

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS UFAL CAMPUS DO SERTÃO
LICENCIATURA EM GEOGRAFIA**

JÔNATAS GABRIEL LACERDA DA SILVA

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO MAXIXE (ALAGOAS-
BRASIL)**

Delmiro Gouveia – AL

2022

JÔNATAS GABRIEL LACERDA DA SILVA

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO MAXIXE (ALAGOAS-
BRASIL)**

Trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Geografia, da Universidade Federal de Alagoas Campus do Sertão, como requisito para o título de Licenciatura em Geografia

Orientadora: Pro. Dr.^a Flávia Jorge de Lima

Delmiro Gouveia – AL

2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

S586a Silva, Jônatas Gabriel Lacerda da

Análise morfométrica da microbacia do maxixe (Alagoas - Brasil / Jônatas Gabriel Lacerda da Silva. - 2022.
55 f. : il.

Orientação: Flávia Jorge de Lima.

Monografia (Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Geografia. Delmiro Gouveia, 2022.

1. Morfometria. 2. Bacia hidrográfica. 3. Rio Maxixe.
4. Microbacia do Maxixe. 5. Alagoas – Brasil. I. Lima, Flávia Jorge de. II. Título.

CDU: 911.2:57

JÔNATAS GABRIEL LACERDA DA SILVA

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO MAXIXE (ALAGOAS-BRASIL)

Trabalho de conclusão de curso apresentado á Universidade Federal de alagoas – UFAL, como requisito parcial para obtenção de título de graduação em Geografia-Licenciatura.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Jorge de Lima

Aprovado em: 08/12/22

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 FLAVIA JORGE DE LIMA
Data: 08/12/2022 13:11:17-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Orientador(a): Profa. Dra. Flávia Jorge de Lima
UFAL – Campus do Sertão

ASSINADO DIGITALMENTE
FERNANDO PINTO COELHO
A conformidade com a assinatura pode ser verificada em:
<http://serpro.gov.br/assinador-digital> 

Prof. Dr. Fernando Pinto Coelho
UFAL – Campus do Sertão

Documento assinado digitalmente
 WAGNER VALDIR DOS SANTOS
Data: 10/12/2022 15:24:43-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Me Wagner Valdir dos Santos
Escola Estadual Delmiro Gouveia/AL

Dedico este trabalho aos meus familiares, que me apoiaram e me incentivaram a realizá-lo.

AGRADECIMENTOS

O processo de desenvolvimento do presente trabalho contou com a ajuda de diversas pessoas, as quais sou grato pela ajuda e incentivo para continuidade deste trabalho.

Agradeço primeiramente a Deus pois sem ele não somos nada. A minha mãe Maria do Carmo Lacerda que me apoiou sempre para a conclusão desse projeto. Ao meu Pai José Edécio que não está mais aqui entre nós, mas que onde estiver sei que está me apoiando em tudo. Aos meus Irmãos José Jefferson e José Jedson que me apoiaram nessa jornada.

Aos meus colegas do curso de Licenciatura em Geografia e do grupo de pesquisa GEPAT.

Aos meus professores do curso de Licenciatura em Geografia que me proporcionaram grandes ensinamentos e descobertas nessa área que tanto admiro.

A minha orientadora Flávia Jorge que durante todo processo se fez presente me acompanhando desde o início do trabalho, estando disposta a me ajudar de todas as formas e auxiliando sempre que necessário para a elaboração do projeto.

Aos membros da banca professor Fernando e professor Wagner que foram de suma importância para a finalização do trabalho.

E a todos que se fizeram presente na minha trajetória desde o início do curso de Licenciatura em Geografia, sou eternamente grato a cada um que me incentivou a permanecer e vivenciar tudo que esse maravilhoso curso proporciona.

“ Seja a mudança que você quer ver no mundo. ”

Mahatma Gandhi

RESUMO

Os estudos de parâmetros morfométricos em bacias hidrográficas são de suma importância na identificação de possíveis eventos que possam ocorrer na bacia hidrográfica com o passar dos tempos. O presente estudo, gerou-se a partir do cálculo de dados obtidos através dos Sistemas de Informações Geográficas - SIGs e também de forma manual para prever possíveis problemas, e formular sugestões de mitigação para a área. Diante disso a fim de auxiliar no enriquecimento do estudo, a pesquisa tem como objetivo caracterizar através de dados morfométricos se a área da microbacia do Maxixe tem suscetibilidades ou não a enchentes e a erosão. Junto a elaboração de mapas e os cálculos realizados através do geoprocessamento foi identificado que a bacia possui uma área aproximadamente de 330.965 km² e um perímetro de 106.178 km, seu formato é alongado o que não favorece tipos de inundações e seu tipo de drenagem dendrítica, a microbacia é identificada como de 4^o ordem de acordo com o método de Strahler (1952) tendo o seu rio principal o Rio Maxixe, sua drenagem é 0,64 km o que é considerada regular mas muito próxima de pobre já que abaixo de 0,5 é considerada pobre, a microbacia possui um índice de rugosidade de 341 metros que é considerada alta favorecendo assim o processo de escoamento superficial e intensificando os processos erosivos. O seu relevo é considerado forte ondulado e ondulado em sua maior parte favorecendo assim a agropecuária da região. Com os cálculos morfométricos de índice de circularidade, fator de forma e coeficiente de compacidade foi possível identificar que a microbacia possui pouca probabilidade para enchentes e inundações e com os cálculos de densidade de drenagem e índice de rugosidade pode-se concluir que a bacia tem um solo regular/pobre em sua densidade de drenagem e um índice de rugosidade alto o que favorece os processos de erosão na região.

PALAVRAS-CHAVES: Bacia hidrográfica, Morfometria, Suscetibilidades

ABSTRACT

The study of morphometric parameters in hydrographic basins is extremely important for the identification of possible events that may occur in front of the basin area over time, this study consists of calculating data obtained with the aid of Geographic Information Systems or in a manual to analyze possible problems and solutions for the given area. In view of this, in order to assist in the enrichment of the study, the research aims to characterize through morphometric data whether the area of the Maxixe microbasin has susceptibilities or not to floods and erosion. Along with the elaboration of maps and the calculations carried out through geoprocessing, it was identified that the basin has an area of approximately 330,965 km² and a perimeter of 106,178 km, its format is elongated, which does not favor types of floods and its type of dendritic drainage, the watershed is identified as 4th order according to Strahler's method (1952) with its main river being the Maxixe River, its drainage is 0.64 which is considered regular but very close to poor since below 0.5 it is considered poor, the watershed has an index roughness of 341, which is considered high, thus favoring the surface runoff process and intensifying the erosive processes. Its relief is considered strong undulating and undulating for the most part, thus favoring agriculture in the region. With the morphometric calculations of circularity index, form factor and compactness coefficient, it was possible to identify that the watershed has little probability for floods and floods and with the calculations of drainage density and roughness index it can be concluded that the basin has a regular/poor soil in its drainage density and a high roughness index which favors erosion processes in the region.

KEYWORDS: Watershed, Morphometry, Susceptibilities

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional De Águas
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESRI	Environmental Systems Research Institute
IBGE	Instituto Brasileiro De Geografia
IMA	Instituto do Meio Ambiente
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MDE	Modelo Digital de Elevação
NASA	National Aeronautics and Space Administration
SAGA	Sistema de Análises Geocientíficas Automatizado
SEMARH	Secretaria de Estado do meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SIG	Sistema de Informação Geográficas
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
UTM	Universal Transversa de Mercator
ZAAL	Zoneamento Agroecológico do estado de Alagoas

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Mapa dos limites do semiárido Brasileiro	21
Figura 02 – Regiões hidrográficas do estado de Alagoas	26
Figura 03 – Localização da microbacia do Maxixe	27
Figura 04 – Mapa da hidrografia da microbacia do Maxixe	28
Figura 05 – Rio São Francisco na divisa entre Delmiro Gouveia – AL e Paulo Afonso – BA....	29
Figura 06 – Mapa de precipitação anual da microbacia do Maxixe.....	30
Figura 07 – Mapa geológico da microbacia do Maxixe.....	31
Figura 08 – Mapa geomorfológico da microbacia do Maxixe	32
Figura 09 – Mapa dos solos da microbacia do Maxixe.....	35
Figura 10 – Mapa da cobertura vegetal e uso e ocupação do solo da microbacia do Maxixe	36
Figura 11 – Arado, plantação de palmas, criação de gado e mandacará	37
Figura 12 – Classificação da densidade de drenagem de acordo com Villela a e Mattos (1975)	43
Figura 13 – Padrão de drenagem dendrítico	44
Figura 14 -Mapa da ordem dos rios da microbacia do Maxixe.....	45
Figura 15 – Mapa hipsométrico da microbacia do Maxixe	49
Figura 16 – Mapa de declividade da microbacia do Maxixe	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Classificação da densidade de drenagem de acordo com Vilella e Matos (1975).....	43
Tabela 02 - Ordens dos canais da microbacia do Maxixe	45
Tabela 03 - Resultados da caracterização morfométrica da microbacia do Maxixe	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Bacias Hidrográficas	16
2.2 Processos Hidrológicos no Ambiente Semiárido	19
2.3 Papel da Morfometria na Análise de Bacias Hidrográficas	22
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	25
3.1 Hidrografia.....	27
3.2 Princípios Climatológicos	29
3.3 Princípios Geológicos	31
3.4 Aspectos Geomorfológicos	32
3.5 Aspectos do Solo.....	33
3.6 Cobertura Vegetal e Uso e Ocupação do Solo	35
4. MATERIAIS E MÉTODOS	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
5.1. Hierarquia Fluvial	44
5.2 Caracterização Morfométrica	46
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
7. REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é definida como um conjunto de cursos d'água de uma determinada área responsável pela captação natural das águas provenientes das precipitações, tendo suas características físicas como geomorfologia, geologia, vegetação e rede de drenagem sendo formada pelo rio principal e pelos seus afluentes em que distribuem a água até o seu exutório.

