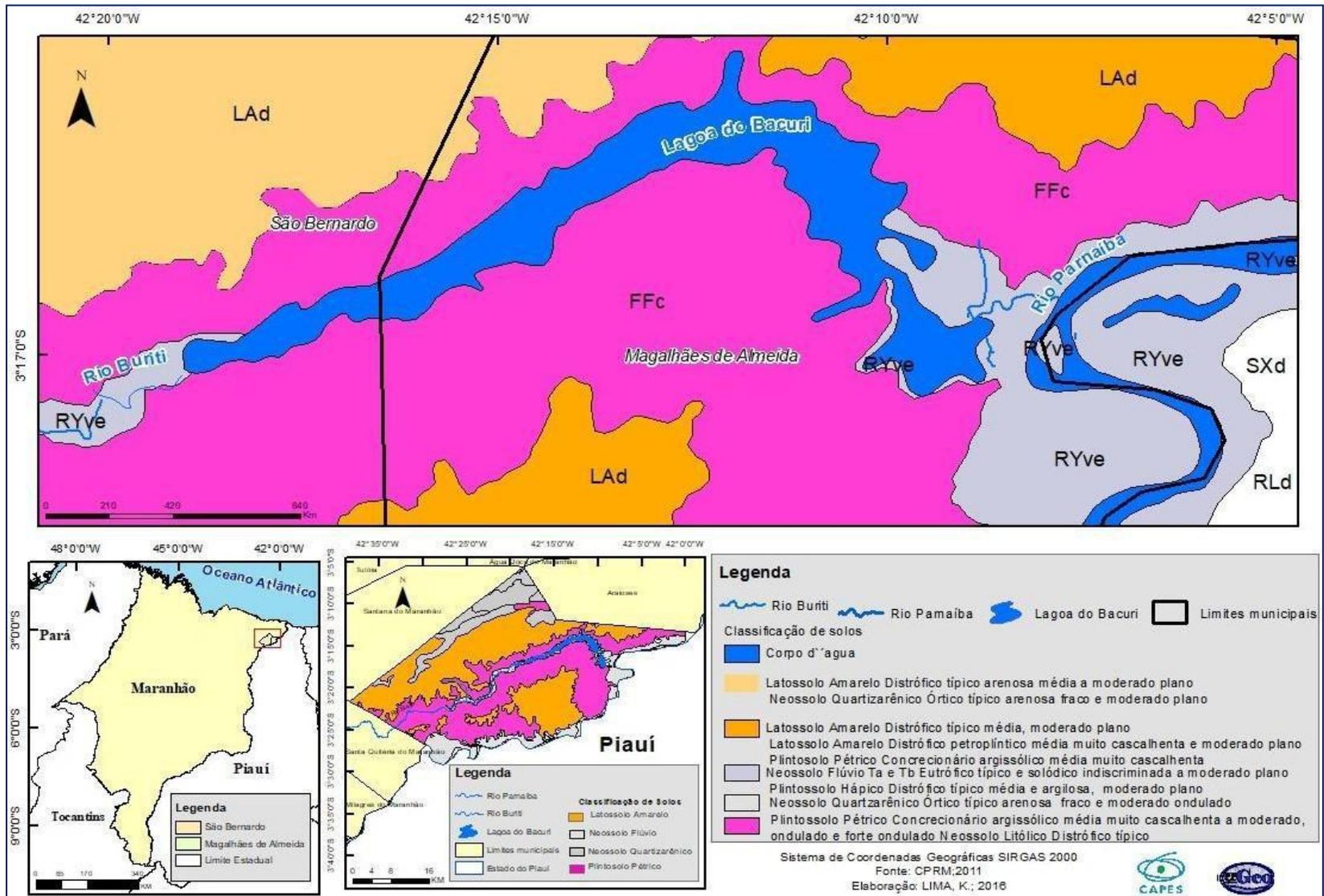
Segundo dados do IBGE (2015), na área em análise há presença de Plintossolos, os quais se caracterizam principalmente pela presença de expressiva plintitização com ou sem petroplintita (concreções de ferro ou cangas), ou seja, Solo imperfeitamente drenado, rico em material ferruginizado (Plintossolo Pétrico), oriundo de saprólito sedimentar formado pela alternância de material síltico-arenoso e lâminas de argila. Os Plintossolos Pétricos geralmente de melhor drenagem, predominam nessa na área em estudo. Estes solos caracterizam-se pela presença no perfil dos horizontes diagnósticos concrecionário e/ou litoplíntico. Em geral, são utilizados apenas para pastoreio extensivo quando sob vegetação campestre ou de Campo Cerrado, ou com pasto plantado com espécies forrageiras rústicas.

Ainda segundo IBGE (2015), também são encontrados os Latossolos que, em geral, são solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. Caracterizam-se por grande homogeneidade de características ao longo do perfil, mineralogia da fração argila predominantemente caulínica ou caulínica-oxídica, que se reflete em valores de relação Ki baixos, inferiores a 2,2, e praticamente ausência de minerais primários de fácil intemperização.

Os Latossolos Amarelos encontram-se geralmente nos platôs onde normalmente desenvolvem-se a partir de sedimentos do Grupo Barreiras (Plio-pleistoceno). Os Latossolos Amarelos predominam nessa área de estudo. Esses solos são profundos, de coloração amarelada, muito homogêneos, boa drenagem e baixa fertilidade natural em sua maioria, foto 8 e 9.

Neossolo Quartzarênico arenoso é poroso, permeável, bem drenado e intensamente lixiviado. Em sua textura prevalece frações de areia seguido por argila e silte sendo, portanto, predominantemente arenosos, areno-argilosos, argilo-arenosos ou argilosos. Possui um teor de matéria orgânica pequena e são bastante ácidos. Os solos arenosos são considerados ecologicamente muito frágeis e o uso agrícola deveria ser evitado (Zuo *et al.*, 2008).

Mapa 8- Solos do entorno da Lagoa do Bacuri (São Bernardo/Magalhães de Almeida - MA)



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Fotos 8 e 9 - Presença de Latossolo no entorno da Lagoa do Bacuri



Fonte: Dados da pesquisa 2016

É importante esclarecer que devido à dinâmica hídrica não ser intensa, associada à fertilização das águas nos últimos anos, ao invés de aumento, ocorre uma redução, das plantas aquáticas (Macrófitas aquáticas), dado o fornecimento dessas plantas ao gado bovino. Inclusive isso é apontado por pescadores como uma das causas da redução do pescado.

O projeto Radam Brasil, classifica em unidades fitoecológicas: a Lagoa do Bacuri limite ao norte por savana estépica e ao sul definida como área de tensão ecológica. Marcado pela transição do clima úmido para o semiárido, com predomínio do clima úmido, sendo marcada pela tensão de savana com floresta estacionária (Foto 10).

Foto 10 - Cobertura vegetal, savana estépica, no entorno da Lagoa do Bacuri



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Vale mencionar que essa variação fitofisionômica é dada por ocorrências isoladas de formações, associações de espécies, assim como as áreas pioneiras, de primeira ocupação e que sofrem alteração em virtude da influência da água no solo, muitas vezes em solos, predominantemente, arenosos de antigos campos de dunas. No caso das formações fluviais e lacustre, observadas *in loco*, há o predomínio das palmáceas carnaúba e buriti (Foto 11).

Foto 11 - Cobertura vegetal no entorno da Lagoa do Bacuri



Fonte: Dados da pesquisa, 2017

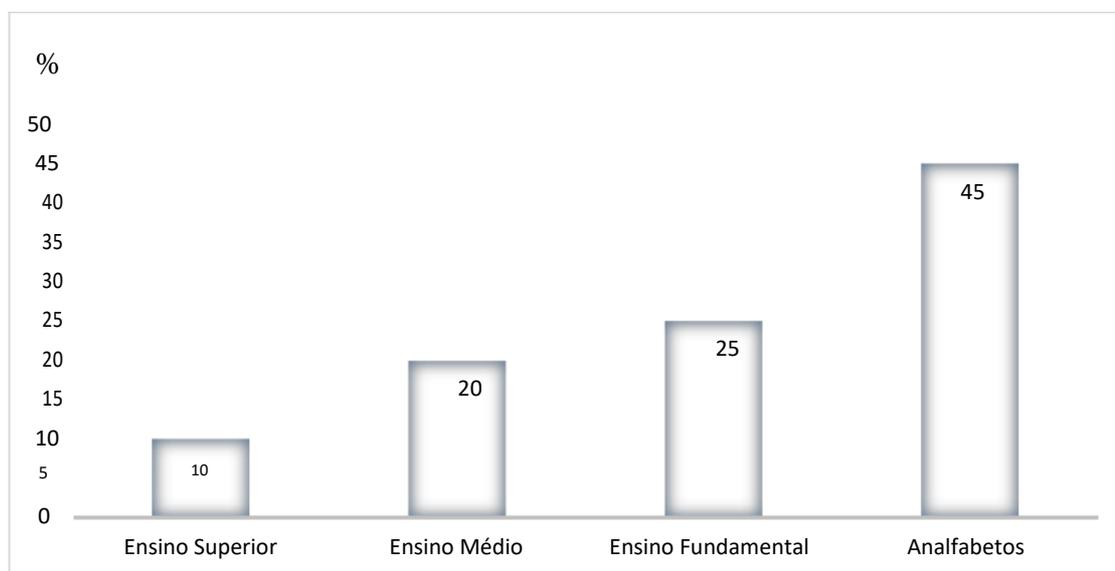
A Savana (cerrado) apresenta, então, uma florística predominantemente amazônica, adaptada através do tempo aos Latossolos Alumínicos e mesmo aos Neossolos Quartzarênicos, pela migração de espécies xeromórficas florestais que iam se modificando fenotipicamente de acordo com os novos ambientes lixiviados, os quais condicionaram plantas oligotróficas, ora aquáticas, ora de baixa altura, entre 2 e 10 m (BANDEIRA, 2013).

5.2 Dados socioeconômicos

O perfil dos entrevistados é composto por moradores entre 30 e 66 anos que vivem nos povoados do Santo Agostinho, Bacuri, Oitis e Coqueiro, povoados estes escolhidos também para as coletas das amostras d'água. Do total dos entrevistados, somente 20% não residem nos povoados desde que nasceram. Tal fato é importante, porque as informações da maioria dos moradores são consideravelmente relevantes, uma vez que eles vivenciaram as transformações ocorridas ao longo do tempo no ambiente lacustre em análise e no seu entorno.

No que se refere à escolaridade, 10% dos entrevistados possuem nível superior, 20% possuem ensino médio, 25% concluíram o ensino fundamental e 45% se definem como Analfabetos (Gráfico 1). Esse resultado apresentou melhora se comparado aos resultados obtidos por Almeida Junior (2012) em estudo anterior sobre o nível de escolaridade dos moradores do entorno da Lagoa do Bacuri, o qual apresentou 58% de entrevistados denominados sem instrução (analfabetos). Porém os resultados ainda são significativos, uma vez que, os níveis de escolaridade continuam baixos. Tal resultado dificulta uma percepção crítica por parte dos moradores sobre a prevenção ou até mesmo a mitigação das agressões sobre o respectivo ambiente lacustre.

Gráfico 1 - Escolaridade dos entrevistados em percentagem agosto/2017



Fonte: Dados da pesquisa, Agosto/2017.

A ausência de escolas acessíveis para a complementação dos estudos faz com que essa realidade se perpetue ao longo do tempo. Haja vista, as escolas de ensino médio e universidades estão nas sedes de São Bernardo e Magalhães de Almeida. Porém, é perceptivo um acréscimo no nível de escolaridade, fato que se explica a partir dos dados divulgados pelo IBGE (2013) em que a taxa de analfabetismo vem caindo entre os jovens de até 25 anos. Entretanto, a partir da faixa etária de 40 anos a taxa ainda é consideravelmente alta devido à falta de acesso à educação.

As famílias entrevistadas apresentam de 3 a 7 filhos e nem todos estudam, reforçando o que já fora exposto sobre a dificuldade de conclusão dos estudos. Quanto a moradia 100% destas famílias vivem em casa própria, sendo que 67% possuem casa de

alvenaria e 33% casa de adobe (argila) com telha. As casas possuem características simples, energia elétrica e água encanada proveniente de poço tubular. Os moradores informaram que também utilizam água da lagoa para cozinhar e beber. Ainda de acordo com Almeida Junior (2012), a maioria dos poços foi construída pelo programa federal de Articulação do Semiárido (ASA) ou pelo INCRA.

Ao serem questionados sobre a forma de tratamento da água antes do consumo, 76,5% diz filtrar (filtro de barro) e 23,5% costuma coar a água utilizando pano antes de consumi-la. Esta última situação demonstra o elevado risco destes moradores em contrair as doenças de veiculação hídrica. Os entrevistados foram unânimes, ao afirmar não ter tratamento de esgoto nas localidades, portanto, utilizam a fossa vedada (fossa séptica) e a sentina (fossa negra), embora também utilizem o “mato” para as necessidades fisiológicas. Além disso, os moradores informaram que a limpeza das caixas d’água é de responsabilidade da população desde a instalação. Assim, a sujeira que surge após um determinado tempo sem a limpeza da caixa d’água também se torna agravante para a proliferação de doenças.

Quanto aos resíduos sólidos foi informado que não existe a coleta de lixo, sendo o destino final a queima. Tal situação, além de colocar em risco os próprios moradores com a liberação de gases tóxicos e até cancerígenos, podem ocasionar as queimadas da vegetação nos períodos de estiagem.

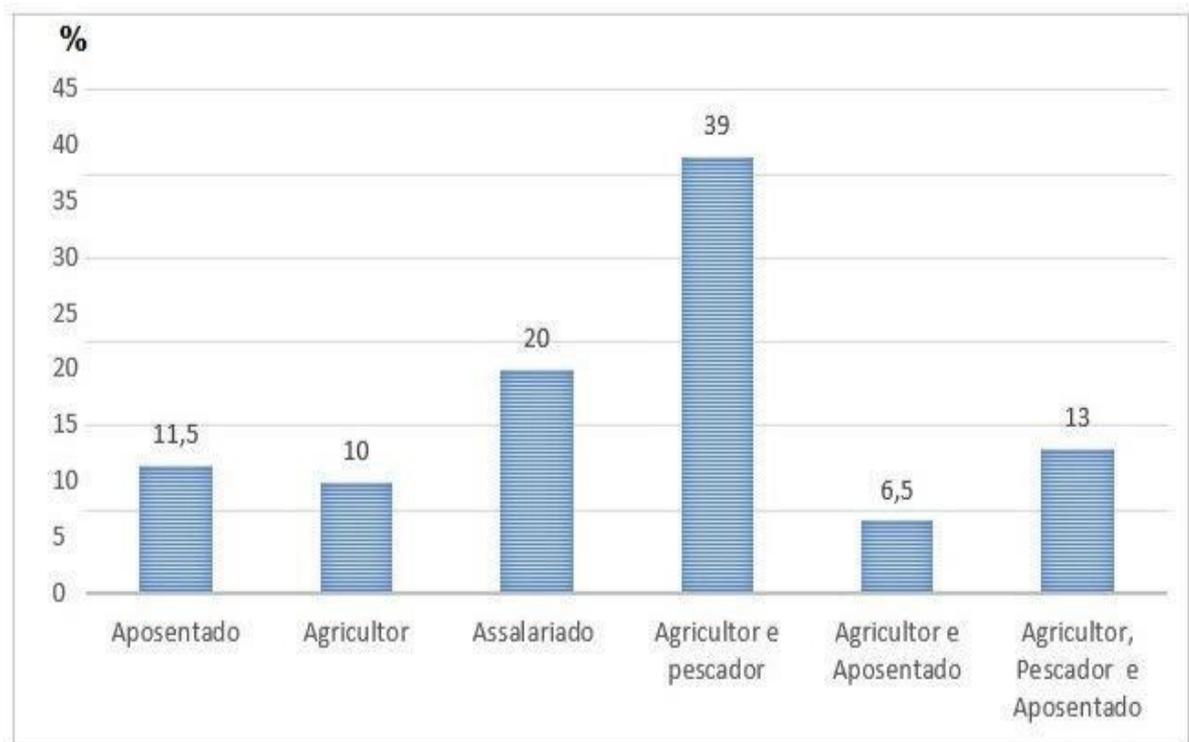
Em relação à alimentação, fica evidente a dependência por recursos provenientes da lagoa, todos (100%) consomem carne de origem animal e pescados. Desses só 7% dizem consumir carnes provenientes de frigorífico. Por outro lado, os demais 93% afirmam que sua alimentação se origina das criações extensivas e lavouras familiares, como eles definem proveniente do “campo” e do pescado. O que mostra a grande dependência da população local com a produtividade no entorno da Lagoa do Bacuri.

As informações a respeito das atividades econômicas revelam que 13% dos trabalhadores desenvolvem mais de uma atividade econômica (agricultores, pescadores e aposentados), os 39% dos entrevistados são agricultores e pescadores, 6,5% são agricultores e aposentados (Gráfico 2). Tal resultado demonstra várias jornadas de trabalho por parte dos moradores entrevistados, onde o conhecimento adquirido, segundo eles, foi transmitido de pai para filho (conhecimento empírico). Esse conjunto de atividades econômicas aliado aos benefícios do governo (bolsa família) permitem aos moradores, 30% dos entrevistados, uma renda salarial que varia entre um e quatro salários mínimos.

As informações a respeito das atividades econômicas revelam que 13% dos trabalhadores desenvolvem mais de uma atividade econômica (agricultores, pescadores e

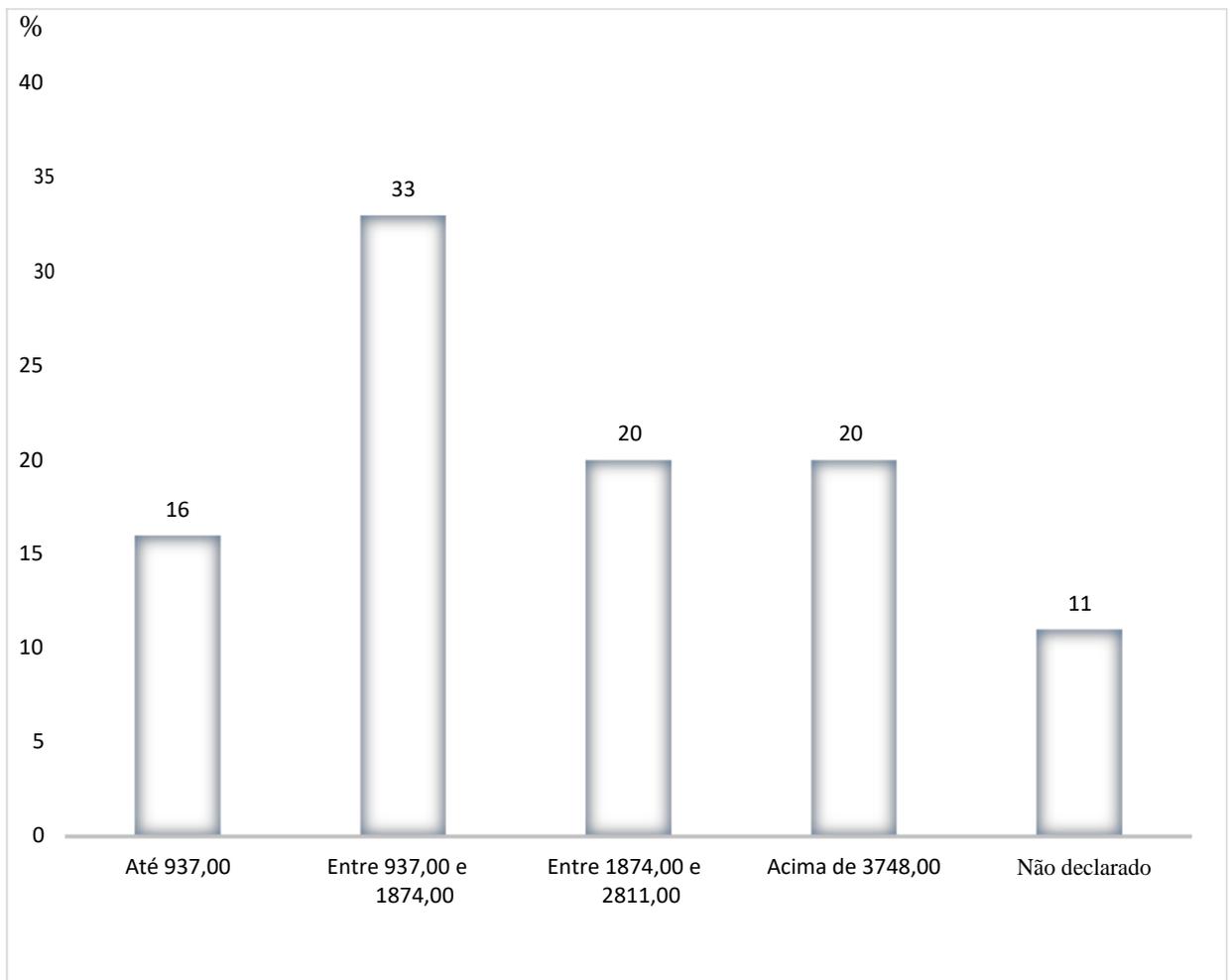
aposentados), os 39% dos entrevistados são agricultores e pescadores, 6,5% são agricultores e aposentados (Gráfico 2). Tal resultado demonstra várias jornadas de trabalho por parte dos moradores entrevistados, onde o conhecimento adquirido, segundo eles, foi transmitido de pai para filho (conhecimento empírico). Esse conjunto de atividades econômicas aliado aos benefícios do governo (bolsa família) permitem aos moradores, 30% dos entrevistados, uma renda salarial que varia entre um e quatro salários mínimos.

