



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Elisabeth Belarmino de Melo

ANÁLISE DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MIGUEL/AL
POR GEOTECNOLOGIAS

Maceió – Alagoas
Agosto de 2018

ELISABETH BELARMINO DE MELO

**ANÁLISE DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MIGUEL/AL
POR GEOTECNOLOGIAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia: Dinâmica Socioambiental e Geoprocessamento.

Orientadora: Professora Dra. Silvana Quintella Cavalcanti Calheiros

Maceió – Alagoas
Agosto de 2018

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Bibliotecário: Marcelino de Carvalho

M528a Melo, Elisabeth Belarmino de.
Análise da paisagem da bacia hidrográfica do rio São Miguel/AL por
geotecnologias / Elisabeth Belarmino de Melo. – 2019.
114 f.: il. color.

Orientador: Silvana Quintella Cavalcanti Calheiros.
Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas.
Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Maceió; 2018.

Bibliografia: f. 100-105.
Apêndices: f. 106-114.

1. Engenharia geotécnica. 2. Paisagens.
3. Bacia hidrográfica - São Miguel dos Campos (AL). 4. I. Título.

CDU: 911.5(813.5)

ELISABETH BELARMINO DE MELO

**ANÁLISE DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MIGUEL/ AL
POR GEOTECNOLOGIAS**

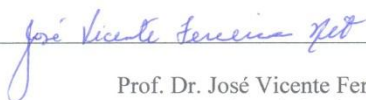
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Geografia.
Área de concentração: Organização do Espaço Geográfico.
Linha de pesquisa: Dinâmica socioambiental e geoprocessamento.

Dissertação aprovada em: Maceió, 22 de Agosto de 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr^a. Silvana Quintella Cavalcanti Calheiros
Orientadora
PPGG/ IGDEMA/ UFAL



Prof. Dr. José Vicente Ferreira Neto
Membro titular interno
PPGG/ IGDEMA/ UFAL



Prof. Dr^a. Nélia Henriques Callado
Membro titular externo
PPGEC/ CTEC/ UFAL

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS por ter me proporcionado saúde, força, sabedoria e conhecimento na construção deste trabalho, por ter me abençoado muito além do que pedi, agradeço por todo Seu amor e cuidado, a Ele toda Honra e Glória.

Aos meus pais, Leni Belarmino de Melo e Francisco Carlos Ferreira de Melo, por todo amor, apoio e preocupação em sempre me oferecer o melhor sem medir esforços.

Às minhas irmãs Elisangela Belarmino de Melo Nunes e Edna Belarmino de Melo Messias, por todo apoio e incentivo.

Ao meu namorado Erialdon Silva Macário de Oliveira, por todo carinho, apoio e incentivo, principalmente nos momentos mais difíceis que exigiu muito de mim, sempre me animou a avançar nos meus objetivos.

A minha orientadora Professora Dr^a. Silvana Quintella Cavalcanti Calheiros, pela dedicação e paciência em todo processo da realização deste trabalho, agradeço por ter acreditado em mim e ter contribuído na evolução dos meus conhecimentos.

Agradeço aos professores Sinval Autran Mendes Guimarães Júnior e Esdras de Lima Andrade por todo apoio, todos que fazem parte do Laboratório de Geoprocessamento Aplicado – LGA, que contribuíram de forma significativa na construção deste trabalho.

Aos meus colegas de turma do mestrado, pelo companheirismo, pelas discussões científicas e por apoiarem uns aos outros, em especial agradeço a Verônica Amaral Gurgel e Adriana Valença de Almeida por todo carinho, preocupação e incentivo durante toda trajetória do mestrado.

Enfim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram em todo o processo para a concretização deste trabalho.

“Se o motor pifar, use o vento; se não houver vento, reme; se não tiver remo, nade, mas nunca pare no oceano da vida!”

Christian Barbosa

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo, analisar a paisagem da bacia hidrográfica do rio São Miguel-AL em seus aspectos ambientais, visando à compreensão das alterações e impactos decorrentes do uso e ocupação do solo, utilizando geotecnologias. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura baseada nos temas propostos para a pesquisa, como sistemas e geossistemas, bacia hidrográfica, paisagem e análise ambiental, geoprocessamento e Sistema Geográfico de Informação - SIG, esta etapa foi de grande importância e permitiu dar embasamento teórico à pesquisa através de trabalhos já existentes no âmbito científico. As etapas posteriores consistiram na aquisição e captura de dados na base digital, estes dados permitiram a delimitação da área de estudo e a elaboração dos mapeamentos temáticos propostos, pedologia, declividade, unidades geomorfológicas, modelo digital de elevação, vegetação e uso do solo. Outra etapa foi o trabalho de campo na qual foram registradas as coordenadas e os pontos de altitude, como também realizado um registro fotográfico das alterações e impactos ambientais. A etapa final, obtem-se o mapa de impactos ambientais usando a proposta de densidade de Kernel, a qual proporciona analisar de forma especializada os aglomerados de pontos das alterações e dos impactos identificados, feito isso, a análise da paisagem da bacia foi realizada, destacando as localidades com maiores alterações e impactos ambientais ocasionados ou intensificados por conta do uso e ocupação do solo. Assim, as maiores ocorrências de impactos ambientais foram localizadas alto e baixo curso do rio São Miguel, estas localidades chegam a apresentar um grau muito alto de impactos ambientais por conta de áreas urbanizadas e de atividades voltadas a mineração. Dessa maneira, a pesquisa mostrou que o intenso uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio São Miguel alterou a paisagem e dando inicio os impactos ambientais, colocando em risco as disponibilidades dos recursos naturais e o bem-estar da fauna, flora e do homem.

Palavras Chave: Geotecnologias, Paisagem, Geossistema, Bacia hidrográfica.

ABSTRACT

This work aims to analyze the landscape of the São Miguel-AL river's hydrographic basin in its environmental aspects, aiming to understand the alterations and impacts arising from the use and occupation of the soil by means of geotechnologies. For this, a literature review was carried out based on the themes proposed for the research, such as systems and geosystems, hydrographic basin, landscape and environmental analysis, geoprocessing and Geographic Information System - GIS. This stage was of great importance and allowed to give theoretical basis to the research through works already existing in the scientific scope. The later steps consisted in the acquisition and data capture on digital basis. These data allowed the delimitation of the study area and the elaboration of the proposed thematic mappings, such as pedology, declivity, geomorphological units, digital elevation model, vegetation and land use. Another stage was the field work, in which altitude points and the coordinates were recorded, as well as a photographic record of environmental changes and impacts. The final stage was to obtain the map of environmental impacts using the Kernel's density propose, which provides to analysed in specialized form of the agglomerates of points of the alterations and impacts identified. Once this was done, the analysis of the basin landscape was performed, highlighting the localities with the greatest alterations and environmental impacts caused or intensified due to the use and occupation of the soil. Thus, the highest occurrences of environmental impacts were located in the high and low course of the São Miguel River. These localities present a very high degree of environmental impacts due to urbanized areas and activities directed to mining. In this way, the research showed that the intense use and occupation of the soil in the São Miguel river hydrographic basin altered the landscape, initiating environmental impacts and putting at risk the availability of natural resources and the well-being of fauna, flora and man.

Keywords: Geotechnology, Landscape, Geosystem, Hydrographicbasin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Esboço de Geossistema.....	21
Figura 2 –	Padrões de drenagens: A- dendrítico, B- paralelo, C- treliça, D- retangular, E-radial, F-anelar, G-multibacia e H-contorcido.....	32
Figura 3 –	Formas de Bacias Hidrográficas.....	34
Figura 4 –	Mapa de localização e delimitação da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL.....	46
Figura 5 –	Escala de valores definindo graus de impactos.....	54
Figura 6 –	Perfil longitudinal do rio principal da bacia hidrográfica do Miguel.....	58
Figura 7 –	Modelo digital de elevação da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL..	59
Figura 8 –	Mapa das unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL	61
Figura 9 –	Mapa de declividade da bacia hidrográficado rio São Miguel/ AL.....	64
Figura 10 –	Mapa pedológico da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL.....	66
Figura 11 –	Mapa da vegetação da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL.....	70
Figura 12 –	Mapa de uso e cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio São Miguel.	74
Figura 13 –	Localização das ocorrências de alterações ambientais.....	76
Figura 14 –	Afluente do rio São Miguel, sem mata ciliar e a presença da pecuária	77
Figura 15 –	Deslizamento de massa nas encostas de um afluente do rio São Miguel	77
Figura 16 –	Erosão nas margens de um afluente do rio São Miguel.....	78
Figura 17 –	Afluente do rio São Miguel com ausência da mata ciliar e a presença de agricultura de subsistência nas margens do riacho.....	79
Figura 18 –	Extração de rochas graníticas.....	80
Figura 19 –	Bancos de areia retirada do leito do rio São Miguel, município de Maribondo.....	81
Figura 20 –	Trecho do rio São Miguel onde há a extração de areia.....	81
Figura 21 –	Lixão ao lado da BR-316, interior do município de Maribondo-AL	82
Figura 22 –	Poluição nas águas do riacho Pedrinhas, centro da cidade de Maribondo ...	83
Figura 23 –	Processo de assoreamento em um afluente do rio São Miguel na zona rural do município de Maribondo.....	84
Figura 24 –	Solo removido ocupando um afluente do rio São Miguel na zona rural do município de Maribondo.....	85
Figura 25 –	Canavialentre os municípios de Anadia e Boca da Mata- AL	86

Figura 26 –	Vista da lavra de extração de calcário e pontos de extração de petróleo em São Miguel dos Campos	87
Figura 27 –	Vista de um trecho da laguna do Roteiro.....	88
Figura 28 –	Monocultura da cana-de-açúcar nos arredores do ecossistema lagunar em Roteiro	88
Figura 29 –	Vista de área suscetível a deslizamento de massa, Barra de São Miguel	89
Figura 30–	Mapa com raio de 500m de distância	90
Figura 31–	Mapa com raio de 1000m de distância	90
Figura 32–	Mapa com raio de 2000m de distância	90
Figura 33–	Mapa de impactos ambientais na bacia hidrográfica do rio São Miguel.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Tipos de solos da bacia hidrografica do rio São Miguel	65
------------	--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Categorias e tipos dos padrões de drenagem	32
Quadro 2 –	Definição de categorias de uso e ocupação do solo para identificação das alterações ambientais.....	53
Quadro 3 –	Caderneta de campo para localização e identificação das alterações ambientais e graus de impactos.....	53
Quadro 4 –	Gráus de impactos ambientais decorrentes dos usos e ocupação do solo ..	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2OBJETIVOS	17
2.1 Geral:	17
2.2 Específicos:	17
3REVISÃO DA LITERATURA	18
3.1 Sistemas e geossistemas	18
3.2 Paisagem e análise ambiental	23
3.3 Bacia hidrográfica	27
3.4As características fisiográficas de uma bacia hidrográfica	29
3.5Recursos naturais	34
3.6Uso do solo e impactos ambientais	36
3.7Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (SIG)	40
4 A ÁREA DE ESTUDO: A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MIGUEL	45
4.1Localização e fisiografia	45
4.2Uso da bacia	47
5 METODOLOGIA	49
5.1Levantamento e análise de referencial teórico e metodológico	49
5.2Aquisição de dados	49
5.2.1. Dados capturados de bases de dados geográficas em meio digital.....	50
5.3Obtenção e geração da base de dados	51
5.3.1. Delimitação da área de estudo.....	51
5.3.2. Correção das coordenadas UTM.....	51
5.3.3. Captura dos dados utilizados para construção dos os mapeamentos temáticos.....	51
5.4Identificação das alterações e impactos ambientais	52
5.4.1.Definição de categorias de uso e ocupação do solo.....	52
5.4.2. Levantamento das alterações ambientais.....	53
5.4.3. Classificação dos graus de impactos ambientais.....	54
5.5Classificação dos impactos ambientais	55
5.6Mapeamento dos impactos ambientais na bacia do rio São Miguel	55
5.7 Análise das alterações e impactos ambientais	56
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	57

6.1 Caracterização físico-ambiental da bacia hidrográfica do rio São Miguel.....	57
6.1.2 Perfil longitudinal e modelo digital de elevação	57
6.1.3 Compartimentação geomorfológica	60
6.1.4 Declividade	63
6.1.5 Pedologia	65
6.1.6 Vegetação	69
6.1.7 Uso do solo	72
6.2 Alterações ambientais decorrentes do uso e ocupação do solo na bacia do rio São Miguel	75
6.2.1 Alto curso da bacia	75
6.2.1.1 Pecuária e agricultura de subsistência.....	75
6.2.1.2 Mineração.....	79
6.2.1.3 Extração de areia no leito do rio.....	80
6.2.1.4 Urbanização.....	82
6.2.2. Médio curso da bacia.....	82
6.2.2.1 Urbanização.....	83
6.2.2.2 Pecuária	84
6.2.2.3 Monocultura da cana-de-açúcar	85
6.2.3 Baixo curso da bacia.....	86
6.2.3.1 Mineração – Calcário/ Petróleo.....	86
6.2.3.2 Monocultura da cana-de-açúcar e ecossistema lagunar.....	87
6.2.3.3 Urbanização/ Turismo e a especulação imobiliária.....	88
6.3 Análise dos impactos ambientais na bacia hidrográfica do rio São Miguel	89
6.3.1. Impactos no alto curso	91
6.3.2. Impactos no médio curso	94
6.3.3. Impactos no baixo curso	95
7 CONCLUSÃO	97
REFERÊNCIAS.....	100
APÊNDICE A	106

1 INTRODUÇÃO

Os recursos naturais encontram-se submetidos aos anseios do desenvolvimento promovido pela sociedade, pois, desde o início do processo de civilização, o homem sempre se utilizou destes para atender a suas necessidades. Nos últimos anos, percebeu-se uma crescente preocupação em relação à má administração, a forma como o ser humano vem usufruindo desses recursos explorando-os exacerbadamente sem se preocupar com a sustentabilidade e disponibilidade destes.

A água é um recurso natural indispensável à vida, também é utilizada para atender a diversos meios de produção da sociedade. Na atual estrutura em que os elementos da natureza são vistos como recursos econômicos, a questão hídrica encontra-se num limiar de escassez qualitativa e quantitativa mediante o mau uso que se faz desses recursos. O estudo da problemática ambiental com ênfase na água se faz necessário objetivando o planejamento para a adequada gestão ou ordenamento do espaço e de seus recursos naturais (CAMPOS, STUDART, 2001; SANTOS, 2004).

Quanto ao uso do solo, sabe-se que é uma variável importante no conhecimento das alterações e impactos em determinado espaço natural. O conhecimento tem como principal objetivo, fornecer elementos que possibilitem ao homem seu manejo de acordo com suas potencialidades e limitações.

Os recursos naturais explorados pelo homem se reportam a tempos passados. Recentemente, essa exploração vem crescendo devido ao incessante modo de produção adotada pelo homem para a organização do espaço. Porém, os meios que são utilizados para tal função de uso, têm contribuído na geração de impactos levando a degradação do meio ambiente, colocando em risco suas disponibilidades enquanto matéria-prima, visto que estas são vitais para o desenvolvimento e sobrevivência do ser humano (CARLOS, 2008).

O estudo da dinâmica ambiental de bacias hidrográficas destaca-se como uma importante ferramenta, no que tange o manuseio dos recursos naturais. Os fatores que compõem este ambiente interagem entre si, originando processos inter-relacionados, definindo paisagens geográficas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O estudo da bacia hidrográfica do rio São Miguel – AL, seus aspectos físicos e ambientais se torna de grande valor para o estado de Alagoas, uma vez que os recursos naturais disponíveis como água e solo são de grande importância para o desenvolvimento da região. Dentro desse contexto, destaca-se a importância da análise da paisagem da referida

bacia, visto que, essa região vem sofrendo alterações e impactos ambientais, devido à exploração intensa do uso e ocupação do solo. Ainda a realização desta pesquisa tem grande relevância, pois poderá servir como fonte de conhecimento atualizado sobre a área estudada, possibilitando formas de planejamento e atuação de uso e ocupação do espaço, levando em consideração suas potencialidades e fragilidades.

As novas geotecnologias surgem como ferramenta indispensável no que se refere a estudos e pesquisas do espaço geográfico, buscando a compreensão da paisagem em suas partes e o todo, entendendo sua configuração e dinâmica entre os elementos naturais e atividades antrópicas, bem como, os usos do solo e seus impactos ambientais (ASSAD SANA, 1998).

A pesquisa teve como procedimentos metodológicos, de início foi feito o levantamento do referencial teórico sobre a temática da pesquisa, depois foi feita uma busca e aquisição de dados em documentos cartográficos e em meio digital, para a delimitação da área de estudo e elaboração de mapeamentos temáticos da mesma. Em seguida foram definidas as categorias de uso e ocupação do solo para identificação das alterações e dos graus de impactos ambientais, logo depois foi realizado em campo o levantamento das alterações e a classificação dos impactos que vem ocorrendo devido ao intenso uso e ocupação do solo na área estudada, ainda em campo, foram coletadas as coordenadas UTM e a altitude, e realizado um registro fotográfico das alterações e impactos levantados. Na etapa final, foi elaborado um mapeamento identificando onde ocorrem as concentrações mais significativas de impactos e a análise da paisagem destacando as localidades de maior densidade de impactos ambientais presentes na bacia.

Os resultados obtidos na pesquisa consistem na identificação das alterações e dos impactos presentes na bacia decorrentes do uso e ocupação do solo, bem como, a magnitude destes impactos que podem ocasionar consequências irreversíveis a curto ou em longo prazo no meio ambiente. Assim, é necessário que sejam elaboradas novas formas de planejamento na gestão dos recursos naturais para com a bacia hidrográfica do rio São Miguel, para mitigar e reverter os impactos gerados, buscando manter o equilíbrio entre exploração e manutenção do meio.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral:

Analisar a paisagem da bacia hidrográfica do rio São Miguel-AL em seus aspectos e ambientais visando à compreensão das alterações e impactos pelo uso e ocupação do solo através das Geotecnologias.

2.2 Específicos:

1. Caracterizar os aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica do rio São Miguel-AL, a partir da geração de uma base geográfica de dados estruturada em um sistema de informação geográfica;
2. Identificar as alterações e impactos ambientais da Bacia do rio São Miguel-AL;
3. Classificar as alterações segundo graus de impactos;
4. Mapear as alterações e impactos ambientais identificados;
5. Analisar os impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Os estudos voltados para análises de bacias hidrográficas têm se tornado importantes entre as temáticas discutidas na atualidade principalmente devido a mesma ser adotada como unidade de planejamento visando melhor utilização dos recursos naturais da paisagem, pois os elementos e processos que interagem entre si criam uma cadeia de relações que definem um sistema ambiental (CHRISTOFOLETTI, 1980).

3.1 Sistemas e geossistemas

Para entender a essência dos conceitos e definições de um geossistema, é necessário compreender sua gênese e desenvolvimento enquanto termo científico e paradigma de análise utilizado em diversas áreas da ciência e em questão seu uso na Geografia.

Na década de 60 a Teoria Geral dos Sistemas foi desenvolvida por um biólogo, Von Bertalanffy, esta Teoria possibilitou analisar os fenômenos dos objetos de estudos de forma mais integrada entre as partes e o todo. Logo depois, a Teoria sistêmica começa a ser usada na ciência geográfica quando Shotchava lança o termo Geossistema (CAMARGO, 2005).

Geografia estaque surgiu como ideologia filosófica com fins políticos usados como propaganda ou arma de combate entre os estados impérios em um momento em que se precisava obter expansão do comércio e conquistar novos territórios, momento em que a divisão do trabalho ganhava importância (SANTOS, 2004).

O saber geográfico teve contribuições importantes de estudiosos que com suas obras deixaram grande influência para as escolas da Geografia Tradicional. Essa fora marcada por estudos voltados à questão da natureza e surgiu a partir das influências de um positivismo de uma ciência natural (*ibidem*).

Humboldt, um naturalista, deu sua contribuição enfatizando o método do empirismo, da observação, dizia que “a ligação entre os fatos é mais importante do que o fato isolado”. Hitterdefendia a relação do homem com a natureza. Para ele a Geografia deveria ser mais do que uma descrição, ela deveria familiarizar o homem com o cenário, isto é, o homem e o meio em que vive. Dentro desse contexto de visão naturalista, eclodem as escolas que influenciaram o desenvolvimento do conhecimento geográfico. Assim, surge na Alemanha o Determinismo fundamentado nas ideias de Ratzel. Esta escola abordava que o homem é produto do meio em que vive, as condições naturais determinam o seu caráter, ele sofre todas

as influências do meio como o clima, o solo, a raça do povo, e o momento histórico, por exemplo. Concomitante a isso, outras vertentes eram discutidas na escola Possibilista na França, seu principal conceito era o “espaço vital que expressava as necessidades territoriais de uma sociedade em função de seu desenvolvimento, pessoas e recursos naturais” (CORREA, 1995).

A escola Possibilista contrariava a ideia da escola Determinista de que o meio atua como fator predominante influenciando o homem. Para La Blache, precursor da corrente Possibilista colocava o homem como ser ativo, que sofre a influência do meio, porém atua sobre ele, transformando-o. Ele dizia que as necessidades humanas são condicionadas pelo meio, assim, a natureza passou a ser vista como possibilidades para a ação humana. Dessa forma, o homem cria um relacionamento constante e acumulativo com a natureza, muitas técnicas, hábitos, usos e costumes que lhe permitiram utilizar os recursos disponíveis. A este conjunto de técnicas e costumes, construído e passado socialmente, ele denominou de gênero de vida, o qual exprime uma relação entre população e os recursos (*ibidem*).

Tanto a corrente Determinista como a Possibilista trabalhavam com a noção de região, a escola Determinista entendia a região como “resultado da combinação ou integração dos elementos naturais”, já a escola Possibilista entendia região como sendo “o resultado do trabalho humano em determinado ambiente”. Nesse momento surge o método regional, impulsionado por Hettner e Hartshorne, os quais argumentavam que a diferenciação de áreas era vista através da integração de fenômenos heterogêneos, uma dada porção da superfície terrestre, a região como o conceito capaz de promover o encontro entre as ciências da natureza e as ciências humanas. A noção de região que as escolas Alemã e Francesa consideravam foi a desconsideração e a desuso com o advento do progresso nos meios de transportes, de comunicação, e a expansão da economia internacional, levaram a noção de região para ser vista de forma externa não mais interna (GOMES, 1995).

Com isso se percebe que o processo de sistematização do conhecimento geográfico, enquanto ciência andou junto com as transformações ocorridas no espaço e no tempo, essas mudanças influenciaram os pensadores e levou-os a refletir cada vez mais sobre o homem o meio e suas relações. A partir dessas mudanças, surge a chamada Nova Geografia com o objetivo de justificar a expansão do capitalismo, essa se manifesta através do modelo metodológico da quantificação, das ciências matemáticas. Esse método quantitativo responderia, por meio dos números, a visão sistêmica, a utilização da lógica matemática denotaa passagem da Geografia tradicional para a Geografia moderna, a teoria de sistemas e

as múltiplas formas de valorização do empírico e do ideológico, foram exemplos de instrumentos usados na nova maneira de abordagem da Geografia (SANTOS, 2004).

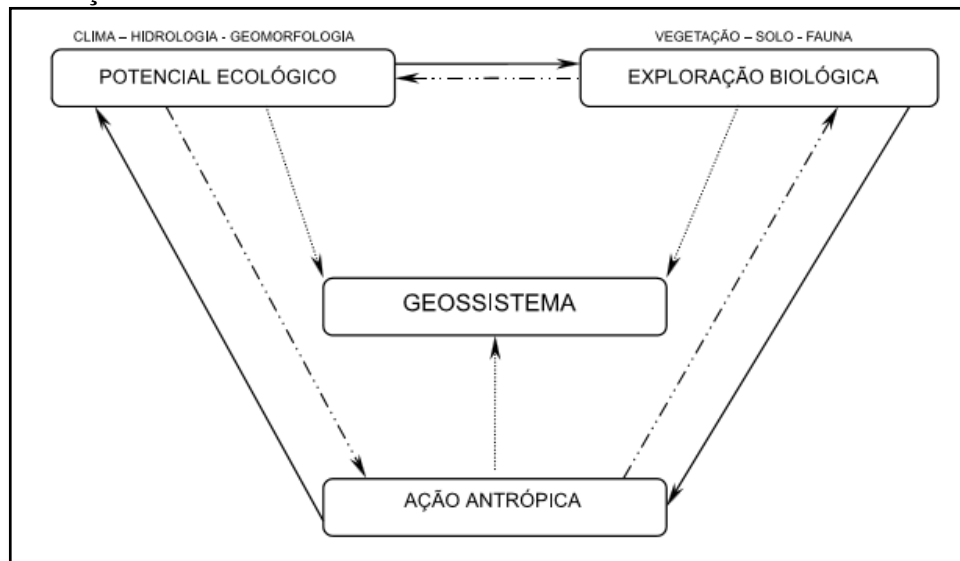
O interesse atual nos sistemas foi provocado à medida que se acumularam conhecimentos e as investigações foram evoluindo, descobrindo novos objetos e pesquisas e estudada as relações entre eles, conduzindo á necessidade de analisar uma grande quantidade de variáveis, sendo impossível estudar tais situações complexas por métodos tradicionais. O resultado foi a elaboração da Teoria Matemática dos Sistemas, que permite estudar qualquer possível regime, estrutura ou estado em qualquer sistema. Ao mesmo tempo, o enfoque sistêmico tem o caráter de uma concepção metodológica, elaborada sobre a base da estruturação dos princípios filosóficos dialético-metodológicas (RODRIGUES, SILVA, CAVALCANTI, 2007, p. 41).

Com o objetivo de promover uma análise mais integrada da natureza, surge o termo e a noção de Geossistema, que depois passa a ser usado como termo científico por pesquisadores renomados na ciência da paisagem. Correspondendo os sistemas de ordem natural, mesmo em diferentes escalas geográficas, desde o local ao global, são agrupados por elementos bióticos e abióticos dinamizados por troca de energia e matéria (SOTCHAVA, 1978).

Então, a abordagem geossistêmica procura entender as variações paisagísticas como produto histórico dos fluxos de matéria e energia, abarcando a ação do homem. Embora o geossistema seja um fenômeno natural, todos os fatores econômicos e sociais influenciam na sua estrutura, consistindo assim, além dos fatores naturais, os fatores ligados a ação antrópica também são levados em consideração durante o seu curso e suas descrições verbais ou temáticas. Modelos e gráficos dos geossistemas refletem também parâmetros econômicos e sociais (MACIEL, LIMA, 2011, p. 167).

O geossistema é entendido como o funcionamento da paisagem, isto é, o conjunto de inter-relações executadas entre os elementos pertencentes e os processos atuantes de um dado objeto ou fenômeno estudado, como mostra a **Figura 1**. É por meio dele que se consegue entender as cadeias de muitas relações que estão atreladas ao visível que é a paisagem. Os termos paisagem e geossistema estão intrinsecamente relacionados, pois um depende do outro para se definir (TROPAMAIR, 2006).