A morfometria de uma bacia hidrográfica consiste em analisar dados numéricos, a partir disso, entender o comportamento de uma bacia auxiliando na identificação de possíveis impactos prevenindo possíveis desastres e ajudando no desenvolvimento do seu entorno. O estudo morfométrico da microbacia do Maxixe, objeto de estudo dessa pesquisa, é de grande importância para a análise de plausíveis suscetibilidades, permitindo entender melhor como funciona a microbacia e o que pode ocorrer com o passar dos anos e suas consequências para a região.

A microbacia do Maxixe está localizada no estado de Alagoas na região hidrográfica do Talhada, sua extensão passa pelas cidades de Delmiro Gouveia, Água Branca e Pariconha tendo a sua nascente na cidade de Pariconha e desaguando no Rio São Francisco. A microbacia tem uma área de 330.965 km² seu rio principal é o rio maxixe, possuindo um padrão de drenagem dendrítico e com seu rio principal sendo de 4º ordem de acordo com o método de Strahler (1952) .

A pesquisa tem o objetivo de caracterizar os dados morfométricos a fim de identificar possíveis suscetibilidades, com a caracterização e estudo morfométrico da área da microbacia do Maxixe é possível entender se a mesma é suscetível a enchentes e se tende sofrer de processos de erosão intensificado, que podem ocasionar diversos impactos ao seu entorno. Através de dados morfométricos e análise de mapas da região será possível chegar a uma conclusão diante das suscetibilidades que a microbacia do Maxixe poderá sofrer ao longo do tempo, procurando evitar futuros problemas para a microbacia e região.

A realização da análise das informações obtidas serão fundamentais para melhor compreensão da dinâmica ambiental da bacia e suas características principais, para uma análise mais detalhada da área de estudo, com uma grande importância nos planejamentos territoriais e ambientais, sendo de grande relevância para o estudo da geografia do sertão alagoano e que envolve o estudo morfométrico, com a intenção de obter mais conhecimentos da área estudada e contribuir para pesquisas futuras, com o intuito de informar e proporcionar um andamento de outras pesquisas que venham a ocorrer nessa área .

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo. As formas representam a expressão espacial de uma superfície, compondo configurações da paisagem morfológica. É o seu aspecto visível, a sua configuração, formando modelado topográfico de uma área (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O planeta Terra está em constantes mudanças e essas mudanças são atribuídas a efeitos que transformam o relevo terrestre e são conhecidos como agentes modificadores, esses agentes podem ser internos como processos tectônicos e o vulcanismo ou externos, a erosão e o clima. Com a atuação dos agentes modificadores, a formação do relevo terrestre vai sendo gradativamente modificada, o que pode demorar muito até que isso possa acontecer. Existem diversos tipos de morfologias do relevo, tendo como os principais tipos morfológicos a morfologia eólica, morfologia fluvial, morfologia litorânea e morfologia glacial.

Assim afirma Bastos; Maia; Pinheiro (2015):

Dependendo da abordagem predominante, a geomorfologia pode ser dividida em duas grandes áreas: a geomorfologia estrutural e a climática. A geomorfologia estrutural tenta explicar as formas de relevo a partir de fatores endógenos (internos). Dessa forma, são considerados os processos tectônicos responsáveis pelas deformações na crosta terrestre, além das propriedades geomorfológicas das rochas que influenciam diretamente no modelado. A geomorfologia climática tende a interpretar as formas de relevo a partir das ações exógenas (externas) de intemperismo e de erosão, que possuem estreita relação com o clima. Dessa forma, são considerados os diversos processos externos, tais como processos fluviais, eólicos, coluviais, glaciais e térmicos (BASTOS; MAIA; PINHEIRO, 2015, p. 21-22).

O estudo geomorfológico corresponde a entender todos os processos ligados a forma do relevo terrestre, ele se divide em diversos aspectos cada um responsável por aprofundar o estudo em uma determinada área, tendo como objetivo entender os processos de transformação do planeta visando compreender como se constitui as mudanças a partir do estudo da superfície terrestre ao longo dos anos.

De acordo com Jatobá; Lins (2008) o objeto de estudo da Geomorfologia é o relevo da superfície terrestre, em seus aspectos genéticos, cronológicos, morfológicos, morfométricos e dinâmicos. Esse objeto ocorre numa zona de contato entre a litosfera, a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera .

Os processos de transformação junto com as formas de relevo formam o sistema geomorfológico, com a atividade desses processos o planeta vai se alterando e sendo transformado intensamente ao longo do tempo, sendo possível entender a geomorfologia terrestre que vemos hoje.

Essas modificações no relevo terrestre podem ser analisadas através de conceitos geográficos como a paisagem do relevo, altimetria, estudo da superfície terrestre ou formação da estrutura geológica. Essas análises buscam obter resultados através do estudo para que se possa entender como superfície terrestre foi transformada durante extensos períodos geológicos, a investigação dessas modificações são importante para identificar problemas existentes e qual solução viável para resolvê-los nos tempos atuais, além de prever e prevenir desastres.

2.1. Bacias Hidrográficas

De acordo com Tucci (2001) a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem, formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório.

Algumas bacias hidrográficas podem ser compartimentadas em três partes importantes ao longo de seu trajeto até o seu destino, sendo dividido em curso alto, curso médio e curso baixo. Iniciando no curso alto onde se origina a nascente do rio geralmente formadas por chuvas geradas em ambientes planálticos, o curso médio que tem uma velocidade mais alta transportando a água da nascente desenvolvendo uma grande capacidade hidráulica com um grande transporte de sedimentos, sendo um agente erosivo durante esse processo e a terceira parte é o curso baixo que tem uma vazão baixa e a velocidade mais lenta e calma em que passa de um agente erosivo para um agente depositante de sedimentos, transportados ao longo dos cursos da bacia. As bacias também podem ser um sistema fluvial idealizado em que de acordo com Schumm (1977) separa a bacia em três compartimentos que são a parte um em que é o local onde o material é produzido, parte dois onde há uma maior predominância nos transportes de materiais e a parte três onde ocorre o depósito dos sedimentos.

Segundo a ANA (2006) os tipos de divisões de uma bacia hidrográfica podem ser classificados como sub-bacias e microbacias hidrográficas, essa divisão se dá por diversas formas a sub-bacia é uma subdivisão da bacia hidrográfica, ou seja, uma parte de drenagem da bacia principal composta por afluentes do rio principal, já as microbacias podem ser consideradas partes menores das sub-bacias tendo uma menor escala, mas sendo bem definida

em sua área hídrica, dentro de uma sub-bacia pode conter diversas microbacias.

De acordo com Christofolletti (1981) a bacia hidrográfica é formada por um conjunto de canais de escoamento em que todos se ligam formando assim uma bacia de drenagem, em que a área de drenagem dessa bacia é realizada por um determinado rio. Isso depende bastante do tamanho da área dessa bacia, além de sua precipitação e suas perdas por evapotranspiração e infiltração

Para Villela e Mattos (1975) as bacias hidrográficas são cercadas por um contorno, sendo esse contorno um divisor onde separa as precipitações de bacias vizinhas encaminhando o escoamento superficial para outro sistema fluvial, seguindo uma linha rígida ao redor da bacia e unindo os pontos de cota máxima entre as bacias, podendo haver picos isolados no seu interior a qualquer ponto do divisor.

Existem diversas características que influenciam a conduta de uma bacia hidrográfica, o que faz com que a bacia possa sofrer diversas morfologias a partir desses comportamentos, influenciando diretamente suas características, os principais fatores são o relevo, o clima, o solo, a vegetação e as ações antrópicas que juntos caracterizam o seu comportamento.

De acordo com Christofolletti (1981) Para definir uma bacia hidrográfica é preciso de um curso d'água formado além de sua formação de relevo que pode ser consultada através de mapas topográficos, é necessário medir a vazão dessa bacia pelo exutório e observar as curvas de nível e o divisor de águas superficiais junto com a observação do relevo.

O relevo de uma bacia hidrográfica tem grande influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos, pois a velocidade do escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno, enquanto a temperatura, a precipitação, a evaporação etc, são funções da altitude da bacia. É de grande importância, portanto, a determinação de curvas características do relevo de uma bacia hidrográfica (VILLELA; MATTOS, 1975, p.17).