Gráfico 2 - Atividades econômicas dos entrevistados no entorno da Lagoa do Bacuri



Fonte: Dados da pesquisa, Agosto/2017.

Ainda em relação à renda salarial, tomando por base o salário mínimo de R\$ 937,00 (novecentos e trinta e sete reais), 16% dos moradores vivem com até um salário mínimo por família, 33% com 2 ou 3 salários, 20% entre 2 e 3 salários e 20% com mais de 4 salários mínimos sendo que, 14% não quiseram declarar sua renda (Gráfico 3). Dados esses que demonstram uma melhora no padrão de vida dos povoados ao serem comparados com os resultados obtidos por Almeida Júnior (2012, p.41): “Sobre a sua renda decorrente das suas atividades, incluindo a pesca na lagoa, 29 dizem arrecadar até um salário mínimo mensalmente; 5 obtêm renda entre 1 e 2 salários, e apenas 1 ganha mais de 2 salários dessa atividade”.

Gráfico 3 - Renda mensal dos entrevistados no entorno da Lagoa do Bacuri

Fonte: Dados da pesquisa, Agosto/2017.

Cabe destacar, que 52% dos entrevistados recebem os benefícios do seguro defeso advindos do Instituto Nacional de Seguro Social (INSS) no período da piracema, caracterizando a realidade, de que maioria dos moradores do entorno da Lagoa são associados a colônia de pescadores para aumento da renda mensal. Vale ressaltar que, destes 35% pescam a mais de 45 anos; 33% pescam a 30 anos; 16% pescam a 48 anos e 16% pescam a 12 anos. Descrevendo uma atividade tradicional, principalmente porque 57% trabalham com embarcações próprias, as quais servem também como meio de transporte nas travessias entre os povoados, a travessia com a canoas no seu limite máximo 10 passageiros, equivale a R\$50,00 (cinquenta reais), ou seja, R\$5,00 (cinco reais) por pessoa.

Já na prática da pesca, os principais utensílios são: 43% tarrafas; 57% redes de pesca e 71% anzol, configurando pesca artesanal que é tão predatória e destrutiva, quanto às industriais. Os locais de pesca são variados, pois todos alegam pescar no “meio” da lagoa e

nas suas margens nas proximidades dos povoados. Vale mencionar os problemas relacionados à pesca, retirada acima das quotas estabelecidas pelos órgãos ambientais na tentativa de garantir a manutenção dos estoques pesqueiros, sobrepesca. Essa demanda, força o pescador artesanal a pescar além da capacidade de recuperação do estoque, prejudicando a longo e médio prazo toda a comunidade que vive da pesca, uma vez que ele vai pescar indivíduos jovens antes da idade de reprodução, utilizando técnicas proibidas por lei, como arrastos.

A piscicultura em tanques de peixes que também é um tensor para esse ambiente lagunar. Assim, as propriedades devem ser analisadas no contexto das suas condições para bem se identificar tanto as favoráveis quanto as restritivas. É muito importante considerar os aspectos de água e terreno. Entretanto, sabe-se que os moradores da lagoa que desenvolvem tais atividades não possuem instruções para desenvolvimento correto dessa prática.

Da mesma forma, ocorre com produtores agrícolas. Assim, os agricultores entrevistados garantem não ter orientação quanto às técnicas de cultivo e produtos mais adequados para a realidade dos solos locais. Segundos eles, não utilizam produtos químicos (agrotóxicos) em seus cultivos. Essa afirmação contradiz os relatos dos comerciantes locais que afirmam vender agrotóxicos para os pequenos produtores.

5.3 Percepção Ambiental dos Moradores da Área em Análise

Em seus estudos, Lakatos e Marconi (2003) afirmam que o conhecimento vulgar ou popular, denominado de senso comum, não se distingue do conhecimento científico nem pela veracidade nem pela natureza do objeto conhecido. O que os diferencia é a forma, o modo ou o método e os instrumentos do "conhecer".

Partindo desse princípio, a abordagem sobre as alterações na paisagem do entorno e na própria Lagoa do Bacuri foi iniciada com base nas observações dos moradores locais. Uma vez que as entrevistas buscaram questionar os moradores sobre a situação do ambiente lacustre e sua conservação considerando o passado e o presente dos recursos ambientais típicos dessa localidade. Ademais, a Lagoa do Bacuri é responsável pela manutenção de 31 comunidades que garantem seu sustento e sobrevivência no entorno desse corpo hídrico. As margens da lagoa são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP) pelo (Antigo e Novo) Código Florestal Brasileiro como forma de conservação dos recursos hídricos.

Os resultados encontrados, quando questionados sobre as mudanças observadas no entorno e na própria lagoa ao longo dos últimos anos, 23% dos entrevistados acreditam que essas mudanças vêm ocorrendo a mais de dez anos, 60% acreditam que ocorreram nos

últimos dez anos e 17% citam recentemente cinco anos. Esse período coincide com as novas atividades econômicas, o ambiente lacustre deixa de ser o que Marx define por “meios de existência”, para manipulação dos elementos naturais. A mais recente transformação nesse ambiente lacustre é o agronegócio e pecuária que transforma o meio, visto a necessidade de retirada de toda cobertura vegetal original para substituição por pastagens e lavouras. Dessas podem derivar impactos como erosão, poluição e contaminação do solo e dos mananciais.

Na realidade, as principais mudanças percebidas e apontadas pelos moradores foram: “seca da lagoa” - a redução do volume d’água, o “desmatamento” - a perda crescente da cobertura vegetal, a poluição e a “cor amarelada das águas” - aumento significativo da turbidez da água, além do estado impróprio das águas da lagoa para o consumo humano, segundo os moradores, bem como o “desaparecimento de algumas espécies de peixe” e a introdução de espécies exóticas da fauna ictiológica. Mudanças que são analisadas por meio do monitoramento espaço-temporal e os resultados das análises da água, o solo bem como, uso e ocupação no entorno da Lagoa do Bacuri.

Pode-se inferir que os novos empreendimentos no ramo produtivo, em especial o cultivo e áreas de lazer (Foto 12) vêm afetando diretamente a paisagem natural, visto se tratar de um ambiente favorável ao aproveitamento turístico, sabe-se que essas atividades econômicas geram alguns conflitos, pois seus efeitos de caráter negativo estão associados à falta de fiscalização, formações e propostas de aproveitamento que coincidam com interesses com os objetivos locais.

Sabe-se que o entorno da lagoa em questão vem sofrendo vários impactos sem que as autoridades competentes tentem coibi-los, pois ocorrem por falta de infraestrutura e/ou informações sobre as agressões existentes. É importante mencionar que, foi determinada a área de influência (direta) de 5 km, abrangendo as áreas do entorno, onde estão localizados os 31 povoados: Santa Maria, Alto do Cedro, Entre ladeiras, Oitis, Férias, Vargem Grande, Canto do Mata Parte, Curralinho, Baixa Salsa, Nova Vila, Santo Agostinho, Trincheiras I, Trincheiras II, Murici dos Bragas, Santo Inácio, Touro, Boa Vista, Cana Brabinha, Retiro, Aninga, Bacuri dos Escócio, Tucuns e Tourado (pertencentes ao município de Magalhães de Almeida) e São João, Porterinha, Cigana, Jacarezinho, Coqueiro e Pedrinhas (pertencentes ao município de São Bernardo) que a margeia e como área de influência indireta os municípios de Magalhães e São Bernardo.

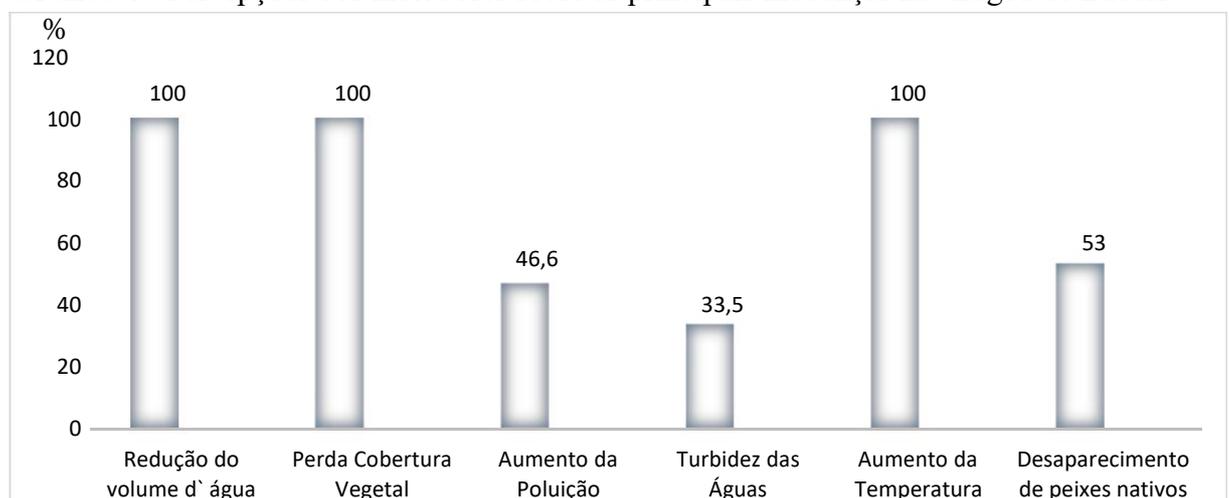
Foto 12 - Empreendimentos voltados ao lazer no entorno da Lagoa



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Durante o período da cheia, momento em que o Rio Parnaíba também abastece a “Lagoa do Bacuri”, as águas ficam turvas em virtude dos materiais em suspensão, oriundos de outras áreas. Tais fatos, evidenciam assim, alterações significativas no ambiente hídrico local, representado especialmente pela retirada da cobertura vegetal, redução do volume d’água e alterações no microclima da lagoa e adjacências. Segundo os entrevistados (46,6%) citam a poluição hídrica e 33,5% a turbidez das águas, essa, por conseguinte, é caracterizada por 53,5% dos entrevistados como imprópria para o consumo. Os 53% dos entrevistados citaram o desaparecimento de espécies de peixes e 13,5 % o aumento da temperatura desse ambiente lacustre (Gráfico 4). Cada entrevistado citou mais de uma alteração ambiental.

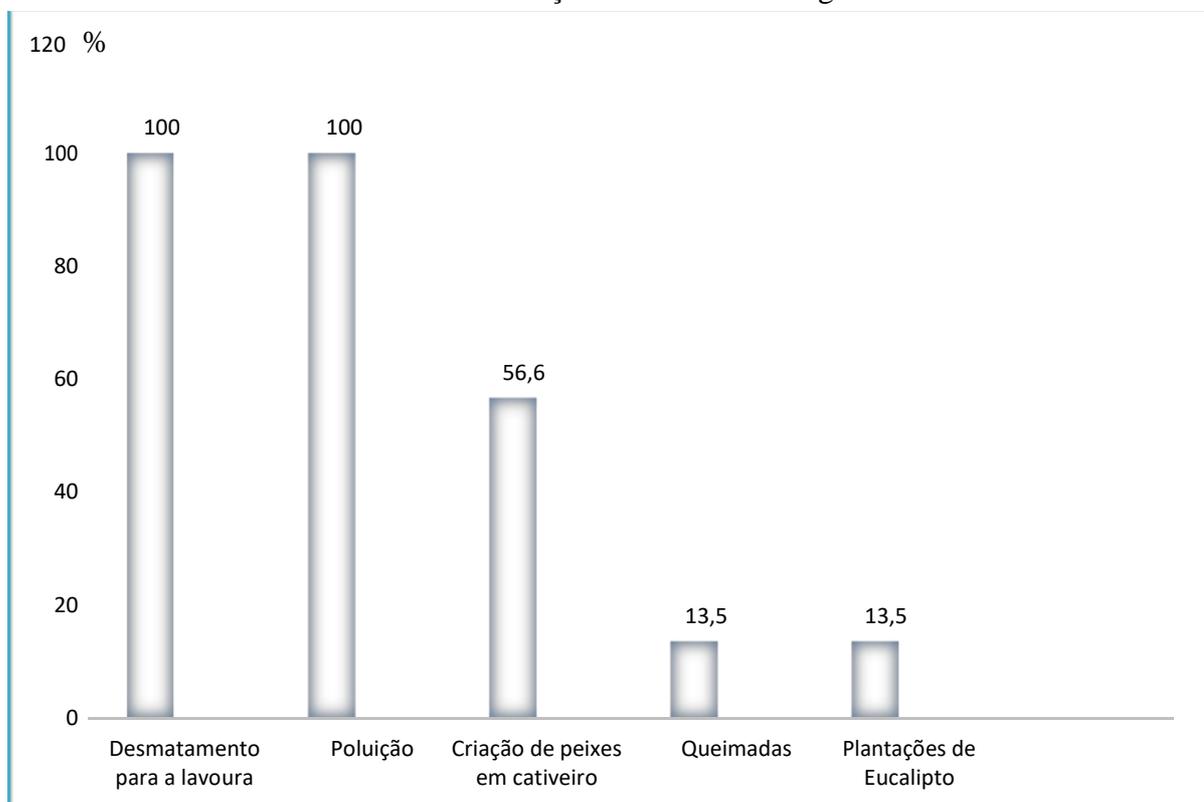
Gráfico 4 - Percepções dos moradores sobre as principais mudanças na “Lagoa do Bacuri”



Fonte: Dados da pesquisa, 2017

Os entrevistados associam essas mudanças a vários fatores, dentre eles estão: a criação de peixes em cativeiro, desmatamento para lavouras, queimadas e plantações de eucalipto. Com percentuais de 100% entre os agentes causadores das mudanças acima citadas estão o desmatamento para as grandes lavouras de soja e a poluição da água. Também são significativos para entender o estado de conservação da área estudada (Gráfico 5) a criação de peixes em cativeiro com 56,6%, em menor proporção são citadas as queimadas e plantio de eucalipto ambos com percentuais 13,5 %, (lembrando que nesse quesito, um mesmo entrevistado poderia citar várias associações de fatores).

Gráfico 5 - Fatores associados as mudanças no entorno da Lagoa do Bacuri



Fonte: Dados da pesquisa, 2017

A partir dos dados sobre as percepções dos moradores sobre as alterações ambientais na área estudada, foi possível dá ênfase à análise temporal da variação da “lâmina d’água” (volume de água por unidade de área) e da cobertura vegetal, sendo estes pontuais na maioria das observações dos moradores. Segundo esses entrevistados, é perceptível a redução da lâmina d’água, potencializado pelo assoreamento, o desmatamento e turbidez da água. Esses fatores podem ser utilizados como parâmetros físico-químicos de análise para relatar se a água é ou não de qualidade, segundo as concepções de Constatini *et al.* (2014).

Contudo, nem sempre a turbidez da água está relacionada à poluição, o que causa a turbidez são as partículas sólidas em suspensão, como matéria orgânica e a própria argila contida no solo impedindo a reflexão da luz. Na Resolução CONAMA nº 357/2005, o limite de turbidez permitido é de até 100 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez) e, segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde) considera-se 5 UNT de turbidez para consumo humano. Em estudos desenvolvidos por Alves (2016) nas águas do Rio Buriti, rio que dá origem a lagoa, os níveis de turbidez de suas amostras resultaram que as águas coletadas estão nos padrões CONAMA, porém fora dos padrões da OMS. Sinalizando a necessidade de um tratamento nas águas do rio para que ocorra o consumo humano.

A agricultura de soja que está ocasionando o desmatamento de grandes áreas nas encostas e nos topos dos tabuleiros que margeiam a área estudada. Fator que possivelmente vem contribuindo no aumento da temperatura local. Como confirma o questionamento sobre a que eles, todos os entrevistados, quando questionados a que associam tais mudanças, destacam o desmatamento como agente transformador da paisagem. Associado ao desmatamento está à queimada, pois esta é uma forma de tratamento da terra para o plantio nas lavouras familiares.

Embora visto como uma fonte geradora de emprego e renda, a criação de peixes em tanques, não deixa de ser é um tensor ambiental que afeta diretamente a lagoa, pois resíduos de rações são observados nas margens ou são dissolvidos parcialmente nas águas da lagoa. Sendo, um composto químico inserido na água e comprometendo, quando usadas de forma inadequada, a sobrevivência das espécies de peixes nativas.

Em visita *in loco* e entrevista com pescadores, percebeu-se que a pesca artesanal nas comunidades se encontra em contraste com os criatórios. A primeira, por meio de observação, foi possível identificar um número elevado de tanques de peixes (Foto 13). Para os pescadores locais, essa prática tem contribuído para o desaparecimento de espécies nativas e surgimento de novas espécies, predatórias. Dentre as espécies citados estão: Flecheiro (*Darter*), Escamadora (*Pollock*), Sambuda (*Prochilodus* sp), Branquinha (*Astyanax* sp.) e Curimatã (*Prochilodus nigricans*), Joaninha (*Crenicichla* spp), Sardião (*Pellona flavipinnis*), Corvina (*Pachyurus squamipinnis*) e que surgiu e/ou foi introduzido na Lagoa do Bacuri, são citados o Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Tucunaré (*Cichla* spp.), o Cará (*Geophagus brasiliensis*) e Piau (*Schizodon*). Assim, destacam que hoje esses peixes que surgiram na área estudada são os peixes mais pescados por eles. Está problemática também já foi detectada em estudo realizado por Santos (2014).

Foto 13 - Presença de tanques rede para a criação de Tilápias nas proximidades do povoado do Bacuri



Fonte: Dados da pesquisa, 2017

Embora alguns autores como Ayroza, Furlaneto e Ayroza defendem a ideia de que o cultivo de peixes da espécie tilápias (*Oreochromis*) em tanques-rede pode incrementar consideravelmente a produção aquícola, criar condições para atrair novos investidores e tornar-se uma excelente alternativa de geração de emprego e renda, além de diminuir a pressão sobre os estoques pesqueiros naturais (pesca) e sobre as várzeas (viveiros escavados) (AYROZA; FURLANETO; AYROZA, 2006) essa prática deve considerar as particularidades dos ambientes onde são inseridos.

Sendo assim, as atividades tradicionais causam impacto ao ambiente assim como os tanques de peixes trazem movimentação econômica, ambos devem ser monitorados, pois podem ocasionar em interferências representativas no futuro, caso não sejam feitas de forma ordenada e planejada. Em entrevista informal, um morador mencionou que a pesca de tapagem (técnica herdada dos indígenas e predatória) retém a maioria dos peixes no acesso à Lagoa pelo rio Parnaíba e reduz consideravelmente o volume de indivíduos e diversidade de espécies. Nem sempre a técnica tradicional causa baixo impacto como comumente costuma-se definir.

5.4 Estados de conservação ambiental da Lagoa do Bacuri

Manter o estado de conservação da lagoa tem por princípio que seus ecossistemas e comunidades, se o primeiro esteja em boa qualidade, garantindo assim, ao segundo benefícios, diretos ou indiretos, a população humana. Os autores Primack e Rodrigues (2001) destacam como exemplos de conservação ambiental: a proteção da água e dos recursos do

solo, o controle climático, a ciclagem dos resíduos humanos e a produtividade dos ecossistemas que fornecem produtos animais ou vegetais. Durante as entrevistas ficou perceptível a preocupação de todos os entrevistados com a questão da poluição e com a falta de fiscalização, pois não foi encontrado nenhum tipo de gestão que iniba os impactos ambientais negativos de origem antrópica, os quais vêm crescendo no local sem que haja o devido planejamento para coibir os mesmos.