Figura 1 - Esboço de Geossistema



Fonte: BERTRAND, 2004

Os estudos voltados à teoria de sistemas, "(...) é um campo metodológico que se propõe, entre outras coisas, suplantando a fragmentação e perceber os fenômenos a partir de sua interconectividade holística" (CAMARGO, 2005, p. 51).

O funcionamento concebe-se como uma das principais propriedades do complexo geográfico como geossistema que determina sua integridade e sua existência independente. (...). O funcionamento da paisagem constitui um processo mediante o qual se cumprem funções, ações e determinado trabalho. É um processo de intercâmbio de substâncias e energia que ocorre na interação dos componentes na própria paisagem com o exterior (RODRIGUES, SILVA e CAVALCANTI, 2004, p. 127).

Na Geografia, a teoria de sistemas é usada com base no contexto de definição no objeto de estudo da Geografia, isto é, a relação do homem com a natureza. Diversas outras áreas do conhecimento científico utilizam-se da teoria de sistemas por apresentar aplicabilidade em diversos fenômenos (CAMARGO, 2005).

Os sistemas, de uma forma geral, podem ser definidos como um conjunto de elementos que realizam funções através dos processos que acontecem por meio de uma energia atuante, e que podem ser classificados de acordo com seu nível de complexidade, sua forma, sua estrutura, seu funcionamento, sua dinâmica e seus mecanismos, ou seja, como ele se apresenta. Podem ser classificados em: sistemas isolados, uma vez lançados, não perde nem recebe energia ou matéria de outros sistemas; sistemas não-isolados, relacionam-se com outros sistemas do planeta, e se subdividem em fechados - são aqueles que recebem e perdem energia, mas não matéria, e os abertos - são aqueles que recebem e perdem tanto energia

como matéria; os sistemas morfológicos são formados só pela questão física do objeto; sistemas em sequência são formados por uma gama de outros sistemas menores; sistemas de processos-respostas são aqueles que surgem da conexão de sistemas morfológicos e sistemas em sequência (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 3 e 4).

Dessa forma, entende-se que os geossistemas podem ser designados como sistemas abertos, por exemplo, perdendo e recebendo energia e matéria em seu funcionamento, isso através de seus componentes e dos processos que atuam ao longo do tempo. "Os geossistemas são considerados fenômenos naturais, mas sua análise leva em consideração aspectos sociais e econômicos. (...) são sistemas dinâmicos e com estágio de evolução temporal, sob a influência do homem". (GUERRA, GUERRA, 2011, p. 322). Os geossistemas também podem ser compreendidos como a execução dos fatores geomorfológicos, climáticos, hidrológicos, sendo influenciado pela ação do homem (GUERRA, MARÇAL, 2010).

A preocupação com a questão ambiental e social pode ser traduzida pela busca do equilíbrio no relacionamento entre os vários componentes que o meio natural estabelece entre si e sua capacidade de responder aos diferentes distúrbios que lhe são impostos pelas formas de atividade da sociedade sobre a natureza (GUERRA, MARÇAL, 2010, p. 93).

Dentro dessa ideia, entende-se que o desenfreado crescimento das atividades econômicas tem requerido muito dos recursos naturais, em exploração e em extração. Frente a isso, percebeu-se que a constante e abusiva forma de utilização destes recursos, pode trazer a curto ou em longo prazo uma exaustão de suas potencialidades devido à má administração que lhe estão sendo impostas. Diante disso, muitos estudos estão sendo concentrados nessa perspectiva de buscar novas possibilidades que permitam ao homem utilizar os recursos naturais de forma consciente, estabelecendo um equilíbrio entre preservação e utilização do meio ambiente.

Para tanto, é preciso de início conhecer como este ambiente funciona, o que o compõe e como se define. É nesse contexto que os termos geossistemas e paisagem entram, como forma esclarecedora de como os elementos e processos interagem e como se apresentam, assim permitindo, por exemplo, analisar bacia hidrográfica visto que esta apresenta uma complexa discussão de como é constituída e suas inter-relações com o homem.

3.2 Paisagem e análise ambiental

A paisagem é concebida como um dos conceitos chave da Geografia, sua definição e contexto são discutidos e empregados em diversos campos dos saberes. Na Geografia a paisagem traz à baila uma relação dos elementos naturais e sociais e sua dinâmica ao longo do tempo. Para a paisagem ter conquistado essa importância, perpassou por um processo de concretização enquanto conhecimento científico. Sua gênese teve início na Alemanha por estudiosos naturalistas, e contribuições dos teóricos anglo-saxônicos que foram de grande relevância para o desenvolvimento do conceito Paisagem, isso adicionado às teorias do Holismo descritas por Smuts, que enfatizava a integração da Paisagem entendendo suas partes constituídas por seus elementos e a soma destes como a sua totalidade (PASSOS, 2003).

A evolução da ‘ciência da paisagem’ no âmbito da Geografia conduziu a melhor definição do conceito a partir do questionamento da dicotomia entre paisagem humana e paisagem natural embora a visão da paisagem natural predominasse como elemento ideográfico e descritivo. As escolas alemãs e russas se desenvolveram em torno dessa discussão originalmente e interagiram posteriormente com a escola francesa que se desenvolvia paralelamente. Esta última trouxe várias contribuições à Geografia brasileira, fornecendo suporte teórico à metodologia (DIAS, SANTOS, 2007, p. 02).

Muitos foram os estudiosos que deram suas contribuições para a sistematização da Paisagem uma das categorias de análise da Geografia. Como tal pode-se citar Alexandre Von Humboldt, como precursor dos conceitos mencionados à paisagem. Ele seguia a corrente de pensamento naturalista, dedicava-se a observações voltadas à natureza principalmente a temas relacionados à vegetação, discutia que "as diferenciações paisagísticas da vegetação devem permitir entender as leis que regem a fisionomia do conjunto da natureza, pela aplicação de um método às vezes explicativo e comparativo". Concordando com Humboldt, Grisebach elaborou uma tipologia das formas vegetais organizadas que possibilitou diferenciadas especificidades da paisagem. Ritter e Kant também compartilhavam com pensamentos voltados a uma visão holística da natureza, em que se precisavam entender as partes de um fenômeno estudado para se compreender o todo. Outro estudioso a ser citado é Ratzel, este foi guiado pelo positivismo ambiental, dava ênfase à dinâmica da natureza, as relações que interligavam os elementos naturais e sociais do meio. Richtofen destacava "(...) a intersecção de diferentes esferas: litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera, para compreender as interconexões em qualquer setor da mesma" no caso, da superfície terrestre. Há de ser levado

em consideração que quem realmente se destaca no processo de construção do conceito Paisagem é Sigfrid Passarge, que escreveu o primeiro livro a esse respeito (PASSOS, 2003).

Entre os geógrafos, há um consenso de que a paisagem, embora tenha sido estudada sob ênfases diferenciadas, resulta da relação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos. E que ela não é apenas um fato natural, mas inclui a existência humana. Tanto a escola alemã, como a francesa, que influenciaram a geografia brasileira, dão ênfase a aspectos diferentes da paisagem. A geografia alemã tem herança naturalista, desde Humboldt; a francesa desenvolveu observações quanto à região, formada pelas culturas e sociedades em cada espaço natural (MAXIMINIANO, 2004, p. 87).

A paisagem, dentre suas definições foi concebida através de críticas e discussões, perpassou por diferentes períodos da história no espaço geográfico, e hoje adentra várias áreas da ciência. A Geografia se apresenta em questões voltadas à análise das relações coexistentes entre o homem e natureza.

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

Para outros estudiosos, a paisagem "é o campo de estudos do geógrafo", pois, para o geógrafo, os elementos da natureza, como a água, as rochas, os solos, a morfologia da superfície terrestre e o homem são os objetos de maior interesse. A paisagem também é formada por fatores abstratos como a atmosfera e o vento que interagem com elementos naturais e influenciam em sua dinâmica (SILVA, 2002).

Em relação ao homem como elemento da paisagem, é importante dizer que este atua como agente modificador em sua configuração, através do seu trabalho e cultura adquiridos em sua formação enquanto ser social.

A paisagem deve ser pensada paralelamente às condições, políticas, econômicas e também culturais. Desvendar essa dinâmica social é fundamental: as paisagens nos restituem todo um cabedal histórico de técnicas, cuja era revelam; mas elas não mostram todos os dados, que nem sempre são visíveis (SANTOS, 2014, p.75).

Para entender a dinâmica da paisagem, é preciso também observar o que está por trás do visível, os processos atuantes que projetaram as diferentes configurações e especificidades de cada paisagem (PASSOS, 2003).

(...) a paisagem é antes de tudo um quadro fisionômico de uma determinada área espacial, cujo arranjo de seus complexos elementos dá a cada lugar características peculiares e próprias de si mesmo. Essa paisagem, não só visualizada, percebida e sentida, e, sobretudo delimitada, vive em constante transformação, uma vez que suas mudanças estão atreladas às alterações da natureza, mas, sobretudo da sociedade (SOARES, 2002, p. 105).

A delimitação citada pelo autor se refere ao olhar direcionado, ao interesse descrito em cada feição. A partir da observação e da direção visual, têm-se diversas análises e com objetivos específicos sobre a dinâmica de cada paisagem (TABACOW, SILVA, 2011).

A paisagem é um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais; é formada por frações de ambas, seja quanto ao tamanho, volume, cor, utilidade, ou por qualquer outro critério. A paisagem é sempre heterogênea. A vida em sociedade supõe uma multiplicidade de funções, e quanto maior o número destas, maior a diversidade de formas e de atores. Quanto mais complexa a vida social, tanto mais nos distanciamos de um mundo natural e nos endereçamos a um mundo artificial (SANTOS, 2014, p. 71).

Outro ponto de grande relevância para a análise da paisagem é a escala trabalhada. Esta dá possibilidades de proporções diferentes na medida do objetivo do estudo, “a escala é na realidade que confere visibilidade ao fenômeno. Ela não define, portanto o nível de análise, nem pode ser confundida com ele, estas são noções independentes conceitual e empiricamente” (CASTRO, 2000 p. 123).

Os elementos constituintes de uma paisagem são mais ou menos sempre os mesmos, seu lugar respectivo e, sobretudo suas manifestações no seio das combinações geográficas dependem da escala têmporo-espacial (BERTRAND, 2004, p. 144).

Dessa maneira, Silva (2002, p.73) completa dizendo que: "A paisagem revela objetos próximos e distantes, elementos da natureza, da cultura, aspectos materiais e subjetivos, estruturas geológicas e estruturas sociais".

A paisagem passa por transformações decorrentes de suas interações, essas transformações podem ser analisadas e comparadas em diferentes espaços de tempo, entendendo assim sua configuração e dinâmica no presente.

É possível compreender, ao considerar esse exemplo, que as paisagens acumulam a história de processos tectônicos, geomorfológicos, climáticos, hidrológicos, biogeográficos e culturais, mas não, antes de tudo, entidades da ordem do presente, pois constituem o resultado geocológico e visível da interação de elementos e processos naturais e culturais (CAVALCANTI, 2014, p. 19).

“As paisagens têm sempre o caráter de heranças de processos de atuação antiga, remodeladas e modificadas por processos de atuação recente” (AB’ SABER, 2003, p. 09). Essas heranças que o autor ressalta dizem respeito a um cenário atual de um dado lugar, que se tornou reflexo dos agentes naturais e sociais e suas relações e atividades desempenhadas ao longo do tempo.

Ao observar uma determinada área, visualiza-se o arranjo espacial de hoje, mas ao mesmo tempo, nos remetemos ao passado, quando paramos para analisar que por trás daquela paisagem há uma história, que a faz parar no tempo ou ser palco de sucessivas mudanças, conforme as atividades econômicas e culturais determinantes na origem e formação desta sociedade (SOARES, 2002, p. 106).

É perceptível que, nos últimos anos, houve um crescimento na exploração dos recursos naturais e, por conta dessa exploração exacerbada, a degradação e os impactos ambientais se tornaram motivo de maior preocupação para com a sustentabilidade da natureza. É nesse viés que as pesquisas direcionadas a estudos da paisagem vêm tomando espaço como forma de análises, diagnósticos e planejamentos ambientais (TABACOW, SILVA 2011).

Fundamentos na avaliação do potencial dos recursos naturais, é possível a formulação de estratégias e de táticas de otimização do uso e manejo mais adequadas da função e operação, no tempo e no espaço, de cada uma das unidades paisagísticas (RODRIGUES, SILVA, CAVALCANTI, 2004, p. 13).

O homem como ser social, interfere no meio ambiente, criando novas situações ao construir e reordenar os espaços físicos de acordo com seus interesses. Todas essas modificações inseridas pelo homem no ambiente natural alteram a paisagem que não é estática, é dinâmica se transforma ao longo do tempo no espaço.

Como indivíduos geográficos, as paisagens agregam elementos e processos com diferentes naturezas, dimensões e durações que, relacionando-se numa determinada área da superfície terrestre, dão origem a uma unidade visível. Essa unidade visível provoca e se relaciona com o espírito humano,

tornando-se sujeita às ações e decisões dos indivíduos e da sociedade conforme seus interesses variados (CAVALCANTI, 2014, p. 18).

É o funcionamento da paisagem que determina o nível de utilização dos recursos naturais como o solo, por exemplo. As transformações advindas das ações antrópicas sobre a natureza e que intensificam seus impactos ambientais, havendo assim um despertar para as questões ambientais (BERTRAND, 2004).

A paisagem é entendida como um sistema ambiental devido à interconexão dos elementos e sua interação pelos fatores físicos, biogeográficos, sociais e econômicos que juntos permitem que o espaço seja compreendido (LOGAN, BLASCHER, 2009).

Não podemos formar uma idéia de paisagem a não ser em termos de suas relações associadas ao tempo, bem como suas relações vinculadas com o espaço. Ela está em um processo constante de desenvolvimento ou dissolução e substituição. Assim a alteração da área modificada pelo homem e sua apropriação para o uso são de importância fundamental. A área anterior à atividade humana é representada por um conjunto de fatos morfológicos. As formas que o homem introduziu são outro conjunto (SAUER, 1998, p.42).

A paisagem é entendida como um sistema que de uma forma geral é um conjunto de elementos que realizam funções através dos processos que acontecem por meio de uma energia atuante.

A sociedade se desenvolve em meio a uma natureza de mudanças constantes que se transforma. Na verdade não se pode só descrever as formas e características da natureza, é necessário entender seu funcionamento para organizar e melhor administrar os recursos naturais que nos é indispensável (TRICART, 1977).

Os estudos sobre a paisagem ganham importância, na medida em que o conhecimento sobre a natureza vem sendo compreendido como as interações de diversos fatores sociais, econômicos e ambientais que, de formas dinâmicas, espaciais e temporais, conduzem a metodologias que apontem para um melhor conhecimento das interações e processos que ocorrem na natureza.

3.2 Bacia hidrográfica

Nesse contexto a bacia hidrográfica será estudada conhecendo suas partes e componentes, dentro de uma visão holística, buscando entender seu funcionamento e sua dinâmica. Isso engloba as suas características fisiográficas que descrevem suas peculiaridades

físicas e a forma como estas características influenciam em sua configuração juntamente com os fatores sociais como as atividades antrópicas que são desenvolvidas na bacia hidrográfica. Esse conjunto de fatores viabilizam estudos voltados à busca por condições favoráveis ao uso responsável dos recursos naturais e também por proporcionar soluções para com os problemas de impactos ambientais (CUNHA, GUERRA, 2008).

As bacias hidrográficas assumem grande importância na recuperação de áreas degradadas, por vários motivos. Um deles é o fato de grande parte dos danos ambientais que ocorrem na superfície terrestre estar situada nas bacias hidrográficas. Nesse sentido, é preciso conhecer a formação, constituição e dinâmica, para que as obras de recuperação não sejam apenas temporária e sem grande eficácia (ARAÚJO, ALMEIDA, GUERRA, 2012, p. 59).

A bacia hidrográfica dentre suas múltiplas definições e discussões é entendida como uma área delimitada por divisores de água, o relevo, que é drenado por uma rede de rios hierarquicamente distribuídos entre afluentes, subafluentes e rio principal. Este escoar para um ponto de saída. Em relação aos elementos que a compõem, estão a água, o solo, a vegetação, o relevo, as rochas, os fatores bióticos e abióticos (GUERRA, MARÇAL, 2010).

(...) uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum em determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de água. Uma determinada paisagem pode conter um certo número de bacias drenadas para um reservatório terminal comum, como os oceanos ou lagos (COELHO NETTO, 2009, p.97-98).

A bacia hidrográfica também é dinamizada pela ação do homem, quando este interfere através das atividades desenvolvidas na bacia, como o uso do solo, por exemplo, que, dependendo da forma como é gerido, pode acarretar problemas com impactos ambientais trazendo consequências no equilíbrio da bacia (CUNHA, 1996).

Uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, uma vez que mudanças significativas em qualquer dessas unidades podem gerar alterações, efeitos ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída descarga, cargas sólidas e dissolvida (CUNHA, 1996, p. 353).

Toda a dinâmica de uma bacia hidrográfica é gerida por processos em conjunto com os elementos naturais e sociais que a compõem. Para ser entendida referente à sua configuração, são descritas as características fisiográficas que apontam especificidades da área estudada,

como a forma da bacia, os tipos de leito, os tipos de canais, os padrões de drenagem, a hierarquia dos afluentes e a área, todos estes segmentos permitem explicar a dinâmica física de uma bacia (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Bacia hidrográfica é compreendida como um conjunto de terras drenadas por um rio principal e todos os seus afluentes, a parte mais superficial da crosta terrestre, que tem a vital importância de abrigar os elementos bióticos, abióticos e as atividades antrópicas (GUERRA, 2009).

3.4 As características fisiográficas de uma bacia hidrográfica

A caracterização fisiográfica de uma bacia é a descrição da configuração de suas formas físicas. Identificando sua morfologia, é possível entender a dinâmica e o funcionamento do sistema hidrográfico, os elementos e processos que estão em constante atuação na paisagem (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Em uma bacia hidrográfica, os rios são grandes responsáveis por modelar o relevo, executam o trabalho de erodir, transportar e depositar sedimentos oriundos de todo percurso ao longo de seu leito influenciado pela força gravitacional desde sua montante até seu ponto de saída onde despeja sua carga sedimentar (NOVO, 2008, p.222).

Por sua própria natureza, um rio está sempre em mudanças. Seja no deslocamento de uma pequena forma de leito, seja na erosão de um banco, seja na troca do padrão de canal, a interação entre gravidade, água e sedimentos promove uma constante transformação na morfologia e no funcionamento do sistema. Quando as mudanças ocorrem dentro de um determinado limite, são absorvidas e incorporadas ao sistema fluvial, que prossegue em seu caminho gradativo rumo ao nível de base (STEVAUX, LATRUBESSE, 2017, p. 227).

Os rios recebem água das precipitações que se dispersam através dos divisores de água tanto superficialmente escoando pelas vertentes, como subsuperficialmente através do processo de infiltração, alimentando os lençóis freáticos que quando atingem o nível da superfície afluem, dando origem às nascentes que irão se direcionar às áreas mais baixas, abastecendo também os cursos fluviais (CUNHA, 2009).

Estes cursos fluviais podem ser classificados em perenes, que são aqueles que possuem água constantemente mesmo que com diferente nível de vazão ao longo do ano, pois suas nascentes contribuem mesmo no período de estiagem. Os cursos fluviais considerados como intermitentes são aqueles que, durante o período de estiagem secam, mas que, no

período chuvoso, possuem água regularmente. Já os cursos fluviais, chamados de efêmeros, só possuem água durante ou após as precipitações (VILLELA, MATTOS, 1975).

Os leitos destes rios, que são compreendidos como os espaços, os quais a água percorre desde sua montante à sua jusante, podem ser divididos em leito de vazante, leito menor, leito maior e leito excepcional. O leito de vazante equivale ao espaço ocupado pelas águas que regularmente correm seguindo a linha do talvegue, ou seja, o traçado mais profundo ao longo do leito. O leito menor refere-se ao percurso tomado pelas águas com certa frequência, de maneira que não permite a propagação da vegetação e possui suas margens bem delimitadas por diques. Já o leito maior é ocupado pelas águas quando acontecem as cheias de vazão elevada anualmente, e o leito excepcional só é ocupado pelas águas dos rios quando ocorrem as grandes inundações, estas porém não são periódicas todos os anos (CUNHA, 2009).

Além de tipos de leitos diferentes, os rios também estão configurados por tipos de canais diferentes, sendo eles caracterizados, como retilíneos, meandros e anastomosados. Essas tipificações podem ser influenciadas pela geologia e pela geomorfologia existente ao longo do percurso de uma bacia hidrografia (GUERRA, GUERRA, 2011).

Os rios considerados retilíneos podem ser localizados em locais com falhas geológicas em que a estrutura da rocha seja de forma resistente por igual aos processos erosivos que a água realiza. Esses tipos de leitos também podem ser encontrados em obras de canalização efetuadas pelo homem. Os rios do tipo meandro são configurados por apresentar curvas sinuosas e que podem mudar seu curso devido aos processos erosivos, surgindo assim os meandros abandonados. Já os rios do tipo anastomosado, por sua vez, são apresentados com um arranjo espacial complexo, pois seus canais, ao longo de seu percurso, bifurcam e confluem formando assim muitos bancos de sedimentos, estes tipos de rios geralmente não apresentam um canal principal (CUNHA, 2009).

Para entender de que forma a Geomorfologia influencia o percurso dos rios em uma bacia hidrográfica, traça-se uma representação gráfica entre a declividade e a altimetria do relevo junto com o comprimento do rio, isto é, o perfil longitudinal. Uma vez feito, pode mostrar se o rio está em equilíbrio quanto a seu trabalho de erosão, transporte e deposição de sedimentos, assim, um rio está em equilíbrio se o perfil longitudinal expressar forma concava direcionada para o céu, com maiores declividades próximas às nascentes e menores à medida que se aproxima de sua jusante (CHRISTOFOLLETTI, 1980).

Os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos no leito fluvial alternam-se no decorrer do tempo e, espacialmente, são definidos pela distribuição da velocidade e da turbulência do fluxo dentro do canal. São processos dependentes entre si e resultam não apenas nas mudanças no fluxo, como, também, da carga existente (CUNHA, 2009, p. 231).

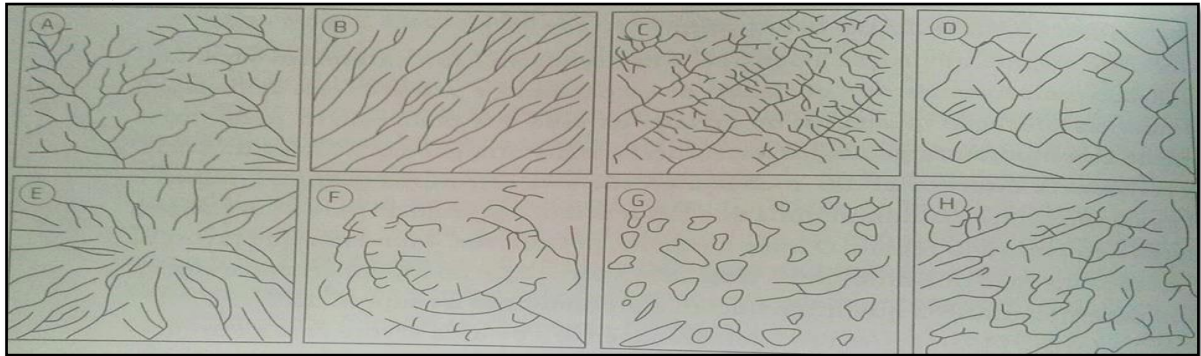
Através das análises realizadas por estes processos acima citados, pode-se designar a morfometria relacionada ao alto, médio e baixo curso de um rio. Dessa forma, o alto curso é identificado como sendo a área drenada próxima a montante do rio, as regiões que possuem altitudes mais elevadas, o que intensifica o processo erosivo impulsionado pela força gravitacional. No denominado médio curso, onde o declive do relevo é moderado, ocorre o transporte de sedimentos sempre se direcionando às áreas mais baixas designadas por baixo curso devido à diminuição da força e da energia, assim, fazendo com que todo material erodido e transportado pelos rios seja depositado nessas localidades (CHISTOFOLETTI, 1980).

A execução destes processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos é a forma como os rios modelam o relevo e modificam a paisagem. Estes, quando observados na sua disposição no terreno, apresentam padrões de drenagem, definidos como, “(...) o arranjo espacial dos canais fluviais que podem se influenciar em seus trabalhos morfogenéticos pela geologia, litologia e pela evolução geomorfológica da região em que se instalam” (GUERRA, GUERRA, 2011, p. 458).

Esses padrões de drenagem permitem fazer uma análise sobre as possíveis origens das drenagens fluviais, isto é, sua morfogênese. É possível também entender sobre a influência dos processos endógenos ocorridos no interior da crosta terrestre por movimentos tectônicos que podem refletir na configuração da paisagem da superfície terrestre. Além do que esses padrões mostram a bacia como um todo em um plano que se estende desde as nascentes até a foz (CHISTOFOLETTI, 1980).

A ordenação dos padrões de drenagem fundamenta-se na forma dos canais e podem ser configurados como mostra a **Figura 2**.

Figura 2 -Padrões de drenagens: A- dendrítico, B- paralelo, C- treliça, D- retangular, E- radial, F- anelar, G- multibacia e H- contorcido.



Fonte: HOWARD, 1967 apud STEVAUX, LATRUBESSE, 2017, pg. 70

Observando a representação dos tipos de drenagem acima, é possível perceber que cada tipo possui um arranjo espacial diferenciado, isso influenciado por algumas variáveis como a geologia e a geomorfologia do lugar, pela categoria a qual se insere como mostra a **Quadro1**.

Quadro 1 - Categorias e tipos dos padrões de drenagem.

Categoria	Padrão	Significado
Substrato geológico (rocha e estrutura)	Dendrítico	Rocha sedimentar horizontal e uniforme, rocha cristalina
	Paralelo	Gradiente geral moderado sobre substrato rochoso homogêneo
	Retangular	Substrato com juntas e/ ou falhas em ângulos aproximadamente ortogonais
	Treliça	Camada sedimentar com alto mergulho ou dobrada, rocha metamórfica
	Contorcida	Camada de rocha metamórfica, diques e veios
Pendente estrutural regional	Radial	Vulcões, domo e erosão residual
	Anular	Domo em rochas sedimentares e batólitos
História geomorfológica	Multibacia	Áreas glaciais, cársticas, permafrost etc.

Fonte: SCHUMM, DUMONT e HOLBROOK, 2000 apud STEVAUX, LATRUBESSE, 2017, p. 70

Os padrões de drenagem são apresentados através de uma rede fluvial que traça a topografia, esta rede é distribuída de forma hierárquica, podendo assim dizer que, os menores canais sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência com outro canal. Os canais de segunda ordem surgem da

confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem. Os de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem. Já os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois de terceira ordem, podendo receber tributários de ordens inferiores (STRAHLER, 1964, apud, VILLELA, MATOS 1975).