Tendo o relevo como uma grande influência na velocidade de escoamento de uma bacia hidrográfica através da influência do mesmo em fatores meteorológicos e hidrológicos, pode se afirmar que o relevo é um dos principais modificadores da bacia hidrográfica, quanto mais íngreme mais rápido a água escoar transportando sedimentos até o seu exutório e intensificando o processo de erosão transformando assim a bacia mais intensamente. As bacias hidrográficas podem ter dois tipos de exutórios, esses tipos pode ser uma foz em estuário onde o rio desagua geralmente em um único ponto através de um único canal no oceano ou em um rio ou a foz em delta onde o rio desagua no oceano ou em um rio, mas com vários canais formados.

As matas ciliares também são de extrema importância na formação de uma bacia, pois evitam que a erosão chegue até essas bacias, fazendo uma camada protetora ao redor dos rios e controlando assim esses efeitos que seriam maiores caso não houvesse essa vegetação, tendo

também um importante controle em relação ao assoreamento desses rios, pois se essa vegetação for removida pela ação antrópica causará um imenso impacto na área das bacias.

De acordo com Sampaio, Cordeiro e Bastos (2016):

Dentre os vários problemas ambientais que atingem a nossa sociedade, o desmatamento dos relevos serranos, das matas ciliares e o uso inadequado dos solos com atividades econômicas que utilizam práticas rudimentares, como a pecuária extensiva, a agricultura de sequeiro e o extrativismo vegetal indiscriminado vêm contribuindo para a degradação ambiental e exercendo fortes pressões no meio físico, constituindo um grande desafio para os planejadores e gestores do território (SAMPAIO; CORDEIRO; BASTOS, 2016, p.126).

O uso inadequado dos solos diante de práticas que não favorecem o meio ambiente faz com que essas matas ciliares fiquem cada vez menor no território global, isso é um problema muito grave e trazem problemas imediatos para a natureza e conseqüentemente para a população, prejudicando todos ao seu entorno. As bacias dependem muito dessa vegetação de plantas nativas para que sejam protegidas e diante de práticas como o desmatamento dessas matas prejudica diretamente os canais fluviais e seus afluentes.

De acordo com Porto e Porto (2008) o território de uma bacia hidrográfica pode ser definido como um lugar onde se tem uma área urbana, agrícola ou industrial, ou seja, um local em que haja uma interação social, assim o que ocorre diante disso é consequência dessas ocupações e da forma que aquela população interage com o território dessa bacia.

Para Tucci e Clarke (1997) as alterações naturais ou antrópicas na área de cobertura da vegetação das bacias hidrográficas interferem em seu comportamento, produzindo diversos impactos sobre o meio ambiente e afetando a disponibilidade de recursos hídricos.

A população é uma parte importante para a preservação das bacias hidrográficas, pois é a partir de decisões tomadas por elas que a preservação dessa bacia será definida, com o controle dos atos populacionais diante dessa região será definido como essa bacia se comportara ao longo dos anos, beneficiando ou prejudicando a natureza e sua população, diante disso políticas de conscientização a preservação das bacias e seus recursos são muito importantes para a proteção das bacias hidrográficas.

Para Tucci (2007) durante o desenvolvimento urbano, o aumento dos sedimentos produzidos pela bacia hidrográfica é significativo, devido às construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias, entre outras causas. Durante

o processo de urbanização é natural que a bacia tenha um aumento em transporte de sedimentos, já que neste processo exige muito uso do solo e na maioria das vezes do desmatamento para que sejam construídos novos centros urbanos, diante disso as bacias hidrográficas podem criar acúmulos de sedimentos dificultando o transporte da água além de transportar grandes quantidades desses sedimentos para o seu exutório.

Alguns rios do Brasil são de características planálticas, pois nascem em relevos de maior altitude, isso faz com que alguns dos rios brasileiros tenham um grande potencial hidroelétrico e para navegação, alguns rios Brasileiros têm o regime pluvial tropical já que necessitam de maiores quantidades de chuvas, esses rios geralmente têm uma drenagem exorreica e seu exutório em estuário.

Considerando isso, Matos, Rocha e Oliveira afirmam que:

O Brasil está dividido em doze regiões hidrográficas (ANA, 2002), as quais abrangem determinados Estados e suas bacias. Essa divisão permite um melhor gerenciamento das águas, uma vez que é possível caracterizar as regiões com base nos seus aspectos físicos, climáticos, demográficos, entre outros, estabelecendo relações entre os recursos hídricos, sua disponibilidade e distribuição para os usos consuntivos (MATOS; ROCHA; OLIVEIRA, 2018, p 6).

2.2. Processos Hidrológicos em Ambiente Semiárido

O ciclo hidrológico é definido por Tucci (2001) como um processo que se inicia a partir do vapor da água existente na atmosfera em que diante de determinadas condições meteorológicas formam microgotas de águas mantendo-se suspensas no ar por conta da turbulência natural, acontecendo assim a precipitação. A partir das precipitações é que temos o acúmulo de água onde se convergem em determinados pontos, tais pontos que podem ser os mares, rios, lençóis freáticos ou qualquer local que se possa acumular essa água vinda das precipitações. Com isso os seres vivos têm acesso a essa água a partir desses locais, o que é essencial para a vida na terra.

Para MIRANDA, OLIVEIRA e SILVA

A superfície terrestre abrange os continentes e os oceanos, participando do ciclo hidrológico a camada porosa que recobre os continentes (solos, rochas)

e o reservatório formado pelos lagos, rios e oceanos. Parte do ciclo hidrológico é constituída pela circulação da água na própria superfície terrestre, isto é; a circulação de água no interior e na superfície dos solos e rochas, nos lagos e demais superfícies líquidas e nos seres vivos (animais e vegetais) (MIRANDA; OLIVEIRA; SILVA, 2010, p.110).

Existem lugares no planeta em que a taxa de precipitação é muito baixa e esses locais geralmente sofrem bastante com a seca existente já que o acesso a água potável é difícil, temos como exemplo o caso do semiárido que como o próprio nome já diz tem pouca umidade, isso acontece por causa da precipitação baixa e uma taxa maior de evapotranspiração o que acaba fazendo com que a água da chuva pouco seja aproveitada nesses locais.

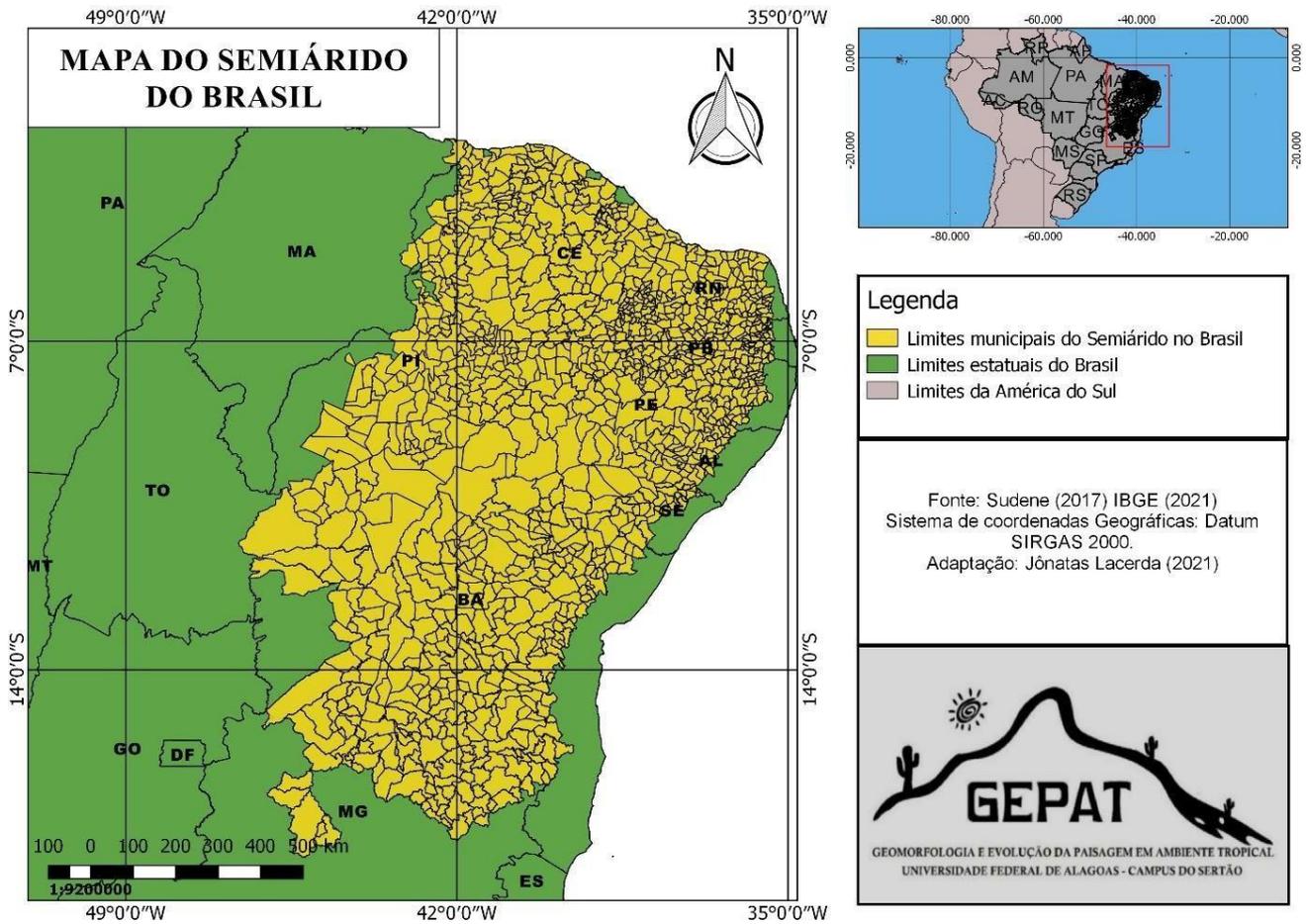
No semiárido Brasileiro o processo hidrológico é definido por baixas taxas de precipitações com precipitações médias anuais abaixo de 800 mm segundo dados da Embrapa (2007) e altas temperaturas o que torna a região bastante seca, e as chuvas variam entre as regiões. Na maioria dos dias do ano o semiárido no Brasil é bem ensolarado e com baixa umidade, o semiárido Brasileiro também é conhecido como Polígono das secas e tem seu bioma, a Caatinga.