Em visita aos povoados para entrevistas informais alguns aspectos foram destacados pelos pescadores e observados durante o processo de reconhecimento da área em estudo, a exemplo da pesca predatória (Foto 14). Outro aspecto elencado é que, embora muitos tenham conhecimento da Lei 7.679 sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, que regula as atividades pesqueiras, proibindo a pesca no período de reprodução dos peixes e tendo por direito o defeso, conforme a Lei n.º 10.779/2003, a concessão do benefício de seguro desemprego, durante o período de defeso, ao pescador profissional que exerce a atividade pesqueira de forma artesanal. Muitos ainda desenvolvem essa atividade durante o período reprodutivo dos peixes, devido à ausência da fiscalização.

Foto 14 - Instrumento artesanal de pesca no entorno da Lagoa



Fonte: Dados da pesquisa, 2017

Além da pesca predatória aliada aos resíduos provenientes dos tanques de peixe, existe também, como já foi mencionado, o significativo desmatamento para a produção de soja que ocupa uma grande extensão territorial que nos últimos anos tem avançado em direção às margens da Lagoa. O desmatamento refere-se ao corte, limpeza e remoção de florestas tropicais ou nos ecossistemas relacionados a ecossistemas menos ricos em biodiversidade, como pastagens, terras cultiváveis, ou

plantações (KRICHER, 1997). Entende-se assim, desmatamento ou desflorestamento, o processo de remoção total ou parcial da vegetação em determinada área. A perda da cobertura vegetal nos povoados torna-se perceptível e a substituição dessa cobertura por áreas de cultivo são ainda mais evidentes.

Rabelo (2015) em estudos sobre o índice de vulnerabilidade ambiental da Lagoa do Bacuri destaca que a variedade de atividades econômicas produções agrícolas, entre os anos de 1994 e 2013 aumentou em virtude e como produção agrícola, a agricultura de subsistência propiciou mudança intensas entre os anos de 1994 e 2013. As áreas no entorno da lagoa que antes eram consideradas de muito baixa e baixa vulnerabilidade em 1994 passaram a categoria de média vulnerabilidade nos anos de 2013. Notavelmente, em quase 20 anos, a fitogeografia da área de estudo sofreu alterações significativas caracterizadas, principalmente, pela redução da cobertura vegetal arbórea atribuída à expansão das áreas de cultivo, algumas por processos mecanizados, e da vegetação arbustiva que estão ligadas aos fatores climáticos, geomorfológicos, pedológicos e interferências humanas na área.

Os desmatamentos aliados à queimada na área estudada/lagoa são constantes e crescentes devido à pecuária extensiva, a fabricação e carvão, a eucaliptocultura, a implantação de sucessivas roças e mais recentemente a chegada do agronegócio. Como destaca Rabelo (2015), as queimadas estão relacionadas principalmente a áreas que correspondem à plantação de soja nesta parte do Estado, plantação de eucalipto, em menor escala, e a produção industrial de carvão. Atividades essas que trazem por meio do desmatamento a perdas de espécies, habitats, ocasionando a erosão e assoreamento da Lagoa do Bacuri. Do ponto de vista econômico, os desmatamentos trazem mais danos ambientais do que benefícios sociais, pelo fato de que muitas dessas atividades têm seus benefícios distribuídos de forma excludente.

Segundo Santos (2014), o desmatamento da mata ciliar, entre tantos efeitos negativos, tem como consequência indireta a redução nos estoques pesqueiros pelo menor aporte de matéria orgânica (fertilização) nos cursos d'água além de que, muitas espécies da ictiofauna (conjunto de peixes de uma região ou ambiente) cuja alimentação são os frutos produzidos nos lagos e que perdem sua fonte nutritiva.

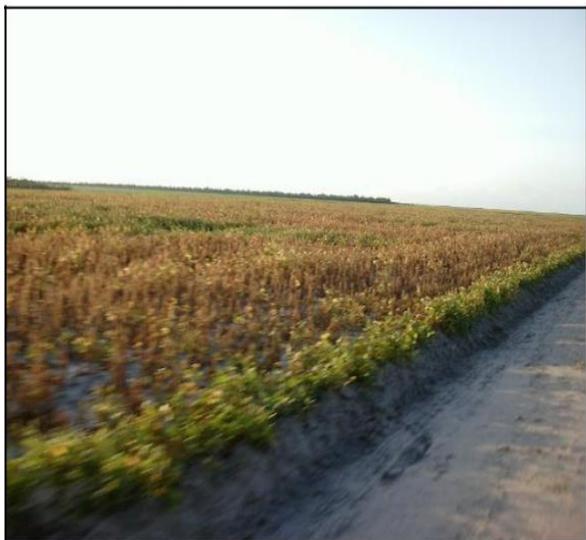
Além de afetar a feição da paisagem e a biodiversidade, tem-se como consequência na região o assoreamento da lagoa intensificado pela erosão, transporte e deposição de sedimento para o ambiente hídrico. O assoreamento contribui para a formação de depósitos de sedimentos que forma pequenas ilhas (Foto 15) conhecidos localmente pelo nome de *croa*. A pecuária extensiva, também interfere, como já foi afirmado, o gado, e bem mais predatória, os suínos nas margens da lagoa contribui também para a proliferação de vegetação nesses bancos de areia.

Foto 15 - Bancos de areia/ilhas

Fonte: Dados da pesquisa, 2016

O desmatamento observado na área de recarga da lagoa (Povoado do Coqueiro) estava ligado à prática da pecuária extensiva, ou seja, essas áreas, antes já tinham um problema relacionado a atividade econômica, eram ocupadas por pastos e, atualmente essa atividade dá lugar às lavouras. Destaca-se que, além dos problemas ambientais gerados pela sojicultura (Foto 16) e eucaliptocultura (Foto 17), as referidas atividades geram a desestruturação da criação extensiva de bovinos - principal atividade econômica da região. Analogicamente ao que ocorrerá no sul do estado do Maranhão, o Leste Maranhense, passa por um processo de transformação de sua realidade paisagística, havendo uma homogeneização de sua paisagem plantações de eucalipto e soja abordados em estudos de Costa (2012) sobre a produção do eucalipto no Baixo Parnaíba.

Em suas observações Santos (2013) descreve que “a produção de soja tem ocasionado mudanças severas na cobertura vegetal e nos solos e influenciado negativamente a pecuária extensiva, principal atividade econômica da região, já que a inserção de cercas tem diminuído as áreas de alimentação anteriormente utilizadas pelos animais. Por outro lado, o uso de agrotóxicos e a proximidade das atividades com corpos hídricos importantíssimos para região, como o rio Parnaíba e a Lagoa do Bacuri, pode resultar em graves problemas ambientais.”

Foto 16 - Sojicultura**Foto 17 - Eucaliptura**

Fonte: Dados da pesquisa, 2016/2017

Pontua-se que a Lagoa do Bacuri, fornecia subsídios necessários para a criação de animais, a exemplo de gado bovino, caprinos e suínos, principalmente. Porém, com o reordenamento do espaço desses setores da economia, a população começa a sofrer os efeitos da (re) construção e modelagem dessas paisagens. As unidades de paisagens de tabuleiros, já descrito anteriormente, por possuírem as mais elevadas altitudes na região, potencializa-se aí possíveis repositores de resíduos na lagoa, resultante da erosão natural e acelerada pela ação humana. O processo de lixiviação associado à erosão, característica própria desse ambiente lacustre e de seus tipos de solo que propiciam a maior erodibilidade. Consequente a esse processo de erosão está o assoreamento da lagoa bem como o processo de sedimentação no seu encontro com o rio Buriti, formando lagos que só tornam a se comunicar com o rio durante o período chuvoso, quando esses transbordam.

Os pequenos produtores de arroz e milho desenvolvem sua produção nas proximidades do povoado Coqueiro, município de São Bernardo e ao longo da margem do Parnaíba e no município de Magalhães de Almeida, fenômeno que gera impacto direto nas águas, pois os canais de água são represados canalizando a água para as pequenas lavouras, é importante mencionar que, a água da lagoa é utilizada para irrigação das áreas agrícolas, sobretudo no período da estiagem, também são feitos açudes, ocorrendo assim o barramento artificial desses pequenos canais que destinavam-se ao abastecer da lagoa. Aliado ao fato que, no período da cheia do rio Parnaíba, ocorre o transbordamento do rio, conforme citado anteriormente, e esses resíduos sólidos em suspensão existentes nas águas do Parnaíba, acabam sendo inseridos na Lagoa do Bacuri.

Ocorre também, que essas atividades são desenvolvidas às margens da Lagoa do Bacuri constituem APP's, estando, pois, sob critérios de uso estabelecidos pela legislação ambiental, porém, a ausência da fiscalização contribui para os usos indiscriminados. Esse fato, leva a questionar a qualidade da água, em especial, quanto a atuação dos princípios ativos no uso de herbicidas. Sendo os mais utilizados: DMA, Glifosato, Gramoxone, Roudup e Trordon. Já os inseticidas, destacam-se: Malathon, Agritoato e Barrage. Ambos utilizados por grandes e pequenos produtores locais.

5.5 Parâmetros de qualidade da água

No transcorrer do monitoramento do meio aquático em estudo é fundamentalmente importante analisar a disponibilidade de nutrientes inorgânicos e os agentes microbiológicos dispostos nesse meio, dos quais se destacam os parâmetros físico-químicos, microbiológico, bem como a análise sobre a ocorrência de agrotóxicos os quais possibilitam avaliar a qualidade hídrica, tanto para o consumo humano, quanto para a dessedentação de animais. As análises dos parâmetros anteriormente citados, sobre a qualidade das águas da lagoa, podem ser justificadas pelo fato que 93% dos moradores tem seu abastecimento residencial a partir da captação das águas em questão.

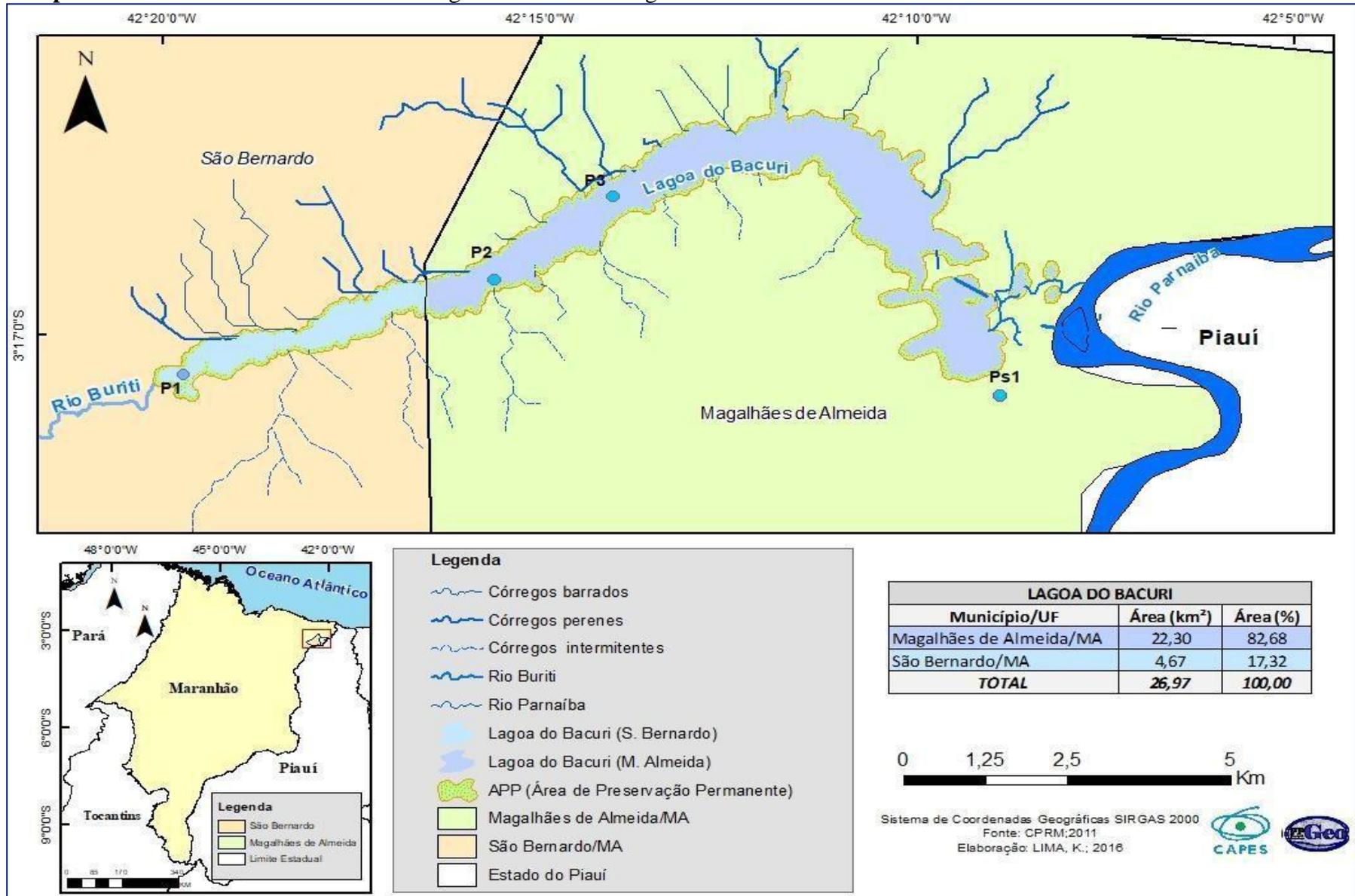
Desta forma, os resultados bacteriológicos, físico-químico e uso agrotóxico constata-se por meio dos resultados mostrados nas tabelas 2 e 3.

5.5.1 Variável físico-química da água da Lagoa do Bacuri

Os pontos de coletas das amostragens de coleta estão, cada ponto especificado com seu nome Coqueiro-P1, Oitis-P2, Alto do Cedro-P3 e Santo Agostinho- P4 e localizados no mapa 9.

Várias características físico-químicas das águas naturais são utilizadas para diagnosticar a aparência e a qualidade da água. No presente estudo foram utilizados alguns desses parâmetros, tabela 2, tendo por base a Resolução CONAMA 357/2005.

Mapa 9 - Pontos de coleta das amostras de água no entorno da lagoa do Bacuri/2017



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Tabela 2: Valores dos parâmetros físico-químicos das amostras de água na Lagoa do Bacuri, JULHO de 2017.

Parâmetros	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Valores de referência ³
T (°C)	7	30	30	30	20 ⁰ C
Turbidez (NTU)	18,68	20,68	30,53	72,7	100 NTU
STD ⁴ (mg/L)	130,0	163,2	176,1	162,7	500 mg/L
Condutividade (µS/cm)	105,7	127,3	275,0	145,2	100 µS/ cm
pH	6,74	6,98	6,96	6,52	6,0 – 9,5
Nitrato (mg/L)	0,1	4,9	1,6	3,7	10,0 mg/L
Nitrito (mg/L)	0,12	0,29	0,22	0,16	1,0 mg/L

Fonte: Dados da pesquisa, 2017

Considerando a temperatura um parâmetro que interfere nos processos físico-químicos dos ambientes aquáticos.

As medidas de temperaturas da Lagoa do Bacuri apresentaram-se constantes e elevadas 30°C nos três (03) pontos de coleta P2, P3 e P4. Já no ponto P1 a temperatura ficou em 27°C no mês de junho. A variação da temperatura interfere diretamente na quantidade de oxigênio dissolvido na água, pois o oxigênio dissolvido - OD é função inversa da temperatura. Ressalta-se, que as elevadas temperaturas favorecem a diminuição do OD na água, o aumento da evaporação (proporcionando a perda de água), tendo como consequência o aumento da concentração de sais na água, além de influenciar todos os processos físico-químicos e biológicos que ocorrem no referido corpo hídrico. Desta forma, cabe destacar que as elevadas temperaturas das águas da lagoa são influenciadas, principalmente pela radiação solar elevada na área de estudo, bem como pela mistura das águas lacustres com as do rio Parnaíba (no período chuvoso - junho), fato este facilmente constatado pelo aumento da turbidez das águas analisadas.

Corroborando com Junior (2012) a temperatura constitui uma variável determinante no metabolismo dos ecossistemas aquáticos, pois a temperatura da coluna d'água exerce influência direta nos processos de respiração, digestão, reprodução e alimentação da biota.

³Valores estabelecidos pela Portaria CONAMA/357/05

⁴STD (Sólidos Totais dissolvidos)

Mihelcic e Zimmerman (2012) destacam que em lagos e reservatórios, a turbidez da água de superfície é geralmente estável e varia de 1 a 20 NTU. Contudo, ainda segundo os autores algumas águas podem ter variações sazonais em função da mistura, tempestades e atividades de algas. O período chuvoso na área em estudo aumenta o escoamento superficial e conseqüentemente a erosão fazendo com que a turbidez se apresente mais elevada se comparado à turbidez do período de estiagem. Nos resultados equivalentes aos níveis de turbidez encontrados apresentaram uma considerável variação nos diferentes pontos amostrados, variáveis entre 18,68 (P1) a 72,7 NTU (P4), com exceção do último ponto (P4), os demais estão abaixo dos valores de referência (40 NTU) para as águas do tipo classe especial, destinadas ao abastecimento e consumo humano, conforme definido pela Resolução CONAMA 357/2005.

Embora a maioria dos valores esteja abaixo de 40 NTU o valor encontrado no ponto P4 torna-se preocupante, uma vez que as águas superficiais podem conter impurezas, particularmente na estação chuvosa, pois a água carrega sedimentos, partículas em suspensão dissolvidas e coloidais, além de micro-organismos e outros contaminantes passíveis de ocasionar problemas à saúde humana (ARANTES; RIBEIRO; PATERNIANI, 2012), os pontos (P3 e P4) tem sua turbidez relacionados não somente ao período chuvoso, com a cheia do rio Parnaíba, mas também, aos sedimentos provenientes do escoamento superficial dos solos expostos existentes nas adjacências.

A turbidez encontrada no P3 (Alto do Cedro), tem forte influência dos tanques de peixe por adição de rações muitas vezes em quantidade superior ao necessário, em virtude da falta de orientação técnica. O ponto P4 (Santo Agostinho), também sofre influência da turbidez de suas águas por ser a área próxima do encontro com o Rio Parnaíba (rio que naturalmente já tem águas “turvas”). Assim, a elevada turbidez das águas do citado rio é oriunda dos sedimentos advindos das produções existentes ao longo do seu curso, e que durante o período de cheia termina lançando suas águas em direção à Lagoa, ocorrendo então a mistura das águas. Vale ressaltar que o aumento da turbidez eleva o risco de contaminação das águas por organismos patogênicos.

Valores contrários a esses resultados foram encontrados nos pontos P1 (Coqueiro) e P2 (Oitis), pois embora sofram influência do transporte de sedimentos nesse período por conta das chuvas, não apresentam elevados valores de turbidez, devido a menor existência de solo exposto nas proximidades dessas áreas, bem como a maior distância em relação ao rio Parnaíba.

No parâmetro STD (mg/L), os sólidos totais dissolvidos também servem para avaliar a qualidade da água, pois permitem avaliar a sua pureza ou impureza mediante a medida das substâncias existentes nela. Dos resultados obtidos para a concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) estes variaram de 130,0 mg/L (P1) a 176,1 mg/L (P3). A água com excessivo teor de sólidos em suspensão ou minerais dissolvidos tem sua utilidade limitada. Esses resultados das amostras de água apresentaram presença de minerais inferiores a 500 mg/L de STD estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005.

Nesta perspectiva, essas águas ainda podem ser utilizadas para o abastecimento doméstico, mas provavelmente inadequada para utilização em muitos processos industriais que exigem menor teor de STD. De acordo com Souza e Gastaldini, (2014) em relação aos sólidos totais presentes em reservatórios e lagoas, as maiores produções de sedimentos observados nas bacias hidrográficas que apresentam atividades rurais, devido às práticas agrícolas, muitas vezes inadequadas e/ou ilegais, caracterizadas pelo plantio próximo ao leito do rio e pela devastação da mata nativa, práticas que aumentam o poder de erosão e perda de solo.