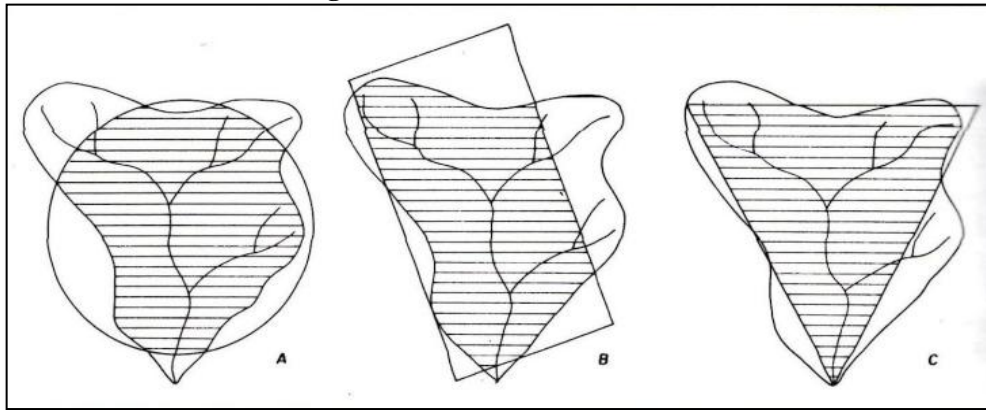
A forma como se sucede o escoamento dos canais fluviais na bacia hidrográfica, como são distribuídos irá influenciar na dinâmica da bacia, que pode ser classificada em exorréica, endorréica, arréica e criptorréica. As que são definidas como exorréica possuem o escoamento direcionado para o mar, isto é, desembocam no mar, as do tipo endorréica se direcionam a áreas de depressão geomorfológicas. Outro tipo citado é o das bacias arréicas quando há uma desorganização na configuração da drenagem da bacia, isso acontece muito nas regiões desérticas, por exemplo, influenciadas pelas escassas precipitações que ali ocorrem e, por último, também podem ser classificadas em criptorréicas quando ocorrem em subsuperfície, em ambientes cársticos (CUNHA, 2009).

A área da bacia hidrográfica é definida como “toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em um plano horizontal”. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 113),

Essa área da bacia hidrográfica pode proporcionar a identificação da sua forma, que varia de acordo com a geologia do terreno, delimitando toda a extensão de uma bacia hidrográfica usando como limites os divisores de água, ou seja, os pontos mais elevados que circundam a bacia. A exposição desta área geralmente apresenta a forma de uma figura geométrica, como mostra a **Figura 3** (VILLELA, MATOS, 1975).

(...) para se estabelecer a forma de uma bacia ou de qualquer outro fato que seja delimitado. Após a delimitação da bacia, independente da escala, traça-se uma figura geométrica (círculo, retângulo, triângulo, etc.) que possa cobrir da melhor maneira possível a referida bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 114).

Figura 3 - Formas de bacias hidrográficas.



Fonte: CHRISTOFOLETTI, (1980, p. 114).

A forma superficial de uma bacia hidrográfica é importante devido ao tempo de concentração, definido como o tempo a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua na seção em estudo ou, em outras palavras, tempo que leva a água dos limites da bacia para chegar à saída da mesma (VILLELA, MATOS, 1975, p. 13).

Dessa maneira, quando a forma de uma bacia for mais arredondada, sabe-se que, havendo uma precipitação, o tempo para que a água chegue à foz da bacia será maior, tendo assim maior probabilidade de ocorrer enchentes. Já em uma bacia com maior comprimento e menos arredondada, as chances de ocorrer enchentes se tornam menores, pois a água levará menos tempo para chegar em um outro ponto receptor (PÉREZ, 2004).

Com estes estudos relacionados às características fisiográficas de uma bacia, que trata das suas formas e de suas configurações físicas, bem como das atividades desempenhadas na mesma através do uso do solo, pode-se entender a dinâmica o funcionamento de uma bacia hidrográfica, também compreender os processos que ocorrem nesse geossistema. Dentro deste contexto, destaca-se a importância em descrever e analisar a paisagem e suas modificações ocasionadas por influências naturais ou antrópicas, como consequência identificar a situação potencial dos recursos naturais que integram uma bacia hidrográfica (STEVAUX, LATRUBESSE, 2017).

3.5 Recursos naturais

O solo é um complexo vivo, utilizado para os mais variados fins, como as atividades agrícolas e minerais, criação de animais, e a edificação das moradias do próprio ser humano. Este, por sua vez, com suas formas inadequadas de exploração e utilização do solo acaba sendo um agente precursor da perda e degradação do mesmo (BERTONI, 2010).

Os solos deveriam ser mais bem utilizados, porque, além de proporcionar a produção agrícola e animal, são um importante componente da biosfera, sendo que grande parte da vida vegetal e animal da superfície terrestre depende e se desenvolve nos solos. Os problemas ambientais decorrentes da sua degradação têm repercussões, muitas vezes, irreversíveis (GUERRA, 2009, p. 191).

O solo é um recurso natural, que apresenta várias possibilidades de exploração e utilização, assim, serve de ferramenta base para a produção de pequenas agriculturas até grandes plantações alimentícias, permitindo o abastecimento da população, também trazendo geração de renda para todos os envolvidos. Pode-se ressaltar sua indispensável contribuição enquanto espaço para as construções civis e o desenvolvimento das relações sociais (BASTOS, FREITAS, 2002).

Convém lembrar que o solo age como sustentador, fixador da vegetação, evitando a ocorrência de deslizamentos de massa em áreas de riscos que quase sempre traz graves consequências para a população que reside nestes locais. Outra maneira que o solo vem sendo muito utilizado, é na pecuária, desenvolvida por grandes ou pequenos proprietários de terra (BERTONI, 2010).

No tocante ao uso do solo urbano, observa-se que tem ocorrido um inchaço populacional. Devido ao êxodo rural, muitas famílias, que não têm condições de acompanhar os processos de modernização e mecanização do trabalho no campo, são obrigadas a tentar melhores condições de vida na cidade. Assim acabam tendo que morar nas periferias das cidades ocasionando um crescimento desordenado, muitas das vezes essas pessoas são obrigadas a residir em condições subumanas e em áreas de riscos como morros ou encostas (BASTOS, FREITAS, 2002).

O crescimento populacional nos últimos anos acarretou exigências no aumento da utilização dos recursos naturais, base para a fabricação ou industrialização voltada ao consumo humano. Assim, os recursos hídricos, também têm sido requeridos para os mais variados fins, uma vez que

O homem usa os rios de diversas formas: como fonte de água potável e industrial; como meio de transporte; como elemento para produzir energia; como área onde possam ser despejados efluentes domésticos e industriais etc.; (...) (GUERRA, MARÇAL, 2010, p. 51).

Dentre as muitas utilidades que a água proporciona, pode-se destacar seu uso no consumo direto para o ser humano e para a dessedentação de animais. Também na irrigação de agriculturas de pequeno ou grande porte, por exemplo, uma vez que essas atividades fazem

parte de um dos meios de produção que integram todo o desenvolvimento econômico e geração de renda para os envolvidos direta ou indiretamente.

A degradação da qualidade da água e sua escassez qualitativa e quantitativa estão atualmente entre os principais focos de atenção das políticas ambientais em nível global. Os modelos de desenvolvimento baseados na utilização irracional dos recursos naturais motivaram reações e a busca de soluções visando à compatibilização entre exploração econômica e utilização racional dos estoques ambientais (MAGALHÃES JUNIOR, 2010, p. 65).

É notório que o uso múltiplo das águas, nos dias de hoje, vem sendo alavancado com a crescente utilização desta, porém há de se levar em consideração que a busca por meios de gestão ambiental não tem sido igual, devido ao risco de escassez desse recurso que tem se mostrado real. Ultimamente há uma notória preocupação em encontrar formas estratégicas de usufruir do recurso sem retroceder no desenvolvimento econômico assim fazendo com que o homem e o meio possam estar em harmonia.

3.6 Uso do solo e impactos ambientais

Os estudos relacionados aos impactos ambientais vêm sendo muito discutido devido a sua grande relevância, o que concerne à preocupação com os recursos naturais, que são indispensáveis para a sobrevivência do homem e desenvolvimento da sociedade. O homem utiliza estes recursos desde os primórdios dos tempos, porém a forma desenfreada como ele vem usufruindo tem desencadeado grandes consequências negativas para o meio ambiente. O desafio tem sido procurar meios que permitam explorar e causar impactos mínimos para o meio ambiente sem degradá-lo e sem colocar em risco de escassez os recursos naturais (BERNARDES, FERREIRA, 2008).

Os recursos naturais são os bens existentes na natureza aproveitáveis pelo homem, como as plantas, os animais, as águas interiores, superficiais e subterrâneas; os estuários, o mar; o solo e o subsolo; o carvão vegetal e mineral; o ouro, o ferro, o calcário; o petróleo e outros elementos existentes na natureza. Os recursos naturais são a maior fonte de riqueza de um país. Quando mal utilizados, geram uma série de consequências danosas ao meio ambiente, como a erosão do solo, a perda da fertilidade da terra, o assoreamento e poluição dos corpos d'água, deterioração das terras para cultivo e/ou para pastagens, entre outros graves problemas causados à natureza (BRITO, CÂMARA, 1998, p. 28).

Os impactos ambientais podem ser considerados como as modificações que ocorrem no meio ambiente através das forças da natureza ou ocasionadas por atividades antrópicas, ambos precursores podem alterar a dinâmica funcional dos elementos e processos no sistema ambiental provocando a degradação de seus recursos naturais. Recursos esses que são as matérias-primas extraídas da natureza que viabilizam o desenvolvimento econômico da sociedade, como a água, o solo, a flora, as rochas, e os minerais, por exemplo (ARAUJO, ALMEIDA e GUERRA, 2012).

Assim, pode-se definir os impactos ambientais como sendo

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, diretamente ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 2012).

Dentro deste contexto, cabe trazer à discussão algumas das formas de impactos ambientais que podem acarretar degradação no meio ambiente, a degradação muitas das vezes se tornar irreversível, deixando o ambiente com seus recursos naturais escassos (ARAUJO, ALMEIDA, GUERRA, 2012).

Uma das principais formas de impacto ambiental começa pelo desmatamento, que tem sido realizado para diversos fins, como a extração da madeira, implementação de lixões, também para usar o solo nos mais variados tipos de agricultura, para o desenvolvimento das atividades pecuaristas e, por último, para a mineração (FRANCO, 2011).

A vegetação é um recurso natural muito importante, realiza processos indispensáveis para o equilíbrio do planeta, como:

[...] moderar a temperatura do ar, mantendo o ciclo das águas, absorvendo a água das chuvas lançando umidade na atmosfera, e retiram o dióxido de carbono e geram oxigênio, através da fotossíntese. Reciclam nutrientes e restos orgânicos; controlam a erosão do solo e a sedimentação dos cursos de água [...] (CORSON, 1996, apud, FRANCO, 2011).

Cabe destacar também o desmatamento nas margens dos rios, a mata ciliar. Esta atua como fundamental ferramenta de sustentação do solo através de suas raízes e como amortecedor da força cinética da água da chuva através das copas das árvores impedindo assim o contato direto das gotas de água que são forças ativas de desgaste e transporte do solo para as áreas mais baixas (FRANCO, 2011).

A vegetação pode melhorar muitos dos fatores e condições que causam a instabilidade. Uma vegetação arbórea crescendo em uma encosta pode aumentar a resistência ao cisalhamento do solo, através do reforço das raízes, diminuindo a tensão da umidade do solo pela evapotranspiração e aumentando a estabilidade geral como resultado da ação sustentadora do solo (ARAÚJO, ALMEIDA, GUERRA, 2012, p.105).

As margens dos rios devem ser protegidas pela mata ciliar, áreas de preservação permanente, pois “Considera-se Área de Preservação Permanente (...) as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, incluindo os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular” (BRASIL, 2012).

Além do que, a mata ciliar também é responsável pela sustentação dos solos nas encostas, evitando os movimentos de massa, os deslizamentos e desmoronamentos que ocasionam grandes danos ambientais. Esses processos erosivos acontecem devido à forte influência da força da gravidade, também pelo tipo de solo e pela morfologia da encosta. Assim, a preservação da vegetação nessas áreas é de grande relevância (GUERRA, MARÇAL, 2010).

Os riscos de erosão dependem tanto das condições naturais quanto dos modelos de uso da terra. O clima (especialmente a intensidade da chuva), as características das encostas, a cobertura vegetal e a natureza do solo também são importantes. Com respeito ao uso da terra, qualquer atividade humana que exija a remoção da cobertura vegetal protetora (floresta, arbustos, forragem etc.) promove a erosão [...] (ARAÚJO, ALMEIDA, GUERRA, 2012, p.24).

Ainda segundo esses autores, a erosão, de uma forma geral, pode ser entendida como a remoção do solo, isso podendo ocorrer pela ação do vento, da chuva, do gelo ou da gravidade. Dessa maneira ocasiona algumas consequências, como exemplo, a redução dos nutrientes do solo e a perda ou diminuição na capacidade de infiltração da água do solo. A erosão é um processo natural, porém pode ser intensificada pelas atividades antrópicas, no que diz respeito ao uso e as formas de manuseio do solo (*ibidem*).

Para tanto, cabe enfatizar a respeito dos tipos pelos quais ocorre o processo de erosão:

[...] engloba a remoção e o transporte de material intemperizado. Os tipos de processos erosivos mais importantes [...] erosão pluvial, resultante da ação da água da chuva [...] erosão fluvial gerada pela ação das águas dos rios [...] e movimentos de massa: desprendimento e transporte de solo e/ou material rochoso vertente abaixo, pela atuação da gravidade e da água, basicamente (FLORENZANO, 2008 p. 19-20).

Das ações do homem sobre o meio ambiente, pode-se destacar a pecuária, que acarreta o desmatamento em primeira instância. Depois o constante pisoteio do gado pode compactar o solo impedindo o processo de infiltração facilitando o escoamento superficial da água que pode gerar o surgimento de sucros e ravinas erodindo e fragilizando o solo (ARAÚJO, ALMEIDA, GUERRA, 2012).

[...] constitui, sem dúvida, a principal causa do depauperamento das terras. As enxurradas, provenientes das águas de chuva que não ficaram retidas sobre a superfície, ou não se infiltraram, transportam partículas de solo em suspensão e elementos nutritivos essenciais em dissolução. Outras vezes, esse transporte de partículas de solo se verifica também, por ação do vento (BERTONI, LOMBARDI NETO, 2010, p.68).

Outra atividade antrópica que corrobora para a intensificação dos processos erosivos é a mineração, que também começa pelo desmatamento da vegetação, depois parcelas de solo são retiradas para que as cavas sejam abertas e se tenha o acesso às rochas que serão desmontadas e extraídas. O corte na topografia acaba dando maior probabilidade dos eventos de movimentos de massa devido à instabilidade do talude (CURI, 2014).

O plano de lavra de uma pedreira a céu aberto consiste, quase sempre na retirada da vegetação, do solo e do material estéril (regolito que recobre a rocha) no desmonte da rocha, no transporte do mineral, para as instalações de beneficiamento e na britagem da rocha (POLLETO, 2006, p. 53).

Ainda, cabe argumentar sobre outra forma de impacto ambiental, a poluição que ocorre no ar, no solo e na água. A poluição do ar se dá a partir dos gases emitidos quando é colocado fogo nos lixões, já a contaminação no solo pode ocorrer tanto por agrotóxicos nas agriculturas para controle de pragas, como também pelo acúmulo e formação de lixões. Este lixão, com o tempo vai sendo decomposto e, com a água da chuva, acaba produzindo o chorume, uma substância que contamina o solo deixando-o impróprio para cultivo, podendo infiltrar e chegar aos lençóis de água subterrâneos, deixando-os também contaminados (BASTOS, FREITAS, 2002).

A decomposição do lixo a céu aberto (lixões) produz o metano - gás altamente poluente e prejudicial à saúde humana. Essas áreas também se transformam em criadouros de insetos e roedores, agentes transmissores de inúmeras doenças contagiosas. Esses lixões são diretamente responsáveis pela contaminação do ar, das águas e do solo (BASTOS, FREITAS, 2002, p. 70-71).

Ainda no que se refere à poluição das águas no caso superficiais, os cursos fluviais têm sido alvo de grandes impactos por meio da poluição de dejetos residenciais e industriais. Sabe-se que a água é um solvente com capacidade de depurar rejeitos e sedimentos. Porém há de se levar em consideração a quantidade e o fluxo com que esses sedimentos são lançados nos corpos líquidos e se estes têm capacidade de depurá-los, do contrário o que acaba ocorrendo é a poluição dessas águas, prejudicando a fauna, a flora e o próprio homem que depende desse recurso hídrico (CUNHA, 2008).

A deposição de sedimentos pesados em água superficiais de baixa velocidade pode resultar no sufocamento das comunidades bentônicas, aumento da sedimentação de cursos de água, alterações na composição do substrato de fundo e degradação de valor estético (ARAÚJO, ALMEIDA, GUERRA, 2012, p. 70).

Os estudos de análises de impactos ambientais se fazem necessários e de grande relevância, visto que as alterações do meio ambiente pelo homem são constantes com suas práticas de exploração para com a matéria-prima que viabiliza suas produções e desenvolvimento socioeconômico. Assim, é necessário projetar estratégias que viabilizem o uso dos recursos naturais de forma a não colocar suas reservas em escassez (GUERRA, MARÇAL, 2010).

3.7 Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Desde as sociedades mais antigas, o fazer mapas é algo de suma importância para registrar, localizar e gerar informações para o homem sobre o espaço geográfico. A evolução da Cartografia está intimamente ligada ao desenvolvimento e às mudanças ocorridas ao longo do tempo no espaço geográfico, à medida que descobrir e conhecer novas rotas, se fez necessário para o homem, que tinha o objetivo de adquirir novos territórios, expandir a exploração dos recursos naturais (matéria-prima) e estabelecer um maior crescimento econômico e das suas fronteiras. (RISTOW, 2014).

Ainda segundo esses autores, em meados do século XX, as técnicas utilizadas para a elaboração dos mapas eram tidas pelo método analógico, dificultavam as análises com dados em tabelas ou em textos, por exemplo. Também não permitiam que o cruzamento de informações fosse feito devido à utilização de muitos mapas em papel e com temáticas diferenciadas. Foi com o desenvolvimento da informática que armazenar, manipular e

combinar dados e informações de forma simultânea vai se tornando algo possível. É aí que o geoprocessamento começa a surgir (*ibidem*).

As geotecnologias vem qualificando cada vez mais os estudos no que tange a análise da paisagem no espaço geográfico. Dentre essas tecnologias o geoprocessamento. As análises geradas a partir de Geoprocessamento tornou-se possível realizar, diagnósticos e planejamento na tomada de decisões relacionadas à gestão do meio ambiente visando a melhoria da qualidade de vida. Essa geotecnologia demonstra ser eficaz no que diz respeito à na geração de dados georreferenciados, armazenados, manipulados, analisados, assim, podemos tentar definir geoprocessamento:

(...) como sendo um ramo do processamento de dados que opera transformações nos dados contidos em uma base de dados referenciada territorialmente (geocodificada), usando recursos analíticos, gráficos e lógicos para a obtenção e apresentação das transformações desejadas (XAVIER-DA-SILVA, 1992, p. 48).

De acordo com o autor citado acima, pode-se então dizer que geoprocessamento é uma técnica que possibilita reunir, organizar e processar dados adquiridos de um dado lugar transformando-os através de ferramentas computacionais em dados georreferenciados, permitindo assim a elaboração e modificação desejada de cada informação.

As Geotecnologias surgem como ferramenta indispensável para analisar o uso e ocupação do espaço geográfico em seu contexto físico-socioambiental. A tecnologia de “geoprocessamento é eficaz no que diz respeito à precisão, confiabilidade e velocidade na geração de dados relativos à avaliação ambiental, permitindo a modelagem da realidade, tornando viável a manipulação de grande volume de informações” (ZAIDAN, XAVIER-DA-SILVA, 2004, p. 61).

Para atender eficientemente o problema da expressão da territorialidade dos fenômenos ambientais tem sido desenvolvido um conjunto de técnicas que atualizam processamento de dados. Esse conjunto denominado ‘geoprocessamento de dados ambientais’ [...] destina-se a tratar os problemas ambientais levando em conta a localização, a extensão e as relações espaciais dos fenômenos analisados, visando a contribuir para a sua presente explicação e para o acompanhamento de sua evolução passada e futura(XAVIER-DA-SILVA, 1992, p. 48).

Com o geoprocessamento, tornou-se possível investigar sistematicamente as propriedades e relações posicionais dos eventos e entidades representadas em uma base de

dados georreferenciados transformando dados em informação destinada ao apoio à decisão (XAVIER-DA-SILVA, ZAIDAN, 2004).

Esta tecnologia tem influenciado de maneira crescente as áreas de Cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicação, energia e planejamento urbano e regional. Os instrumentos computacionais do geoprocessamento, chamado de Sistema de Informação Geográfica (SIGs), permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados, tornando possível a produção de documentos cartográficos (CAMARA, MEDEIROS, 1998).

Para Silveira, Menezes e Scoti, (2013), o geoprocessamento diz respeito ao entendimento de informações que correspondem a geografia em suas diversas áreas, estas informações podem ser manipuladas por meio de técnicas computacionais e matemáticas. O Sistema Geográfico de Informação - SGI são ferramentas de grande importância no geoprocessamento, pois proporcionam a realização de análises com os dados gerados, estes dados podem ser espacializados gerando mapas temáticos, que, por sua vez, vão elucidar as informações contidas nas áreas de estudo selecionadas.

Uma das ferramentas vinculadas ao geoprocessamento é o SIG, que começou a surgir por volta dos anos 60 no Canadá com interesses nos recursos naturais por parte do governo. Essa ferramenta até então tinha um alto custo, tanto nos equipamentos utilizados quanto na qualificação dos profissionais que trabalhavam no setor, outros fatores não menos importantes e que não apresentavam rapidez na manipulação dos dados, aconteceu nos anos 80 que foi o desenvolvimento significativo dos sistemas de informação geográfica a qual desencadeou muitos avanços que são refletidos nos dias de hoje no mundo das geotecnologias (RISTOW, 2014).

Como dito, rente a algumas dificuldades em armazenar e manipular dados relacionados ao meio ambiente surgiram os Sistemas Geográficos de Informações (SGIs) com a finalidade de melhor se obter resultados quanto a análises ligadas aos problemas ambientais. Posteriormente, com a evolução da tecnologia, outros modelos de SIG foram criados, suas funcionalidades foram aperfeiçoadas e hoje essa ferramenta se tornou algo de grande importância no planejamento do território.

O SIG, Sistema de Informação Geográfica, operacionaliza com um conjunto de dados de diferentes fontes, tipos e datas, dessa maneira, viabiliza a confecção de mapas com distintas especificidades de acordo com o fenômeno o qual está sendo analisado. Assim, podem-se obter estudos comparativos das mudanças ocorridas em determinada porção do

espaço ao longo do tempo, isso por meio dos dados que foram armazenados e manipulados simbolizados por linhas, pontos e polígonos (*ibidem*).

O Geoprocessamento associado aSIGs torna-se possível identificar relações, conexões, proximidades e funcionalidades entre partes componentes do ambiente.

O Geoprocessamento é uma ferramenta de grande importância para o monitoramento da biodiversidade, devido à capacidade coleta de dados para diversos estudos, bem como realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes de dados. O SIG pode ser considerado como um importante meio de apoio e desenvolvimento de aplicações voltadas ao meio ambiente, facilitando a integração de dados espaciais e permitindo propor alternativas para diminuir impactos identificados no ambiente, inclusive no âmbito das bacias hidrográficas (SENA, SANTIAGO NETO, LEITE, 2012).

Os Sistemas Geográficos de Informações e as técnicas de geoprocessamento podem informar a prognose ambiental, permitindo simulações, criações de cenários, investigação de interações entre entidades, operando sobre condições objetivas para a definição de normas de manejo ambiental e serem aplicadas em unidades territoriais baseadas no conhecimento da realidade e não apenas nos interesses de planejadores e grupos econômicos interessados (XAVIER-DA-SILA, 2001).

As geotecnologias hoje têm se tornado uma aliada no que diz respeito a análises, avaliações, diagnósticas e prognósticos ambientais, temas muito discutidos nos últimos anos devido à gestão a qual a sociedade tem submetido o meio ambiente e seus recursos naturais.

De acordo comSilveira, Menezes, Sccoti, (2013), o interesse voltado ao meio ambiente tem se tornado uma vertente de estudos e pesquisas muito discutida dentro da ciência geográfica, isso por apresentar, em seu contexto, variáveis com elementos naturais e sociais que interagem e configuram o espaço. Essa interação do homem para com o meio agrega uma modificação e degradação na paisagem a cerca de suas disponibilidades dos recursos naturais.Geoprocessamento e SIG podem realizar análises que envolvem certa complexidade pela exigência de operar um volume de dados de natureza e escalas diferenciadas, e responder de forma mais efetiva pelas mudanças ambientais ocorridas (CALHEIROS, 2000).

As ferramentas de informação geográfica como os SIGs permitem ao homem separar as partes, os elementos constituintes de um dado objeto de estudo, analisar em sua singularidade e dinâmica, assim, podendo entender sua totalidade, reorganizando e descrevendo as circunstâncias e comportamento do fenômeno estudado (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

A aplicação maciça de técnicas de processamentos eletrônicos de dados ambientais referentes às vastas porções da superfície terrestre e, em particular, o recente desenvolvimento da microcomputação e do processamento gráfico, tornaram exequível que uma alternativa metodológica para os problemas ambientais passasse a existir. Tornaram-se possíveis investigações sistemáticas de todas as unidades territoriais onde seja suposto que estejam registrados eventos ambientais de interesse (XAVIER-DA-SILVA, 1992, pg. 48).

Para Xavier-da-Silva (2004), existem alguns parâmetros geoambientais que podem colaborar no desenvolvimento satisfatório de uma pesquisa, que é a divisão da geografia da área por categorias, assim, como exemplo, solo, uso da terra, geomorfologia, geologia, clima, população e sua concentração. Essas categorias auxiliariam na análise da pesquisa, apresentando seus resultados de forma a entender a singularidade de cada um e ao mesmo tempo a dinâmica que ele exerce na paisagem como um todo resultariam em um levantamento de informações importantes para a determinada pesquisa. As técnicas de geoprocessamento apresentam possibilidades de avaliar, analisar, diagnosticar e projetar prognóstico de um dado objeto ou fenômeno estudado, a partir de seus recursos matemáticos e computacionais.

A definição de ocorrências conjuntas em um mesmo local, por exemplo, permite inferir, em alguns casos, possíveis relações de causa e efeito. Novas perspectivas podem ser geradas a partir da condição conjunta de diversas variáveis sobre uma mesma área geográfica (XAVIER-DA-SILVA, 2004).

O geoprocessamento tem sido utilizado nas mais diversas áreas do conhecimento científico, por exemplo, nas engenharias para o planejamento das construções civis, nas ciências da saúde para identificar as concentrações de determinadas epidemias, e na geografia para entender a relação do homem com o meio.

De acordo com Xavier-da-Silva (2001), quanto às análises realizadas através do geoprocessamento especificamente na área ambiental, para se ter um melhor resultado é preciso que os dados adquiridos estejam bem representados quanto a sua localização, forma, extensão, conexão e classificações das categorias, pois estes pressupostos são de grande relevância para o processamento e análise de dados.