Para Araujo (2011), a formação geológica da região semiárida do Brasil não ajuda em relação a formação de rios perenes, principalmente os que tem suas nascentes na própria região, pois sua formação é constituída de terrenos cristalinos com solos pouco profundos o que faz com que possibilitem escoamentos superficiais, dificultando a infiltração em razão dos seus solos rasos, além da ação antrópica que degradada a cobertura vegetal favorecendo assim eventos erosivos na região.

Alguns rios do semiárido Brasileiro são rios temporários já que sua formação geológica composta por solos rasos favorece o escoamento superficial, isso faz com que boa parte das águas proveniente de precipitações não se acumule abundantemente como em locais com solos mais profundos, fazendo com que sua água percorra mais rapidamente para o seu exutório e com que esses rios só tenham volumes consideráveis em períodos de grandes precipitações.

O Semiárido está presente em diversas partes do mundo como na América do Norte, América do Sul, Europa, África e Oceania. O semiárido Brasileiro é constituído por 1.262 municípios divididos entre 10 estados que são o estado do Maranhão, Ceará, Rio grande do Norte, Paraíba, Piauí, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (Figura 01) abrangendo cerca de 11% do território nacional de acordo com a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste SUDENE (2017).

Figura 01: Mapa dos limites do semiárido Brasileiro.



Fonte: Adaptado pelo autor, 2021

Para Gheyi *et al.* (2012), o semiárido do Brasil é um dos mais chuvosos do mundo, em que tem uma precipitação anual de 750 mm, em alguns lugares não ultrapassando 400 mm durante o ano. Porém a evapotranspiração atinge por volta de 2.500 mm anuais, o que acaba gerando grandes déficits hídricos, limitando os cultivos agrícolas de sequeiro. Essa falta de água faz com que haja concentrações de solutos nas fontes hídricas, afetando e degradando a qualidade da água pela eutrofização e salinização.

Campos (1997), afirma que a principal causa da seca está relacionada ao nível de precipitação da região, existe várias causas para se chegar a essa conclusão as principais são o descompasso momentâneo da oferta de água vindas da natureza e as necessidades das atividades geradas pela sociedade.

CADIE, 1994 afirma que:

Poder-se-ia esperar que o Nordeste brasileiro gozasse da abundância das precipitações comuns nas regiões equatoriais. Constata-se, ao contrário, uma fraqueza e uma irregularidade anormais para essas latitudes sobre uma superfície de aproximadamente um milhão de km², na quais os totais anuais médios são inferiores a 800 mm, podendo, algumas vezes, ficarem abaixo de 400 mm (CADIE, 1994, p 19).

Vários são os estudos científicos que apontam para o aquecimento das zonas semiáridas ao longo deste século. Tal aquecimento tende a acentuar eventos extremos, tanto de secas quanto de enchentes requerendo, assim, políticas públicas e diretrizes voltadas a um planejamento mais amplo e a um fortalecimento de ações participativas para controle, monitoramento e alerta (GHEYI *et al.*, 2012).

Existem diversas políticas públicas que podem ser implementadas no semiárido brasileiro, com fins de estudar e entender melhor como preservar os recursos hídricos nesse ambiente. Gheyi *et al.* (2012) reforça que se encontram diversas políticas públicas diante do semiárido brasileiro, essas políticas públicas têm pouca eficácia diante dos problemas enfrentados no semiárido do Brasil, onde causa inúmeros impactos socioeconômicos ambientais como a desertificação e migração da população rural para os centros urbanos.

Com o aquecimento e a falta de precipitação vários problemas são gerados, além da má gestão de alguns municípios o que acaba piorando a situação ainda mais. Diante disso é necessário aprender a conviver com o semiárido, planejando políticas públicas eficazes para que a sociedade e natureza possam viver bem diante desse clima.

2.3. Papel da Morfometria na Análise de Bacias Hidrográficas

A morfometria de bacias hidrográficas é o estudo de dados numéricos e que tem o objetivo analisar o comportamento de uma bacia, entendendo seus processos e auxiliando a identificação de possíveis impactos causados na sua área. Esses processos são resultados da dinâmica natural e principalmente da atividade antrópica, atingindo a região e causando problemas como erosão, enchente e a degradação do solo.

Os cálculos obtidos através do estudo morfométrico de uma bacia auxiliam nos estudos de possíveis impactos como erosão do solo ou exentes, existem vários tipos de cálculos para poder chegar o mais próximo dos resultados desejados, cada um com um objetivo de analisar dados para se obter respostas através da análise quantitativa.

As bacias hidrográficas possuem geometrias e morfometrias diferentes, assim como outros padrões. Os cálculos realizados no processo morfométrico servem de base para uma

melhor aproximação com a rede de drenagem, embasando e fundamentando ações no âmbito da mesma (MOREIRA; NASCIMENTO; ALMEIDA, 2012, p.608).

O estudo morfométrico está designado a entender o funcionamento de uma bacia, calculando dados da mesma e esses dados servem para informações de diversos estudos sobre sua estrutura espacial, além de entender possíveis impactos que venham a acontecer futuramente nas bacias hidrográficas, isso depende muito de onde essas bacias estão localizadas e de características da própria bacia.

Para Barbosa, Furrier, 2009:

Os aspectos morfométricos das bacias hidrográficas refletem algumas das interações mais significativas entre os principais fatores responsáveis pela evolução e organização do modelado, em particular a geomorfologia. Os cálculos morfométricos relacionados a caracteres espaciais, lineares e hipsométricos da drenagem contribuem para uma melhor caracterização das unidades geomorfológicas, cuja qualidade e precisão variam conforme a particularidade redacional do pesquisador (BARBOSA; FURRIER, 2009, p.4).

A geração de informações a respeito da morfometria de uma bacia hidrográfica pode contribuir para a gestão territorial, obtendo conhecimento a respeito da sua susceptibilidade à processos erosivos e à degradação do solo decorrentes do uso e ocupação em desconformidade às suas propriedades hidrológicas (HIRATA; BURKERT, 2020, p.175).

Com a geração de informações obtidas através do estudo morfométrico é possível entender as suscetibilidades da bacia de drenagem. Essas suscetibilidades podem ocorrer de diversas formas e diante de um estudo mais aprofundado é possível identificar esses processos. O estudo de probabilidade a enchentes e erosão são os mais comuns no estudo morfométrico pois avaliam impactos causados ao longo do tempo, em que porventura venham a causar grandes problemas para a natureza e a população. Além disso esse estudo proporciona o gerenciamento de recursos hídricos auxiliando para melhor manutenção desse recurso.

Para Alves, Azevedo e Silva (2014), a erosão se inicia em uma ravina havendo uma distância do divisor de águas, quanto maior comprimento o canal tiver mais risco de erosão ele terá nas microbacias, por isso a comparação entre vazões das microbacias é importante para entender as dimensões desses processos erosivos.

Oliveira, Guasseli e Saldanha (2010) afirmam que as enchentes são o nível de elevação de um rio, que se encontra acima de sua capacidade de escoamento, e assim tendo possibilidades

de causar inundações, sendo um evento que ocorre naturalmente nos ambientes fluviais, com uma importância na manutenção hidrológica.

Como um processo natural as enchentes ocorrem quando se tem um pico muito alto de chuvas, esses picos geralmente são maiores do que o esperado durante o período, sendo assim podendo causar inundações caso ultrapasse o nível de água no canal. Além disso essas inundações podem causar diversas consequências caso haja populações vivendo nas partes próximas ao rio, podendo atingir essa população causando alagamentos e afetando alguns perímetros urbanos.

De acordo com Freire, Bonfim e Natenzon (2014), com o aumento das populações globais junto a grande falta de terra e a urbanização, houve um grande acréscimo no número de populações que vivem em áreas com risco a desastre, sendo assim junto a mudanças climáticas pode ter provocado um grande aumento em decorrência de desastres. Fazendo com que nos últimos anos inundações fossem mais frequentes e de maior intensidade nos centros urbanos sendo por conta de efeitos antrópicos, desmatamento do solo, urbanização e drenagem urbana ineficiente.