A medida da condutividade elétrica pode ser relacionada com a concentração de Sólidos Dissolvidos Totais, em mg/L. Assim, a medição da condutividade é um procedimento muito sensível que permite avaliar a medição de concentrações e o menor traço de uma impureza iônica que leva a um grande aumento da condutividade, a qual é perceptível na análise dos dados. Sobre a condutividade elétrica observou-se valores elevados nas amostras analisadas.

De acordo com os resultados obtidos, nos pontos amostrados, pode-se constatar as seguintes variações: (P1) 105,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P2) 127,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$, (P3) 275,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e (P4) 145,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Assim, tomado por referência o recomendado pela resolução CONAMA 357/05, que é de 1 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para águas naturais. Todos os pontos apresentaram valores elevados. Entretanto, a amostra P3 destaca-se pelo valor que chega a quase o triplo do permitido pela citada resolução. Isso se justifica pelo solo exposto nas margens da lagoa e pela retirada das matas ciliares, tendo como consequência o maior aporte de material particulado nas águas lacustres. Contudo, associado a esta situação tem-se também a ocorrência das edificações (casas) e presença de criatórios de peixes nas suas margens. Outro fato importante foram os elevados valores de condutividade elétrica encontrados no final do período chuvoso. Contudo de acordo com Cruz et al, (2016) esses valores elevados de condutividade são comuns em período de seca por causa do acúmulo de soluto no solo capturado durante o período chuvoso.

O valor obtido para a média de pH é de 6,80 entre os resultados dos pontos P1-6,74, P2- 6,98, P3-6,96 e P4-6,52. Observa-se que os pontos de coleta que apresentaram maior teor de acidez foram os povoados de Coqueiro (P1) e Santo Agostinho (P4,) sendo o primeiro, área de maior produção agrícola extensiva e proximidade com as lavouras de soja e o segundo ponto por sua proximidade ao rio Parnaíba.

A condutividade deve ser analisada acompanhada de parâmetro como o pH. O potencial hidrogeniônico, é um dos parâmetros mais importantes na caracterização das águas, visto que mede o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade das amostras coletadas. Este tende a diminuir devido a presença de CO₂ dissolvido e a condutividade que tende a elevar devido ao aumento das condições de solubilização (pH mais ácido). Os valores abaixo de 7 como encontrado nos quatro pontos de coletas, são de materiais ácidos. Logo, quanto menor o pH mais ácido é o material.

Tais resultados encontram-se em conformidade com a resolução CONAMA 357/2005 a qual estabelece como valores de pH entre 6 e 9. Nesses pontos constatou-se também uma maior turbidez, fato que chama atenção para um maior risco de contaminação das águas pelo material lixiviado, assim como se não houver o devido cuidado nas dosagens de ração, bem como com os produtos químicos aplicados.

O nitrato apresentou baixas concentrações em todos os pontos amostrais, no período chuvoso. Os maiores valores registrados foram no P2 (4,9mg/L) e P3 (3,7mg/L). O nitrito encontrado nas amostras do período chuvoso apresentou baixíssimas variações com valores entre 0,12 e 0,29mg/L nos referidos pontos.

Embora os valores de nitrito e nitrato sejam baixos, os maiores valores de nitratos encontrados no período chuvoso estão, provavelmente, relacionados ao processo de nitrificação favorecido pela aeração da coluna d'água. Todavia, os parâmetros nitrito e nitrato não apresentaram valores altos a ponto de ocasionar risco de intoxicação aos seres vivos dessas localidades, pois estes apresentaram valores muito inferiores aos limites determinados pela Resolução 357/05, para a classe 2, que é de (1,0 mg/L) para nitrito e 10,0 mg/L para nitrato.

Segundo Fernandes *et al.*, (2017), valores semelhantes para nitrito e nitrato, são encontrados em suas análises de água no município de Vargem Grande/MA. O nitrito em suas amostras, também no período chuvoso, apresentou valores de 0,1 mg/L e para nitrato baixas concentrações em todos os pontos das amostras, no período chuvoso. Os maiores valores registrados nos estudos da autora foram de <0,1 a 0,3 mg/L e 0,2 a 0,4 mg/L no período chuvoso. Ambos associados também ao processo de nitrificação favorecido pela aeração da coluna d'água, ou seja, processo químico-biológico pelo qual ocorre a formação de nitrito pela ação conjunta de bactérias nitrosas, que liberam nitratos no solo e esses são oxidados por outras bactérias, chamadas nítricas.

Esses valores encontrados de nitrito e nitrato reafirma-se na paisagem, uma vez que a vegetação de aninga (*Montrichardia linifera*) prolifera-se colonizando o solo exposto das margens da lagoa, além de indicar sólidos suspensos associados as elevadas temperaturas. Os sólidos suspensos são mais evidentes no ponto de coleta denominado por P2 (Alto do Cedro). O

pH é um parâmetro que deve acompanhar a medição da condutividade. Assim, o pH tende a diminuir devido à presença de CO₂ dissolvido e a condutividade que tende a elevar devido ao aumento das condições de solubilização (pH mais ácido).

Desta forma, as variáveis quantitativas de análise da água foram avaliadas à luz das resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA nº 357/05 (Tabela 2) e as bases comparativas são os resultados das análises disponibilizadas nos estudos de Almeida Jr (2009) e Santos (2014). Segundo estes autores as análises físico-químicas, foram também realizadas com base nos parâmetros utilizados nesse estudo e elas estavam dentro dos limites da resolução nº 357/05.

5.5.2 Análise da qualidade microbiológica e presença de agrotóxico na água

Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 3, mostrando que houve presença de bactérias nas amostras do grupo *Escherichia coli* ou *termotolerantes* nos quatro pontos de amostras assim especificados: Coqueiro (P1), Oitis (P2), Alto do Cedro (P3) e Santo Agostinho (P4).

Valores observados por nas análises de coliformes foram de $1,21 \times 10^2$ a $2,56 \times 10^2$ (UFC/100ml) no período chuvoso, apresentam variações bem significativas entre os pontos de amostragem para bactérias patogênicas. Os valores obtidos que não ultrapassaram os estabelecidos de 1000 UFC/100 ml, segundo a resolução do CONAMA nº 357/05, portanto são consideráveis impróprios para água de recreação. Classificando assim, essa água como imprópria para o consumo humano. Embora nos estudos anteriores de Almeida Júnior (2012) e Santos (2014), tenham a partir dos resultados obtidos das análises bacteriológicas informado que as águas se encontravam satisfatórias, indicando assim pouca contaminação por efluentes.

Para bacteriologia, encontrar bactérias *Escherichia coli* em ambientes aquáticos, segundo Silva, (2016) indica que a água foi contaminada por dejetos de esgotos domésticos, lixo, entre outros mudando a qualidade da água.

Tabela 3 - Determinação das análises microbiológicas e bacteriológico da água da Lagoa do Bacuri/2017- LACAM.

PARAMETROS	P1- Coqueiro	P2- Oitis	P3- Alto do Cedro	P4- Santo Agostinho
Presença da Espécie	<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
REFERÊNCIA	$2,56 \times 10^2$	$1,21 \times 10^2$	$2,48 \times 10^2$	
1000 UFC/100ml CONAMA 357/05				$1,13 \times 10^2$

Fonte: Dados da pesquisa, 2017

De modo geral, os pontos apresentaram presença de coliformes totais, o que já era esperado devido a presença de fezes por animais (Foto18) as margens da lagoa.

O abastecimento da lagoa é realizado pelo Rio Buriti, rio este que se encontra contaminado, não recebendo tratamento das suas águas tornando-o impróprio para o consumo humano, conforme análise realizada por Alves (2016). Esses fatos associados a ausência da rede de coleta de esgoto e o lançamento de resíduos sólidos por banhistas, clientes e donos dos bares que se situam em alguns povoados ao longo da Lagoa do Bacuri, acabam por contribuir com essa contaminação pelo descarte de restos de alimentos e demais poluentes.

Foto 18 - Animais na margem da Lagoa do Bacuri



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Os valores observados apontam para a ocorrência de um processo de contaminação da água por atividades antrópicas. A água que contém micro-organismos patogênicos torna-se assim um veículo de transmissão de doenças. Por isso, há a necessidade de suas análises rotineiras, para determinar o grau de segurança do ponto de vista bacteriológico.

Na análise dos resíduos de herbicidas - glifosato, os resultados das quatro amostras coletadas, todas apresentaram resultados menores que 10,0 ug/L, ou seja, permitidos pela Resolução CONAMA 357 (17/03/05). Conclui-se, desta forma que nas quatro amostras, o parâmetro satisfaz o limite permitido.

Ao se considerar as amostras analisadas contendo glifosato, ainda que em baixa concentração segundo o CONAMA, não deixa de ser preocupante esses resultados, tendo em vista, que a vida média do glifosato em águas superficiais é de 32 dias, sendo este herbicida rapidamente absorvido no solo e não sendo um produto facilmente lixiviado. Outro aspecto é que a estabilidade do glifosato em ambientes hídricos pode se justificar pelo pH, pois este se estabiliza em água cujo pH são 3, 5, 6 e 9 a uma temperatura de 35°C.

De acordo com os resultados obtidos as águas da Lagoa do Bacuri, tem variação de pH entre 6,5 e 6,9 e temperaturas entre 27°C e 30 °C, logo os dados físico-químicos não justificam a estabilidade do glifosato encontrado no referido ambiente lacustre.

A presença do herbicida glifosato nas águas da Lagoa do Bacuri foi detectada fora do período chuvoso e fora de seu tempo de vida médio, sendo este indicativo contaminante. Desta forma, em longo prazo a ocorrência crescente deste agrotóxico poderá comprometer a qualidade da água, indicando a necessidade de um monitoramento periódico, principalmente durante o período chuvoso.

5.6 Parâmetros de sedimentos da Lagoa

Para a classificação físico-química das amostras de sedimentos foram realizadas coletas em 10 pontos, dos principais córregos, ao longo de todo o curso da Lagoa do Bacuri. Os sedimentos são importantes, sendo eles sumidouros de matéria orgânica. Os percentuais dessa classificação: Matéria orgânica (MO) e pH dos sedimentos estão apresentados na Tabela 4 identificados os pontos de coletas de sedimentos pela sigla “ Ps”, onde, Ps1-Trincheiras, Ps2-Murici Bravo, Ps3-Boa Vista, Ps4-Aninga, Ps5-Bacuri dos Escócios, P6 - Bacuri dos Escócios, Ps7-Porteirinha), Ps8-Coqueiro), Ps9-Alto do Cedro e Ps10-Oitis (Mapa 10)

Tabela 4 - Determinação das análises físico-químicas de solos dos córregos que abastecem a Lagoa do Bacuri/2017.

Pontos	Povoado	p H	MO (%)
Ps1	Trincheiras	7 ,4	0,97
Ps2	Murici Bravo	7 ,1	9,29
Ps3	Boa Vista	7 ,4	1,28
Ps4	Aninga	5 ,1	3,88
Ps5	Bacuri dos Escócios	5 ,9	0,6
Ps6	Bacuri dos Escócios	6 ,0	3,24
Ps7	Porteirinha	5 ,5	2,72
Ps8	Coqueiro	6 ,2	1,02
Ps9	Alto do Cedro	5 ,9	1,68
Ps10	Oitis	6 ,2	0,1

Fonte: Dados da pesquisa, 2017

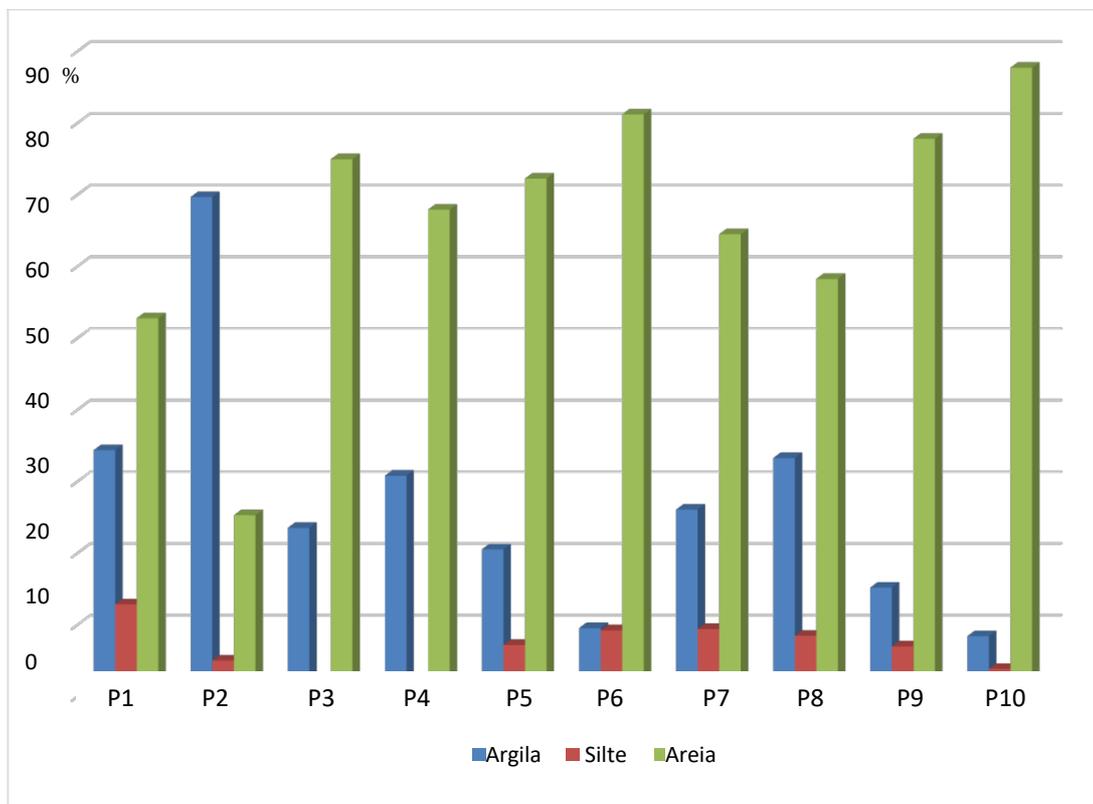
Em relação as amostras coletadas, com exceção do ponto Ps2 (Murici Bravo), as proporções de areia são superiores justificando assim, os baixos percentuais de matéria orgânica (MO) apresentados Ps1-0,97, Ps3-1,28, Ps4-3,88, Ps5-0,6, Ps6-3,24, Ps7-2,72, Ps8-1,02, Ps9-1,68 e Ps10-0,1. Destaca-se, que os solos arenosos apresentam baixo teor de matéria orgânica, pois retêm pequenas quantidades de cátions. Nestes solos as perdas de nutrientes por lixiviação são maiores. Mesmo contendo teores significativos de argila, estes são pobres de nutrientes em virtude da baixa atividade destas argilas.

Ainda nesse contexto, os plintossolos, que margeiam a lagoa, conforme mapa de solos (Mapa 8), têm por características baixa MO (2 e 5%). O referido tipo de solo ao sofrer processo de erosão libera sedimentos com teores médios de argila depositados no leito do rio. Em Murici Bravo, o percentual 9,29% de matéria orgânica relaciona-se ao alto teor de Argila encontrado nesse ponto, pois não se trata de uma região marginal da lagoa, e sim do seu próprio canal.

Os valores de pH de sedimento de solo são referenciais da acidez e alcalinidade do solo existentes em um determinado local, variando de 0 a 14. Desta forma, o Ps1(7,4), Ps2 (7,2) e Ps3 (7,4), são considerados levemente alcalinos e os demais pontos Ps4 (5,1), Ps5(5,9), Ps6 (6,0), Ps7 (5,5), Ps8 (6,2), Ps9 (5,9) e Ps10 (6,2) são classificados entre fortemente ácido (5,1-5,5), moderadamente ácido (5,6-6,0) e levemente ácido (6,1-6,5)⁶ o que explicita a coloração mais clara dos sedimentos coletados nos três primeiros pontos, sendo essas áreas mais ricas em nutrientes. Já nos demais pontos considerados ácidos se explicam pela coloração escura e de textura lamacenta (Foto 16: Ps1, Ps2 e Ps3). Os valores de pH desses últimos pontos de coleta estão associados à salinização das águas, bem como à presença de resíduos de agrotóxico (quanto mais ácido o pH menor a dissociação do glifosato) e aos diapiros salinos, já discutidas por este estudo e muito comum nas margens da Lagoa do Bacuri.

De acordo com as classificações: silte, argila e areia, os detritos de solos foram definidos por percentuais em razão da granulometria. Os percentuais granulométricos dos sedimentos de solo da lagoa do Bacuri podem ser observados, segundo o diagrama triangular de Feret, no gráfico 6.

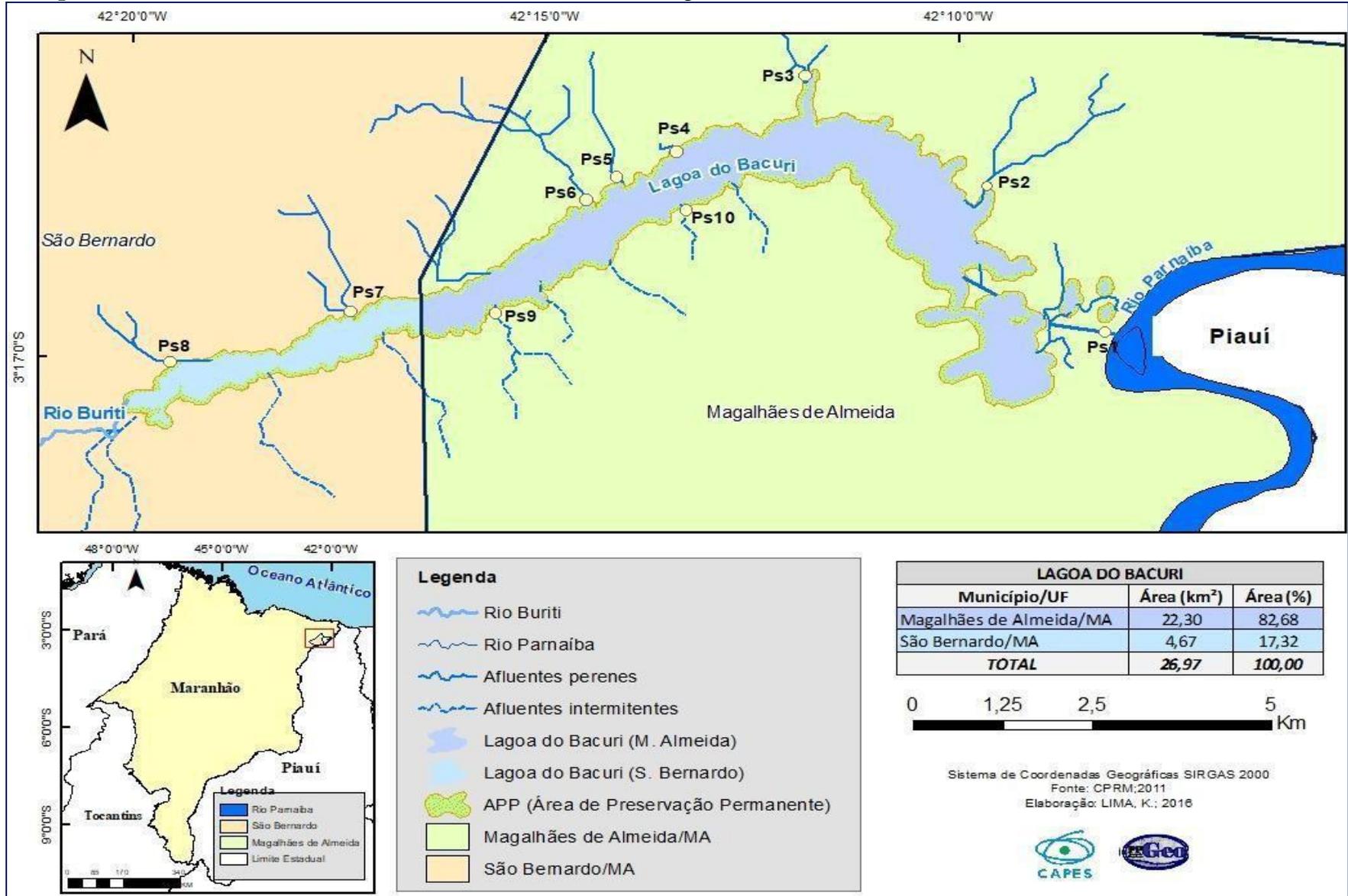
Gráfico 6 - Granulometria dos sedimentos dos córregos que abastecem a Lagoa do Bacuri



Fonte: Dados da pesquisa, 2017

⁶ Soil Survey Division Staff. "Soil survey manual.1993. Chapter 3, selected chemical properties.". Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18. Retrieved 2011- 03- 12.