4A ÁREA DE ESTUDO: A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MIGUEL

4.1 Localização e fisiografia

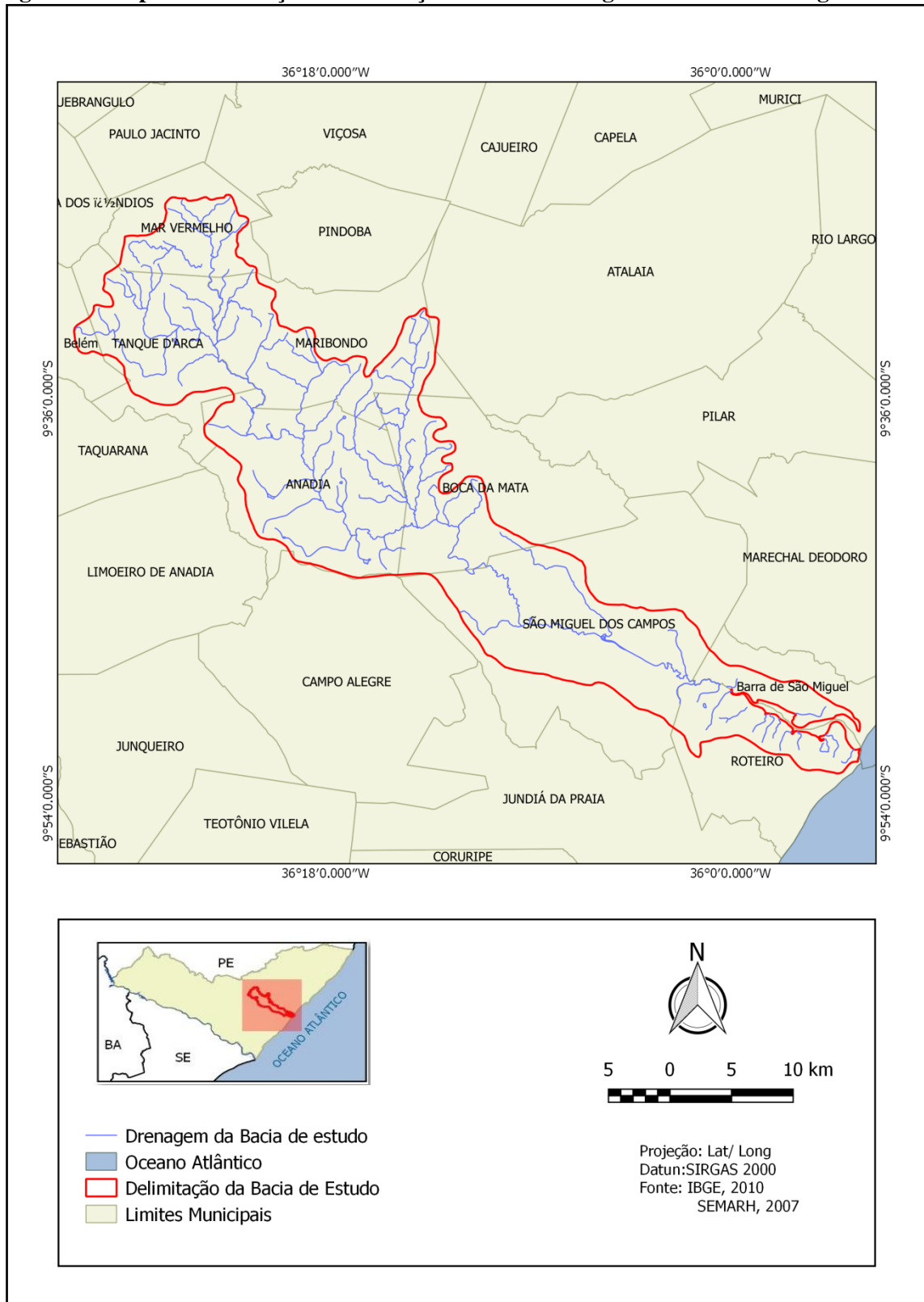
A área de estudo se estende desde a região serrana do estado onde afloram as principais nascentes da bacia nos arredores dos municípios de Mar Vermelho e Tanque D'arca. No percorrer de sua extensão, o rio São Miguel corta a zona da mata chegando à porção litorânea onde ele desemboca, mais precisamente na lagoa Roteiro no município de Roteiro e Barra de São Miguel. A bacia está compreendida entre as coordenadas 9°26'42" e 9°53'13" latitude Sul e entre 35°53'49" e 36°30'00" de longitude Oeste de Greenwich, abrangendo parte de dez municípios como mostra a **Figura 4**, Mar Vermelho, Belém, Tanque D'arca, Maribondo, Anadia, Atalaia, Boca da Mata, São Miguel dos Campos, Roteiro e Barra de São Miguel (ALAGOAS, 2004).

A área de drenagem do rio São Miguel tem aproximadamente 754km², tendo o rio principal uma extensão de 90 km. Suas principais nascentes estão nas proximidades do município de Mar Vermelho, com denominação de rio Preto ou riacho São Pedro, tendo uma altitude média de 560m, e sua foz é na Lagoa Roteiro localizada entre os municípios de Roteiro e Barra de São Miguel no litoral de Alagoas. Depois de receber o escoamento da Bacia do São Miguel a Lagoa desemboca no Oceano Atlântico, por este motivo, a bacia é classificada como exorréica, isto é, que possui o escoamento direcionada para o mar.

A bacia está delimitada na interface dos municípios acima citados. O rio principal possui uma hierarquia fluvial de 4ª ordem sendo configurado por: três rios de 3ª ordem, quinze rios de 2ª ordem e, aproximadamente, oitenta cursos de água de 1ª ordem, ou seja, oitenta afloramentos que surgem ao longo da extensão de toda a bacia. Cabe destacar que a maior concentração destes afloramentos está localizado no alto e médio curso do rio.

Mesmo com um grande número de nascentes na bacia, que contribuem para a vazão do rio, o rio principal chamado de São Miguel não possui água o ano todo, sendo assim classificado como intermitente, seu período de maior vazão acontece entre os meses de Maio e Agosto quando ocorrem as precipitações mais abundantes (ALAGOAS, 2004).

Figura 4 - Mapa de localização e delimitação da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL



Elaboração: LGA, 2017

Observando o arranjo espacial da bacia hidrográfica do rio São Miguel é possível analisar que a mesma é configurada com um padrão de drenagem do tipo dendrítico, “este se assemelha a ramificação dos galhos de uma árvore, e sua ocorrência é comum nos terrenos de rochas cristalinas ou regiões sedimentares” (GUERRA, GUERRA, 2001, p. 186).

Importante ressaltar que essa ramificação referente ao padrão de drenagem dendrítico, mostra também o tipo de leito do rio, no caso da referida bacia são leitos meandrantés que descrevem curvas com diferentes sinuosidades em sua extensão, “a forma e o padrão do canal refletem as interações entre os processos erosivos e a resistência de seu substrato rochoso” (STEVAUX, LATRUBESSE, 2017, p. 194).

Analisando a espacialização da bacia através da sua delimitação, percebe-se que sua forma geométrica apresenta um formato mais retangular, logo, tem um comprimento maior que sua largura, é mais alongada, significa dizer baseado em PEREZ, 2004, que a probabilidade de ocorrer enchentes no canal principal desta bacia é menor devido à melhor distribuição do escoamento em relação ao tempo para chegar ao canal principal.

4.2 Uso da bacia

A bacia hidrográfica do rio São Miguel é utilizada de diversas maneiras, desde a dessedentação de animais, a agriculturas, atividades industriais, piscicultura, navegação, lazer como também para o consumo humano direto. Aproximadamente 40% da população utiliza para abastecimento de água. Sendo os maiores consumidores de água os municípios de Maribondo, São Miguel dos Campos, Boca da Mata e Anadia (ALAGOAS, 2004).

A água desta bacia também é utilizada em duas usinas de açúcar, uma destilaria de álcool e uma fábrica de cimento, além de algumas indústrias. Com essa demanda pelo abastecimento de água, entende-se que a bacia hidrográfica do rio São Miguel precisa ser gerida por meios de uso e conservação dos seus recursos, condicionando suas disponibilidades e potencialidades hídricas, sabendo que seu uso é intenso e constante, para atender as necessidades da população, bem como, o desenvolvimento econômico da região (ALAGOAS, 2004).

Outro fator importante a ser destacado e analisado, é o uso do solo desta bacia, que acontece predominantemente com a monocultura da cana-de-açúcar em toda a planície, dividindo com a policultura no alto curso da bacia, a pecuária no médio curso e cultura do

coco no litoral. Essas práticas favorecem o processo de desgaste e erosão do solo, quando realizadas sem métodos de conservação do solo.

O tipo do uso do solo junto com a topografia resulta em áreas com maior ou menor susceptibilidade aos processos erosivos. A bacia hidrográfica do rio São Miguel é caracterizada em sua maior parte, pela ocorrência de regiões que têm susceptibilidade aos processos erosivos variando de média a altíssima (ALAGOAS, 2004).

5 METODOLOGIA

Os procedimentos de análise foram desenvolvidos nas seguintes etapas: Levantamento e análise do referencial teórico, aquisição de dados, obtenção e geração da base de dados, identificação das alterações ambientais, trabalho de campo, classificação dos impactos ambientais, mapeamento dos graus de impacto e análise dos impactos ambientais identificados na bacia.

5.1 Levantamento do referencial teórico e metodológico

O levantamento e análise do referencial teórico foi realizado por meio de bibliografia de natureza científica, contida em livros, artigos e revistas que abordassem temáticas relacionadas à pesquisa, como, sistemas e geossistemas, paisagem, bacia hidrográfica; suas características fisiográficas, o uso e ocupação do solo, as alterações e os impactos ambientais, com base no uso das geotecnologias, geoprocessamento e sistema de informação geográfica. Estes foram pesquisados na biblioteca da UFAL, sites de publicação de artigos científicos, livros em pdf e sites de revistas de eventos.

Quanto a descrição fisiográfica foi realizada com o objetivo de entender de que forma a bacia é configurada quanto as suas formas físicas e como estas influenciam na dinâmica do sistema fluvial no contexto da paisagem. Essa etapa objetivou a construção do conhecimento teórico - metodológico e do estado da arte dos estudos da área pesquisada.

5.2 Aquisição de dados

Foram realizados por levantamentos de documentos cartográficos e imagens de satélites e fotografias aéreas da área de estudo e consultas a bancos de dados. Os dados obtidos foram capturados das bases de dados geográficos em meio digital do Instituto de Meio Ambiente de Alagoas – IMA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), da Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH) e do Instituto Brasileiro de geografia e Estatística (IBGE) e informações contidas na literatura existente. A projeção utilizada neste estudo foi o Sistema de Coordenadas Geográficas (Latitude e Longitude) e o Datum SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

5.2.1 Dados capturados de bases de dados geográficas em meio digital

- a.** Mapa de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade de Solos do Estado de Alagoas – 2012, do Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas, no formato *shapefile(.shp)*, na escala de 1:100.000, produzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil(MAPA) para a Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Agrário de Alagoas (SEAGRI-AL);
- b.** Mapa Geodiversidade do Estado de Alagoas – 2012, no formato *PortableDocumentFormat(.pdf)*, na escala de 1:250.000, produzido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais(CPRM) - Ministério de Minas e Energia do Brasil (MME);
- c.** Mapa de Padrões de Relevo do Estado de Alagoas – 2012, no formato *shapefile, (.shp)*, na escala de 1:250.000, produzido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) - Ministério de Minas e Energia do Brasil (MME);
- d.** Mapa de Regiões Hidrográficas do Estado de Alagoas – 2007, no formato *shapefile(.shp)*, na escala 1:100.000, produzido pela Secretaria Executiva de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais do Estado de Alagoas(Semarhn-AL) - Brasil;
- e.** Malha digital municipal 2010 e 2015, no formato *Shapefile (.shp)*, nas escalas de 1:500.000, 1:1.000.000 e 1:25.000.000 produzidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística(IBGE) -Ministério do Planejamento (MP);
- f.** Mapa digital da hidrografia principal – 2007, no formato *shapefile(.shp)*, na escala de 1:250.000, produzido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) - Ministério de Minas e Energia do Brasil (MME);
- g.** Imagem do satélite *do Landsat 8–2013*, resolução espacial pancromático P&B: 15,0 m (bandas 8) e multiespectral: 30,0 m (banda 1-7 e 9); termal: 100,0 m (bandas 10-11), na escala 1: 25.000 produzidas pela *Orbital Sciences Corporation(OSC)* para o programa *Landsat Data Continuty Mission(LDCM)* pertencente a *United States Geological Survey (USGS)* - Estados Unidos da América.

h. Imagem de satélite de *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*– 2008 no formato geotiff com resolução espacial de 30m, modeladas pelo Topodata (Banco de dados Geomorfométricos do Brasil), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).

5.3 Obtenção e geração da base de dados

Essa etapa se fez a partir de três procedimentos: Delimitação da área, correção das coordenadas UTM e captura dos dados na base de dados a cima citadas.

5.3.1 Delimitação da área de estudo

Capturada na base de dados da SEMARH (2007) estabelecendo a localização da bacia. Sua delimitação teve por base o divisor topográfico do rio principal e seus afluentes.

5.3.2 Correção das coordenadas UTM

O Sistema UTM é dividido em 60 fusos de 6 graus de amplitude longitudinal, em que cada fuso também é chamado de Zona UTM numerados de 0 a 60, iniciando em "1" da esquerda para a direita em relação à longitude 180 graus oeste. Pode-se identificar também o fuso a partir de seu Meridiano Central que fica exatamente no centro de cada fuso. No caso em particular, a Bacia Hidrográfica do Rio São Miguel se encontra abrangida por 2 destes 60 Fusos, respectivamente, os Fusos 24 (36° a 42° de long. W) e 25 (30° a 36° de long. W). Desses dois fusos mencionados, o Fuso 24, abrange a maior parte da área da bacia, com mais de 90%. Nesse sentido, tendo em vista, a necessidade de se trabalhar à referida bacia em uma única base cartográfica, optou-se por extrapolar o Fuso 24, o de maior abrangência para dentro do Fuso 25.

5.3.3 Captura dos dados utilizados para construção dos mapeamentos temáticos

Para delimitação da bacia utilizou-se do software QGIS Versão 2.18., como também para a elaboração das seguintes variáveis: Geomorfologia, Geologia, Declividade, Pedologia,

Vegetação e Uso do solo. Dessa forma, reunindo a base de dados geográfica da bacia do rio São Miguel expostos em cartogramas digitais.

O Quantum Gis é um software gratuito, licenciado pela GNU (General PublicLicense), baseado em um SIG (Sistema de Informação Geográfica). A interface do software é simples e de fácil manuseio, o programa oferta várias ferramentas que possibilitam visualizar, gerenciar, editar, analisar os dados e com uma lista de recursos mais detalhada. (TORCHETTO, QUEIROZ, PEYROT, et.al.,2014)

Assim, foram capturados no Laboratório de Geoprocessamento Aplicado – LGA, os seguintes dados das bases geográficas levantadas e gerados os mapeamentos:

- a. Limite da Bacia Hidrográfica do rio São Miguel/ AL;
- b. Unidades pedológicas da Bacia Hidrográfica do rio São Miguel/ AL;
- c. Declividade da Bacia Hidrográfica do rio São Miguel/ AL;
- d. Unidades geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do rio São Miguel/ AL;
- e. Modelo digital de elevação da Bacia Hidrográfica do rio São Miguel/ AL;
- f. Vegetação da Bacia Hidrográfica do rio São Miguel/ AL;
- g. Uso do solo e cobertura vegetal, este foi compilado de SANTOS, (2018)

Os mapeamentos capturados foram estruturados em um banco de dados geográfico que permitiu o conhecimento da área contextualizada por sua caracterização fisiográfica, buscando observar a existência das alterações e impactos ambientais.

5.4 Identificação das alterações e impactos ambientais

Esta se constituiu em três etapas: definição de categorias para identificação das alterações e dos graus de impactos ambientais; levantamento das alterações e impactos ambientais em campo e classificação dos graus de impactos ambientais.

5.4.1 Definição de categorias de uso e ocupação do solo

Nesta etapa foi realizada uma adaptação, como mostra o **Quadro 2**, com base nas definições sobre o uso da terra proposta pelo manual técnico do IBGE, 2013.

Quadro2 - Definição de categorias de uso e ocupação do solo para identificação das alterações ambientais

Categorias	Características das categorias
Agricultura	Encontram-se as lavouras temporárias, lavouras permanentes, pastagens plantadas e silvicultura.
Vegetação natural	Compreende um conjunto de estruturas florestais e campestres, abrangendo desde florestas, campos e mangues originais (primários) e alterados até formações florestais espontâneas secundárias, arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas e mangues, em diversos estágios sucessionais de desenvolvimento, distribuídos por diferentes ambientes e situações geográficas.
Pecuária	Produção de animais domésticos com objetivos econômicos, tais como a criação e o tratamento de animais de grande porte, criação de animais de médio porte e animais de pequeno porte.
Urbanização	Áreas correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) e às áreas urbanas isoladas.
Mineração	Refere-se a áreas de exploração e extração mineral.

Fonte:IBGE, (2013).

A identificação das alterações foi realizada por trabalho de campo nos três segmentos do rio: alto curso, médio curso e baixo curso, devido a extensão da bacia. Para tanto se construiu uma caderneta de campo (**Quadro 3**).

Quadro 3 - Caderneta de campo para localização e identificação das alterações ambientais e graus de impactos

Pontos	Localidade	UTM E	UTM N	Elevação	Uso do solo e cobertura vegetal	Alteração ambiental	Grau de impacto
1°	Sítio Paca/ Maribondo	789173	8947419	214 m	Pecuária	Erosão do solo	3
2°	Sítio Paca/ Maribondo	788735	8947219	230 m	Pecuária	Erosão do solo	3
N (pontos)	Sítio Paca/ Maribondo	788369	8946897	206 m	Pecuária	Erosão do solo	3

Fonte:Trabalho de campo.

Na realização do trabalho de campo fez-se uso de caderneta de campo, como pode ser conferida de forma completa no **Apêndice A**, onde foram realizadas as anotações pertinentes. Para a localização das alterações utilizou-se o GPS Garmin Dakota 20, a fim de coletar as coordenadas e altitude, e uma câmera digital Kodak 9.2 megapixels para registro fotográfico das alterações e impactos ambientais identificados na área de estudo.

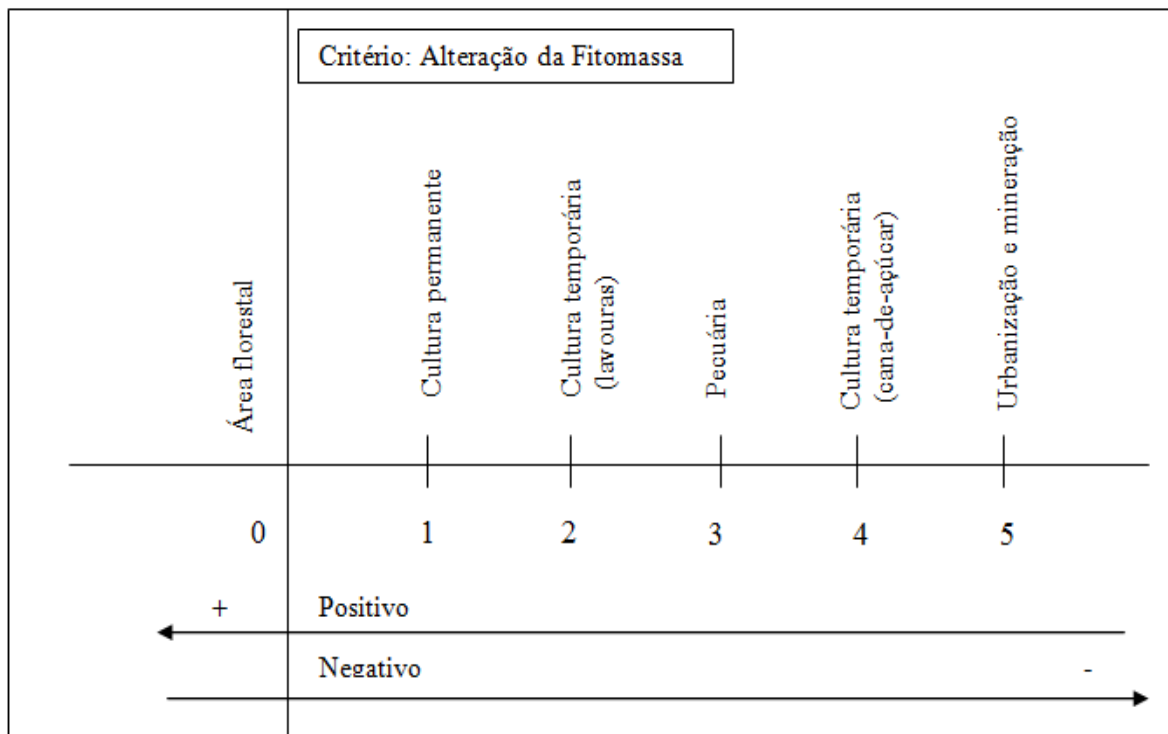
Os trabalhos de campo realizados permitiram observar a configuração da paisagem da área de estudo e identificar as alterações provenientes do uso e ocupação do solo, descrevendo a localização dos pontos registrados, as coordenadas registradas em UTM, os pontos de altitude, os diferentes tipos de uso e ocupação do solo e as alterações ambientais, para posterior classificação dos impactos ambientais, conforme **Quadro 4**.

Os pontos de localização em coordenadas UTM, coletados em campo, foram inseridos no Google Earth cuja espacialização permitiu verificar o comportamento dos pontos levantados em campo, respondendo por locais das alterações pelo uso e ocupação e exposto em um mapa para posterior classificação dos impactos ambientais.

5.4.3 Classificação dos graus de impactos ambientais

Essa etapa compreendeu o estabelecimento de uma escala de valores definidora de graus de impacto segundo as alterações do uso e ocupação como mostra a **Figura 5**.

Figura 5 - Escala de valores definindo graus de impactos



Fonte: IBGE (2013), GUIMARÃES (2017) e CALHEIROS (1993), adaptada por MELO e CALHEIROS, (2018).

5.4.2 Levantamento das alterações ambientais

Quadro 4 -Graus de impactos ambientais decorrentes dos usos e ocupação do solo.

Uso e ocupação do solo	Grau de impacto
Área florestal	0 (Nulo)
Cultura permanente	1 (Muito baixo)
Cultura temporária (lavouras)	2 (Baixo)
Pecuária	3 (Médio)
Cultura temporária (cana-de-açúcar)	4 (Alto)
Urbanização e Mineração	5 (Muito alto)

Fonte:Elaborado pelo orientador e autor a partir do IBGE (2013), CALHEIROS (1993)GUIMARÃES (2017).

5.5 Classificação dos impactos ambientais

Após o levantamento em campo das alterações ambientais, foi realizada a classificação destas segundo o grau de impacto contido no **Quadro 4**, com base no **Quadro 3**.

5.6 Mapeamento dos impactos ambientais na bacia do rio São Miguel

O mapeamento das alterações/ impactos ambientais da bacia hidrográfica do rio São Miguel foi elaborado baseado na proposta de Densidade de Kernel.Com os resultados acima obtidos foi elaborado um mapeamento de Densidade de Kernel.

Em inglês, a palavra Kernel significa “núcleo”. No contexto das Geotecnologias esse termo faz referência a um método estatístico de estimação de curvas de densidades. Neste método cada uma das observação é ponderada pela distância em relação a um valor central, o núcleo. O Mapa de Kernel é uma alternativa para análise geográfica do comportamento de padrões. No mapa é plotado, por meio de métodos de interpolação, a intensidade pontual de determinado fenômeno em toda a região de estudo. Assim, temos uma visão geral da intensidade do processo em todas as regiões do mapa. (MEDEIROS, 2016)

De acordo com o autor, uma das vantagens na utilização do método de Kernel para geração de mapas temáticos é, “quando existe uma concentração excessiva de pontos a análise visual pode acabar sendo prejudicada. Por exemplo, em uma área um ponto pode estar na realidade representando várias ocorrências de uma mesma variável” (*Ibidem*). Resultando no cartograma digital de Densidade de Kernel. Esse cartograma de Kernel foi elaborado obedecendo ao que segue.

Utilizando o software QGIs 2.18, os dados de campo foram acoplados, para obter o mapa de calor ponderado de acordo com os graus estabelecidos no **Quadro 4**. Para verificar o

que melhor representava os núcleos das concentrações das alterações/ impactos ambientais na bacia, foram utilizados diferentes raios de distâncias de 500m, de 1000m e raio de 2000m , gerando um Cartograma digital de Kernel representando os diferentes graus de impacto das alterações localizadas.

5.7 Análise das alterações e impactos ambientais

Esta análise foi realizada pelo cruzamento das variáveis da base de dados e o mapa de alterações e impactos ambientais através do software QGIS. Essa análise constou da sobreposição do mapa das alterações e impactos sobre os mapeamentos temáticos (base de dados) identificando a configuração temática existente em cada mancha de alteração e impacto ambiental. Foram analisados os diferentes graus de impactos (muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto) para cada segmento do rio (baixo, médio e alto curso).