Para Canholi (2014) a maior parte das bacias que são afetadas por inundações são consequências de populações que se desenvolveram em sentido da jusante e montantes dos rios. Com isso ao haver picos de vazões nessas bacias os picos de vazão dos afluentes tendem a crescer e quando isso ocorre torna-se difícil ou inviável prevenir algum desastre.

Segundo a Agencia Nacional de águas ANA (2015) no estado de Alagoas tinha pouca informações de prevenção de desastre além de não ter um monitoramento específico para o monitoramento detalhado das chuvas, mas com as enchentes de 2010 ocorridas nas nascentes das bacias dos rios Uma/Jacuípe, Mundaú e Parnaíba, que registraram precipitações acima do normal no período do mês de junho, com o registro de 250 mm durante 2 dias o que acabou destruindo nos dias 18 e 19 de junho muitas áreas rurais e urbanas perto dos rios nos estados de Pernambuco e Alagoas, diante disso houve mudanças para prevenir esse tipo de desastre.

A ocorrência dessas fortes chuvas fez com que o estado entendesse que era preciso estudos para prevenir possíveis desastres que pudessem ocorrer no estado. Antes disso o estado possuía poucas informações para precaver desastre desse tipo, sendo assim a SEMARH junto com a Agência Nacional de águas - ANA criaram a Sala de Situação que é responsável por analisar e processar informações meteorológicas e hídricas fazendo com que se possa planejar ações em favor de prevenir esses desastres e minimizar todos esses impactos em relação a enchentes e as secas no estado de Alagoas.

A erosão é um processo natural em áreas de bacias hidrográficas, isso ocorre por conta do transporte do solo durante o percurso do rio, a erosão causada por formas naturais é chamada de erosão geológica ela pode ser produzida pela água e pelo vento, mas tendo uma proteção das vegetações ao redor da bacia. Quando a vegetação e o solo são violados pela ação antrópica essa erosão ocorre com mais força já que não há proteção para evitar um processo intenso e mais corrosivo, com isso se tem a erosão conhecida como erosão acelerada.

Com o estudo morfométrico para a análise de possíveis suscetibilidades na microbacia do Maxixe através de programas (SIG) é possível entender se a área é suscetível a enchentes e erosões, utilizando como auxílio dados geoespaciais utilizando shapfiles por meio de software Qgis realizando assim os processamentos dos dados para a pesquisa.

Os cálculos morfométricos procuram ter um resultado mais próximo da realidade, esses resultados servem como base para prever ou prevenir impactos, existem diversas fórmulas para calcular esses resultados cada uma sendo responsável por uma determinada área, entre eles estão o Coeficiente de compacidade (Kc), Fator de Forma (F), Índice de Circularidade (IC), Densidade de Drenagem (Dd), Índice de Rugosidade (Ir).

Além dos resultados dos cálculos a análise dos mapas da região estudada é de extrema importância para a pesquisa nessa área, esses dados estabelecem diretrizes para um melhor planejamento do território e da ocupação de terra, auxiliando em uma melhor gestão para as bacias hidrográficas.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A caracterização da área de estudo referente a microbacia do Maxixe está relacionada aos aspectos físicos que compõe as suas delimitações, contribuindo para uma melhor abordagem e detalhamento desses aspectos, tendo mapas adaptados de localização, hidrografia, climatologia, geologia, geomorfologia, aspectos do solo e cobertura vegetal uso e ocupação do solo obtidos através de informações retiradas do site do Instituto do Meio Ambiente (IMA) e do site do Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE).

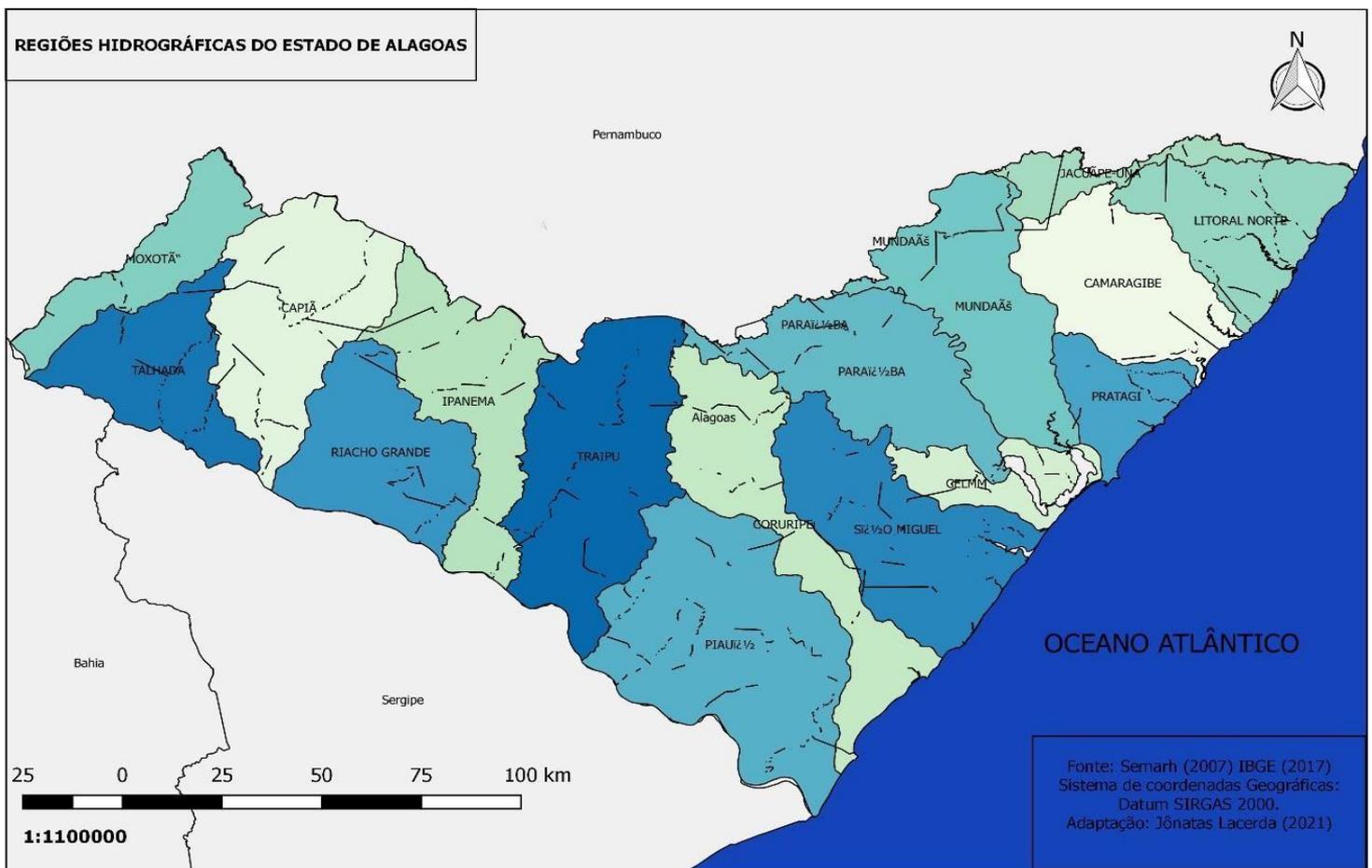
O termo de regiões hidrográficas se dá ao espaço territorial ocupado por uma bacia hidrográfica, sub-bacia ou microbacia, tendo suas características naturais, econômicas e sociais, uma região hidrográfica é ocupada pela sociedade ao seu entorno fazendo com que não seja apenas o lugar onde o rio e seus afluentes, mas sim tudo que a envolve.

Barrella (2001) define as bacias hidrográficas como sendo um conjunto de terras que são drenadas por um rio junto com seus afluentes, que são formadas em regiões mais altas de

um relevo por divisores de água, em que as águas das chuvas escoam superficialmente formando assim os riacho e rios ou infiltram dentro do solo para a formação de nascentes e de lençóis freáticos.

Existe dentro do estado de Alagoas 16 regiões Hidrográficas e 52 bacias hidrográficas (Figura 02) a maior parte dos rios da região são perenes que desaguam diretamente no Oceano Atlântico e outra parte são de rios temporários que desaguam no rio São Francisco. Fazendo assim com que o estado se dívida entre essas duas vertentes do Atlântico e do Rio São Francisco onde cerca de 29 rios desaguam no Atlântico e 23 no rio São Francisco.