Mapa 10 - Pontos de coleta das amostras de solos no entorno da Lagoa do Bacuri/2017



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Fica evidente, que o povoado de Trincheiras (Ps2), de maior proximidade com a foz, encontro da lagoa com o rio Parnaíba, apresenta o predomínio da argila 69,68%, seguido do povoado de Murici Bravo (Ps3) com 34,36% e Coqueiro (Ps8) 33,27% de sedimentos argilosos, este último ponto onde o rio Buriti dá lugar ao início da lagoa.

As argilas são encontradas nos sedimentos característicos do fundo da lagoa e se justifica por se tratar de um vale fluvial onde o carreamento desse material em suspensão são oriundos das áreas mais elevadas. O transporte de argila ocorre de forma cumulativa bem como, provavelmente associados aos resíduos de agrotóxicos agregados, pelo fato desta área apresentar agricultura extensiva, com utilização de agrotóxicos, fato este que contribui para prováveis contaminações.

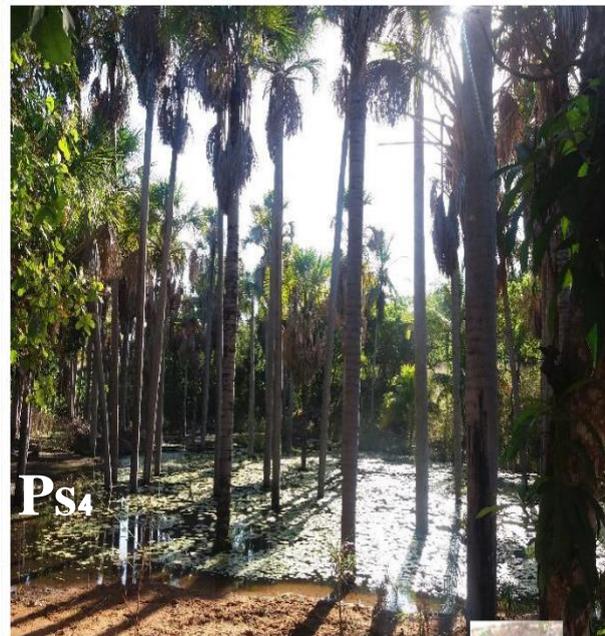
Além do exposto, cabe destacar que a maior concentração de matéria orgânica agregada nos sedimentos encontra-se no ponto Ps2 (9,29% MO) e está relacionado à sua localização, por ser uma das partes mais estreitas da lagoa e com maior percentual de argila encontrado entre as amostras analisadas, dos locais com presença de lama, conforme característica peculiar da lagoa do Bacuri (Foto 19- Ps1 e Ps2). Já os pontos Ps3 (23,53), Ps4 (30,82), Ps5 (20,54), Ps6 (9,55), Ps7 (26,08), Ps8 (15,2), Ps9 (33,27) e Ps10 (8,42) possuem baixo percentual de argila por serem sedimentos dos córregos que abastecem a lagoa, margem esta que possui solo arenoso. Os percentuais das amostras Ps6 (9,55%) e Ps10 (8,42%) possuem teor de argila baixo, caracterizando um solo arenoso, ou areias argilosas, o que exige cuidado em seu manejo, pois há perdas de cátions trocáveis por lixiviação. Os percentuais elevados de areia nas amostras reforçam a teoria de assoreamento e sedimentação do rio Buriti e conseqüentemente da Lagoa do Bacuri. Contudo, vale a pena frisar que a presença desta significativa quantidade de areia é característica deste setor do litoral oriental maranhense, pois faz parte da unidade geomorfológica dos Lençóis Maranhenses, caracterizado como o maior campo de dunas do Brasil desenvolvido ao longo do Quaternário (SANTOS, 2008).

Os valores referentes à areia nos pontos Ps1 (52,77), Ps2 (74,95), Ps3 (67,91), Ps4 (72,25), Ps5 (81,2), Ps6 (64,49), Ps7 (58,25), Ps8 (77,8) e Ps9 (87,72) estão todos acima de 50% com sedimento arenosos que se explicam pela presença do Neossolo Quartzarênico arenoso cuja textura prevalece frações de areia, portanto, predominantemente arenosos ou areno-argilosos. Fator este, que justifica nesses respectivos pontos um teor de matéria orgânica pequena e pH ácido.

Desta forma, os canais dos córregos que abastecem a lagoa caracterizam-se como pedregosos, arenosos e pouca cobertura vegetal, ambos descritos na foto 19- Ps4, Ps5, Ps6, Ps7, Ps9 e Ps10, em virtude de suas características pedológicas, apresentam pouca matéria orgânica e elevada acidez.

Os demais pontos de coleta retiradas diretamente da lagoa possuem características mais argilosas e alcalinas (Foto 19- Ps1, Ps2e Ps3). Os dados expostos explicam a existência de maiores extensões com atividades agrícolas, mais próximas à lagoa, em seus pontos extremos, no caso dos povoados de Coqueiro e Trincheiras.

Foto 19 - Caracterização dos pontos de coleta dos sedimentos do fundo da lagoa/2017





Fonte: Dados da pesquisa, 2017

5.7 Monitoramento do uso e cobertura do solo

Outro tensor identificado nesse monitoramento foram os tensores sociais que podem ser entendidos como qualquer condição responsável pela remoção que restrinja o desenvolvimento de qualquer organismo, ocasionando uma instabilidade ambiental. Melo e Souza (2015) denomina tensores antropogênicos, os tensores que podem modificar a estrutura físico-química dos ecossistemas alterando também os processos ecológicos, responsáveis pela manutenção dos sistemas naturais e diferentemente dos processos naturais. Estes ocorrem de maneira acelerada. A Lagoa do Bacuri, que tem sua paisagem modificada e determinada pela ação conjunta de tensores ambientais, tensores esses decorrem de um grande conjunto de atividades humanas, resultados dos usos múltiplos tanto da água, quanto do solo e que ao longo dos últimos anos vem gerando impactos às unidades de paisagem. As observações dessas mudanças são perceptíveis mediante ao estudo-temporal realizado ao longo dos últimos 16 anos.

Na área estudada, foram identificadas alterações em maiores e menores proporções no decorrer dos anos em estudo: 2000, 2009 e 2016. Foram observadas variações significativas com relação ao percentual de vegetação e a lâmina d'água, além do crescimento das áreas com solo exposto e com uso antrópico nos últimos anos, decorrente dos seguintes tensores: desmatamentos, pecuária extensiva e agricultura. A análise espaço-temporal do mapa de uso e cobertura do solo possibilita constatar que há extensas áreas de supressão vegetal nos anos de 2000, 2009 e 2016. Em 2000, são perceptíveis diversas áreas com solos expostos, com destaque para a área nordeste da lagoa, fato que pode ser relacionado ao projeto Tabuleiro de São Bernardo, projeto de produção agrícola vinculado ao Ministério da Integração Nacional, por meio do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). O projeto tem um perímetro de 11 mil hectares, dos quais 541ha foram entregues pelo DNOCS, sendo utilizados pouco mais de 327 hectares para a produção de banana, melancia, coco, limão, tangerina, laranja, mamão, goiaba e caju (Mapa 11).

Estudos específicos sobre o projeto Tabuleiro de São Bernardo (GEDMMA, 2011) apontam as mudanças que se iniciam desde a sua localização, pois o referido projeto deveria ser instalado no município de São Bernardo área aprovada na sua execução. No entanto, a instalação foi feita no município de Magalhães de Almeida, com o objetivo de potencializar o projeto por conta de maior proximidade com o Rio Parnaíba. Dentre as principais alterações apontadas no presente estudo estão o aumento de áreas desmatadas de cerrado, uso da terra e manejo das fontes naturais, além das alterações nas relações de trabalho. Ao se analisar o avanço temporal de monitoramento chama à atenção que no ano de 2009 houve uma redução nas áreas destacadas

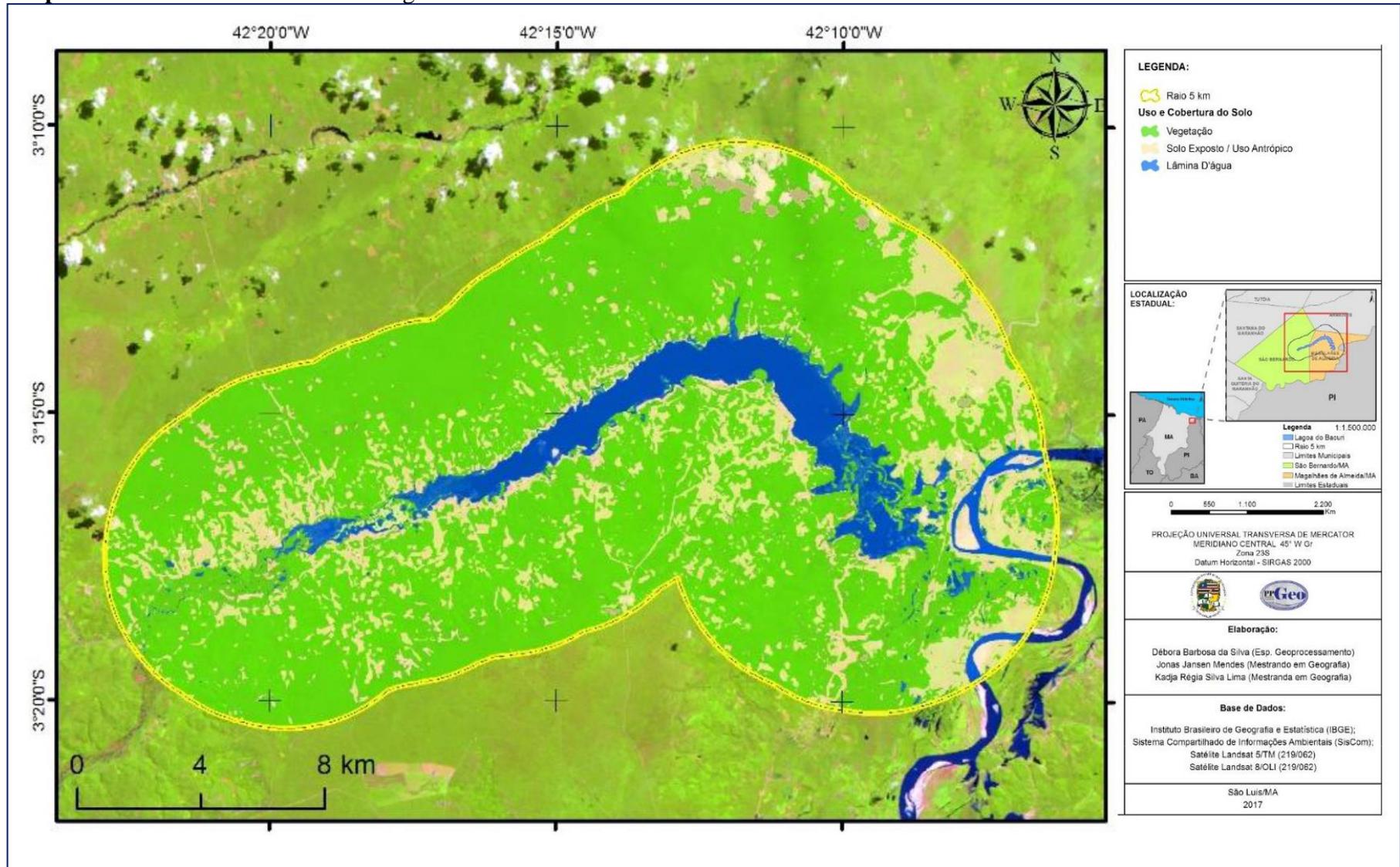
anteriormente como da ação antrópica. Essas ações estão relacionadas a dois fatores: o projeto agrícola Tabuleiro de São Bernardo ter sido praticamente abandonado e aos elevados índices pluviométricos no ano em análise do qual houve um significativo avanço da vegetação sobre essas áreas (Mapa 12). Avanços estes que não se justificam pela aprovação da Lei de Código Florestal, visto a ocorrência de uma inversão acerca do desmatamento, dados publicados pela folha on-line em 2016 apontam um aumento nacional de 74% de aumento no desmatamento após a nova lei.

O avanço da cobertura vegetal supracitado ocasionou assim, na área de estudo uma reposição natural da vegetação de 21,82 km², o equivalente a 5,6% de aumento da referida vegetação em relação a 2000. Nesse caso, a dinâmica climática e, por conseguinte, os índices pluviométricos interferiram no avanço da cobertura vegetal. Conquanto, no ano de 2016, advém uma redução de 116,04 km², o equivalente a 26,62% da vegetação em relação a 2009 (Tabela 05). Muitas áreas foram desmatadas, o chamado desmatamento especulativo, onde áreas são desmatadas com a única função de sinalizar uma ocupação, visando algum benefício futuro com o terreno, domínio territorial.

Apesar disso, em 2016, pode-se constatar áreas consideráveis sem vegetação. Devido à retomada do projeto, ao déficit pluviométrico, a produção de eucalipto e aos agronegócios de soja bem como, o aumento nas produções agrícolas de subsistência nos últimos anos. Logo, pontua-se que a ausência de produção agrícola por meio do processo de irrigação, que tinha como objetivo solucionar o problema da seca, para os moradores locais, passou a ser uma das possibilidades do solo exposto, visualizado no ano de 2000, no entorno da lagoa do Bacuri, especificamente no povoado de Trincheiras (Mapa 13).

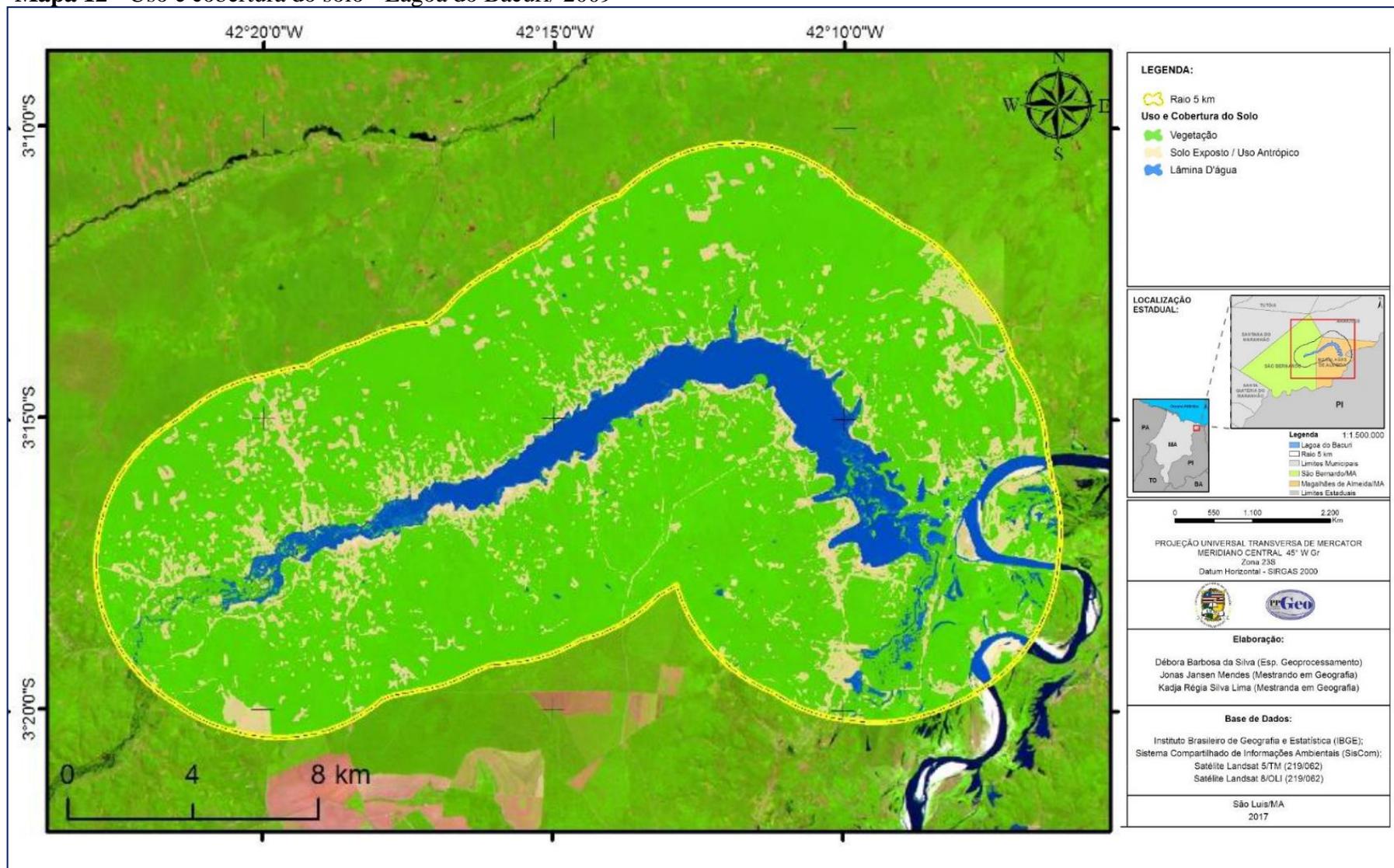
Adicionado a esse fator estão outras ações antrópicas como: agricultura extensiva, desenvolvida na área de recarga (povoado do Coqueiro), a pecuária extensiva, que antes ocupava áreas de recarga e hoje, migra para as margens da lagoa, provocando a redução da mata ciliar, no ano de 2016.