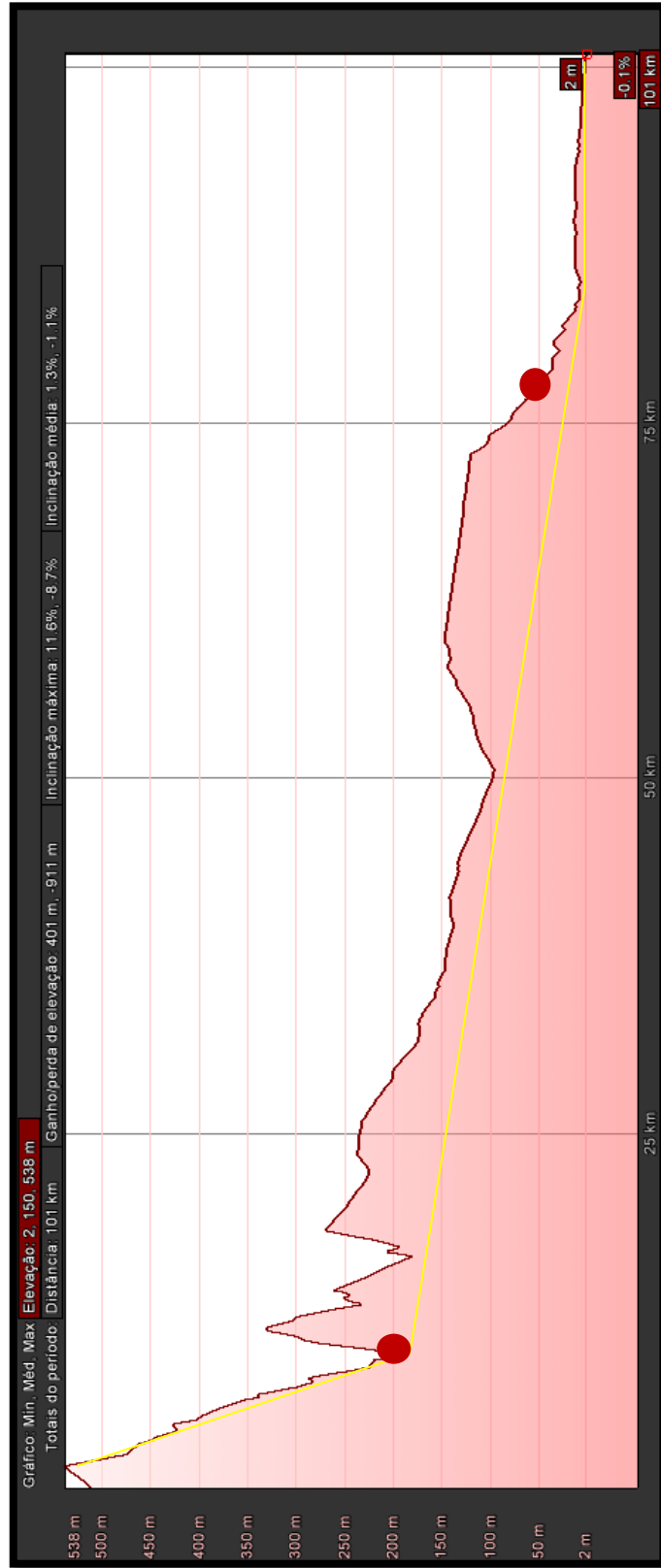
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Caracterização físico-ambiental da bacia hidrográfica do rio São Miguel

6.1.1 Perfil longitudinal e modelo digital de elevação

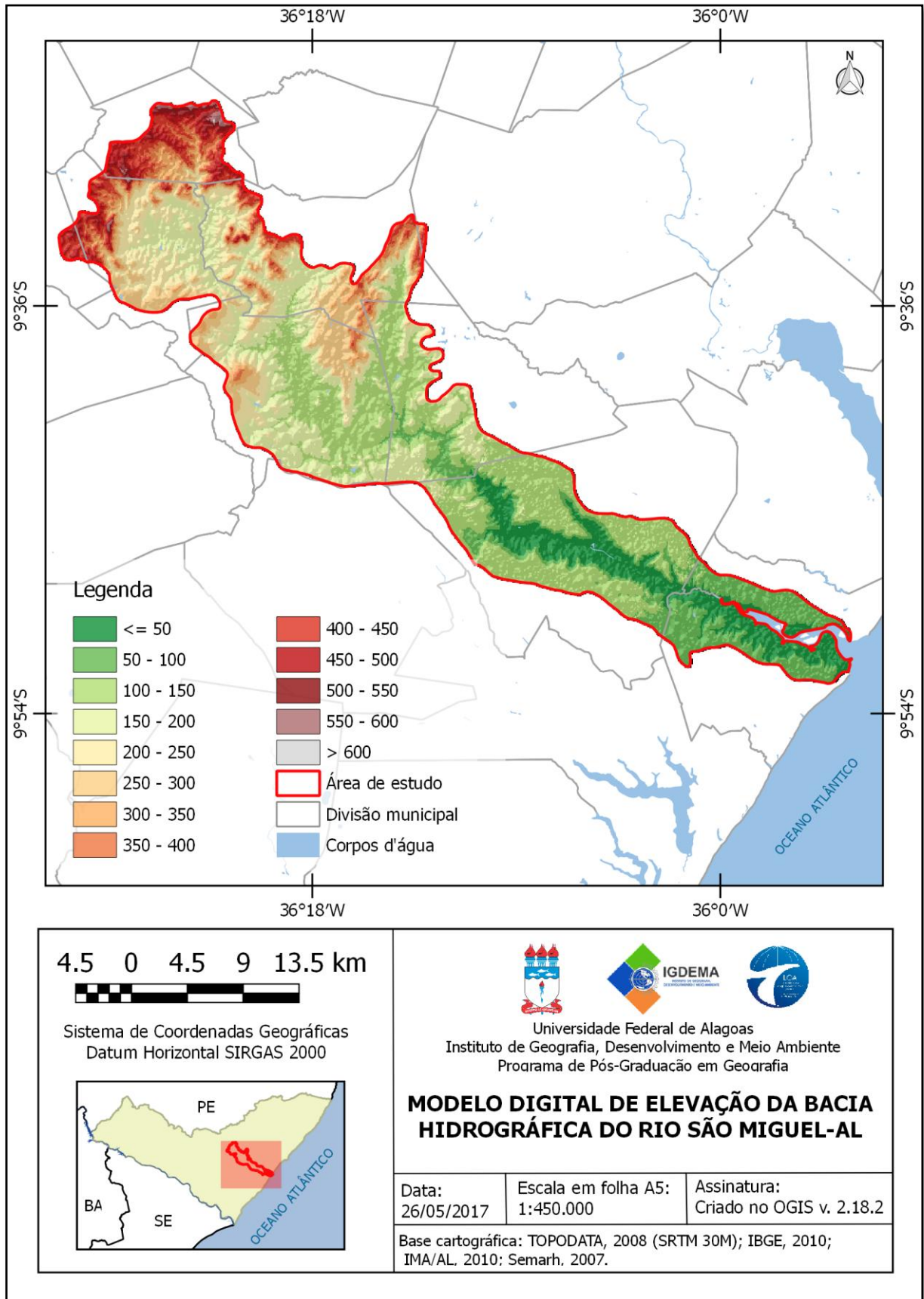
O perfil longitudinal do rio São Miguel exposto na **Figura 6**, e o modelo digital de elevação – MDE, exposto na **Figura 7**, permitiram a análise morfométrica da bacia. O perfil permitiu identificar o alto, médio e baixo curso do rio, dessa forma, entendendo que, as porções em que predominam as cotas altimétricas maior que 200m são as áreas com altitudes mais elevadas denominada de alto curso do rio, onde o relevo é mais acentuado e o processo de erosão é mais intenso por conta da influência da declividade e das formas do relevo; na porção da bacia em que predominam as variações de 200m a 50m de altitude é denominada de médio curso do rio, onde o processo de transporte de sedimentos é contínuo, e nas porções onde as variações de altitudes são abaixo de 50m é denominada de baixo curso, pois a influencia da morfologia e da declividade menos acentuada diminuem a força de transporte dos sedimentos o que acaba ocasionando o processo de deposição.

Figura 6 - Perfil longitudinal do rio principal da bacia hidrográfica do rio São Miguel.



Fonte: Google Earth Pro, 2018 .

Figura 7 -Modelo digital de elevação da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL



Elaboração: LGA, 2017

6.1.2 Compartimentação geomorfológica

O mapeamento geomorfológico **Figura 8** permitiu descrever as diferentes formas do relevo que predominam na bacia. Assim, de acordo com Lima (1979); ZEEC-AL (2003); Embrapa (2003) e adotando a classificação de geofáceis abaixo definidas por Souza, 2012.

Cimeira estrutural conservada

Esta possui altitude entre 380 a 300 metros, os topos da Cimeira Estrutural Conservada igualmente se apresentam alongados e acidentados devido ao intenso intemperismo físico.

Cimeira estrutural dissecada

Esta se caracteriza pela alta dissecação de suas formas que contribuem para a existência de topos alongados e acidentados devido ao intenso processo erosivo. Devido ao amplo processo de denudação das cimeiras as vertentes se dão na forma côncava-convexa.

Colinas baixas litorâneas

Esta morfologia apresenta dissecação alta com topos estreitos e aplainados, vertentes côncavas exumadas que originam falésias. A grande ação erosiva é acentuada pela ação intempérica provocada pela grande precipitação. A altitude fica entre 80 e 50 metros.

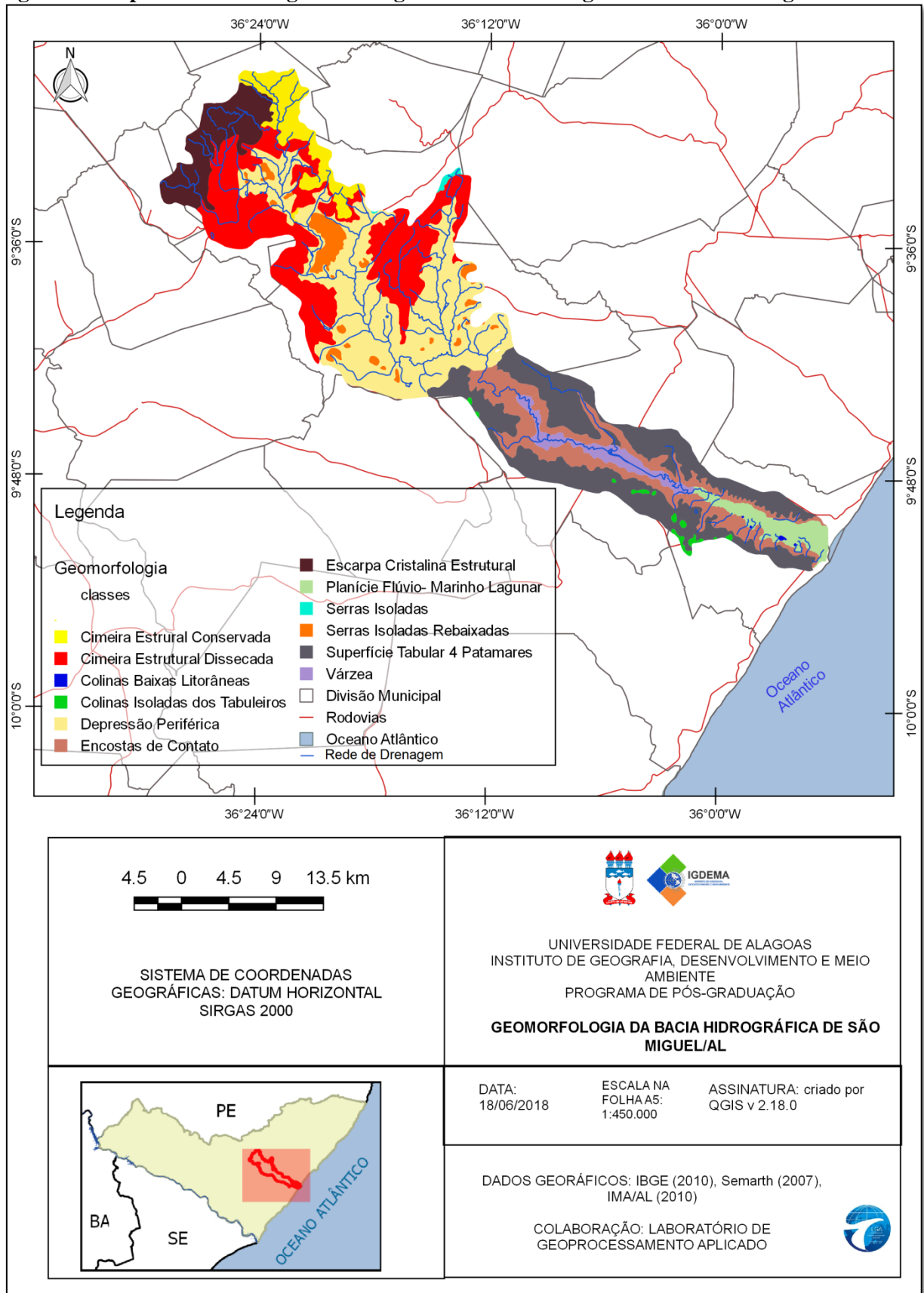
Colinas isoladas dos tabuleiros

Essas formações colinosas possuem baixa declividade, suavemente onduladas que se assemelham a pequenos morretes isolados e possuem uma altitude entre 80 a 60m. Apresenta topos aplainados e vertentes fortemente dissecadas de forma côncava-convexa.

Depressão periférica

Estas possuem altitudes variando entre 200 a 180m. Nesta é comum a existência de formações serranas isoladas ou em conjunto, como testemunhos da ocasião em que as depres-

Figura 8 - Mapa das unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL



Elaboração: LGA, 2018

sões tinham um nível altimétrico mais elevado. A depressão do médio São Miguel possui vales fluviais amplos e de fundo chato e encaixados.

Encostas de contato

Estas formas de relevo possuem dissecação alta desde o topo até a sua base. Por ter formas com declividades variáveis (de alta a média) são propensas a sofrerem com erosão fluvial. Apresenta uma altitude variando entre 80 a 20m. Quanto às vertentes apresentam um modelado côncavo-convexo.

Escarpa cristalina estrutural

Esta morfologia possui dissecação alta pela ação do intemperismo físico. Os topos destas escarpas são alongados e bastante acidentados com altitudes entre 530 e 400 m.

Planície Flúvio-marinho-lagunar

Apresentando uma altitude entre 0 e 10 metros esta morfologia apresenta dissecação alta que é influenciada principalmente pelas oscilações da dinâmica das marés.

Serras isoladas

As serras isoladas são caracterizadas por serras agrupadas ou isoladas com dissecação alta, topos alongados e pouco acidentados e vertente côncava-convexa.

Serras isoladas rebaixadas

Estas se assemelham a formações colinosas, são feições que possuem dissecação alta e alongada, podem ser vistas isoladas ou em pequenos conjuntos, suas altitudes variam de 250 a 350m e apresentam vertentes exumadas pelo intemperismo.

Superfície tabular 4 patamar

Suas formas de relevo apresentam dissecação alta com cumes alongados e uma variação de altitude entre 160 a 180 metros que são fortemente aplainados e erodidos, as vertentes apresentam uma configuração côncava-convexa, bastante desnudada pela ação intempérica.

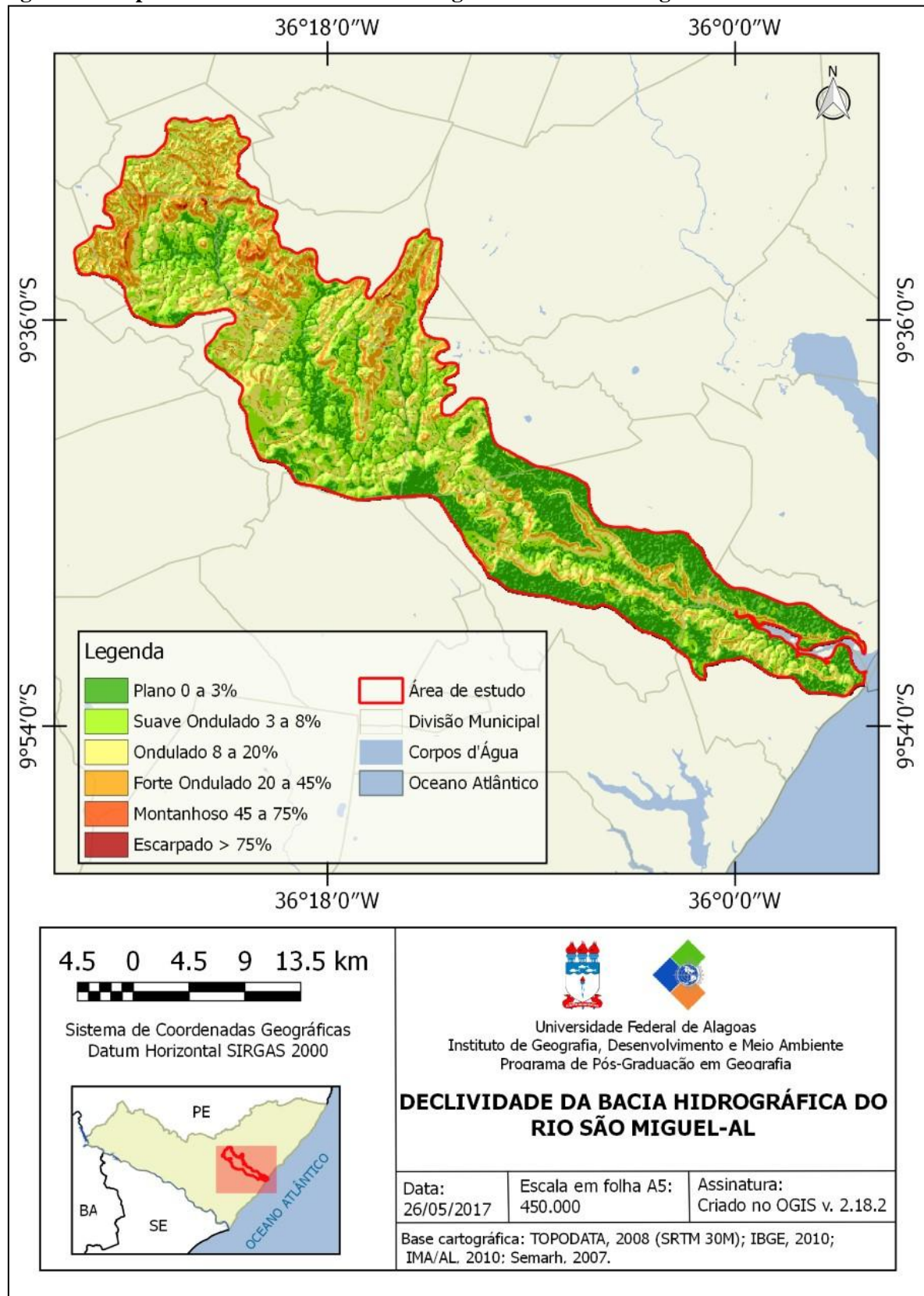
Várzea

Formas de relevo baixas encontradas às margens dos rios, podendo se apresentar mais ou menos planas. (GUERRA e GUERRA, 2011)

6.1.3 Declividade

O mapeamento da declividade permitiu identificar as seguintes categorias: os que variam de 0 a 3% foram considerados terrenos planos; os que variam de 3 a 8% são considerados terreno suave ondulado; os que variam de 8 a 20% são considerados ondulados, para as variações de 20 a 45% são considerados forte ondulados; para os terrenos de 45 a 75% considerado montanhoso; e para os terrenos acima de 75% de declive foram chamados de terreno escarpado. As classes do percentual de declividades foram designadas a partir da base de dados utilizada da SEMARH, 2007. **(Figura 9).**

Figura 9 - Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL



Elaboração: LGA, 2017

6.1.4 Pedologia

O mapeamento pedológico (EMBRAPA, 2012) (**Figura 10**), apresenta 11 tipos de solos, com ocorrência percentual de cada tipo na **Tabela 1** sendo dominantes os argissolos vermelho-amarelo com 43,2%.

Tabela 1 - Tipos de solos da bacia hidrográfica do rio São Miguel

TIPO DE SOLOS	%
Argissolo vermelho-amarelo	41,2%
Argissolo amarelo	31,3%
Latossolo amarelo	9,92%,
Gleissolo	8,89%
Cambissoloháplico	2,29%
Latossolo vermelho	1,75%,
Espodossoloferrihumilúvico	1,47%
Solos de mangue	1,30%
Neossololítico	0,72%,
Neossoloquartzarênico	0,37%,
Planossoloháplico	0,24%
Argissolo acinzentado	0,55%

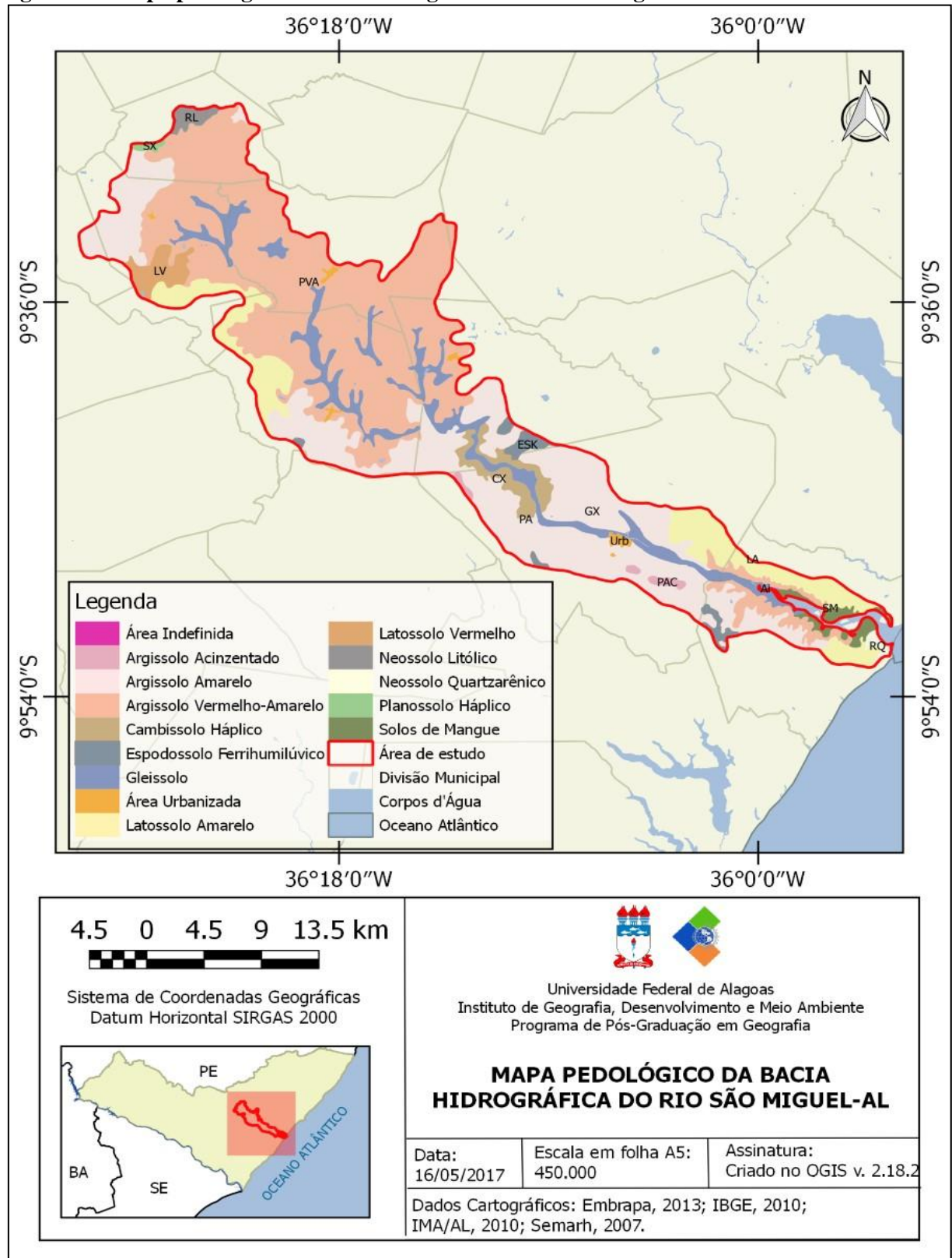
Fonte: EMBRAPA, 2012.

Argissolos

Apresenta acúmulo de argila em subsuperfície, são solos minerais bem desenvolvidos e drenados, profundos a muito profundos, forte a imperfeitamente drenados, com textura variando de arenosa a argilosa em superfície e de média a muito argilosa em subsuperfície. Possui, de modo geral, como fator limitante uma baixa fertilidade natural, alta suscetibilidade à erosão. Exibe cores vermelhas, vermelho-amarelas, amarelas, acinzentadas.

Suas limitações estão mais relacionadas a baixa fertilidade, acidez, e a suscetibilidade aos processos erosivos, principalmente quando ocorrem em relevos mais movimentados.

Figura 10 - Mapa pedológico da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL



Elaboração: LGA, 2017

- Argissolos acinzentados destacam-se na zona sul dos Tabuleiros Costeiros do estado de Alagoas e, comumente, distribuem-se em suaves depressões que ocorrem no topo dos Tabuleiros Costeiros;
- Argissolos Amarelos, em menor proporção, também se desenvolvem a partir de rochas cristalinas localizadas na região do “Mar de Morros”, contornando os Tabuleiros Costeiros;
- Argissolos Vermelho-Amarelos, no Estado de Alagoas, destacam-se na zona úmida costeira e na transição desta zona com o ambiente semiárido. São solos bastante representativos na região do “Mar de Morros”, contornando os Tabuleiros Costeiros.

Cambissolos háplico

Solo com boa reserva de nutrientes e capacidade de armazenamento de água. Solo pedregoso e rochoso, e está associado a relevo forte ondulado. Suas principais limitações são o risco de inundação no ambiente de várzea, risco de erosão.

As características destes solos variam muito de um local para outro. Desta forma, a classe compreende solos desde fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cores claras até vermelhas, bem como, de alta a baixa atividade das argilas.

Espodosolos ferrihumilúvico

No contexto do Estado de Alagoas, esse solo tem ocorrência no ambiente dos Tabuleiros Costeiros e na Baixada Litorânea.

Em termos físicos, são solos tipicamente arenosos com drenagem rápida na superfície, mas podendo ser impedida em profundidade. Suas limitações de uso estão associadas com a textura arenosa, fertilidade natural muito baixa.

Gleissolo

Solo mal drenado e suas limitações, devido aos problemas de drenagem, são riscos de inundação, de acidez elevada pelo manejo inadequado e de contaminação de cursos d'água e do lençol freático. A textura mais frequente varia de média a muito argilosa com predomínio

na faixa de argilosa a muito argilosa. As maiores limitações estão relacionadas com o lençol freático elevado e risco de inundações ou alagamentos frequentes;

Latossolo

Solo bem desenvolvido, profundo e bem drenado, ocorre comumente em relevo suave ondulado a plano. Apresenta boa capacidade de armazenamento de água e efluentes, possui fertilidade natural baixa, ocupam a região dos Tabuleiros Costeiros e exibe cores vermelhas, vermelho-amarelas, amarelas e acinzentadas.

- Latossolo Amarelo

Os Latossolos Amarelos, em geral, podem ser subdivididos em dois grupos, os coesos, desenvolvidos na zona úmida costeira e, os não coesos, encontrados predominantemente no contexto do ambiente semiárido.

- Latossolos vermelho

São solos que apresentam boas condições físicas em termos de profundidade e condições de drenagem. As limitações mais importantes relacionam-se com as restrições climáticas, isto é, a irregularidade e a má distribuição das precipitações na região de transição entre zona úmida costeira e a zona semiárida.

Neossolo Litólico

Solo raso e pedregoso. Forma-se a partir de qualquer tipo de rocha, associado comumente a um relevo movimentado. Apresenta pequena capacidade de armazenamento de água, pedregosidade e rochosidade generalizada e alta suscetibilidade à erosão.

Neossolo Quartzarênico

Solo derivado de rochas ou sedimentos de natureza essencialmente quartzosa. Apresenta textura arenosa e ocorre em relevo suave ondulado. Como fator limitante, apresenta baixa capacidade de retenção de água e elevado risco de contaminação de águas subterrâneas.

Planossoloháplico

Solo com acúmulo significativo de argila em subsuperfície. Solo imperfeitamente a mal drenado. Ocorrência dominante em relevo suave ondulado e plano. drenagem restrita, alta suscetibilidade à erosão, elevado risco de salinização, consistência dura pequena profundidade efetiva e pedregosidade superficial.

Solo de mangue

São solos escuros e lamacentos com alto conteúdo de sais provenientes da água do mar, formados no ambiente dos manguezais. O material de origem desses solos é constituído por sedimentos recentes, de natureza mineral em mistura com matéria orgânica. Esse material tem composição flúvio-marinhas nos locais onde as águas dos rios encontram as águas do mar, em seus baixos cursos. Ocorrem em várzeas da baixada litorânea, nas desembocaduras de rios e em parte dos cursos dos mesmos, bem como nas proximidades de lagoas e pequenas depressões da faixa litorânea.