Figura 02: Regiões Hidrográficas Do Estado de Alagoas

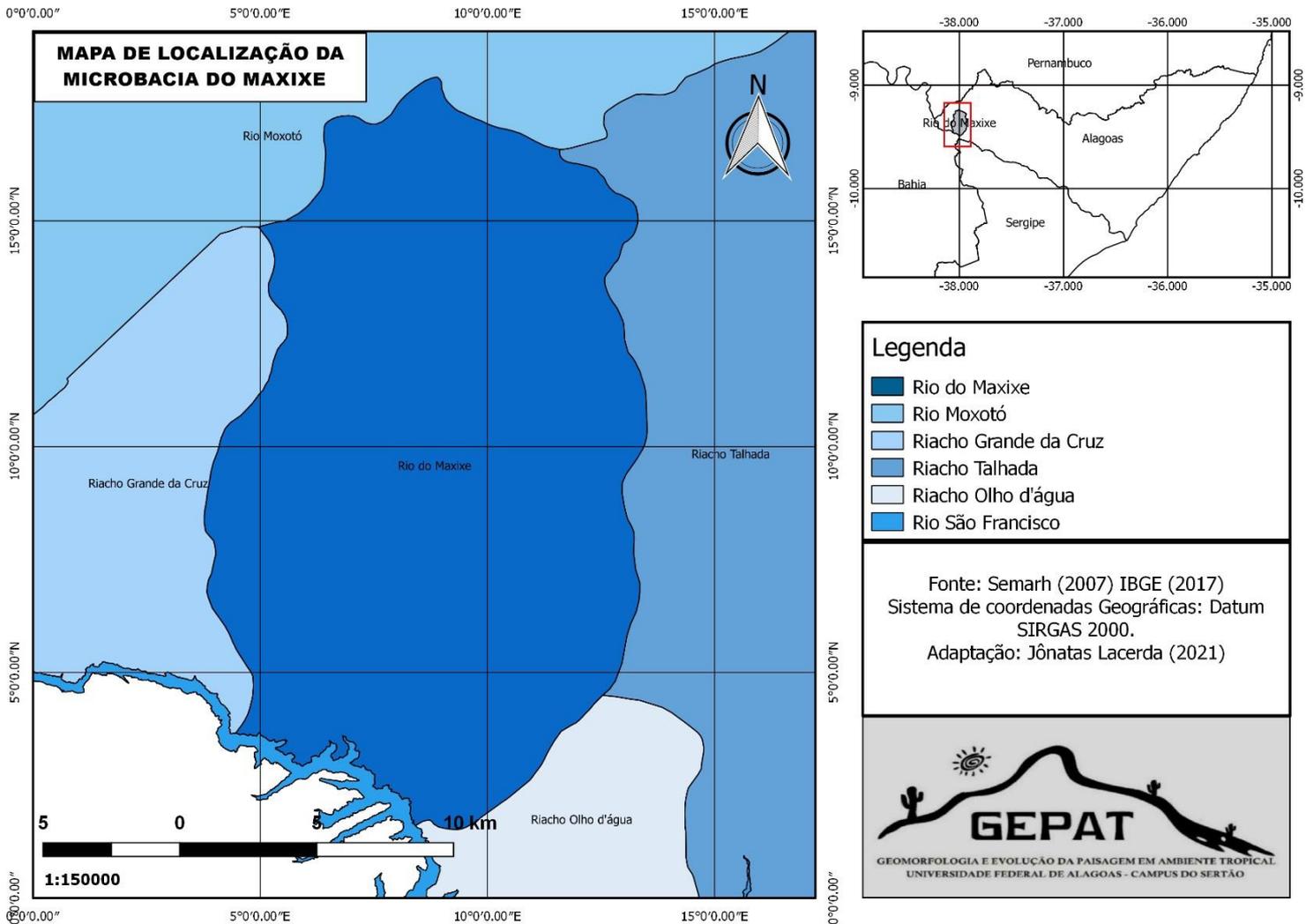


Fonte: Adaptado pelo autor, 2021

A microbacia do Maxixe está localizada na região hidrográfica do Talhada, e tem toda sua área dentro do estado de Alagoas, entre as cidades de Delmiro Gouveia – AL, Água Branca-AL e Pariconha-AL. A nascente se dá no município de Pariconha-AL e desagua no rio São

Francisco. A microbacia do maxixe situa-se entre três outras bacias, essas bacias são a do Riacho Olho D'água que está localizada ao Sul da bacia do maxixe, a bacia Riacho grande da Cruz que está ao leste e o rio Moxotó que está ao norte (Figura 03).

Figura 03: Localização da microbacia do Maxixe



Fonte: Adaptado pelo autor, 2021

3.1. Hidrografia

A hidrografia da microbacia do Maxixe é formada pelo Rio principal o Rio Maxixe, além do Riacho Xingó, Riacho da Areia e o Riacho Salgado localizados na parte Sul da bacia, o Riacho Veneza é o principal afluente estando localizado no centro da bacia e no Norte estão localizados o Riacho do Icó, Riacho Bom Sossego e o Riacho Novo (Figura 04). O riacho Xingó e o Salgado são considerados os principais já que são os riachos com maiores expressões e maior

Quando há confluências em ângulos retos geralmente são formadas por anomalias atribuídas a fenômenos tectônicos. Este padrão geralmente é desenvolvido sobre rochas com resistências uniformes ou estruturas sedimentares horizontais.

Figura 05: Rio São Francisco na divisa entre Delmiro Gouveia – AL e Paulo Afonso - BA



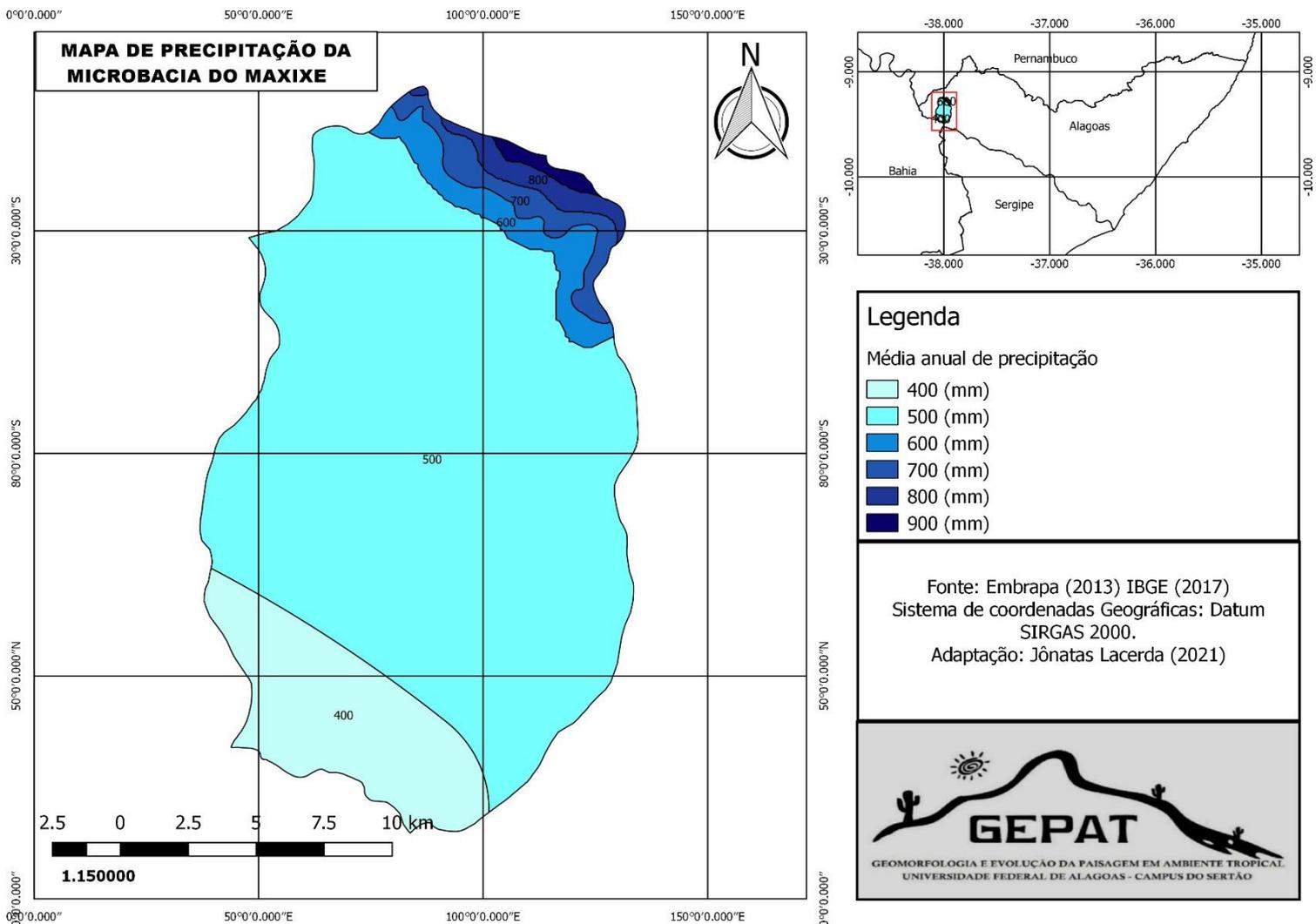
Fonte: Autor, 2021

3.2. Princípios Climatológicos

No estado de Alagoas está presente o clima semiárido em uma grande parte do seu território, assim como em grande parte do nordeste, no sertão alagoano onde está localizada a microbacia do Maxixe há baixos índices pluviométricos por conta de sua localidade, além de uma baixa vazão sazonal de radiações solares, isso faz com que se tenha grandes incidências de sol o ano inteiro com pouca chuva e tempo seco, o sertão alagoano tem uma temperatura que varia entre 17° e 33° com uma precipitação média anual entre 400 e 600 mm segundo dados da EMBRAPA (2012).