Mapa 11 - Uso e cobertura do solo - Lagoa do Bacuri/ 2000



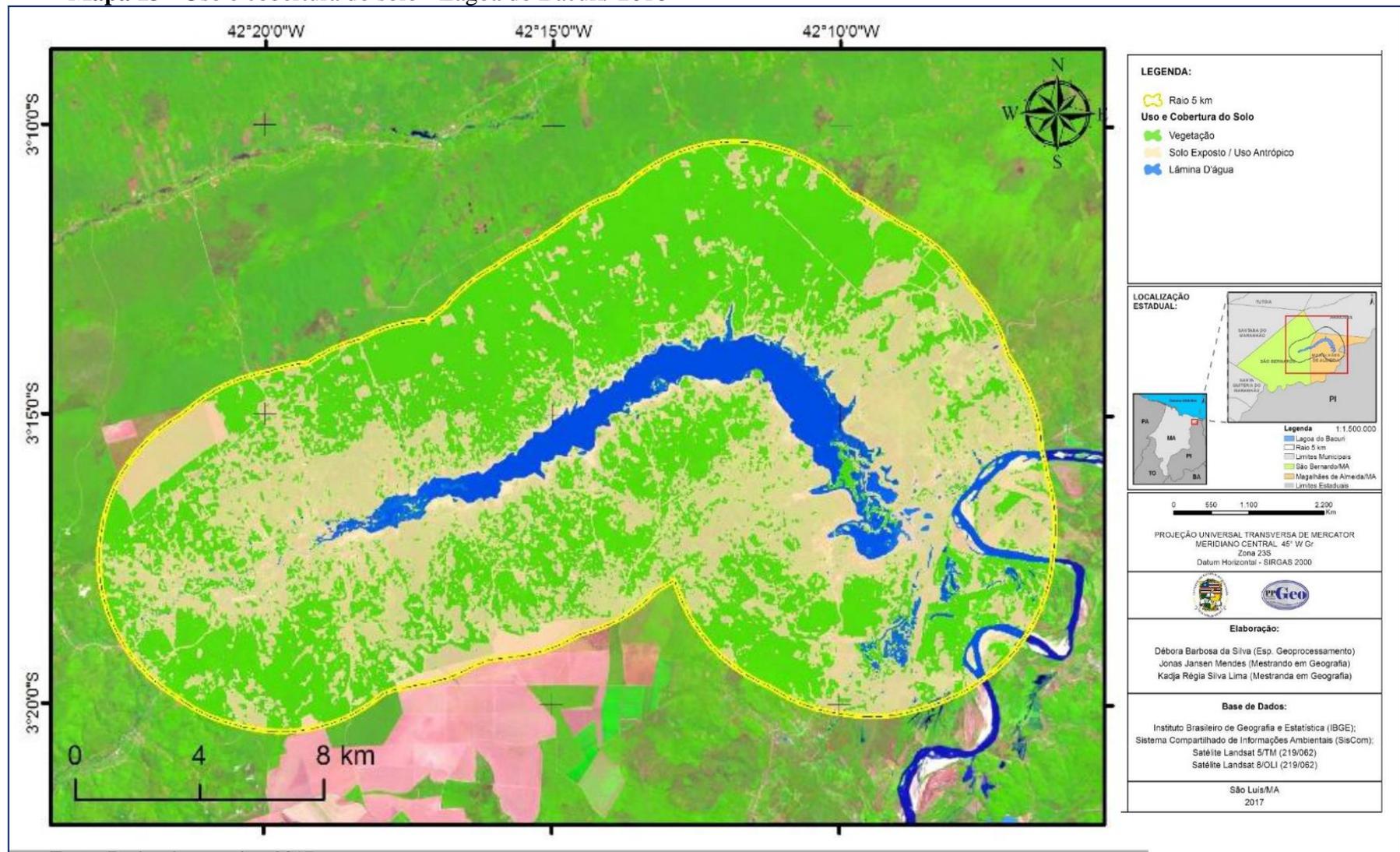
Fonte: Dados da pesquisa, 2017

Mapa 12 - Uso e cobertura do solo - Lagoa do Bacuri/ 2009



Fonte: Dados da pesquisa, 2017

Mapa 13 - Uso e cobertura do solo - Lagoa do Bacuri/ 2016



Fonte: Dados da pesquisa, 2017

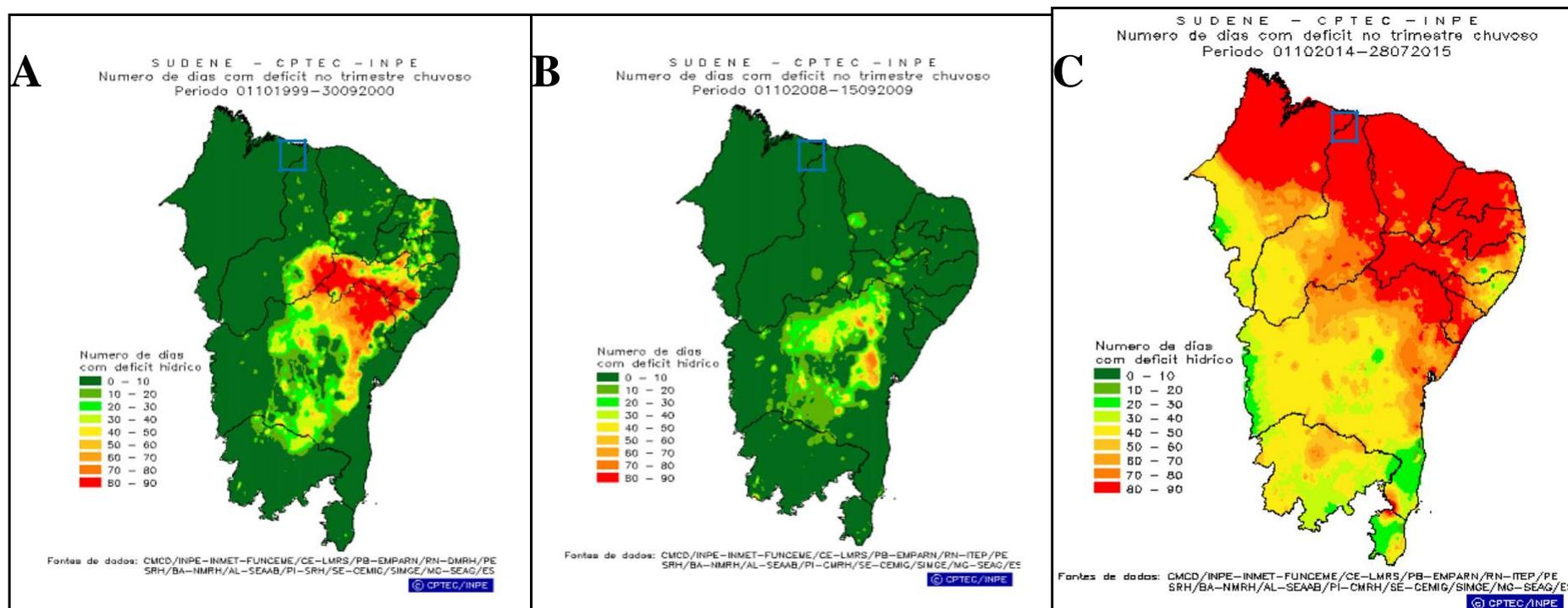
Tabela 5 – Uso e Cobertura do Solo na Lagoa do Bacuri nos anos 2000, 2009 e 2016

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017.

De acordo com dados do PROCLIMA⁷ e do INPE, em 2000 e 2009 houve índices pluviométricos consideráveis. Em 2015 as médias foram de 80 a 90 dias de déficit hídrico, levando em consideração períodos chuvosos, os registros de déficit em 2015 (Figura 5) aliados às atividades econômicas locais justificam o aumento significativo de solos expostos no referido ano. Isso, devido a situação na qual as precipitações exibem valores inferiores aos da evaporação e a transpiração das plantas, ocasionando uma redução da lâmina d'água da lagoa, pois umas das consequências do déficit hídrico além do não desenvolvimento da cobertura vegetal é, em especial, a ocorrência da diminuição do volume d'água no leito dos rios, em conformidade com os dados do quadro de uso e ocupação do solo da lagoa do Bacuri nos anos de 2000, 2009 e 2016. Já a área referente a lâmina d'água que era de 36,57 Km², equivalente a 9,95% da área em análise no ano de 2009, apresentou em 2016 uma redução para 7,48% o que gerou como consequência um aumento da área de atuação antrópica, dando um salto de 60,06% Km² em 2010 para 185,67 Km², com diferentes tipos de uso do solo, seis anos depois.

⁷ O PROCLIMA, Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste, é uma iniciativa conjunta da Sudene e do Ministério da Integração Nacional, para monitorar a estação chuvosa na Região Nordeste. O Proclima é executado pelo INPE/CPTEC e pelos Estados da Região Nordeste, Minas Gerais e Espírito Santo, através dos núcleos e laboratórios estaduais participantes do PMTCRH - Programa de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos.

Figura 5 – Índices pluviométricos no Nordeste nos anos de 2000, 2009 e 2015.



Fonte: PROCLIMA, 2017.

Segundo dados do INPE e INMET/2017, a área do Leste Maranhense, em especial a Lagoa em estudo, no ano de 2010 teve uma precipitação acumulada de 800 mm, porém no ano de 2016 apresentou cerca de 300 mm em São Bernardo e 200 mm em Magalhães de Almeida, onde se encontra mais de 90% da lagoa. Ainda nos períodos supracitados houve uma significativa alteração na precipitação acumulada, o que é considerado um aspecto negativo, por serem dados inferiores quando comparados aos anos de 2000 e 2010.

A ausência de produção agrícola por meio do processo de irrigação, que tem como objetivo solucionar o problema da estiagem, para os moradores locais, passou a ser uma das possibilidades da existência do solo exposto, visualizado no ano de 2000, no entorno da Lagoa do Bacuri, especificamente no povoado de Trincheiras. Adicionado a esse fator estão outras ações antrópicas como: agricultura extensiva, desenvolvida na área de recarga (povoado do Coqueiro), a pecuária extensiva, que antes ocupava áreas de recarga e hoje, migra para as margens da lagoa, provocando a retirada da mata ciliar.

Em relação ao Código Florestal (BRASIL, 2012), ele estabelece critérios legais para o uso e ocupação dessas áreas, conforme o Art. 7º em que destaca a responsabilidade do proprietário da área na manutenção da vegetação existente em Área de Preservação Permanente (APP), levando-se em conta a modernização da agricultura.

A diminuição da cobertura vegetal nas Áreas de Preservação Permanente no ano de 2009 e 2016 podem ser justificadas pelo Artigo 62-B, tendo em vista que a legislação permite que áreas suprimidas antes de 22 de julho de 2008 não sejam recuperadas integralmente. Todavia, áreas suprimidas após esta data deverão ser recuperadas suas matas nativas em sua totalidade. A supressão em Área de Preservação Permanente não autorizada até 22 de julho de 2008, o Código Florestal (BRASIL, 2012), mencionado anteriormente, essa legislação oferece ao proprietário a possibilidade de produção dentro de uma APP, considerada uma área frágil, de risco ambiental e com uma função de conservação ambiental

Portanto, a produção em uso consolidado de APP requer um planejamento considerando o que estabelece o Código Florestal Lei 12.651/12. Evidencia-se os desmatamentos constantes e crescente devido a pecuária extensiva, a implantação de sucessivas roças e mais recentemente à chegada do agronegócio, possibilitam por meio da supressão da vegetação a perdas de inúmeras espécies, habitats, ocasionando também a erosão e o conseqüente assoreamento da Lagoa do Bacuri.

5.8 Áreas de conflitos em uso e ocupação de solo em APP do entorno da Lagoa do Bacuri

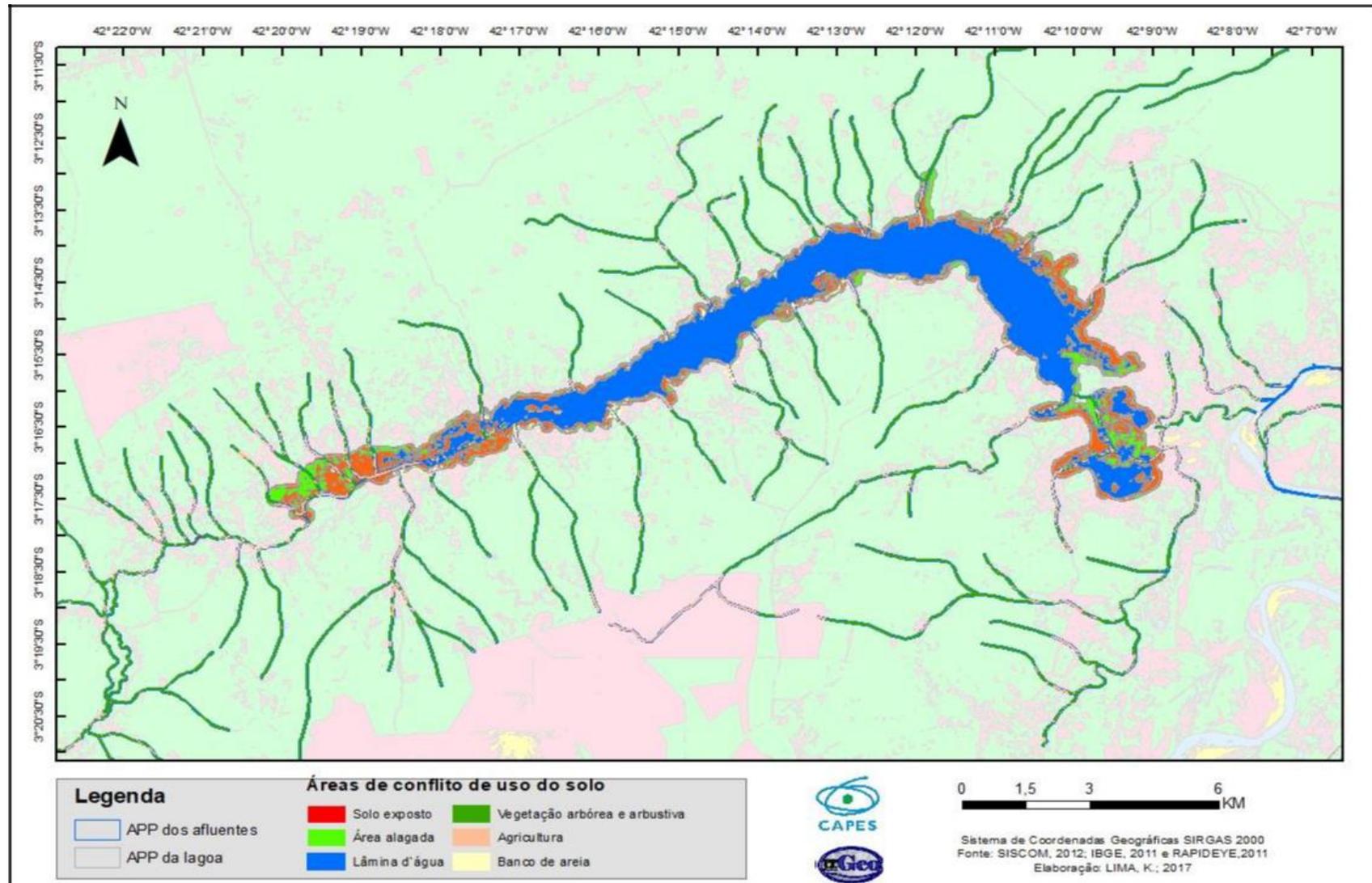
O desenvolvimento econômico da atualidade põe em risco os ecossistemas locais. Na circunvizinhança da lagoa a vegetação predominante é o cerrado, essa área vem sendo intensamente explorada, principalmente pelo setor agrícola, e em menor proporção a pecuária, pondo em risco a água enquanto recurso natural e a biodiversidade. É perceptível na análise espaço-temporal dos mapas o aumento das áreas cultivadas, que muitas vezes, pelo manejo inadequado do solo interfere na qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Os solos expostos e desnudos pelo desmatamento, constituem o primeiro processo da atividade produtiva. Sendo ainda mais preocupante quando tratamos da retirada das matas ciliares. Para Santos (2004), o desmatamento da mata ciliar, entre tantos efeitos negativos, tem como consequência indireta a redução nos estoques pesqueiros pelo menor aporte de matéria orgânica (fertilização) nos cursos d'água, além de que, muitas espécies da ictiofauna (conjunto de peixes de uma região ou ambiente) cuja alimentação são os frutos que caem nos lagos, fazendo com que haja a redução da referida fonte nutritiva. Esse novo cenário proveniente do agronegócio surge na região desde 2004. Por meio de entrevista em 2015, ao gerente da fazenda de soja WEISUL, Diogo Gelain, o mesmo afirmou que a *“região foi escolhida devido na média ter: um regime de chuva suficiente para produção de soja e milho; topografia da área, valor das terras no momento da aquisição, proximidade do porto e do grande centro consumidor da produção, bem como pela facilidade de acesso (vias asfaltadas)”*.

Tal situação é caracterizada com a ocupação intensiva de novas áreas abertas para cultivos, principalmente da produção de soja. A única fazenda de produção (WEISUL) possui uma área total de 10.000 mil hectares e área em plantio de 6.026 hectares. Diante disso, mostra-se necessária a promoção de programas de conservação e uso sustentável para esse bioma, na ótica de promover políticas públicas e ações de conservação e preservação do que ainda resta da vegetação nativa do cerrado.

As áreas de APP's apresentam algum tipo de uso conflitante, ou seja, estão ocupadas por atividades proibidas pela legislação, com destaque para: áreas agrícolas, pastagens, áreas edificadas, eucaliptocultura e solo exposto (Mapa 14). A ausência da cobertura vegetal proporciona a exposição da superfície do solo durante todo o ano, aumentando a velocidade do escoamento superficial, uma vez, que o principal tipo de uso do solo nas áreas de influência direta e indireta da lagoa, diz respeito a agricultura.

Mapa 14 – Mapa de Área de Preservação Permanente com áreas conservadas e em uso no ano de 2016



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Com base na sobreposição de dois mapas, uso e ocupação do solo de 2017 e delimitação das APP's de 2017 no entorno da lagoa e seus respectivos córregos, foi elaborado um terceiro mapa, o de conflito de uso do solo das referidas áreas. O uso e ocupação de solo predominante nas Áreas de Preservação Permanentes são solos expostos 31%, (Tabela 6), e produções agrícolas com 21,08% APP dos afluentes (Tabela 7).

Tabela 6 – Distribuição de uso e cobertura do solo APP's da Lagoa

APP da Lagoa		
Uso e ocupação	KM²	%
Lâmina d' água	19,372673	55
Solo Exposto	10,679642	31
Vegetação/ áreas alagadas	4,010165	11
Bancos de areia	1,021357	3
TOTAL	35,083837	100

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017.

Tabela 7 – Distribuição de uso e Cobertura do Solo APP dos afluentes

APP dos afluentes		
Uso e ocupação	KM²	%
Lâmina d' água	2,12978	11,044251
Vegetação/ áreas alagadas	12,92769	67,038212
Agricultura	4,065665	21,083031
Bancos de areia	0,160927	0,83451
TOTAL	19,284062	100

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017.

As áreas de APP's sofrem um risco potencial, uma vez que, os diferentes cultivos agrícolas na área utilizam agrotóxico que associado ao revolvimento do solo, deixa a lagoa vulnerável ao processo de lixiviação transportando sedimentos e contaminantes em direção aos recursos hídricos locais. No entanto, com as observações de campo, pode-se perceber áreas mal manejadas, deixando o solo sem proteção contra erosão das chuvas e dos ventos, afetando diretamente a vazão das nascentes. Na somatória total de área, na categoria APP, o percentual identificado como solos expostos por atividades econômicas, desmatamento e produção agrícola foi 48,1%, confirmando a vulnerabilidade do ambiente hídrico em estudo.

A área coberta pela Florestal Estacionária e a Vegetação Intermediária, ocupam somente 11% do entorno da lagoa o que difere dos afluentes, pois correspondem 67% da cobertura vegetal encontrada nos córregos. Os valores mostraram que a área dos afluentes analisadas encontra-se em estado de conservação acima da média. Porém nas margens da Lagoa do Bacuri, onde Almeida Junior (2015) encontrou em seu levantamento 16,39 % de mata nativa (fragmentação florestal, e matas ciliares) é perceptivo a ausência da mata ciliar em muitos trechos, mostrando a necessidade de recuperação destas áreas, a fim de recompor a rede de corredores ecológicos para a fauna interligando os fragmentos florestais remanescentes, conforme observa Rodrigues *et. al.* (2016).

Os resultados obtidos por meio dos percentuais das áreas em conflito de uso caracterizam o manejo inadequado nas APP's dos cursos d'água. No mapa de conflitos foi gerado para os afluentes um buffer de 30m e obteve-se 23,7 % da área, correspondendo a 4,06 km² de uso inadequado. Já as APP's do entorno da lagoa são representadas, no mapa, por um buffer de 50 m com 36,2% correspondendo a 14,7 km² de conflitos de uso, demonstrando o descumprimento da legislação referente ao uso do solo em APP dos cursos d'água. Evidencia-se, a necessidade de recomposição da vegetação dessas áreas, pois usos inadequados do solo, pelas diferentes atividades antrópicas (desmatamentos, aterros, dentre outros) refletem diretamente na qualidade e quantidade da água dessa sub-bacia.

Sabe-se que a recuperação das matas ciliares não seja a resolução para todos os problemas referentes a qualidade da água, mas pode melhorar substancialmente as condições da biota aquática além de promover a proteção das águas, pois é de fundamental importância para proteger esses corpos lacustres contra o carreamento de resíduos, bem como na eficiente retenção de sedimentos que vem alterando a estrutura hidrogeomorfologia da Lagoa do Bacuri. Logo, a existência e a manutenção desse tipo de vegetação servem como medida mitigadora dos impactos naturais e antrópicos sobre esse corpo hídrico.

5.9 Matrizes de Impactos Ambientais da Lagoa e seu Entorno

Os impactos ambientais em corpos hídricos são prejudiciais ao ambiente e a vida da população. A multiplicidade de usos da água, com interesses, muitas vezes conflitantes, pode conduzir a ocorrência de problemas, tanto em termos de quantidade como de qualidade (MOTA, 1995). A Lei Federal n° 6.938 que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente instituiu como um dos seus instrumentos a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). Posteriormente, o Decreto n° 88.351 de 01 de junho de 1983 regulamentou a Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei n° 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispunham, respectivamente, sobre a Política

Nacional do Meio Ambiente e sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, a qual vinculou a utilização da AIA aos sistemas de licenciamento de atividades poluidoras ou modificadoras do meio ambiente. Em 1986 a Resolução CONAMA n° 001 de 23 de janeiro de 1986 definiu as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para os estudos de impactos ambientais.

Conforme resolução supracitada, considera-se “impacto ambiental, qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II) as atividades sociais e econômicas; III) a biota; IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Desta maneira, para realizar o levantamento e a análise dos principais impactos da área em estudo, elaborou-se uma matriz de impactos, objetivando elencar de forma precisa os principais impactos existentes na lagoa do Bacuri tendo como subsídio o comparativo dos mapas de uso e ocupação do solo e as constatações sobre a paisagem ao longo de dezesseis anos realizados por Lima et al (2017), as quais evidenciaram o aumento das atividades produtivas na área em análise. A existência de acervos de fotos e a observação dos moradores locais também auxiliaram na discriminação dos impactos relevantes.