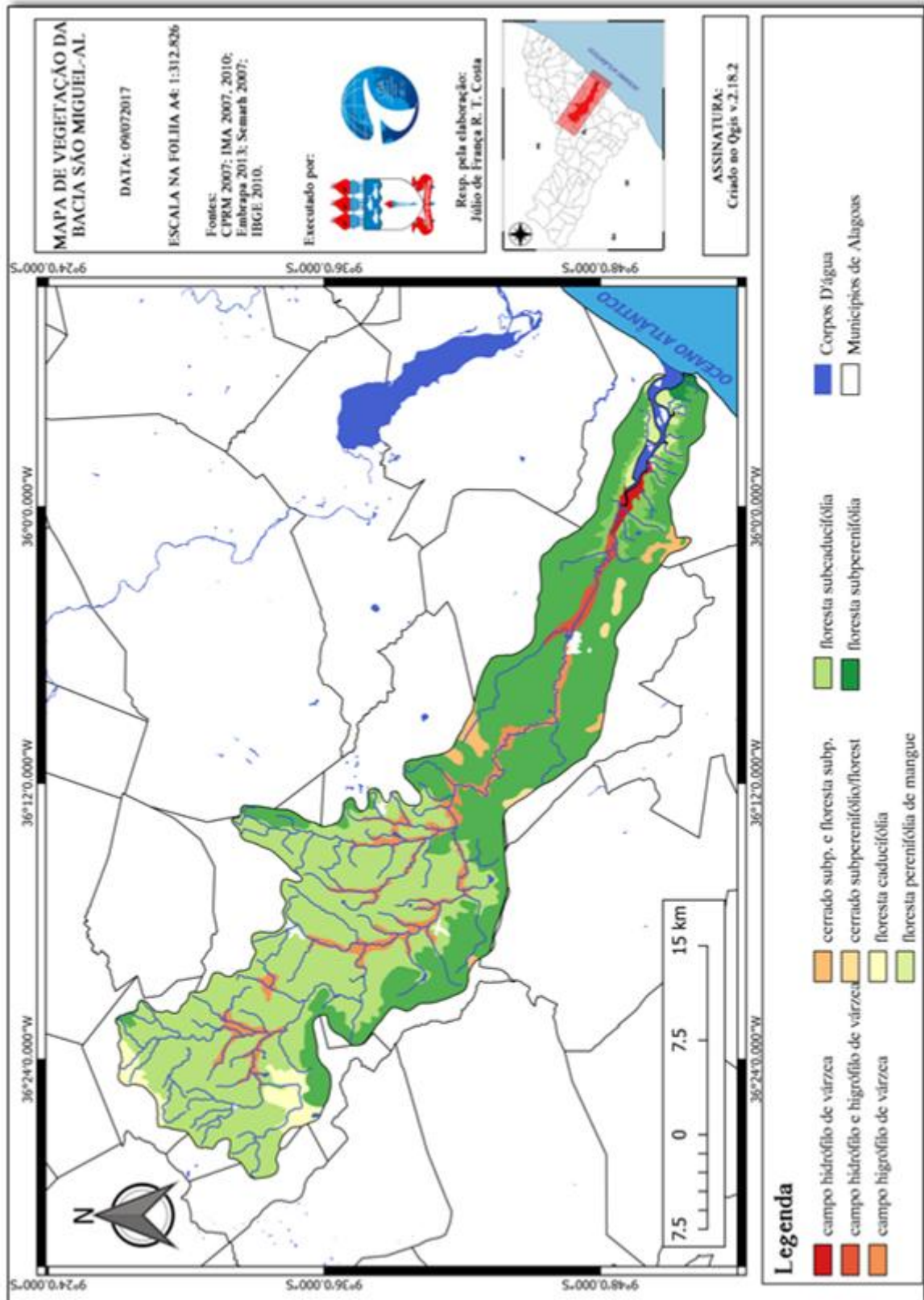
6.1.5 Vegetação

O mapa de vegetação da bacia hidrográfica do rio São Miguel (**Figura 11**), mostrou os diferentes tipos de formações vegetais existentes na bacia. De acordo com a Embrapa, (2012), essas formações vegetais são caracterizadas da seguinte forma:

Campos de várzea

Relacionam-se com as áreas das várzeas úmidas e alagadas, em periferias de cursos d'água e lugares úmidos onde, de certo modo, existe acúmulo das águas dos rios, riachos e de chuvas. É uma vegetação constituída por estratos baixos ou rasteiros, herbáceos ou herbáceos-arbustivos, porém formando comunidades densas. Conforme a maior ou menor permanência

Figura 11 - Mapa da vegetação da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL



Elaboração: LGA, 2017

da umidade do ambiente, essa vegetação pode ser subdividida em campos higrófilos de várzea (com menos umidade ou alagamento temporário) e campos hidrófilos de várzea (com maior permanência da umidade ou alagamento permanente).

Cerrados

Esta formação ocorre em pequenas áreas isoladas no topo dos Tabuleiros Costeiros. Os cerrados, de uma forma geral, são caracterizados por herbáceas, gramíneas e árvores tortuosas. Na zona úmida costeira ocorrem como cerrados do tipo subperenifólios. Como exemplos *Hancorniaspeciosa* Gomes (mangaba) e *Anacardiumoccidentale* L. (cajueiro).

Floresta caducifólia

Em função das atividades agropecuárias, esta formação florestal encontra-se bastante devastada, tornando-se difícil sua identificação no campo. É uma vegetação situada na transição para o ambiente das caatingas. Caracteriza-se por apresentar espécies predominantemente decíduas, porte da ordem de 10 m a 15 m e com árvores muito ramificadas, pouco densas, com folhas pequenas e, em adição, já apresenta algumas espécies comuns à caatinga. Entre as espécies antes encontradas merecem citação: *Miracrodonurundeuva* (aroeira) e *Ziziphusjoazeiro* Mart. (juazeiro), por exemplo.

Floresta perenifólia de mangue

Vegetação relativamente uniforme, com presença de raízes adventícias, folhas espessas e coriáceas, troncos finos e retorcidos, que se desenvolve nos ambientes relacionados às desembocaduras dos rios, no encontro das águas doces com as águas salgadas. Os manguezais apresentam feição característica, muitas vezes, com predominância de uma só espécie. Dentre as espécies destacam-se *Rhizophoramangle* L. (mangue vermelho), *Conocarpuserectus* L. (mangue-ratinho ou de botão), e *Leguncularia racemosa* Gaertn. F. (mangue branco).

Floresta subcaducifolia

A vegetação tem um porte em torno de 20 m (estrato mais alto) e apresenta como característica importante, uma razoável perda de suas folhas no período seco, notadamente no estrato arbóreo. Na época chuvosa, a sua fisionomia confunde-se com a da floresta subperenifolia, no entanto, no período seco, acentua-se a diferença entre elas. Nesta formação podem ser citadas espécies arbóreas como *Standley* (pau-d'arco-amarelo) e *Bowdichiavirgilioides* H.B.K. (sucupira).

Floresta subperenifolia

É uma formação densa, alta, com porte na faixa de 20 m a 30 m e bastante rica em espécies vegetais. É uma vegetação que pode ser considerada praticamente sempre verde, isto é, com muito pouca perda de folhas. No geral, entre as muitas espécies encontradas, podem ser citadas, *Bowdichiavirgilioides* H.B.K. (sucupira), *Byrsonimasericea* DC. (murici-da-mata), *Galleziagorzema* Moq. (pau-d'alho), entre outras.

Floresta subperenifolia de restinga

Trata-se das formações florestais que se desenvolvem nos sedimentos arenosos da baixada litorânea que são mais expressivos no litoral sul do Estado de Alagoas. É uma vegetação pouco densa com árvores em torno de 10 m a 15 m de altura, troncos relativamente finos, ramificação comumente baixa, caules às vezes tortuosos e copas irregulares. Ao longo das restingas, a vegetação comumente apresenta algumas “clareiras” onde se desenvolve uma vegetação campestre. No estrato arbóreo destacam-se *Schinusterebinthifolius* (aroeira da praia), *Anacardium occidentale* L. (cajueiro), *Sandw.* (pau-d' arco-roxo), *Ocoteasp.* (louro) e *Hancorniaspeciosa* Gomez (mangaba) por exemplo.

6.1.6 Uso do solo

O uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio São Miguel sucede ao século XVII quando surgiram os primeiros núcleos de povoamento em Alagoas. Neste período as

formas de uso do solo se distinguiam na monocultura da cana-de-açúcar e no cultivo do algodão no baixo e médio curso do rio, no alto curso do rio também a cana-de-açúcar e o cultivo do algodão estavam presentes, além da pecuária e da agricultura de subsistência. (SOUZA, 2013 e IBGE, 2014)

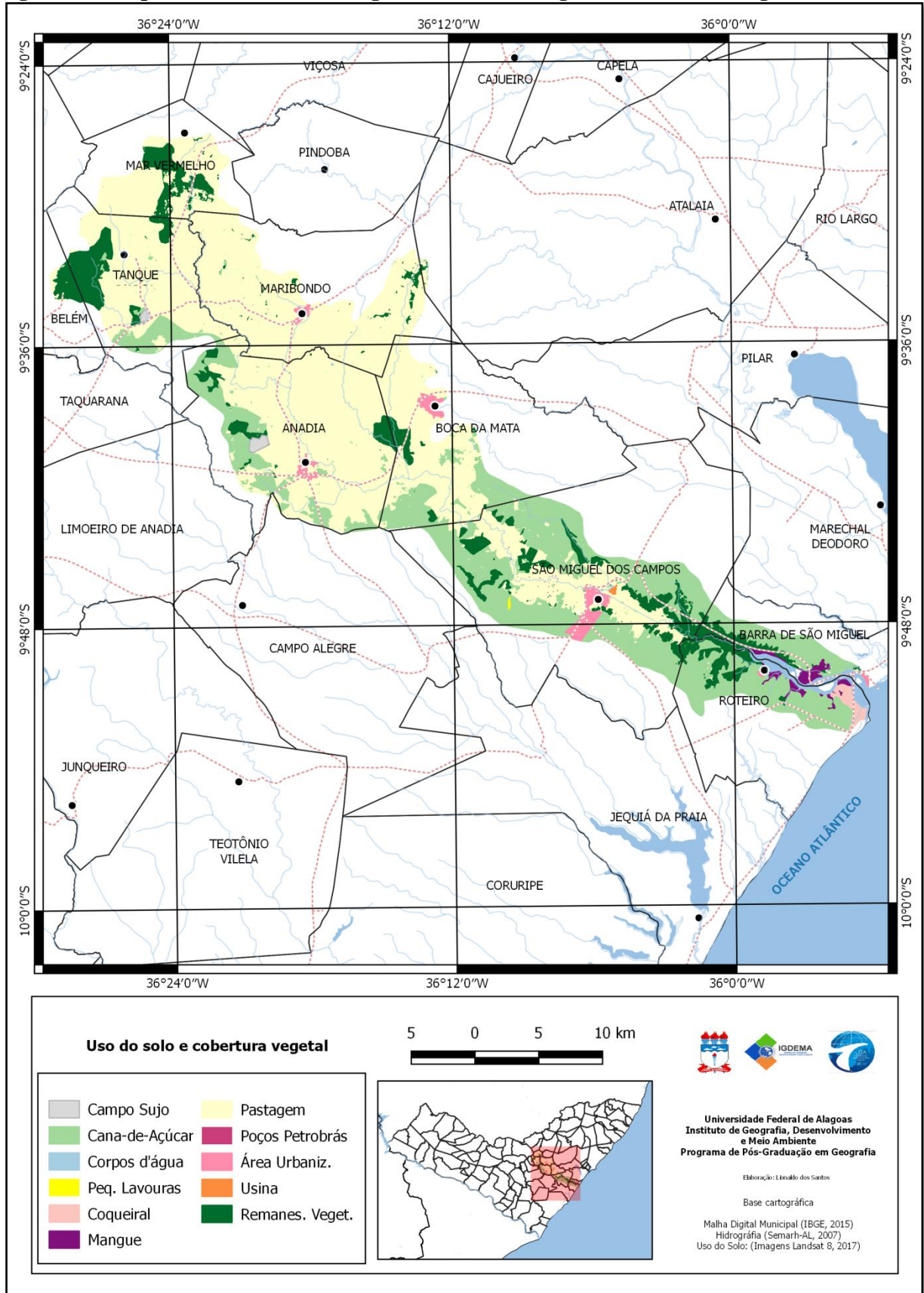
Estas formas de uso e ocupação do solo perduram até hoje, exceto o cultivo do algodão que entrou em crise com a concorrência em outras áreas do estado que também cultivavam o algodão. (IBIDEM)

Atualmente como mostra a **Figura 12**, o uso do solo e a cobertura vegetal na bacia, é distribuído de forma que, no alto curso do rio há a predominância da cobertura vegetal da pastagem onde a pecuária é fortemente presente, seguida pela monocultura da cana-de-açúcar, em menor proporção aparecem os remanescentes vegetais nativos da região e de forma pontual localidades urbanizadas e a exploração mineral de rochas do tipo biotita-granito.

Já na parte do médio curso do rio a predominância continua sendo da pastagem / pecuária, seguida da cana-de-açúcar. Há também alguns pontos de remanescentes vegetais e áreas urbanizadas.

E na parte do baixo curso do rio, o que predomina é a monocultura da cana-de-açúcar seguida pela pastagem/ pecuária, também ocorre a presença em menor escala de remanescentes vegetais, vegetação de mangue que vem sendo suprimida pela monocultura da cana-de-açúcar. Ainda há a presença de áreas urbanizadas, o cultivo do coco, de forma pontual aparecem as pequenas lavouras e a exploração mineral referente ao calcário e ao petróleo.

Figura 12 - Mapa de uso e cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio São Miguel



Fonte: Elaboração Lionaldo dos Santos

6.2 Alterações ambientais decorrentes do uso e ocupação do solo na bacia do rio São Miguel

As alterações ambientais foram contabilizadas em 133 pontos como mostra **Figura 13**, registrados em campo desde o alto ao baixo curso do rio.

6.2.1 Alto curso do rio

O uso do solo no alto curso do rio São Miguel/ AL é um reflexo das atividades desempenhadas no período em que esta área foi ocupado, estas atividades foram intensificadas ao longo do tempo, conseqüentemente acabam influenciando na modificação da paisagem.

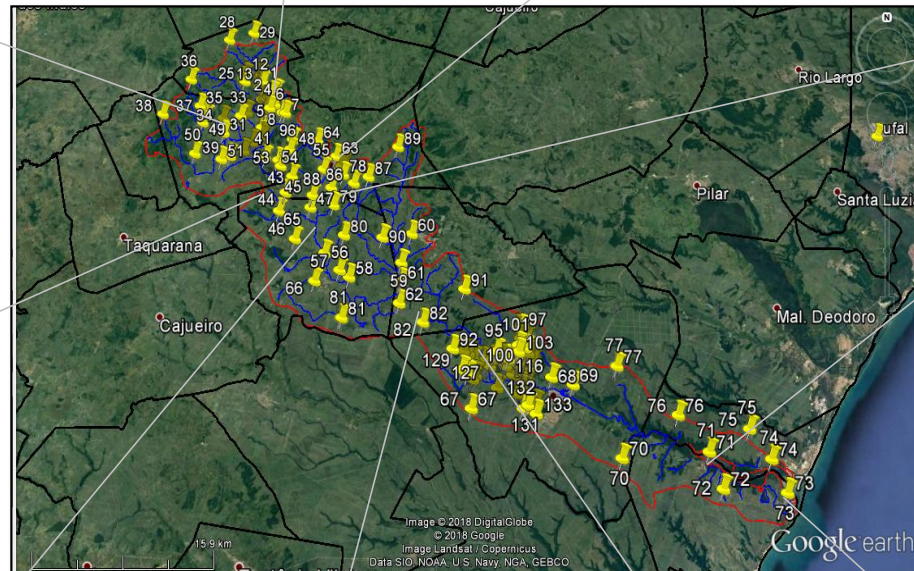
O alto curso do rio está localizado entre os municípios de Mar Vermelho, Belém, Maribondo e Tanque D'arca, onde há concentração de terras nas mãos de poucos proprietários. Esta área é ocupada pela pecuária, pela agricultura de subsistência, localidades urbanizadas e, em alguns pontos, pela mineração.

6.2.1.1 Pecuária e agricultura de subsistência

As atividades pecuaristas nesta área são intensas e tem gerado impactos ambientais na paisagem, através das alterações realizadas no meio, a destacar a retirada da vegetação nativa para a ocupação da pastagem e a ausência da mata ciliar nas margens dos rios que outrora foi retirada, como pode-se observar na **Figura 14**.



Figura 13 -Pontos com registro de ocorrência de Alterações ambientais



Fonte: Google earth pro ano de 2018



Figura 14 - Afluente do rio São Miguel, sem mata ciliar e a presença da pecuária.



Fonte: Autora, 2017.

É importante destacar a importância da vegetação adequada nas margens do rio, que facilita o processo de infiltração da água no solo e intercepta a força cinética da água da chuva que atua como um dos causadores de erosão. (BERTONI, LOMBARDI NETO, 2010, p. 31). Quando as encostas estão desprotegidas os deslizamentos acabam ocorrendo como mostra a **Figura 15**.

Figura 15 - Deslizamento de massa nas encostas de um afluente do rio São Miguel



Fonte: Autora, 2015.

Há de se levar em consideração que, com a retirada da vegetação nativa e o constante pisoteio do gado, os processos erosivos acabam sendo intensificados, principalmente nas margens dos riachos como mostra a **Figura16**. Estas margens deveriam estar protegidas com a mata ciliar, pois se trata de áreas de preservação permanente, de acordo com a Lei nº 12.727, de outubro de 2012, Art. 4º “Considera-se Área de Preservação Permanente (...) as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, incluindo os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular”.

Um outro motivo da retirada da vegetação nativa na região é a substituição desta por agricultura de subsistência. Estas são realizadas para o consumo próprio dos agricultores e a venda do excedente. Em alguns pontos foi identificada a presença destas agriculturas nas margens do rio como se pode observar na **Figura 17**, onde deveria se ter a presença da vegetação ciliar.

Figura 16 - Erosão nas margens de um afluente do rio São Miguel.



Fonte: Autora, 2015.

Figura 17 - Afluente do rio São Miguel com ausência da mata ciliar e a presença de agricultura de subsistência nas margens do riacho.



Fonte: Autora, 2017.

6.2.1.2 Mineração

Outra forma de exploração no alto curso do rio São Miguel, é a mineração. Essas atividades estão localizadas nos arredores do povoado Mata Verde, município de Maribondo. De acordo com Nascimento, (2004) as rochas graníticas foram descobertas e começaram a serem utilizadas por volta de 1969, primeiro no calçamento do povoado, e depois nas demais construções civis.

O plano de lavra de uma pedreira a céu aberto consiste, quase sempre na retirada da vegetação, do solo e do material estéril (regolito que recobre a rocha) no desmonte da rocha, no transporte do mineral, para as instalações de beneficiamento e na britagem da rocha. (POLLETO, 2006, p. 53)

Estas lavras, localizadas em propriedades privadas, (Alagoas, 2004), são constituídas por rochas graníticas do tipo biotita-granito, formadas pelos minerais de quartzo, feldspatos e biotita. São extraídas com o intuito da comercialização e geração de renda. Todo o processo de exploração é realizado de forma rudimentar, e com mão-de-obra barata. De início ocorrem às explosões com material manipulado de forma artesanal, para que as lavras sejam abertas e

as rochas desmontadas. Em seguida é feito todo trabalho de cortes dando as formas e os tamanhos que são solicitados para a construção civil e demais utilidades.

Estas atividades causam muitos impactos no meio ambiente, como se pode observar na **Figura 18**. A princípio, a área é devastada e grandes parcelas de solo são retiradas para que a lavra seja aberta, o que significa dizer uma redução na fauna e na flora visto que seu habitat foi tomado. Com as sucessivas explosões ocorrem as modificações na morfologia, também agrava o risco de desmoronamento dos blocos de rochas e os movimentos de massa tendem a aumentar.

Figura 18 -Extração de rochas graníticas.



Fonte: Autora, 2015.

6.2.1.3 Extração de areia no leito do rio

Em alguns pontos do rio principal da bacia, foi identificada a intensa retirada de areia do leito do rio para a comercialização nas mais variadas formas, a exemplo, agregado para concreto, argamassas, blocos e em pavimentação. Todos esses materiais são de utilizados na construção civil.

A retirada da areia é realizada por diferentes métodos, de forma rudimentar utilizando enxadas, pás e carroças atreladas à força de animais, todo material é acumulado como mostra a **Figura 19**. Depois o material é transportado por caçambas para os destinos de demanda. A outra forma é por meio da dragagem, onde a areia é extraída por maquinários. Ambos os métodos requerem a retirada da vegetação das margens do rio.

Estas atividades desencadeiam muitos impactos ambientais, a exemplo, “geração de efluentes com particulados nos rios; alteração paisagística; desmatamento; emissão de particulados atmosféricos provenientes do tráfego de caminhões fora de estrada; ruído das máquinas etc.” (QUARESMA, 2009). Dessa forma, é possível perceber na **Figura 20**, as alterações que ocorrem na paisagem onde existe a extração de areia.

Figura 19 - Bancos de areia retirada do leito do rio São Miguel, município de Maribondo.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 20 - Trecho do rio São Miguel onde há a extração de areia.



Fonte: Autora, 2018.

6.2.1.4 Urbanização

Outro impacto ambiental a ser citado é a poluição do solo, do ar e de afluentes por conta da formação de lixão que fora acumulado pelo descarte doméstico das localidades urbanizadas nos arredores da região. O lixo recolhido vem dos municípios e povoados circunvizinhos. O referido lixão está localizado no interior do município de Maribondo as margens da BR 316 ao lado de um afluente do rio São Miguel. Embora tenha sido fechado a pouco tempo cabe destacar suas consequências ao meio ambiente.

A poluição do solo se dá a partir dos despejos sólidos lançados em grande quantidade, que ao longo do tempo foram sendo acumulados, queimados e compactados no solo, como mostra a **Figura 21**. Quando ocorre a chuva, a água adentra no lixão misturando-se com substâncias que foram geradas da decomposição do lixo, o chorume. Essas composições contaminam o solo e os cursos de água próximos.

Figura 21 - Lixão ao lado da BR 316, interior do município de Maribondo-AL



Fonte: Autora, 2018.

6.2.2 Médio curso do rio

O médio curso do rio São Miguel localiza-se entre os municípios de Maribondo, Anadia, Boca da Mata e São Miguel dos Campos, tem seu uso e ocupação do solo com áreas

urbanizadas, a pecuária e a monocultura da cana-de-açúcar, estas práticas tem desencadeado alterações causando impactos ambientais na paisagem.

6.2.2.1 Urbanização

A urbanização é uma forma de ocupação que prova uma série de impactos ambientais, desde o desmatamento para a construção e edificação das moradias e demais estabelecimentos até a própria localização, pois algumas cidades se situam às margens de rios se tornando uma ocupação indevida, visto que, a dinâmica na vazão dos cursos de água é diferenciada durante o ano, podendo ocupar os espaços dos diferentes tipos de leitos do rio.

No município de Maribondo, o afluente que recebe o topônimo de riacho das Pedrinhas perpassa no centro da cidade. Este recebe os esgotos e o lixo de parte da cidade como mostra a **Figura 22**. Estes despejos têm provocado a poluição das águas do riacho tornando-as impróprias para uso e consumo.

Figura 22 - Poluição nas águas do riacho Pedrinhas, centro da cidade de Maribondo.



Fonte: Autora, 2018.

6.2.2.2 Pecuária

Nesta porção do médio curso do rio, o solo também é ocupado pela pecuária, que como dito anteriormente, ocasiona a supressão da vegetação nativa, incluindo a vegetação ciliar e acaba ocasionando alterações e impactos ambientais.

Ressaltando o Código Florestal brasileiro, as matas ciliares devem ser protegidas, pois exercem a função de, “(...) preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. (Lei nº 12.651 de 25 de Maio de 2012)

A carência da vegetação ciliar também pode acabar permitindo um possível assoreamento de trechos dos rios, pois o solo existente em suas margens pode ser removido para o leito do rio ocupando-o como mostram as **Figuras 23 e 24**.

Figura 23 -Processo de assoreamento em um afluente do rio São Miguel na zona rural do município de Maribondo.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 24 - Solo removido em um afluente do rio São Miguel na zona rural do município de Maribondo.



Fonte: Autora, 2018

6.2.2.3 Monocultura da cana-de-açúcar

O médio curso do rio São Miguel, engloba os municípios de Maribondo, Anadia, Boca da Mata e São Miguel dos Campos, e tem seu uso e ocupação do solo com a cana de açúcar, a pecuária e a mineração, estas tem desencadeado impactos ambientais na paisagem.

A monocultura da cana-de-açúcar **Figura 25**, gera muitos impactos ao meio ambiente, a começar pelo desmatamento, onde a vegetação nativa tem de ser retirada para o cultivo da cana, havendo uma redução na biodiversidade da área.

Outro impacto a ser citado, é o da contaminação do solo devido ao excesso de produtos químicos defensivos agrícolas, que são utilizados na monocultura da cana-de-açúcar para melhorar o desenvolvimento da plantação e evitar pragas na mesma. O excesso desses produtos químicos também pode ocasionar o desgaste e a perda dos nutrientes do solo deixando-o pobre e seu uso inviável.

Cabe ressaltar que um dos mais discutidos problemas advindos dos canaviais são as queimadas, por ser uma atividade que envolve grandes investimentos na economia regional, ao mesmo tempo ocasiona também problemas ambientais devido a poluição atmosférica e no meio biótico do solo. As queimadas realizadas para facilitar o corte da cana no período da colheita emite gases para atmosfera contribuindo para a poluição do ar e o aquecimento na superfície do solo compromete os seres vivos.

Figura 25– Canavia entre os municípios de Anadia e Boca da Mata-AL.



Fonte: Autora, 2018.

6.2.3 Baixo curso do rio

A porção do baixo curso do rio está localizada na interface dos municípios de São Miguel dos Campos, Roteiro e Barra de São Miguel, onde o uso e ocupação do solo identificado é a mineração, a monocultura da cana-de-açúcar e urbanização.

6.2.3.1 Mineração – Calcário/ Petróleo

Outra forma de uso do solo dessa região é a extração mineral de calcário e argila que são utilizados na fabricação de cimento nos arredores da cidade de São Miguel dos Campos e para uso em outros seguimentos como, cerâmica, plásticos, papel etc;. Esse tipo de uso e ocupação do solo proporciona uma série de impactos, a começar pelo desmatamento da área, depois a abertura de lavras para explosões e desmontes da rocha, as escavações podem chegar a profundidades significativas, com isso tornar o ambiente mais vulnerável a movimentos de massa, ainda, modifica a paisagem com as alterações ocasionadas no espaço explorado, como mostra a **Figura 26**.

Nesta porção também existe a extração de petróleo, como mostra a **Figura 26**, onde para fazer as perfurações dos poços tiveram também de retirar a vegetação, deixando o solo

mais vulnerável à erosão. O risco de impacto por meio da contaminação do solo é um agravante que pode ocorrer na extração deste minério.