A taxa de precipitação anual na microbacia do maxixe (Figura 06), mostra que na maior parteda microbacia tem uma média de 500 mm anuais, enquanto na parte mais ao sul chega aos 400 mm, no norte variam entre 600 e 900 mm dados obtidos através da EMBRAPA (2013). As taxas de precipitação são maiores em alguns lugares da região da microbacia por conta de locais com maiores altitudes, fazendo com que existam microclimas associados ao relevo do local por isso que emalguns locais do semiárido Brasileiro a taxa de precipitação é maior que a média.

Figura 06: Mapa de precipitação anual da microbacia do Maxixe



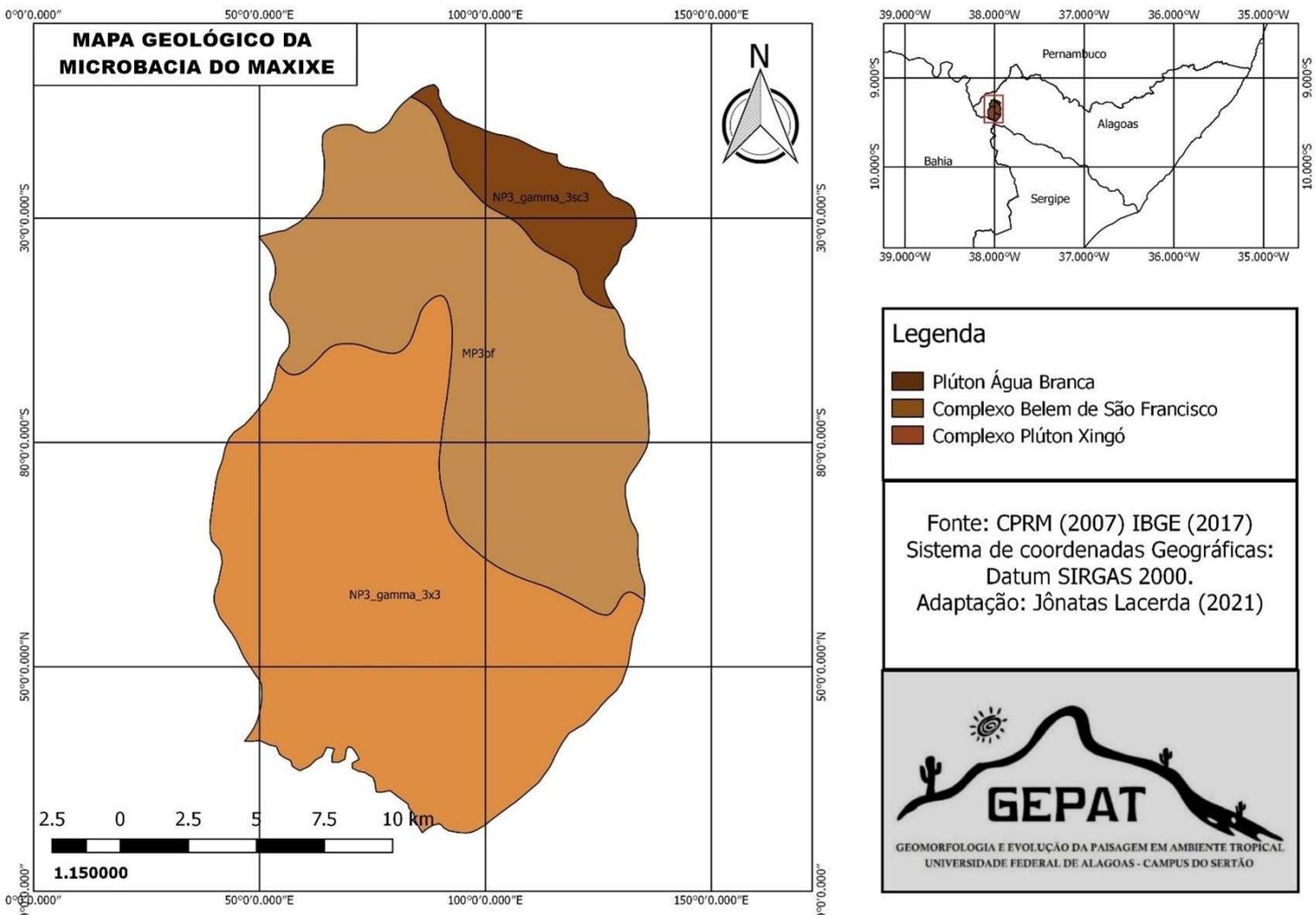
Fonte: Adaptado pelo autor, 2021

De acordo com Mouta et al.. (2007) O clima do Semiárido brasileiro é pouco diversificado, mesmo considerando a sua grande extensão territorial. Os aspectos de relevo definem alguns locais com maiores altitudes, e, conseqüentemente, microclimas específicos, além disso, a proximidade com o oceano, em alguns locais, resulta na influência das frentes frias e maiores índices pluviométricos.

3.3. Princípios Geológicos

A microbacia do Maxixe está inserida em três contextos geológicos importantes a saber: Complexo de Belém de São Francisco, Plúton Propriá e o complexo de Plúton Xingó . Cada área possui alguns aspectos geológicos, o complexo de Belém de São Francisco é formado por rochas ígneas e concentrações de quartzo sienito, feldspato alcalino e quartzo monzonito, proveniente da era Neoproterozoico e do período Ediacarano. O Plúton Propriá é formado por rochas ígneas e metamórficas, com concentrações de metadiorito, migmatito e ortogneisse, sendo originário da era Mesoproterozoico e do Período Esteniano. Já o Complexo Plúton Xingó é formado por rochas ígneas e metamórficas tendo como formação os leucogranitos, sendo originário da era Neoproterozoico e do período Ediacarano (Figura 07).

Figura 07: Mapa geológico da microbacia do Maxixe

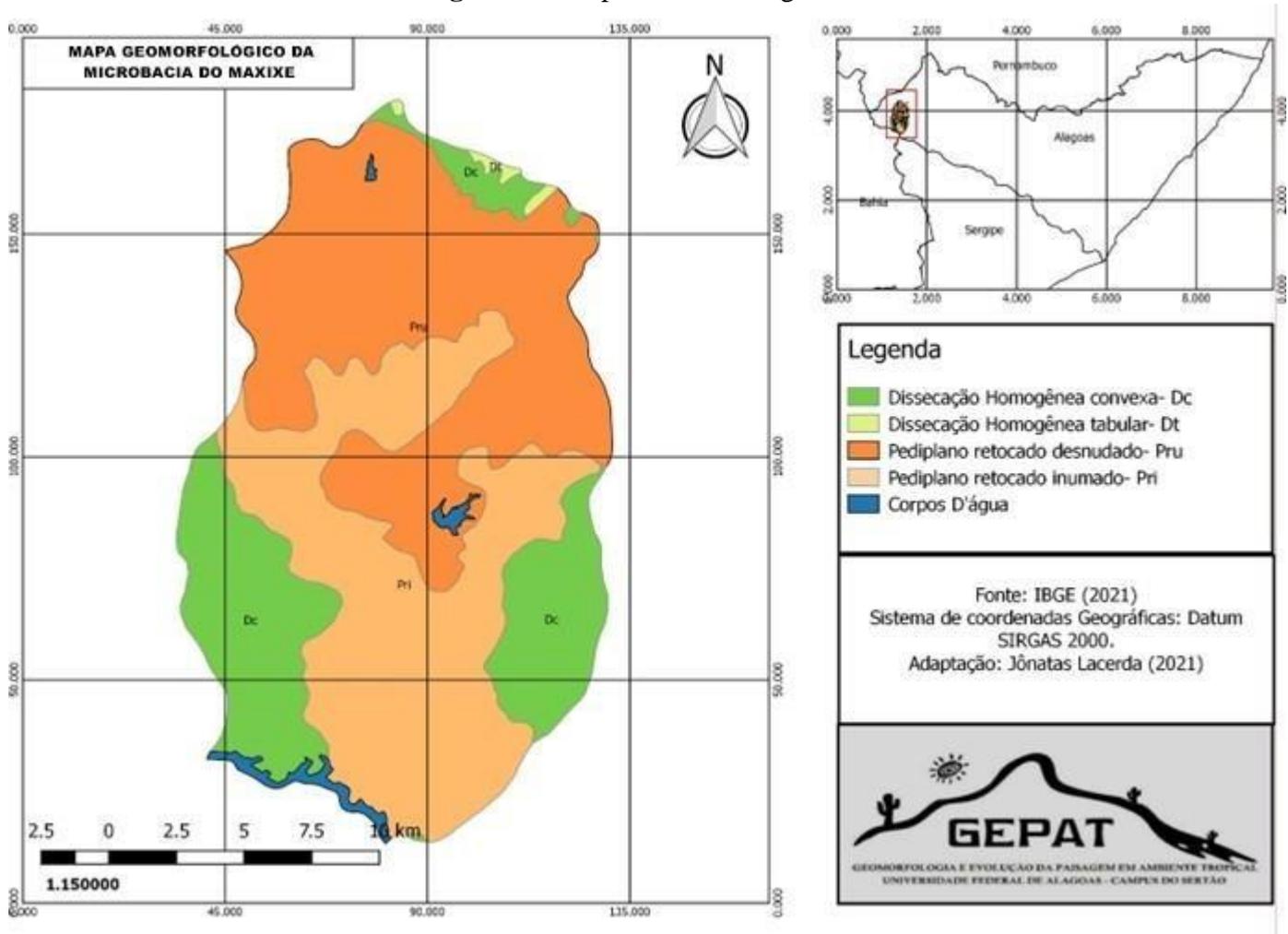


Fonte: Adaptado pelo autor, 2021

3.4. Aspectos Geomorfológicos

A microbacia do Maxixe é composta pelas seguintes características geomorfológicas de modelados compreende-se os pediplanos retocado inumado, pediplanos retocado desnudado, dissecação homogênea convexa e dissecação homogênea (Figura 08) de acordo com dados do IBGE (2021).