Para gerar a matriz de impacto, as degradações foram classificadas pelo grau de significância com base na ordem hierárquica em que se processam, se ocorrem de forma direta ou indireta; quanto a natureza, se o impacto é positivo, negativo ou não causa nenhum efeito benéfico ou danoso ao ambiente; localização se ocorre na própria lagoa ou em seu entorno; magnitude se os danos são forte, moderados ou fracos; duração se permanecem ou são temporários e não menos importante a reversibilidade se podem ou não ser reversíveis. Os resultados dessas observações e análises estão expostos na tabela 8.

O levantamento mostrou que os impactos estão majoritariamente associados às atividades produtivas locais e às atividades de turismo e lazer realizada pela população que frequenta a lagoa periodicamente. Dos aspectos citados os referentes aos problemas de drenagem são os mais preocupantes, o que torna extremamente importante o estudo hidrogeomorfológico, pois são aspectos que geram impactos que na maioria dos casos tornam-se irreversíveis. Em relação ao equilíbrio da lagoa os impactos, em sua maioria, têm duração permanente dos quais os mais preocupantes são os aterros e a retirada da cobertura vegetal (desmatamento) cedendo lugar as edificações que terminam causando a perda de espécies da fauna e flora local, bem como a erosão do solo e a poluição e assoreamento do ambiente lacustre.

Os impactos como a retirada da vegetação nativa (em especial a mata ciliar), a redução da biodiversidade (fauna e flora), a poluição (contaminação por agrotóxico), a ocorrência de barramentos cursos d'água e as atividades ilegais em áreas de APP's tem seus danos imediatos. Os resultados que indicam a presença de contaminantes na água lacustre podem ser considerados impacto altamente negativo indicando assim, a necessidade de monitoramento constante destes contaminantes.

O resultado da integração dos dados com as informações obtidas permite afirmar que os impactos provenientes de atividades agrícolas ocorrem de forma direta no meio ambiente. Tais atividades terminam ocasionando impactos com média a forte magnitude em médio prazo, tanto no corpo hídrico como no seu entorno, porém com efeitos moderados no solo e na água. Estes são impactos temporários a permanentes, dependendo da continuidade ou não da utilização dos contaminantes (agrotóxicos/herbicidas) bem como da quantidade utilizada pelos agricultores. A facilidade de compra sem indicação agrônômica ou florestal, aliada a "rápida" eficiência dos defensivos agrícolas torna seu uso cada vez maior embora os riscos do uso indiscriminado causem impactos negativos. Já a retirada da cobertura vegetal (desmatamentos) é considerada negativo, em toda área da bacia hidrográfica e de acordo com a monitoria realizada de forte magnitude. Porém quase todos esses impactos são reversíveis, caso sejam utilizadas técnicas adequadas ou cessar a atividade impactante.

A retirada da cobertura vegetal contribui de forma indireta mais com forte magnitude na redução das espécies da fauna e flora nativa constituindo assim num dano ambiental inestimável, pois leva-se muitos anos para haver a regeneração da cobertura vegetal no solo arenoso, sendo assim considerado quase irreversível a recomposição da fauna e flora. O desmatamento proveniente das diversas atividades econômicas locais gera além da exposição do solo a intensificação dos processos de erosão de forma direta e negativa, em praticamente toda bacia hidrográfica. Essa erosão pode ser considerada de magnitude moderada e em alguns casos quase irreversível.

Os criatórios de peixe apresentam menor dano ambiental, embora de ordem direta e magnitude imediata. Esses tanques de peixes causam impactos de forma direta com a introdução de alimentos e remédios nas águas da lagoa, porém na maioria dos casos pode ser reversível. Todavia, constitui um fato preocupante a inserção de novas espécies da fauna ictiológica por ser um impacto permanente o que contribui para a redução muita das vezes das espécies nativas as quais são mais frágeis que as exóticas.

Tabela 8- Matriz de impactos ambientais da Lagoa do Bacuri e seu entorno/MA

Aspectos	Impactos Ambientais	CARACTERÍSTICAS DOS IMPACTOS																
		Ordem hierárquica		Natureza			Localização		Magnitude ou importância			Momento de ocorrência			Duração		Reversibilidade	
		D I	IN	PO	NE	NH	LO	BH	FO	MO	FR	IM	MP	LP	TE	PE	RE	IR
Agricultura extensiva e intensiva	Retirada da cobertura vegetal	X			X			X	X			X			X		X	
	Poluição do solo	X			X			X			X			X		X		X
	Poluição do corpo hídrico por agrotóxico		X		X			X			X			X		X		X
Criatórios de peixe	Perda de espécie nativa		X		X		X				X			X		X		X
	Inserção de espécie exótica	X			X		X			X			X			X		X
	Lançamento de resíduos	X			X		X			X			X		X		X	
	Turbidez das águas	X			X		X			X			X		X		X	
Problemas de drenagem	Barragem Natural (deposição)		X		X		X			X			X		X		X	
	Barramento Antrópico	X			X		X			X			X		X		X	
	Redução da lâmina d'água		X		X		X			X			X		X		X	
	Drenagem de água da margem/lagoa	X			X		X			X			X	X	X		X	
	Assoreamento	X			X				X		X			X		X		X
Desmatamento	Perda da fauna	X			X				X	X			X				X	X
	Perda da flora	X			X				X	X			X				X	X
	Erosão	X			X				X		X		X				X	X
Disposição de Resíduos sólidos	Descarte sem tratamento	X			X				X		X		X		X		X	
	Proliferação de vetores		X		X				X		X			X		X		X
	Poluição visual	X			X		X				X		X		X		X	
Uso e ocupação em APP's	Empreendimentos ilegais	X			X				X		X		X		X		X	X
	Lançamento de efluentes	X			X		X				X		X		X		X	
	Perda da mata ciliar	X			X				X	X			X		X		X	X

LEGENDA						
ORDEM DE HIERARQUIA	NATUREZA	LOCALIZAÇÃO E ABRANGENCIA ESPACIAL	MAGNITUDE OU IMPORTANCIA	MOMENTO DE OCORRÊNCIA	DURAÇÃO	REVERSIBILIDADE
DI = Direto	PO = Positivo	LO = Local	FO = Forte	IM = Imediato	RE = Reversível	TE = Temporário (intermediário)
IN = Indireto	NE = Negativo	BH = Totalidade da bacia hidrográfica	MO = moderada	MP = Médio prazo	IR = Irreversível	PE = Permanente (contínuo)
	NH = Nem um nem outro		FR = Fraca	LP = Longo prazo		

Fonte: Adaptado de (CYSNE e SANTOS, 2011).

Já os problemas relacionados às drenagens como: assoreamento, barramento (natural e antrópico), drenagens e redução da lâmina d'água são impactos negativos que ocorrem diretamente na lagoa com magnitude moderada a forte que ocorrem de médio a longo prazo. Todavia, boa parte dessas alterações podem ser reversíveis a exemplo dos barramentos com a retirada dos mesmos e o desassoreamento do ambiente lacustre. A redução da lâmina d'água que ao longo dos anos tornou-se perceptível, em virtude também do assoreamento nas margens e do processo de deposição de sedimentos (na foz do rio afluente) caso nada seja feito podem torna-se permanente e irreversível. Vale a pena destacar que a prática de drenagens na margem dos corpos d'água objetivando irrigar as produções com avanço das atividades agrícolas em direção a lâmina d'água é uma prática muito comum no sul do país desenvolvida pelos gaúchos. Todavia, tal ação constitui crime ambiental quando da retirada da vegetação e/ou sem a devida autorização dos órgãos ambientais.

A disposição de resíduos sólidos (lixo), tanto pelos moradores, quanto frequentadores é um impacto frequente e crescente no interior e nas margens da lagoa. Em primeira instância pode ser considerado um tipo de poluição visual, que ocorre de forma direta mesmo sendo temporária e reversível. Contudo, o problema dos resíduos sólidos é que o mesmo quando descartado em locais inadequados gera a proliferação de micro e macrovetores responsáveis pelas mais diversas doenças (MOTA, 1995). Os impactos da ocupação em áreas de preservação permanente pelas edificações e áreas de lazer, com a retirada das matas ciliares, foram considerados impactos negativos, de forma direta, tanto na lagoa quanto em seu entorno, com efeitos imediatos e permanente e conseqüentemente irreversíveis.

O resultado do estudo evidenciou a ocorrência de vários impactos que embora reversíveis, são preocupantes por serem provenientes de diversas atividades econômicas, com grupos atuando sobre a lagoa em várias vertentes e de forma negativa pondo em risco a vida útil da lagoa e a saúde da população que consome suas águas e retiram da mesma seus alimentos.

Desta forma, existe a necessidade do aprofundamento destes estudos de impactos ambientais através de monitoramentos e fiscalização dos órgãos ambientais competentes, visando a manutenção do seu geossistema, bem como para subsidiar projetos, planos e programas que tentem conciliar o desenvolvimento econômico com a proteção dos seus belos recursos naturais.

6 MEDIDAS MITIGADORAS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA LAGOA DO BACURI

Propõem-se como medida de mitigação dos impactos das produções agrícolas localizadas no entorno da lagoa, em especial, nos povoados do Coqueiro (montante) e Trincheiras (jusante) a técnica de rotação de culturas com recombinações (variabilidade) genéticas resistentes às pragas, a fim de evitar uso de agrotóxicos e suas conseqüentes contaminações. Desse modo a produção serve de proteção e alternativa para não utilização dos agrotóxicos. Para a prática do sistema de rotação de cultura, considerando a época de descanso, reduz a exaustão do solo, uma vez que para cada tipo de cultivo há exigências de nutrientes diferenciados, bem como, as atividades microbiológicas. Para a região além da soja, o cultivo de algodão, trigo e milho são os mais apropriados melhorando assim, as condições físicas do solo e reduzindo o uso de insumos. Outra alternativa é a agrossilvicultura, medida que integra árvores e arbustos na atividade agropecuária, propondo também o reflorestamento da área, em especial, as mais devastadas. Esta medida aliada à adubação orgânica configura melhora aos níveis de matéria orgânica. Cabe destacar, que é importante avaliar o cultivo mais adequado às características naturais da região.

Desta forma, tanto para a agricultura mecanizada, quanto ao problema de solos expostos a medida de mitigação adequada é a adubação verde, as plantas são incorporadas ao solo e conseqüentemente disponibilizando os nutrientes para a cultura sucessora num curto espaço de tempo. As plantas indicadas para produção de adubo verde, geralmente são leguminosas e gramíneas entrando juntamente na rotação, sucessão ou consorciação com as culturas econômicas. Além de manter e aumentar as condições do solo essa técnica é adequada para redução do escoamento superficial, erosão, lixiviação de nutrientes, eleva a qualidade e a quantidade de matéria orgânica.

Para reduzir os impactos ocasionados pelos pequenos barramentos dos cursos d'gua faz-se necessário a implantação de programas de conservação de solo, juntamente com a identificação e fiscalização destas alterações ambientais visando o disciplinamento do uso e ocupação do solo na referida bacia hidrográfica.

Embora não seja uma tarefa fácil, recomenda-se a organização de um plano para o devido cumprimento da política ambiental considerando-se os aspectos ambientais com base em requisitos legais. O desenvolvimento e a aplicabilidade de um programa de gestão ambiental, no caso da lagoa do Bacuri, devem ter objetivos e metas contemplando os dois municípios São Bernardo e Magalhães de Almeida, pois somente uma gestão conjunta pode favorecer a implantação de novos empreendimentos e garantir a preservação desse ambiente

de muita potencialidade para o desenvolvimento das atividades econômicas que sejam aliadas a conservação ambiental.

Nesta perspectiva, destaca-se como exemplo a recuperação da mata ciliar que embora não resolva todos os problemas ambientais mais constitui uma medida importante no que diz respeito a redução do assoreamento e melhoria da qualidade das águas, além do que a restauração e recuperação do ambiente é uma forma de readquirir a biodiversidade, podendo ainda, envolver os produtores e a população local.

Para os problemas relacionados aos contaminantes, recomenda-se a fiscalização e o monitoramento qualitativo tanto do solo, quanto das águas, principalmente para os criatórios de peixe e produções agrícolas. Outro aspecto que poderá auxiliar na manutenção da qualidade das águas diz respeito a capacitação dos produtores locais no que se refere ao controle sobre as dosagens de rações e uso de agrotóxicos.

Deve ser evitado a construção de tanques (criatórios) em áreas de interesse ambiental, bem como observado nos povoados de Bacuri e Alto do Cedro a legislação pertinente, principalmente quando da requisição da outorga (não extrapolar a vazão permitida) evitando assim, conflitos futuros com quem se utiliza da mesma bacia hidrográfica. Recomenda-se também, evitar os lançamentos de efluentes *in natura* diretamente na lagoa, à introdução de espécies exóticas, exceto quando conhecida a biologia da espécie para que não demonstre risco ao ecossistema natural, avaliar a localização e a capacidade de suporte dos tanques. Tudo isso aliado à participação da comunidade no processo da implantação da aquicultura no citado ambiente.

Ainda sobre a contaminação das águas, na pecuária é adequado o manejo de áreas para o pastoreio e para a dessedentação dos animais evitando a presença de coliformes, devido a presença de fezes por animais as margens da lagoa. Destaca-se que embora os estudos sobre contaminantes, especificamente, agrícolas sejam de elevado custo, os mesmos tornam-se necessários, uma vez que a contaminação das águas utilizadas pelos moradores do entorno, deste ambiente lótico, pode colocar em risco várias atividades econômicas, bem como a saúde da população.

Desta forma, propõe-se a realização de estudos futuros sobre a presença de contaminantes no solo e na água, com análises mais detalhadas sobre a contaminação destes por agrotóxicos. Para tanto, faz-se necessário à criação e/ou fortalecimento das secretarias de meio ambiente para o disciplinamento da ocupação do solo através do licenciamento ambiental e conseqüentemente angariar recursos (financeiros e humanos) para a implementação do monitoramento e fiscalização nos citados municípios.

Quanto aos resíduos sólidos descartados de forma indevida, a proposta mais viável diz respeito à utilização das técnicas de compostagem, reciclagem e a realização de campanhas de educação ambiental. Outra medida seria a construção de locais adequados para o descarte desses resíduos em locais construídos (com impermeabilização) para tentar minimizar o problema de poluição das águas, atração de micro e macro vetores e a respectiva proliferação de doenças.

No que se referem aos efluentes líquidos as fossas ecológicas, ou eco fossas, são uma solução para o sistema de tratamento de esgoto. Seu funcionamento e instalação se dá de forma muito simples. Além de proteger os solos e o meio ambiente seu gasto é muito pequeno podendo ser utilizada em casas ou no povoado inteiro. Diferente das fossas negras as fossas ecológicas não poluem o lençol freático e não são agressivas ao meio ambiente, desta forma ajuda a prevenir muitas doenças e por fim, ainda propiciar a produção de adubo orgânico de alta qualidade. Ideia, esta, que se encontra de acordo com a proposta do Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB de 2013 que prevê investimentos estimados da ordem de R\$ 508 bilhões para os próximos 20 anos. Contudo, de acordo com o Ministério da Saúde a área rural tem expectativa de receber R\$ 23 bilhões no período, supracitado, para investimentos em abastecimento de água e esgotamento sanitário ou fossa séptica. Desta forma, pode-se afirmar que esses investimentos se implantados corretamente, a partir da elaboração de projetos por parte das municipalidades em questão, amenizariam os impactos ambientais decorrentes da falta infraestrutura dos povoados que circundam a Lagoa do Bacuri.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água consiste em um bem imprescindível para a manutenção da vida e ao desenvolvimento socioeconômico. Por outro lado, entende-se que a elevada taxa de crescimento do setor agrícola na região Nordeste vai tornando sistematicamente a água doce imprópria para o consumo humano. Este estudo sobre a lagoa do Bacuri levou em consideração o uso inadequado da água e sua relação com a produção agrícola, pois o uso de agrotóxico que escorrem no processo de lixiviação é um contaminante a esse recurso natural, bem como a redução do volume d'água aliado a degradação ambiental, dos quais são fatores que no futuro poderão torná-la indisponível à população ribeirinha do seu entorno.

Por meio deste estudo, com a utilização das técnicas de geoprocessamento para elaboração dos mapas temáticos, foi possível também gerar um banco de dados com informações relevantes relacionados a caracterização dos aspectos físicos e das diferentes atividades econômicas existentes no entorno da lagoa. Informações essas que podem subsidiar a tomada de decisões, bem como servem de base para definições de novos investimentos, planos e programas territoriais / ambientais. Entretanto, por mais que a legislação favoreça a preservação e manutenção desses ambientes lacustres, percebe-se a ausência de investimentos em programas de monitoramento para controlar os poluentes encontrados no local.

Os dados referentes às análises físico-química, microbiológica e principalmente de agrotóxicos são extremamente importantes por serem indicativos de poluição e contaminação. Conforme resultado obtido nas análises de glifosato realizadas nos quatro pontos: Coqueiro(P1), Oitis(P2), Alto do Cedro(P3) e Santo Agostinho(P4) foi identificado a presença glifosato em 10,0 ug/L das águas desse ambiente lacustre. Dados que servem de base para monitoramentos e gestão ambiental na sub-bacia do Buriti, especificamente nos povoados do entorno da lagoa, a qual faz parte do objeto de estudo.

Destaca-se que o estudo sobre contaminantes agrícolas é oneroso, e por isso propõe-se para estudos futuros a análise de contaminantes no solo, bem como estudos mais detalhados sobre a contaminação da água por agrotóxicos combinados dos processos químicos e aliados a constates fiscalizações.

Ressalta-se ainda, que no diagnóstico espaço-temporal de dezesseis anos os fatores com maiores evidências na brusca transformação da paisagem ao longo dos últimos dezessete anos foram em virtude do desmatamento (provenientes das atividades econômicas como a agricultura familiar, pecuária extensiva, eucaliptotura, produção de carvão e mais

recentemente a sojicultura) tendo como consequências o assoreamento e sedimentação da Lagoa do Bacuri.

Os problemas relacionados ao desmatamento vão desde a retirada intensa da vegetação, à perda de espécies nativas como peixes e aves (muito citados nas entrevistas), aos problemas do solo exposto em virtude das produções agrícolas tanto pela erosão pluvial, quanto eólica, bem como a probabilidade de contaminação do ambiente lacustre, constatada pelas análises realizadas nas águas da lagoa. Destacam-se, ainda, as queimadas o que tem intensificado os problemas da perda de espécies da fauna e flora, bem como tem interferido na redução da qualidade de vidas nos povoados que circundam a lagoa do Bacuri

A queimada é muito utilizada e está associada ao processo de preparo do solo para o plantio e a produção de carvão vegetal, além da falta de informação e orientação da população. Pois, dentre os diagnósticos, no aspecto socioeconômico pode-se caracterizar a comunidade composta por pessoas carentes de instruções, sem expectativas futuras. Além da falta de infraestrutura, as rendas declaradas pelas famílias confirmam e acentuam a pobreza local, bem como a dependência dos recursos advindos do ambiente lacustre do qual estão próximos. Porém, a falta de informação e treinamentos fazem desses moradores, também, os responsáveis pelos danos aos quais vem sofrendo esse corpo hídrico supracitado.

Mesmo percebendo os problemas ambientais que a lagoa do Bacuri vem sofrendo, os moradores entrevistados não vislumbram alternativas de mitigação desses danos. Entende-se que visitas e projetos ambientais com reuniões comunitárias e palestras de estudantes e pesquisadores, nos povoados visitados, não foram tão eficazes, pois não ocorre o envolvimento de todos os moradores e os mesmos não propõem atividades econômicas sustentáveis.

Com relação à sedimentação, os canais que deveriam abastecê-la encontram-se, em sua maioria, obstruídos devido a construção de barramentos, com a finalidade de represamento da água do córrego para utilização nas lavouras e construção de açudes. Além de tudo isso, o estreito canal que hoje liga a lagoa ao rio Parnaíba, tem a intensificação do seu processo natural de sedimentação. Essa sedimentação é consequência da erosão que vem ocorrendo nas margens, tanto do rio Buriti, quanto da lagoa a qual é intensificada pela ação antrópica, que num futuro próximo poderá propiciar o fechamento desse canal de contato, em virtude do processo de assoreamento, reduzindo a dinâmica hidrológica entre o ambiente lacustre e fluvial.