Figura 26 - Vista da lavra de extração de calcário e pontos de extração de petróleo em São Miguel dos Campos.



Fonte: Google Maps, 2018.

6.2.3.2 Monocultura da cana-de-açúcar e ecossistema lagunar

O baixo curso do rio São Miguel engloba os municípios de Roteiro e Barra de São Miguel, o processo de uso e ocupação dessa região, se deu em meados dos anos de 1636 quando a desembocadura do rio São Miguel foi descoberta pelos colonizadores europeus e os núcleos de povoamento começaram a surgir na área. Mais tarde os plantios de cana-de-açúcar começam a ser implantados e depois a adentrar o interior da região.

A monocultura da cana-de-açúcar é umas das formas de uso e ocupação do solo que predomina no baixo curso do rio São Miguel, um fator que ocasiona impactos para o ecossistema lagunar da região, no caso a laguna de Roteiro **Figura 27**. Pois foi possível observar que a vegetação de mangue vem sendo suprimida para dar lugar à monocultura da cana-de-açúcar como mostra a **Figura 28**, cabe destacar que a população circunvizinha da laguna tem como principal fonte de renda as atividades realizadas na mesma, tanto a pesca de algumas espécies de peixes, como a extração de crustáceos no caso o caranguejo.

Figura 27 - Vista de um trecho da laguna em Roteiro.



Fonte: Autora, 2018.

Figura 28 - Monocultura da cana-de-açúcar nos arredores do ecossistema lagunar em Roteiro



Fonte: Google Maps, 2018.

6.2.3.3 Urbanização/ Turismo e a especulação imobiliária

Na região litorânea, as atividades voltadas ao turismo são intensas. A especulação imobiliária reflete na modificação da paisagem. Alterações vêm sendo realizadas, como a

retirada da vegetação em encostas tornando a área vulnerável, visto que, as características físicas naturais já seja susceptível a deslizamentos de massa, como mostra a **Figura 29**.

Figura 29–Vista de área suscetível a deslizamento de massa, Barra de São Miguel

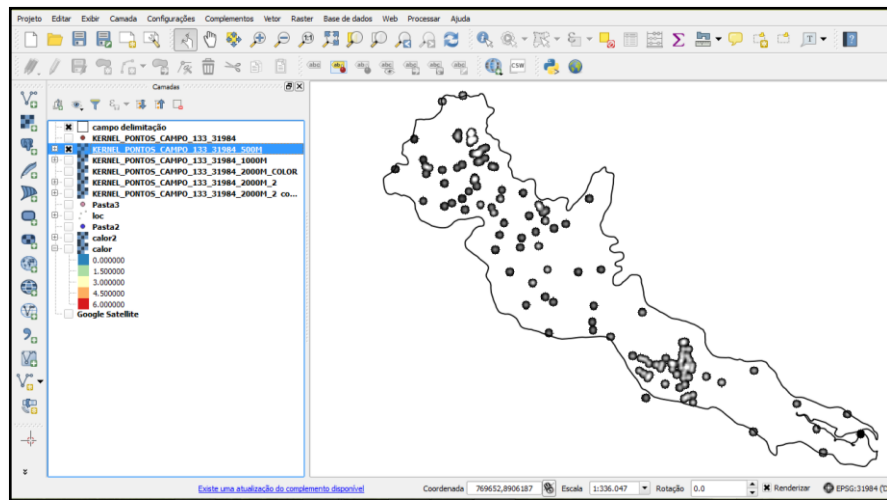


Fonte: Autora, 2018

6.3 Análise dos impactos ambientais na bacia hidrográfica do rio São Miguel

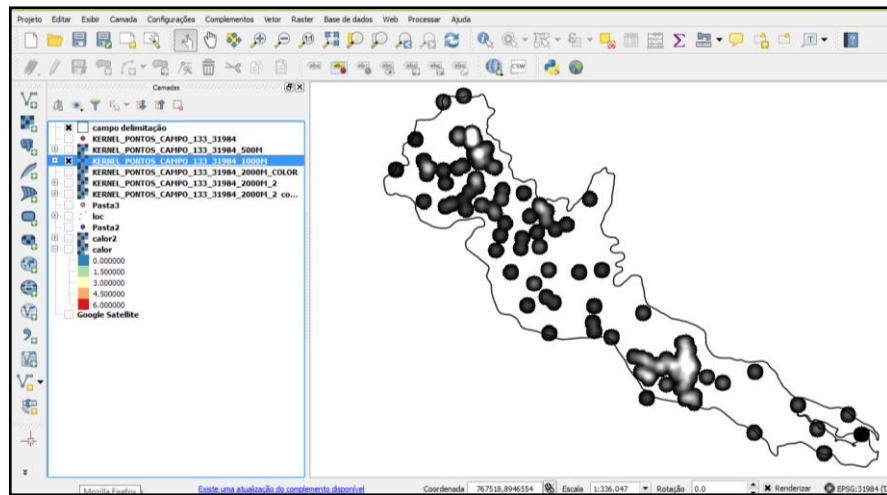
As alterações/ impactos ambientais da bacia hidrográfica do rio São Miguel foi elaborado um mapa baseado na proposta de Densidade de Kernel, uma vez que todos os pontos registrados em campo apresentam-se de forma concentrada quando espacializados como mostrou a **Figura 13**. Dessa forma, para verificar o que melhor representava os núcleos das concentrações das alterações/ impactos ambientais na bacia, foram utilizados diferentes raios de distâncias, como mostram as figuras 30, 31 e 32, assim, raio de 500m, raio de 1000m e raio de 2000m, o que melhor se adequou representando a área de influência de cada categoria de alteração/ impacto na bacia foi o mapeamento com raio de 2000m.

Figura 30: Raio de 500m de distância



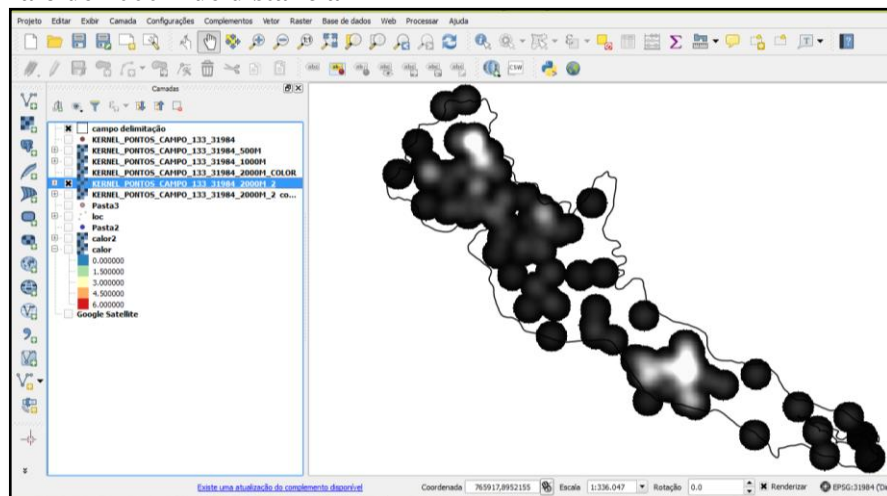
Fonte: Software QGIS 2.18

Figura 31: Raio de 1000m de distância



Fonte: Software QGIS 2.18

Figura 32: Raio de 2000m de distância



Fonte: Software QGIS 2.18

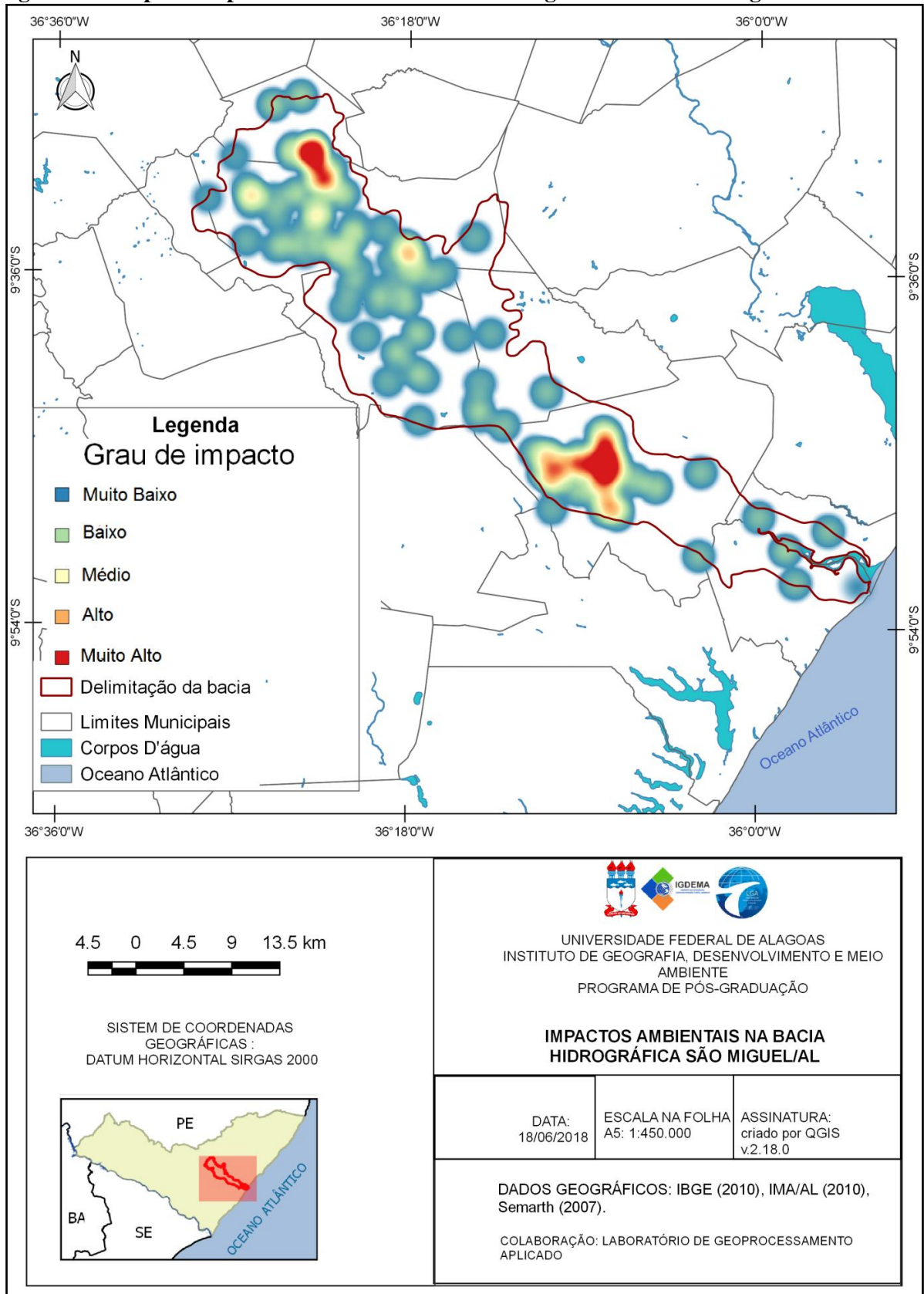
O Mapeamento das alterações e impactos ambientais na bacia hidrográfica do rio São Miguel, exposto na **Figura 33**, foi elaborado a partir dos dados de campo e o uso de classificação dos impactos pelos graus estabelecidos no **Quadro 04**.

Através dos mapeamentos elaborados das variáveis (Modelo Digital de Elevação, Unidades Geomorfológicas, Declividade, Vegetação, Pedologia, Uso do Solo e alterações e Impactos ambientais) foi possível fazer uma análise sobre as alterações ambientais existentes na paisagem da bacia hidrográfica do rio São Miguel, por meio do cruzamento dos dados vetoriais utilizando o software QGIS. 2.18. A análise foi feita por segmentos, alto, médio e baixo curso do rio, como forma de melhor compreender o contexto a qual os núcleos de alterações ambientais estão inseridos na paisagem.

6.3.1 Impactos no alto curso

Este segmento está inserido na interface dos municípios de Mar Vermelho, Belém, Tanque D'arca e Maribondo. Nesta porção do alto curso se destacam as altitudes mais elevadas da bacia chegando a uma cota altimétrica de aproximadamente 600m, o relevo é configurado por depressões periféricas, cimeiras estruturais conservadas, cimeiras estruturais dissecadas, serras isoladas rebaixadas, escarpas estruturais e escarpas dissecadas, estas diferentes formas de relevo possuem declividades que se classificam de plano a escarpado com inclinação superior a 75%.

Figura 33 - Mapa de impactos ambientais na bacia hidrográfica do rio São Miguel



Fonte: Elaboração, LGA, 2018.

No que se refere à vegetação, se distinguem em estratos de maior porte nas floresta caducifólia, floresta subcaducifólia, floresta subperenefólia, e campo hidrófilo de várzea estratos rasteiros e herbáceos.

Quanto aos tipos de solos existentes nessa porção da bacia, são citados os neossololítico, planossoloháplico, argissolo amarelo, argissolo vermelho-amarelo, latossolo vermelho, latossolo amarelo e gleissolo, estes solos possuem texturas diferenciadas tanto argilosos como arenosos.

O uso e ocupação do solo nessa área apresentam-se com a predominância de pastagens onde as atividades pecuaristas são desenvolvidas, vegetação e a cana de açúcar, e de forma pontual, a agricultura de subsistência e a exploração mineral.

Em relação aos impactos ambientais no segmento do alto curso, de acordo com a figura 32 o núcleo de maior concentração de alterações que vem causando impactos ambientais, destaca-se entre os territórios dos municípios de Mar Vermelho, Maribondo e Tanque D'arca, onde o uso e ocupação do solo se distinguem entre a pecuária que proporciona impactos ambientais de grau médio, como o desmatamento e a intensificação dos processos erosivos. A urbanização por sua vez, causa impactos ambientais com um grau muito alto, como o desmatamento, a impermeabilização de solo; a mineração também causa impactos ambientais com um grau muito alto, como o desmatamento e os riscos de ocorrência de movimentos de massa.

A pecuária extensiva que consiste na criação dos animais soltos, tendo como alimentação o pasto, nesta porção da bacia tem gerado impactos como o desmatamento da vegetação nativa, e a intensificação dos processos erosivos, estes, devido as características físicas peculiar da área já ocorrem de forma natural por influencia da morfologia no caso as cimeiras, que possuem uma variação de 20% a 75% de declividade e apresentam um terreno forte ondulado a montanhoso, esta morfologia é coberta por argissolos vermelho-amarelo, solos que são suscetíveis a erosão.

No processo de urbanização áreas de vegetação foi devastada, o solo compactado e impermeabilizado, uma vez que este nessa região o solo se classifica como argissolo vermelho-amarelo, solos argilosos que se caracterizam com menor porosidade o que de uma forma geral dificulta o processo de infiltração da água.

Também a mineração desenvolvida nessa área vem proporcionando uma série de impactos, uma vez que, a vegetação tem de ser retirada e parcelas de solo removido para se ter acesso a rocha do tipo biotita granito, esta é desmontada e explotada, dessa forma, os riscos de

movimentos de massa se tornam mais suscetíveis, visto que estas atividades estão situadas numa forma, de relevo escarpado com declividades que variam em torno de 75% de inclinação, atitudes que chegam a aproximadamente 500m e com solos do tipo argissolos que são propensos aos processos erosivos.

6.3.2 Impactos no médio curso

Este segmento está inserido na interface dos municípios de Maribondo, Anadia, Boca da Mata e São Miguel dos Campos. Nesta porção do médio curso, as cotas altimétricas chegam a aproximadamente 400m, o relevo é configurado por cimeira estrutural dissecada, serras isoladas, encostas de contato, depressões periféricas, superfícies tabulares 4 patamares e colinas isoladas dos tabuleiros. Estas diferentes formas de relevo possuem declividades que se classificam mais plana com até 3% de inclinação do relevo a até 45% com uma configuração mais ondulada.

No que se refere a vegetação, se distinguem em florestas subcaducifólia, floresta subperenefólia, cerrado subperenefólia/ floresta subperinefólia, e campo higrófilo de várzea próprio de ambientes alagados de forma temporária.

Quanto aos tipos de solos nessa porção da bacia, são citados os latossolo amarelo, argissolo vermelho-amarelo. O uso e ocupação do solo nessa área apresentam-se com predominância das pastagens onde as atividade pecuaristas são desenvolvidas e a cana-de-açúcar, alguns trechos de vegetação, áreas urbanizadas.

Em relação aos impactos ambientais no segmento médio curso, de acordo com o mapa de alterações e impactos ambientais, o núcleo de maior concentração de alterações causando impactos, destaca-se na interface do município de Maribondo, na zona rural com a presença da pecuária que causa impactos de grau médio, com o desmatamento e intensificação da erosão, e na zona urbana os impactos tem grau muito alto, com o desmatamento que foi feito, a impermeabilização do solo e poluição da água.

A pecuária presente nesta porção da bacia também é extensiva. As depressões periféricas que caracterizam parte do relevo desta área possuem variações de declives planos a suave ondulado com a presença dos solos classificados como argissolos vermelho-amarelo, estes solos de forma natural são suscetíveis a erosão, acabam ficando mais propensos a isso, uma vez que, o constante pisoteio do gado favorece a ocorrência. Como se trata de uma região

drenada por rios, suas margens acabam sendo erodidas, pois a mata ciliar que protege os mananciais hídricos foi suprimida para atender a dinâmica da criação do gado.

Quanto à urbanização que para tal causou desmatamento, na referida região trata-se do município de Maribondo, que está sobre a morfologia de depressões periféricas, com declividades que variam de plano a suave ondulado recoberto por solos do tipo argissolo vermelho-amarelo, solo argiloso menos poroso que influencia na infiltração da água. O centro da cidade foi edificado nas margens de um afluente do rio São Miguel, que se encontra poluído pelos dejetos residências que são lançados rotineiramente no rio deixando a água imprópria para o uso, e aumentando as chances de possíveis inundações. É importante ressaltar que existem registros de inundações que já ocorreram.

6.3.3 Impactos no baixo curso

Este segmento está inserido na interface dos municípios de São Miguel dos campos, Roteiro e Barra de São Miguel. Nesta porção do baixo curso as cotas altimétricas chegam a aproximadamente 150m. O relevo é configurado por superfícies tabuliformes, colinas isoladas dos tabuleiros, colinas baixas litorâneas, encosta de contato e planície-flúvio-marinha-lagunar. Estas diferentes formas de relevo possuem declividades que se classificam mais planas com até 3% de inclinação do relevo a até 45% em áreas de forma pontual onde os declives são forte ondulados.

No que se refere a vegetação, se distinguem em floresta subperenefólia, cerrado subperenefólia e floresta subperenefólia, campo higrófilo e campo hidrófilo de várzea, floresta perenefólia de mangue e floresta subperenefólia de restinga.

Quanto aos tipos de solos nessa porção da bacia são citados os, cambissolos háplico, argissolos amarelo, argissolos vermelho-amarelo, gleissolos, latossolo amarelo, neossoloquartzarênico, espodossolo ferrihumilúvico e solos de mague.

O uso e ocupação do solo nesse segmento são definidos com a presença de vegetação, pastagem, o cultivo do coco e da cana-de-açúcar, mangue, mineração e urbanização. Em relação aos impactos ambientais no baixo curso do rio, de acordo com o mapa de alterações e impactos ambientais, o núcleo de maior concentração de alterações que vem causando impactos no ambiente, pode-se destacar a urbanização com grau de impacto muito alto, por conta do desmatamento e riscos de inundações, já no caso das atividades de extração mineral (calcário e petróleo) o grau de impacto ambiental também é tido como muito alto, na extração

do calcário devido o desmatamento e erosão do solo, e na extração do petróleo por conta do desmatamento, riscos de contaminação do solo e poluição do ar.

Para a construção da cidade ocorreu desmatamento na área, urbanizada está situada as margens do rio São Miguel, o que já se torna um agravante por ter possibilidades de inundações, visto que estes espaços podem ter variação na dinâmica hidrográfica, isto é, na ocupação dos leitos dos rios nos períodos de índices pluviométricos mais considerados. O contexto das características físicas dessa área podem influenciar, uma vez que, o domínio da vegetação é de campo higrófilo regiões em que ocorrem alagamentos temporariamente, os solos desta área se classificam como gleissolos, solos com riscos de inundação ou alagamentos frequentes por serem solos argilosos e mal drenados, além do que, a geomorfologia de várzea com declividades planas e encostas onduladas.

Outro ponto a destacar sobre as alterações e impactos ambientais no baixo curso, é na área urbanizada do município de Roteiro. De início a alteração foi realizada com a remoção da vegetação para edificação das construções civis da zona urbana, este município está localizado as margens da lagoa do Roteiro tornando-se um ambiente de riscos de inundações visto que este ambiente possui solos classificados como gleissolos, solos argilosos e que são propensos a essa ocorrência, ainda. Outras características físicas podem ser vistas como variáveis colaboradoras para o risco de inundação, como as formas do relevo que se configuram como planícies flúvio marinha lagunar que apresentam declividades planas.

Outra atividade que proporciona impacto ambiental nessa área é a exploração de minério de calcário para a fabricação de cimento. Para a abertura da lavra é feito um desmatamento da área, dessa forma, deixando o solo instável com riscos de movimento de massa, pois o contexto das características físicas dessa porção de espaço o torna predisposto a essa ocorrência, pois, o solo é classificado como argissolo amarelo suscetível a erosão e a forma do relevo configura-se com encostas de contato com declividades que variam de ondulado a forte ondulado com declives de até 45% de inclinação.

Quanto à mineração voltada à exploração e extração de petróleo, altera o meio ambiente com a remoção da vegetação para a perfuração dos poços o que deixa o solo mais propenso a erosão além do que as características do solo desta porção é classificado como argissolo, solos suscetíveis aos processos erosivos, também os riscos de contaminação do solo. Outro impacto ambiental é transcrito pela emissão de gases que são liberados no processo de extração do minério.

7 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou a compreensão holística, no caso a bacia hidrográfica do rio São Miguel. Tendo como objetivo analisar de que forma se configura a paisagem da bacia hidrográfica do rio São Miguel/ AL, entendendo suas variáveis enquanto, solo, formas de relevo, declividade, vegetação, uso do solo visando a identificação das alterações e impactos ambientais.

Estas variáveis acima citadas revelam de que forma a paisagem desta área se apresenta e como sua dinâmica ocorre a luz de um geossistema, correspondendo as relações e conexões estabelecidas pelos elementos naturais e sociais deste cenário.

A relevância em adotar esta bacia hidrográfica como unidade de estudo por esta apresentar recursos naturais e atividades significativas para o estado de Alagoas. Cabe salientar que ao mesmo tempo em que estes recursos naturais são importantes para o meio ambiente também são importantes para o desenvolvimento econômico da região para os fins em que são utilizados. Esse paradoxo (preservação x uso/ ocupação) está na falta de um planejamento econômico e ambiental dessa bacia para que seus recursos sejam preservados, explorados, explotados e utilizados sem uma preocupação com seus limites e potencialidades ambientais.

A caracterização fisiográfica da bacia permitiu entender a configuração das formas físicas, bem como, estas influenciam no fluxo de mudanças que vem ocorrendo na bacia devido as atividades antrópicas gerando alterações e impactos ambientais.

As alterações e os impactos ambientais identificados e localizados por trabalho de campo permitiu confirmar a dinâmica de causa e efeito que ocorre na bacia devido ao uso e ocupação do solo. Assim foram identificadas alterações e impactos ambientais, tais como, desmatamento, erosão do solo, poluição do solo, poluição da água e compactação do solo.

Estas alterações e impactos ambientais identificados foram classificados seguindo diferentes graus, muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto com base no critério de alteração e/ou perda da fitomassa.

Os mapas elaborados responderam pela análise da pesquisa, para o conhecimento da configuração da extensão da bacia no que se refere a, sua geomorfologia, a pedologia, a declividade, da vegetação, da morfometria, e do uso e ocupação do solo.

Esta análise permitiu apontar para esta área a presença de alterações provenientes da ação antrópica na bacia ocasionando impactos ambientais no alto, médio e baixo curso do rio. Assim, foram encontrados graus de impactos nos diferentes segmentos do rio.

No alto curso foram encontrados graus de impactos muito alto, cujas as alterações correspondem a ocupação urbana e a exploração de rochas graníticas. As jazidas estão espacialmente localizadas muito próximas justificando o mapa de kernel de maior intensidade o que torna a área de impactos com grau muito alto. Também foram localizados impactos com grau alto ocasionado pela monocultura da cana-de-açúcar que causa o desmatamento e a poluição do ar; o impacto ambiental encontrado com grau médio é ocasionado por conta da pecuária que causa o desmatamento e intensifica os processos erosivos; também foi encontrado impactos ambientais com baixo grau, isso por conta da cultura temporária no caso as lavouras pela alteração da fitomassa; E também foi encontrado o grau de impacto muito baixo ocasionado pelas culturas permanentes que também alteram a fitomassa só que em menor proporção.

No médio curso do rio, a área com maior intensidade de alterações chega a apresentar grau alto de impacto, reflexo do uso e ocupação do solo, no caso por conta da monocultura da cana-de-açúcar que causa o desmatamento e a poluição do ar; o impacto ambiental encontrado com grau médio é ocasionado por conta da pecuária que causa o desmatamento e intensifica os processos erosivos; também foi encontrado impactos ambientais com baixo grau de impacto por conta da cultura temporária no caso as lavouras pela alteração de fitomassa; E também foi encontrado o grau de impacto muito baixo ocasionado pelas culturas permanentes que também alteram a fitomassa só que em menor proporção.

No segmento baixo curso as alterações e impactos ambientais consideradas com grau muito alto, também vem ocorrendo por conta da ocupação urbana e da extração mineral de petróleo e do calcário, justificado no mapa de kernel por apresentar área de maior intensidade por conta da proximidade em que estas atividades acontecem. Também foram localizados impactos com grau alto ocasionado pela monocultura da cana-de-açúcar que causa o desmatamento e a poluição do ar; o impacto ambiental encontrado com grau médio é ocasionado por conta da pecuária que causa o desmatamento e intensifica os processos erosivos; também foi encontrado impactos ambientais com baixo grau de impacto por conta da cultura temporária no caso as lavouras pela alteração de fitomassa; E também foi encontrado o grau de impacto muito baixo ocasionado pelas culturas permanentes que também alteram a fitomassa só que em menor proporção.

Com base nestes resultados, foi concluído que, o alto e o baixo curso da bacia hidrográfica do rio São Miguel são os segmentos em que apresentam maior intensidade de impactos que estão causando danos que podem ou não ser reversíveis, podendo ocasionar uma degradação ambiental, assim, colocando a qualidade e disponibilidade dos recursos naturais em risco de exaustão devido à constante demanda e má gestão destes.

Portanto, é necessário implantar realizar um diagnóstico e para elaboração de um planejamento que se estabeleça níveis de ações de intervenção, preservação e compatibilização do desenvolvimento econômico e meio ambiente de forma equilibrada permitindo o desenvolvimento econômico e ambiental de forma sustentável.

REFERÊNCIAS

- AB' SÁBER, Aziz Nacib. **Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALAGOAS, **Plano Diretor De Recursos Hídricos Das Bacias Dos Rios São Miguel, Jequiá, Niquim, Das Lagoas E Poxim**. Maceió: SEMARHN, 2004.
- ANM. Agência Nacional de Mineração. Disponível em <<http://www.anm.gov.br/>> Acesso em 25 de Julho de 2017.
- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 8ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.
- ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson EYji. **Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura**. 2ª ed. Brasília: Embrapa - SPI/ Embrapa - CPAC, 1998.
- BASTOS, A. C. S.; FREITAS, A. C de. **Agentes e Processos de Interferências, Degradação e Dano Ambiental**. In: CUNHA, S. B da.; GUERRA, A. J. T. (org). Avaliação e Perícia Ambiental. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.
- BERNARDES, J. A.; FERREIRA, F. P. M. **Sociedade e Natureza**. In: CUNHA, S. B da.; GUERRA, A. J. T. (org). A questão ambiental: diferentes abordagens. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**. Esboço metodológico. R. RA'É GA, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Editora UFPR.
- BERTONI, José. LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 2010.
- BRASIL. **Código Florestal**, Brasília, DF, 25 de maio 2012. Disponível em:<<http://www.jusbrasil.com.br/topicos/26442253/inciso-ii-do-artigo-3-da-lei-n-12651-de-25-de-maio-de-2012>>Acesso em: 15 de Junho de 2017.
- BRASIL, Presidência da República, Casa Civil, sub chefia para assuntos jurídicos. Lei nº 12.722, de 17 de Outubro de 2012, Brasília, out. de 2012. 2012a.
- BRASIL, Presidência da República, Casa Civil, sub chefia para assuntos jurídicos. Lei nº 12.651, de maio de 2012. Brasília, maio de 2012. 2012b
- BRITO, F. A; CÂMARA, J. B. D. **Democratização e Gestão Ambiental: Em busca do desenvolvimento sustentável**. 3ª.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.
- CALHEIROS, S. Q. C. **Turismo versus agricultura no litoral meridional alagoano**. Tomo 1. Rio de Janeiro, 2000, 256f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federa do Rio de Janeiro, 2000.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. **Princípios básicos em Geoprocessamento**. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura. Brasília: Embrapa, 1998.

CAMARGO, L. H. R. **A ruptura do meio ambiente: conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a geografia da complexidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CAMPOS, N; STUDART, T. (org). **Gestão de água: princípios e práticas**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

CARLOS, A. F. A. **A cidade: O homem e a cidade e o cidadão de quem é o solo urbano?**. 2ª ed. São Paulo: Contexto, 2008.

CASTRO, I. E. **O problema da escala**. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORREA, L. B. (org.). Geografia: conceitos e temas. 2ª Ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2000.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de paisagem: fundamentos**. Oficina de texto. São Paulo, 2014.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª. Ed. São Paulo: Editora Blucher, 1980.

COELHO NETO, Ana L. **Hidrologia de encostas na interface com a geomorfologia**. In: GUERRA, Antônio J. Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (org). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 9ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções CONAMA 1984 a 2012**. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>>. Acesso em 05 Junho 2015.

CORREA, R. L. **Espaço: um conceito-chave da Geografia** In: CASTRO, I. E; GOMES, P. C. C.; CORREA, L. B. (org.). Geografia: conceitos e temas. 2ª Ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1995.

CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia fluvial**, In: GUERRA, Antonio J. Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (org). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

CURI, A. **Minas a céu aberto planejamento de lavra**. São Paulo, : Oficina de Texto, 2014)

DIAS, J; SANTOS L. A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão do espaço sócio-ambiental rural. *Confins* [Online], 1 | 2007, posto online no dia 11 Junho 2007. DOI: 10.4000/confins.10. Disponível em: <<http://confins.revues.org/10>> Acesso em: 10 Jun. 2017.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/>> Acesso em 11 de Julho de 2017.

CUNHA, S. B da. **Canais fluviais e a questão ambiental**. In: CUNHA, S. B da.; GUERRA, A. J. T. (org). A questão ambiental: diferentes abordagens. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia fluvial**, In: GUERRA, Antonio J. Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (org). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em <<https://www.embrapa.br/>> Acesso em 10 de Julho de 2017.

FLORENZANO, Tereza G. **Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRANCO, José Gustavo de Oliveira. **Direito Ambiental Matas Ciliares: Conteúdo jurídico e biodiversidade**. 1ª Ed. 5ª reimp. Curitiba: Juruá, 2011.

GOMES, P. C. C. **O conceito de região e sua discussão**. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORREA, L. B. (org.). Geografia: conceitos e temas. 2ª Ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1995.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 14º Ed. São Paulo: Contexto, 2010.

GUERRA, Antonio José Teixeira; **Processos Erosivos Nas Encostas**. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (ogr). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 9ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

GUERRA, A. T; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, Antônio José Teixeira. MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia Ambiental**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

GUIMARAES JUNIOR, S. A. M; **Avaliação por geoprocessamento das áreas de preservação permanente hídricas, no município de Maceió, Alagoas – Brasil: uso da terra, cobertura vegetal, impactos ambientais e vulnerabilidade social**. Maceió, 2016, Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/>> Acesso em 10 de Julho de 2017.

IMA. Instituto do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.ima.al.gov.br/>> Acesso em 05 de Julho de 2017.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <<http://www.inpe.br/>> Acesso em 15 de Março de 2018.

LIMA, Ivan Fernandes. **Fundamentos do meio físico do estado de Alagoas**. Notas para a regionalização de Alagoas. Maceió: Convênio SEPLAN/SUDENE, 1977.

LANG, S; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

MACIEL, A. B. C.; LIMA, Z. M. C. **O conceito de paisagem**: diversidade de olhares. Sociedade e território, Natal, v.23, n° 2, p. 159-177, jul. / dez. 2011.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antonio Pereira. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: Realidade e Perspectivas para o Brasil a Partir da Experiência Francesa**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

MANUAL TÉCNICO DE USO DA TERRA. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p. (Manuais técnicos em Geociências, n. 7). Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>> Acesso em: 05 Abr. 2018

MAXIMINIANO, L. A. **Considerações sobre o conceito de paisagem**. R. RAÍE GA, Curitiba, n. 8, p. 83-91, 2004. Editora UFPR.

NASCIMENTO, Maria Selma do. **Aspectos Sócio- Econômicos Da Exploração Das Pedreiras Do Povoado Mata Verde, Zona Rural De Maribondo/Al**. Palmeira dos Índios-AL: UNEAL, 2004.

MEDEIROS, A. Quantum GIS. Disponível em <http://www.andersonmedeiros.com/category/geotecnologias/sig/quantum-gis/> Acesso em 10 de Abril de 2018.

MEDEIROS, A. Introdução aos mapas de Kernel. Disponível em <http://www.andersonmedeiros.com/mapas-de-kernel-parte-1/> Acesso em 10 de Abril de 2018.

NOVO, Evlyn Márcia L. de M. **Ambientes Fluviais**. In: FLOREZANO, Teresa G. (org). Geomorfologia: conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

PASSOS, M. M. **Biogeografia e Paisagem**. 2ª. ed. Maringá: 2003.

PÉREZ, Granel. CARMEN, Maria del. **Trabalhando Geografia com as Cartas Topográficas**. 2ª ed. Ijuí: Unijuí, 2004.

POLLETO, Cleide. **A exploração de pedreiras na região metropolitana de São Paulo, no contexto do planejamento e gestão do território**. São Paulo: USP, 2006.

RISTOW, S. F. P.; BELLI FILHO, P. **Uso de geotecnologias livres para apoio à gestão de bacias hidrográficas**: prática com Quantum Gis (QGIS) – Versão 2.2.0. Centro Tecnológico, departamento de Engenharia Sanitária e ambiental Universidade Federal de Santa Catarina. departamento de Engenharia Sanitária e ambiental. – Florianópolis, 2014. 75 p.

RODRIGUES, J. M. M. SILVA, E. V. da. CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das Paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: UFC, 2004.

RODRIGUES, J. M. M. SILVA, E. V. da. CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 5ª ed. Fortaleza: UFC, 2017.

SANTOS, M. **Por uma Geografia nova**: da crítica da Geografia a uma Geografia crítica. 6ª Ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado**, fundamentos Teórico e metodológico da geografia. Edusp. São Paulo, 2014.

SAUER, O. **A morfologia da paisagem**. In: CORRÊA; ROZENDAHL (Orgs.). Paisagem tempo e cultura, Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998.

SEMARH. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Disponível em <<http://www.semarh.al.gov.br/>> Acesso em 10 de Julho de 2017.

SENA, F. T. N. S.; SANTIAGO NETO, B. J.; LEITE, A. C. S. Uso do geoprocessamento como subsídio à análise ambiental: imagem SRMT na geração dos mapas hipsométrico e de declividade das bacias difusas da barragem boa esperança no estado do Piauí. In: IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2012, Recife – PE. **Anais...** Recife, 2012. P. 001-005.

SILVA, A. A. D. **Monbeig, Paisagem e Geografia Estigmática**. MERCATOR - Revista de Geografia da UFC. Fortaleza, n. 02. p. 71-78, 2002.

SILVA, X.J.; Zaidan, T.R. **Geoprocessamento e análise ambiental**: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 368 p.

SILVEIRA, V. S.; MENEZES, D. J.; SCCOTI, A. A. V. Mapeamento de uso da terra do município de São Pedro do Sul – RS. In: XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2013, Vitória – ES. **Anais...** Vitória, 2013. P. 20-28.

SOARES, F. M. **Paisagens e Paisagens: Uso e ocupação da terra na bacia do rio Curu/CE**. MERCATOR - Revista de Geografia da UFC. Fortaleza, n. 02. p. 71-78, 2002.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma Teoria de Classificação de Gesossistemas de Vida Terrestre**. Série Biogeografia n° 14, IG, USP, São Paulo, 1978.

SOUZA, J. C. O. de.; **Identificação de geossistemas e sua aplicação no estudo ambiental da bacia hidrográfica do rio São Miguel – AL**. Recife, 2013, Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de textos, 2017

TABACOW, J. W. SILVA, J. X. da. Geoprocessamento Aplicado à Análise da Fragmentação da Paisagem na Ilha de Santa Catarina (SC). In: SILVA, J. X. da. Z Aidan, R. T. (org). **Geoprocessamento e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

TORCHETTO, N. L.; QUEIROZ, R. de.; PEYROT, C. et al. O uso do Quantum Gis (QGIS) para caracterização de área degradada por atividades de mineração de basalto no município de Tenente Portella (RS). Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental – REGET – Santa Maria, v.18, n.2, p.719 – 726, Mai-Ago 2014.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. IBGE, Rio de Janeiro, 1977.

TROPMAIR, H.; GALINA, M. H. **Geossistemas**. Mercator – Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 10, 2006.

VILLELA, MATTOS. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, Mc Graw – Hill do Brasil, 1975.

XAVIER DA SILVA, J. **Geoprocessamento e análise ambiental**. Brasileira de Geografia: Revista do IBGE, Rio de Janeiro, v.54, n.3, p.47-61, 1992.

XAVIER DA SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: J. Xavier da Silva, 2001. 228p.

XAVIER-DA-SILVA, J.; Z Aidan, R. T. (Orgs.). TÍTULO (DIAS, GOMES, SILVA et. al, 2011, pg.149). Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

XAVIER-DA-SILVA, J.; Z Aidan, R. T. (Orgs.). TÍTULO do Xavier Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

Z Aidan, Ricardo Tavares; SILVA, Jorge Xavier da. **Geoprocessamento Aplicado ao Zoneamento de Áreas com Necessidade de Proteção**: O Caso do Parque Estadual do Ibitipoca - MG. In: SILVA, Jorge Xavier da; Z Aidan, Ricardo Tavares. (org). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

APÊNDICE A

Pontos	Localidade	UTM E	UTM N	Altitude (m)	Uso do solo	Alteração/ impacto ambiental identificado	Grau de impacto
1°	Sítio Paca/ Maribondo	789173	8947419	214 m	Pecuária	Erosão do solo	3
2°	Sítio Paca/ Maribondo	788735	8947219	230 m	Pecuária	Erosão do solo	3
3°	Sítio Paca/ Maribondo	788369	8946897	206 m	Pecuária	Erosão do solo	3
4°	Faz. Maracujá/ Maribondo	788526	8945710	193 m	Pecuária	Erosão do solo	3
5°	Faz. Mata do Cipó/ Maribondo	789045	8946103	206 m	Pecuária	Erosão do solo	3
6°	Faz. Maracujá/ Maribondo	789927	8945101	203 m	Pecuária	Erosão do solo	3
7°	Faz. Maracujá/ Maribondo	790282	8945004	210 m	Pecuária	Erosão do solo	3
8°	Faz. Alegria/ Maribondo	787828	8943497	200 m	Pecuária	Erosão do solo	3
9°	Faz. São João/ Maribondo	787668	8943181	180 m	Pecuária	Erosão do solo	3
10°	Pov. Poço Comprido/ Maribondo	787550	8946705	180 m	Culturas temporária (lavouras)	Desgaste do solo	2
11°	Pov. Poço Comprido/ Maribondo	787161	8948113	190 m	Pecuária	Erosão do solo	3
12°	Pov. Poço Comprido/ Maribondo	787526	8948509	223 m	Pecuária	Erosão do solo	3
13°	Pov. Poço Comprido/ Maribondo	787649	8948549	244 m	Mineração	Erosão do solo	5
14°	Pov. Poço Comprido/ Maribondo	787302	8948381	211 m	Mineração	Erosão do solo	5
15°	Pov. Poço Comprido/ Maribondo.	787137	8948480	212 m	Mineração	Erosão do solo	5
16°	Pov. Poço Comprido/ Maribondo	787174	8949212	253 m	Mineração	Erosão do solo	5

17°	Sítio escadinha/Mar Vermelho	787329	8949386	282 m	Mineração	Erosão do solo	5
18°	Sítio escadinha/Mar Vermelho	787316	8949333	282 m	Mineração	Erosão do solo	5
19°	Sítio escadinha/Mar Vermelho	787351	8949318	280 m	Mineração	Erosão do solo	5
20°	Povoado Mata Verde/Maribondo	787940	8946677	217 m	Urbanização	Lixo no riacho	5
21°	Povoado Mata Verde/Msribondo	788172	8946687	280 m	Urbanização	Lixo no córrego	5
22°	Povoado Mata Verde/Maribondo	788134	8945622	196 m	Pecuária	Erosão do solo	3
23°	Povoado Mata Verde/Maribondo	787746	8943573	187 m	Pecuária	Erosão do solo	3
24°	Povoado Mata Verde/Maribondo	788039	8942568	183 m	Pecuária	Erosão do solo	3
25°	Faz. Saboeiro/ Tanque D'arca	785637	8948678	293 m	Pecuária	Erosão do solo	3
26°	Fazenda Saboeiro/ Tanque D'arca	785349	8948962	293 m	Pecuária	Erosão do solo	3
27°	Fazenda Cajaíba / Tanque D'araca	785665	8949377	358 m	Pecuária	Erosão do solo	3
28°	Povoado Lameiro/ Mar Vermelho	783600	8953392	461 m	Urbanização	Poluição no riacho	5
29°	Município Mar Vermelho	786221	8954177	546 m	Urbanização	Erosão do solo	5
30°	Fazenda Saboeiro, município Tanque d'arca	786125	8945220	224 m	Pecuária	Erosão do solo	3
31°	Estrada acesso à Tanque D'arca	783869	8942937	201 m	Pecuária	Erosão do solo	3

32°	Povoado Coabe / Tanque D'arca.	783623	8944603	199 m	Pecuária	Erosão do solo	3
33°	Povoado Coabe/ Tanque D'arca.	785471	8944849	197 m	Pecuária	Erosão do solo	3
34°	Tanque D'arca	781845	8944849	215 m	Urbanização	Riacho poluído	5
35°	Divisor topográfico, serra do carrapato/ Mar Vermelho	781099	8945882	314 m	Culturas temporárias (lavouras)	Desgastes do solo	2
36°	Divisor topográfico, serra do carrapato/ Mar Vermelho	779993	8948579	465 m	Culturas temporárias (lavouras)	Erosão do solo	2
37°	Município de Tanque D'arca	781436	8945074	223 m	Urbanização	Riacho poluído	5
38°	Serra das Bananas/ Belém	777414	8944687	474 m	Culturas temporárias (lavouras)	Erosão do solo	2
39°	Povoado Várzea Verde/ Tanque D'arca	784779	8940352	207 m	Pecuária	Ausência da mata ciliar nas encostas do riacho e erosão nas margens	3
40°	Faz. Tanque da pedra/ Tanque D'arca	787017	8941895	185 m	Pecuária	Ausência da mata ciliar nas encostas do riacho	3
41°	Sítio Fundo de Várzea/ Maribondo	788491	8940182	170 m	Mineração	Extração de areia do leito do rio	5
42°	Sítio Fundo de Várzea/ Maribondo	786527	8939533	217 m	Pecuária	Erosão do solo	3
43°	Sítio Antônio Gomes/ Maribondo	789893	8939816	166 m	Pecuária	Ausência da mata ciliar, erosão do solo	3
44°	Sítio Maia/ Anadia	790949	8936260	239 m	Pecuária	Erosão nas encostas do riacho	3
45°	Acesso ao Município de Anadia	793765	8935921	160 m	Pecuária	Ausência da mata ciliar, erosão do solo	3
46°	Sítio Canto escuro/ Maribondo	790398	8934384	183 m	Pecuária	Ausência da mata ciliar, erosão do solo	3

47°	Povoado Tapera/ Maribondo	793590	8934696	153 m	Pecuária	Ausência da mata ciliar e erosão	3
48°	Fazenda Olhos d'água/ Maribondo	791272	8942042	181 m	Pecuária	Ausência da mata ciliar e erosão do solo	3
49°	Parque Felipe Costa/ Tanque D'arca	781520	8944107	226 m	Pecuária	Erosão do solo	3
50°	Pov. Cabeça D'anta/ Tanque D'arca	781092	8940598	272 m	Pecuária	Ausência da mata ciliar e erosão do solo	3
51°	Pov. Cabeça D'anta/ Tanque D'arca	783907	8939998	223 m	Pecuária	Erosão do solo	3
52°	Sítio Várzea Verde/ Tanque D'arca	786180	8940869	192 m	Culturas temporárias (lavouras)	Erosão do solo	2
53°	Antônio Gomes/ Maribondo	790234	8939087	173 m	Mineração	Extração de areia do leito do rio	5
54°	Antônio Gomes/ Maribondo	791529	8937811	178 m	Pecuária	Ausência da mata ciliar e erosão do solo	3
55°	Anadia	794742	8938722	160 m	Pecuária	Erosão do solo	3
56°	Entrada de Anadia	795263	8930095	91 m	Mineração	Extração de areia no leito do rio	5
57°	Saída de Anadia	796866	8928346	125 m	Pecuária	Ausência de mata ciliar nas margens do rio	3
58°	Estrada AL 225 (Anadia – Boca da Mata)	797845	8927658	135 m	Pecuária	Ausência de mata ciliar e erosão nas margens	3
59°	Estrada AL 225 Anadia – Boca da Mata	803005	8924047	106 m	Pecuária	Erosão e ausência de mata ciliar	3
60°	Estrada- Boca da Mata	804029	8931838	119 m	Pecuária	Erosão e ausência de mata ciliar	3
61°	Fazenda Periperi/ Boca da Mata	803055	8927183	103 m	Pecuária	Solo exposto desgastado	3
62°	Boca da Mata	802867	8925095	172 m	Pecuária	Solo exposto desgastado	3
63°	Maribondo: zona	795947	8940178	164 m	Urbanização	Poluição do rio, esgotos e lixo	5

	Urbana					doméstico	
64°	Fazenda Zé Correia/ Maribondo	793987	8941683	273 m	Pecuária	Ausência da mata ciliar nas margens do rio	3
65°	Chã de Anadia	792274	8931549	233 m	Pecuária	Solo exposto	3
66°	Chã de Anadia	794414	8927334	161 m	Pecuária	Solo exposto	3
67°	Trevo da Usina Porto Rico/ São Miguel dos Campos	809810	8915379	102 m	Cultura temporária (cana-de-açúcar)	Desgaste do solo	3
68°	Ponte, São Miguel dos Campos	817526	8918108	9 m	Urbanização	Ausência mata ciliar	5
69°	São Miguel dos Campos	819517	8917400	10 m	Urbanização	Ocupação às margens do rio	5
70°	São Miguel dos Campos:sentidoRoteiro	823598	8910976	94 m	Culturas temporárias (cana-de-açúcar)	Desgaste do solo	4
71°	Roteiro/Lagoa	831723	8911434	3 m	Urbanização	Ocupação de casas às margens da lagoa	5
72°	Roteiro: sentido Gunga	832621	8908356	68 m	Culturas temporárias (cana-de-açúcar)	Desgaste do solo	4
73°	Mirante do Gunga	838440	8907973	60 m	Culturas permanentes (Côco)	Erosão em encostas	1
74°	Ponte/ Lagoa/Roteiro	837435	8910769	31 m	Área florestal	Erosão nas encostas da Lagoa	0
75°	AL 220- Barra de São Miguel	835709	8913304	118 m	Culturas temporárias (cana-de-açúcar)	Desgaste do solo	4
76°	Rodovia AL 220	829181	8914578	120 m	Culturas temporárias (cana-de-açúcar)	Desgaste do solo	4
77°	Rodovia AL 220	823738	8918835	120 m	Culturas temporárias (cana-de-açúcar)	Desgaste do solo	4
78°	Município Maribondo	796820	8938088	227 m	Urbanização	Poluição no riacho	5
79°	Anadia	795983	8934827	222 m	Urbanização	Poluição no riacho	5
80°	Município de Anadia	797154	8931837	195 m	Urbanização	Poluição no riacho	5
81°	Rodovia sentido Anadia a São Miguel dos Campos	797278	8923741	182 m	Pecuária	Ausência de mata ciliar nos riachos	3

82°	Interior do município de Boca da mata	805214	8923227	150 m	Culturas temporárias (cana-de-açúcar)	Desgaste do solo	4
83°	Município Maribondo	796151	8939754	116 m	Urbanização	Poluição do rio	5
84°	Serra Microondas/ Maribondo	796921	8939374	222 m	Pecuária	Erosão nas encostas	3
85°	Serra Microondas/ Maribondo	796538	8939079	250 m	Pecuária	Erosão nas encostas	3
86°	Sítio Tamoatá/Maribondo	797975	8937082	303 m	Pecuária	Erosão nas encostas	3
87°	Matão Sítio Maribondo	799494	8937660	277 m	Pecuária	Erosão nas encostas	3
88°	Fazenda Tamoatá/	795641	8936700	196 m	Pecuária	Erosão nas encostas	3
89°	Pov. Salgado/ Maribondo	802480	8940906	283 m	Pecuária	Erosão do solo	3
90°	Anadia	801054	8931570	142 m	Pecuária	Erosão do solo	3
91°	Interior de Boca da Mata	809303	8926345	154 m	Culturas temporárias (cana-de-açúcar)	Desgaste do solo	4
92°	Interior do município de São Miguel dos Campos	808114	8920730	140 m	Culturas temporárias (cana-de-açúcar)	Desgaste do solo	4
93°	Interior do município de São Miguel dos Campos	814139	8916674	57 m	Culturas temporárias (cana-de-açúcar)	Desgaste do solo	4
94°	Interior do município de São Miguel dos Campos	814378	8922511	133 m	Culturas temporárias (cana-de-açúcar)	Desgaste do solo	4
95°	Interior do município de São Miguel dos Campos	812327	8920446	28 m	Culturas temporárias (cana-de-açúcar)	Erosão do solo	4
96°	Sítio Boca da Mata/ Maribondo	791068	8940943	208 m	Urbanização	Lixão	5
97°	São Miguel dos Campos	814837	8922527	133 m	Mineração	Solo exposto	5
98°	São Miguel dos Campos	815237	8921624	130 m	Mineração	Solo exposto	5

99°	São Miguel dos Campos	814644	8921575	133 m	Mineração	Solo exposto	5
100°	São Miguel dos Campos	815117	8920724	131 m	Mineração	Solo exposto	5
101°	São Miguel dos Campos	814428	8920962	134 m	Mineração	Solo exposto	5
102°	São Miguel dos Campos	815371	8920203	130 m	Mineração	Solo exposto	5
103°	São Miguel dos Campos	814439	8920362	130 m	Mineração	Solo exposto	5
104°	São Miguel dos Campos	815782	8919555	127 m	Mineração	Solo exposto	5
105°	São Miguel dos Campos	815087	8919553	60 m	Mineração	Solo exposto	5
106°	São Miguel dos Campos	814265	8919891	31 m	Mineração	Solo exposto	5
108°	São Miguel dos Campos	815613	8918993	25 m	Mineração	Solo exposto	5
109°	São Miguel dos Campos	814961	8919178	9 m	Mineração	Solo exposto	5
110°	São Miguel dos Campos	815287	8918048	14 m	Mineração	Solo exposto	5
111°	São Miguel dos Campos	814672	8918625	31 m	Mineração	Solo exposto	5
112°	São Miguel dos Campos	814766	8917056	52 m	Mineração	Solo exposto	5
113°	São Miguel dos Campos	814577	8917887	41 m	Mineração	Solo exposto	5
114°	São Miguel dos Campos	813787	8918371	12 m	Mineração	Solo exposto	5
115°	São Miguel dos Campos	814318	8919247	17 m	Mineração	Solo exposto	5
116°	São Miguel dos Campos	813411	8919768	46 m	Mineração	Solo exposto	5

117°	São Miguel dos Campos	813162	8919108	13 m	Mineração	Solo exposto	5
118°	São Miguel dos Campos	812972	8919793	49 m	Mineração	Solo exposto	5
119°	São Miguel dos Campos	811872	8919745	14 m	Mineração	Solo exposto	5
120°	São Miguel dos Campos	811092	8919630	75 m	Mineração	Solo exposto	5
121°	São Miguel dos Campos	812291	8917178	107 m	Mineração	Solo exposto	5
122°	São Miguel dos Campos	811635	8919162	22 m	Mineração	Solo exposto	5
123°	São Miguel dos Campos	810250	8918334	128 m	Mineração	Solo exposto	5
124°	São Miguel dos Campos	810007	8917960	132 m	Mineração	Solo exposto	5
125°	São Miguel dos Campos	810118	8919798	123 m	Mineração	Solo exposto	5
126°	São Miguel dos Campos	809647	8920334	137 m	Mineração	Solo exposto	5
127°	São Miguel dos Campos	809529	8918479	80 m	Mineração	Solo exposto	5
128°	São Miguel dos Campos	809156	8920526	143 m	Mineração	Solo exposto	5
129°	São Miguel dos Campos	808970	8918848	88 m	Mineração	Solo exposto	5
130°	São Miguel dos Campos	815855	8915709	126 m	Mineração	Solo exposto	5
131°	São Miguel dos Campos	815141	8915590	124 m	Mineração	Solo exposto	5
132°	São Miguel dos Campos	814686	8915297	121 m	Mineração	Solo exposto	5
133°	São Miguel dos Campos	815886	8914832	118 m	Mineração	Solo exposto	5