A Lagoa do Bacuri não difere de outros sistemas lacustres sujeitos a gradativas modificações no seu entorno, a exemplo da: redução da densidade da cobertura vegetal e

espécies da fauna e flora; diminuição da lâmina d'água; redução dos aspectos qualitativos da água. Todos esses problemas identificados nesta investigação apontam para uma indiscutível ameaça a todo sistema lacustre e as atividades nele desenvolvidas.

Entende-se ainda, que as atividades econômicas são necessárias para a população humana e inquestionável. Uma vez que, influencia na economia e deveria favorecer ao desenvolvimento local, o que ainda não ocorreu na região. Desse modo, ao aliar as práticas econômicas com as questões ambientais, percebe-se os sinais de degradação ambiental tais como a falta de vegetação ciliar (APPs).

Diante do exposto, o desenvolvimento e aplicabilidade de um programa de gestão ambiental, no caso da lagoa do Bacuri, deve ter objetivos e metas contemplando os dois municípios São Bernardo e Magalhães de Almeida, pois somente uma gestão conjunta pode favorecer a novos empreendimentos e garantir a preservação desse ambiente que, não querendo ser catastrofista, seguirá para seu desaparecimento.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Problemas do mapeamento geomorfológico no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 6, p. 1-16, 1969.
- ASHBY, M.F. **Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão** Editores: Maria do Carmo Calijuri Davi Gasparini Fernandes Cunha. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos – PARA: relatório de atividades de 2013 a 2015**. Brasília, 2016.
- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ S. M.; GOMES L.C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 70-78, 2005.
- ALDER, L. et al. Residue analysis of 500 high priority pesticides: better by GC-MS or LC-MS/MS?. **Mass Spectrometry Reviews**, v. 25, n. 6, p. 838-865, Nov-Dec., 2006.
- ALMEIDA JÚNIOR, E. S. A. **Lagoa do Bacuri, Magalhães de Almeida – MA: interrelações das Comunidades do Entorno com o Ecossistema sob a ótica da Sustentabilidade**. 2012. 107f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas)- Universidade Federal do Maranhão, 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/jv/Desktop/Dissertacao%20Edivan%20Silva%20Almeida%20Junior.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2015.
- ALVES, I. C. B. **Influencia antrópica nos parâmetros físico-químico das águas do Rio**. São Bernardo: Buriti, 2016. 43 f.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21.ed., New York: AWWA, WPCR. 2005.
- ARAI, M. A Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. **Geologia USP**. v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.
- ARANTES, C. C. ; RIBEIRO, T. A. ; PATERNIANI, J. E. S. Processamento de sementes de Moringa oleifera utilizando-se diferentes equipamentos para obtenção de solução coagulante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 6, p. 661-666, 2012.
- ARGENTO. M. S. F. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- AUGUSTUS, E. **Guia Ecológico Blog: A importância das matas ciliares**, São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://guiaecologico.wordpress.com/2012/04/04/a-importancia-das-matas-ciliares>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

AYROZA, D. M. M. R.; FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, L. M. S. Regularização dos projetos de tanques-rede em águas públicas continentais de domínio da União no Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, São Paulo, n. 36, 2006.

BABAR, M. **Hydrogeomorphology**: fundamentals applications and techniques. Nova Delhi: NIPA, 2005. 274 p.

BANDEIRA, Iris Celeste Nascimento (Org.). **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2013. 256 p.

BARBOSA, L.M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.) **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 89-312.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.) **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2001.

BECKER, E. L. S.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. Clima e Intemperismo na Formação dos Solos do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 5, n. 1, p. 33-46, 2012.

BESSE, J. **Ver a terra**: seis ensaios sobre a paisagem e a geografia. São Paulo: Perspectiva, 2006.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço Metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13, p. 1-27, 1971.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 001**, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 08 fev. 2017.

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, Senado, 1998.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS nº 518/2004**. Brasília, 2004. (Série E. Legislação em Saúde).

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, n. 53, de 18 de março de 2005, p. 58-63.

_____. **Lei n. 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...] e dá outras providências. Brasília, DF, 2012.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014.

_____. Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa. Departamento de Apoio à Gestão Participativa. **Saúde e ambiente para as populações do campo, da floresta e das águas**. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. **Limnologia Fluvial**: um estudo do Rio Mogi-Guaçu. São Carlos, SP: RIMA, 2003.

CAMARGO, F.P. et al. Avaliações preliminares dos parâmetros químicos e microbiológico e dois córregos do cinturão verde (Ilha Solteira - SP).. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP, 21., 2009, Ilha Solteira. **Anais...** Ilha Solteira: UNESP, 2009.

CASTILLO, Gabriel. **Os benefícios da adubação verde e as espécies recomendadas para melhor funcionamento do sistema**. Universidade Federal de Lavras-3rlab, 26 abril 2016. Disponível em: <<http://www.3rlab.com.br/os-beneficios-da-adubacao-verde-e-as-especies-recomendadas-para-melhorfuncionamento-do-sistema/>>. Acesso: 12/08/2016.

CASTRO, D. L.; BEZERRA, F. H. R.; FUCK, R.A. Influence of Neoproterozoic tectonic fabric on the origin of the Potiguar Basin, northeastern Brazil and its links with West Africa based on gravity and magnetic data. **Journal of Geodynamics**, v.54, p. 29-42, 2012.

CASTRO, M. N.; MARTINEZ CASTRO, R.; SOUZA, P. C. A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, v. 25, n. 4, p. 230-241, 2013.

CARVALHO JÚNIOR, O. A. et al. Processamento e análise de imagens multitemporais para o perímetro de irrigação de Gortuba/MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., Goiânia, 2005. **Anais eletrônicos...** Goiânia, 2005. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

CERRATI, K; M. América Latina deve cuidar da água para saciar sua 'sede' de energia. **El PAIS**, Brasil, 11 ago. 2014. Disponível em:<http://brasil.elpais.com/brasil/2014/08/11/sociedad/1407783232_479244.html>. Acesso em:11 ago. 2014.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Serviço Geológico do Brasil**: relatório da Administração 2010. Brasília: CPRM/SGB, 2010. 140 p.

CONSTANTINI. A. M. et al. Análise da qualidade da água de quatro pontos do rio Taquari próximos à barragem/ de Bom Retiro do Sul, Rio Grande do Sul. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 6, n. 4, p. 48-58, 2014.

CORREIA FILHO, E. R. G. et al. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão**: relatório diagnóstico do município de Magalhães de Almeida. Teresina: CPRM, 2011.

COSTA, J. B. S.; HASUI, Y. Aspectos tectônicos fundamentais do Proterozóico Médio da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE O PROTEROZÓICO MÉDIO DO BRASIL. Morro do Chapéu, 1991. **Anais...** Salvador, 1991.

COSTA, B. S. Produção de eucalipto no baixo Parnaíba Maranhense- ordenamento (e conflito) territorial em foco. In: JORNADA DO TRABALHO, 12., Presidente Prudente, SP, 2012. **Anais eletrônicos...** Presidente Prudente, SP, 2012. Disponível em: Disponível em:

<<http://www.proceedings.scielo.br/pdf/jtrab/n1/10.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

CUERAU, S.; LEUZINGER, M. D. **Direito ambiental**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

CUNHA, C. **Agrotóxicos**: Brasil é o maior consumidor mundial em 2014. Disponível em: <<https://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/atualidades/agrotoxicos-brasil-e-o-maior-consumidor-mundial-em-2014.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

D'AGUILA, O. S. et al. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 16, n. 3, p. 791-798, 2000.

DARDEL, E. O homem e a terra: natureza da realidade geográfica. São Paulo: Perspectiva, 2015.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY (DHSS). **The bacteriological examination of drinking water supplies**: Methods for the examination of waters and associated materials. London: DHSS/HMSO, 1982. (Report on Public Health and Medical Subjects, 71)

DIAKONOV, K. N. **Geofísica das paisagens**: método dos balances. Moscou: Editora da Universidade Estadual de Moscou. 1988. 96p.

EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos**: perspectivas e desafios para a gestão integrada. Recife: EDUFRPE, 2014. 393 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FERNANDES de O.T. **Análise físico-química e microbiológica da água de uma açude em vargem grande, Maranhão**. 2016. Monografia. Universidade Ceuma, São Luis, 2016.

GOERL, R. F.; KOBİYAMA M.; SANTOS I. Hidrogeomorfologia: Princípios, conceitos, processos e aplicações. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.2, p.103-111, abr./jun. 2012.

GOMES, P. C. da C. **Geografia e modernidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

HUMBOLDT, A. **Quadros da Natureza**. São Paulo: W. M. Jackson Inc., 1950.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 82 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 5).

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA). **Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos**. 6 abr. 2015. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agrotoxicos_06_abr_15.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2016.

KOFFLER, N.F. Carta de Declividade da Bacia do Rio Corumbataí para análise Digital (SIG). **Geografia**. v.19, n.2, p.167-182, 1994.

KRICHER, J. A. **Neotropical Companion**. Princeton: Princeton University Press, 1997.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEITE, Drryela Ribeiro. Atributos químicos, físicos e biológicos de um neossolo Quartzarênico sob sistemas agroflorestais biodiversos, 2017. Dissertação de mestrado (Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Goiás, GO. 2017.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2010.

LIMA, W. S.; GARCIA, C. A. B. Qualidade da Água em Ribeirópolis-SE: o Açude do Cajueiro e a Barragem do João Ferreira. **Scientia Plena**, v. 4, n. 12, p. 1-24, 2008.

LOCZY, L.; LADEIRA, E. A. **Geologia estrutural e introdução à geotectônica**. São Paulo: Blücher, 1976.

LÔNDERO, E.; GARCIA, C. Sovergs. **Site Higienistas**, 2010. Disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10474.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2016.

LOPES, F.B. **A violência como paisagem: uma leitura do Quadros da Natureza de Alexander Von Humboldt**. 2015. 227 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de São Paulo, 2015.

MACÊDO, J.A.B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2.ed. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química, 2005.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 5. ed. São Paulo: Malheiros, 1995.

_____. **Direito Ambiental Brasileiro**. 18. ed. rev, atual. e ampl., São Paulo: Malheiros, 2012.

MACHADO, A. L.; PACHECO, J. B. Serviços ecossistêmicos e o ciclo hidrológico da Bacia Hidrográfica Amazônica – the biotic pump. **Revista Geonorte**. v. 1, n. 1, p. 71-89, 2010.

MARANHÃO. Constituição (1989). **Constituição do Estado do Maranhão**. São Luís: Assembleia Legislativa, 1989. Disponível em: <<http://legislacao.al.ma.gov.br/ged/cestadual.html>>. Acesso em: 23 jul. 2016.

MELO E SOUZA, R. **Caracterização dos principais tensores antropogênicos nas áreas de manguezal do litoral sul de Sergipe**. In: GOUVEIA, L. (Org.). Saberes multidisciplinares. Salvador: Mundo Acadêmico, 2015. v. 6, p. 142-158.

MENDONÇA, R. A. M. et al. **Uso das Geotecnologias para Gestão Ambiental: experiências na Amazônia Meridional**. Cuiabá: ICV- Instituto Centro de Vida, 2011.

- MOTA, S. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1995.
- MOURÃO, D. M. D. et al. O pantanal Mato-grossense. In: SEELIGER, U.; CORDAZZO, C.; BARBOSA, E.A.R. (Ed.). **Os Sites e o Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração**. Belo Horizonte: UFMG, 2002. p. 29-49.
- NEVES, B. B. The Cambro-ordovician of the Borborema Province. **Boletim IG - Série Científica**, v. 29, p. 175-193, 1998.
- NOVO, E. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 4. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2008.
- NUNES, F. P.; PINTO, M. T. C. Decomposição do folhedo em reflorestamento ciliar na bacia hidrográfica do rio São Francisco, Minas Gerais. **Cerne**, v. 18, n. 3, p. 423-431, 2012.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). **Guías para la calidad del agua potable**. Ginebra: OMS, 1995.
- OKAWA, C. M.; POLETO, C. Gerenciamento de Recursos Hídricos. In: POLETO, C. (Org.). **Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.
- OKUNISHI, K. Concept and methodology of hydrogeomorphology. **Transactions, Japanese Geomorphological Union**, 15A, p. 5-18, 1994.
- OLIVEIRA, M. D.; CALIJURI, M. C. Structure of the phytoplanktonic community in the Lobo Reservoir (SP); a comparison among the different compartments of the reservoir: rivers, transition areas and reservoir. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 67, 1995.
- OLIVEIRA, G. G.; MEIRELES, A.J.A. Dinâmica Geoambiental a partir da “Litoralização” de Aquiraz, Ceará, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodemá – REDE**, Fortaleza, v.5, n.2, p. 50-68, jun. 2010. Disponível em: <<http://www.prodemá.ufc.br/revista/>> Acesso em: 19 set. 2011.
- PANIZZA, M. Environmental Geo-morphology. **Developments in Earth Surface Processes**, v. 4, p. 7-8, 1996.
- PINTO, M. C. F. **Manual medição in loco**. 2007. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/pgagem/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2016.
- PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Midiograf, 2001.
- RATZEL, F. **Geografia**. São Paulo: Editora Ática, p. 32-107, 1990. 200 p.
- RABELO, T. S. **Estudo das rotas remanescentes de contaminação por chumbo e cádmio no município de Santo Amaro- BA**. 2010. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.
- _____. **O Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA) como instrumento para o planejamento ambiental da lagoa do Bacuri – MA**. 2015. 62f. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Maranhão, 2015.
- RAMSAY, J.G., HUBER M.I. **The techniques of modern structural Geology**. London: Academic Press, 1987.

- RICCOMINI, C. et al. Processos fluviais e lacustres e seus registros. In: TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.
- RICHARDS, K. Fluvial Geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 12, p. 435-456, 1988.
- RODRIGUES, T. L. N. et al. (Org). **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**: São Luís, Folha SA-23-2-A, Cururupu Folha SA-23-X-C, escala 1: 250.000. Brasília: CPRM, 1994, 185 p.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das paisagens: uma análise ambiental**. Fortaleza: Ed. UFC, 2010.
- ROSS, J. **Geomorfologia ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990, 85 p.
- SANCHEZ, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de textos, 2013.
- SANTOS, B. A. M. de O. **A geocologia da paisagem aplicada à sustentabilidade ambiental na área da Lagoa do Bacuri, Magalhães de Almeida-Maranhão**. São Luís, 2014.
- SANTOS, I. **Monitoramento e modelagem de processos Hidrogeomorfológicos**: mecanismos de geração de escoamento e conectividade hidrológica. Florianópolis: UFSC/ CFH/GCN, 2009. 167f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina.
- SANTOS, J.H.S. **Lençóis Maranhenses atuais e pretéritos: um tratamento espacial**. Rio de Janeiro: IGEO/PPGG/UFRJ. 248 p.2008. (Tese de Doutorado).
- SANTOS, O. M. **Avaliação dos usos e ocupação das terras da Bacia Hidrográfica do Rio Pericumã- MA, utilizando como parâmetro os padrões recomendáveis para uma Área de proteção ambiental**. São Luís, 2004. 161p. Dissertação (Mestrado) – UFMA.
- SEBUSIANI, H.R.V.; BETTINE, S.C. Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em microbacia urbana. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 7, n. 1, p. 256-285, 2011.
- SECRETARIA DA PESCA E AQUICULTURA. **Pesca e Aquicultura**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/>>. Acesso em: 27 abr. 2016.
- SILVA, A. M. et al. Análise multitemporal e atualização do mapa de uso e ocupação do solo do município de Monteiro/PB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., Foz do Iguaçu, Brasil. 2013. **Anais eletrônicos...** Foz do Iguaçu, 2013. p. 1548 – 1555. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/>>. Acesso em: 29 nov. 2016.
- SILVA, A. J. P. et al. Bacias Sedimentares Paleozóicas e Meso-Cenozóicas Interiores. In: BIZZI, L. A. et al. (Ed.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília: CPRM, 2003.

SILVA, N. M. **Caracterização geoambiental das áreas de proteção ambiental Lagoa Silvana: subsídios ao zoneamento ecológico-econômico**. 2008. Dissertação (Mestrado Profissional em Meio Ambiente e Sustentabilidade) - Centro Universitário de Caratinga-MG, 2008.

SILVA, C. M. R. **Estudo de Sedimento da Bacia Hidrográfica do Mogi- Guaçu, com ênfase na Determinação de Metais Pesados**. 2002. 98f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2002.

SILVA, da. V. L. **caracterização físico – química da água e sedimento do rio pindaré, nos trechos correspondentes aos municípios de Pindaré-Mirim, Tufilândia e Alto Alegre (MA)** 2014. 29 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2014.

SOTCHAVA, V. B. Definition de Quelques Notions et Termes de Géographie Physique. **Institute de Geographie de la Sibirie et Extrem Orient**. n. 3, p. 94-177, 1962.

_____. **Por uma teoria de classificação dos geossistemas de vida terrestre**. São Paulo: IGEO/USP, 1978.

SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental** v.19, n. 3 jul/set 2014.

TELLES, D. D'A.; COSTA, R. H. P. G. **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas**. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

TUNDISI, J. G. **Água no século 21: enfrentando a escassez**. RIMA/IEE, 2003. 247 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2016: água e emprego**. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

UNITED STATES CENSUS BUREAU (USCB). **International Programs. World Population**, 2012. Disponível em: <<http://www.census.gov/population/international/data/worldpop/table/population.php>>. Acesso em: 01 out. 2017.

VEYRET, Y. (Org.) **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2013.

WILFORD, D. J.; SAKALS, M. E.; INNES, J. L. **Forest management on fans: hydrogeomorphic hazards and general prescriptions**. Victoria: British Columbia, 2005. (Land Management Handbook. n. 57).

XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R. T. (Ed.). **Geoprocessamento e Análise Ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 363 p.

APÊNDICE

APÊNDICE 1- QUESTIONÁRIO APLICADO AO GERENTE DA WEISUL

Nome da empresa? Weisul Agrícola LTDA

1. **Entrevistado e cargo?** Diogo Gelain (cargo de gerente)
2. **Ramo empresarial?** Ramo da empresa é agrícola
3. **Tempo que desenvolve atividade agrícola na região?** Está instalada aqui na região e produzindo desde 2004.
4. **Tamanho da área de produção?** Tem uma área total de 10000 mil hectares e área em plantio de 6026 hectares.
5. **Produção anual?** Média de produção em anos com chuva boa é de 54 sacos de soja por hectare e 120 sacos de milho por hectare
6. **A mão de obra local é aproveitada pela Weisul?** Logística interna é terceirizada aqui na região com caminhões caçamba, e a logística para o porto é feita pelas próprias treidis que compra a soja para exportação.
7. **Quantidade de funcionários?** Hoje temos 33 funcionários fixos. E sempre contratamos variável em época de plantio ou colheita. Neste caso sempre mais uns 25 funcionários. Maioria dos funcionários são aqui da região dá pra dizer que 95%.
8. **Quais fatores contribuíram para a escolha da região?** Região foi escolhida devido na média ter um regime de chuva suficiente para produção soja e milho, topografia da área, valor das terras no momento da aquisição, proximidade porto e de grande centro consumidor da produção, facilidade de acesso (asfalto).
9. **Quais as vantagens da WEISUL?** Benefícios para Cidade: Gera receita de impostos de produtos e serviços, gera trabalho para as pessoas que aqui residem, geração de movimento no comércio, muitos terceiros que de forma ou outra ganham oportunidade para prestação de serviço.
10. **Quais as principais pragas encontradas nas plantações e como são tratadas?** Principais pragas: Soja hoje são lagartas desfolhadoras.
Uso de defensivos se faz necessário para o controle de lagartas, doenças, ervas daninhas. Sempre com receituário agrônomo e segundo as normas de uso (EPI, descarte correto de embalagens, tríplex lavagem de embalagem). Últimos anos se tem usado menos defensivos devido variedades soja e milho sendo Bt.
11. **Quais os conflitos de uso da terra na região na qual a empresa está inserida?** Conflito com atividades locais: Estas áreas devidas serem abertas muitas pessoas locais não usavam as mesmas e muito não tinham área e tinham gado sendo criado solto, hoje com o plantio se faz necessário estas áreas serem fechadas e este pessoal que tinha gado acabou que limitando o uso para este fim.