Figura 08: Mapa Geomorfológico da microbacia do Maxixe



Fonte: Adaptado pelo autor, 2021

O IBGE (2009) define os pediplanos retocado inumado e retocado desnudado como tipos de aplanamentos que ocorrem em depressões pediplanadas, interplanálticas, periféricas tabuliformes e em sopé de escarpas onde dominam níveis de erosão inferiores, que eventualmente ocorrem em topos de planaltos e chapadas.

Segundo o IBGE (2009) Os pediplanos retocado inumado e desnudado são uma superfície de aplanamento com características elaboradas durante fases seguidas de retomada de erosões, seus processos geram sistemas de planos inclinados sendo que algumas vezes também levemente côncavos. Podem apresentar cobertura detritica ou encouraçamentos tendo mais de um metro de espessura que indicam remanejamentos sucessivos (Pri) ou rochas pouco alteradas truncadas pelos processos de aplanamento que desmudaram o relevo (Pru).

Para o IBGE (2009) Os modelados de Dissecações são divididos em três tipos que são homogênea, estrutural e em ravinas na microbacia hidrográfica do Maxixe está presente as dissecações homogêneas que estão divididas em convexa e tabular, nos modelados de dissecações homogêneas existem diversos tipos de padrões de drenagem, sendo predominantes os padrões dendrítico, subparalelo, e sub-retangular, em que os canais não obedecem a uma direção preferencial.

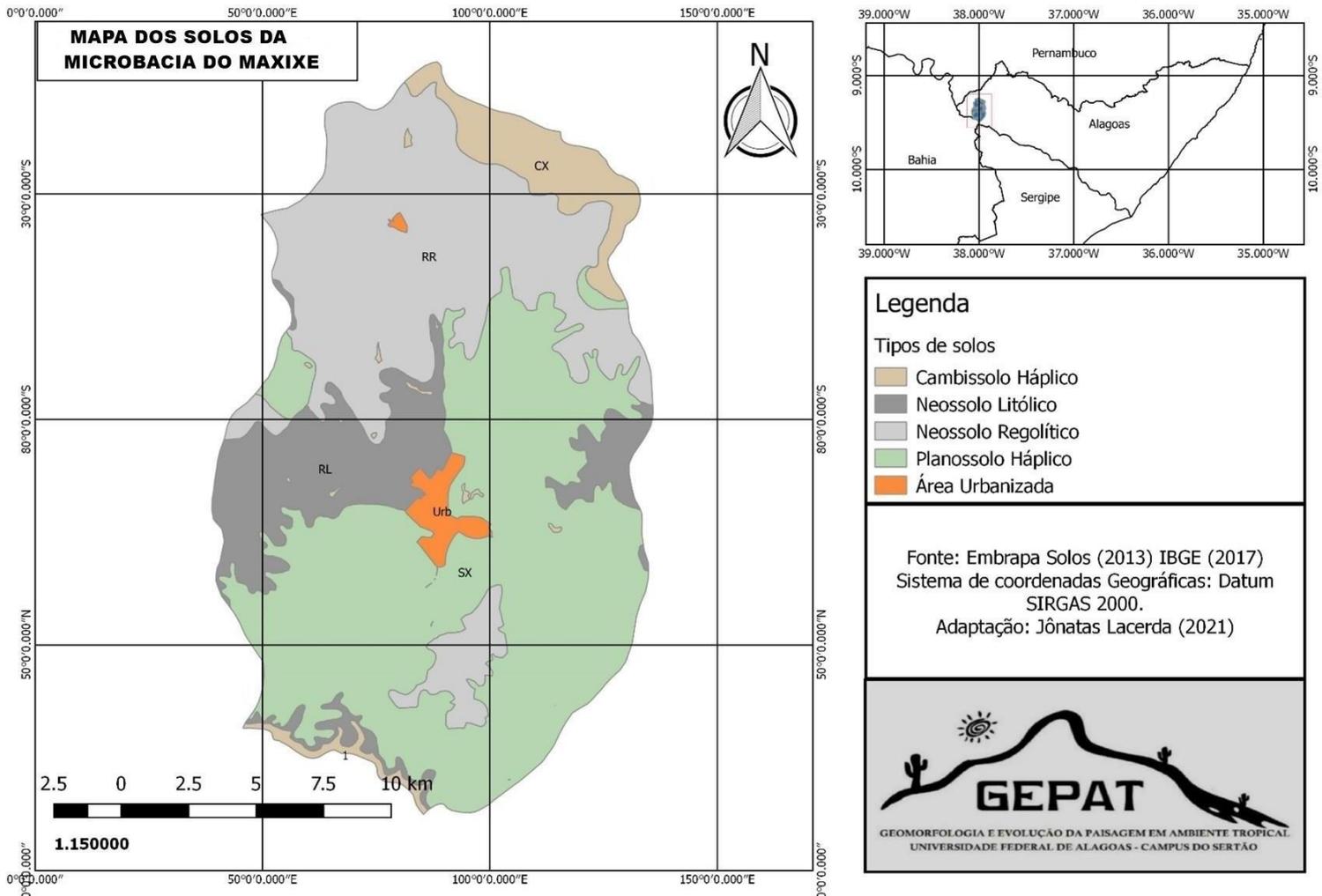
Cavalcante (2005) define a dissecação homogênea convexa como, uma dissecação que gera formas de relevos com topos convexos, por vezes denotando controle estrutural, essas dissecações são definidas por vales pouco profundos, com uma vertente de declividade suave, entalhadas por sulcos e canais de primeira ordem. Já a dissecação homogênea tabular é definida como tendo formas de relevo tabulares, ordenando feições de rampas pouco inclinadas e lombas esculpidas sobre coberturas sedimentares inconsolidadas, com eventual controle estrutural.

3.5. Aspectos do Solo

Os tipos de solos presentes na região da microbacia do Maxixe, são Cambissolo Háplico, Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico e Planossolo Háplico (Figura 09). Os Cambissolos são Grupo de solos pouco desenvolvidos com horizonte B incipiente, sendo definido por Santos (2018) como tendo uma pedogênese pouco avançada evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo, com alteração do material de origem expressa pela quase ausência da estrutura da rocha ou da estratificação dos sedimentos, cromas mais altos, matizes mais vermelhos ou conteúdo de argila mais elevado que o dos horizontes subjacentes.

O tipo de Cambissolo presente na região da microbacia do Maxixe é o Cambissolo Háplico, as suas características são solos que podem ser rasos ou profundos, o seu relevo apresenta declividades acentuadas e o seu solo possui pequenas rochas na sua composição.

Figura 09: Mapa dos Solos da microbacia do Maxixe



Fonte: Adaptado pelo autor, 2021

Os Neossolos são um grupamento de solos pouco evoluídos, sem horizonte B diagnóstico definido, seja pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos, seja por características inerentes ao material originário, esses tipos de solo são constituídos por materiais minerais ou orgânicos.

Santos et al., (2018) Define os Neossolos como:

Compreendem solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso que não apresenta alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem (como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica), seja em razão da influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (SANTOS et al., 2018).

Os Neossolos presentes na região da microbacia do Maxixe são os Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico, as quais apresentam características pouco distintas. O Neossolo Litólico possui solos rasos com sua maior parte tendo um relevo declive com presença de rochas, a sua composição possui a presença de alumínio e um teor de fósforo baixo. O Neossolo Regolítico tem uma textura geralmente arenosa, com uma alta probabilidade de erosão sendo um solo pouco fértil, esse solo é bem característico da região semiárida nordestina.

Os Planossolos são grupo de solos minerais com horizonte B plânico, subjacente a qualquer tipo de horizonte A, podendo ou não apresentar horizonte E (álbico ou não). desargilização vigorosa da parte mais superficial e acumulação ou concentração intensa de argila no horizonte subsuperficial. De acordo com Santos et al., (2018) os Planossolos geralmente ocorrem em área com o relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do solo favorecem o acúmulo de água mesmo sendo com pouca duração, especialmente em regiões sujeitas a estiagem e até mesmo em lugares com o clima semiárido.

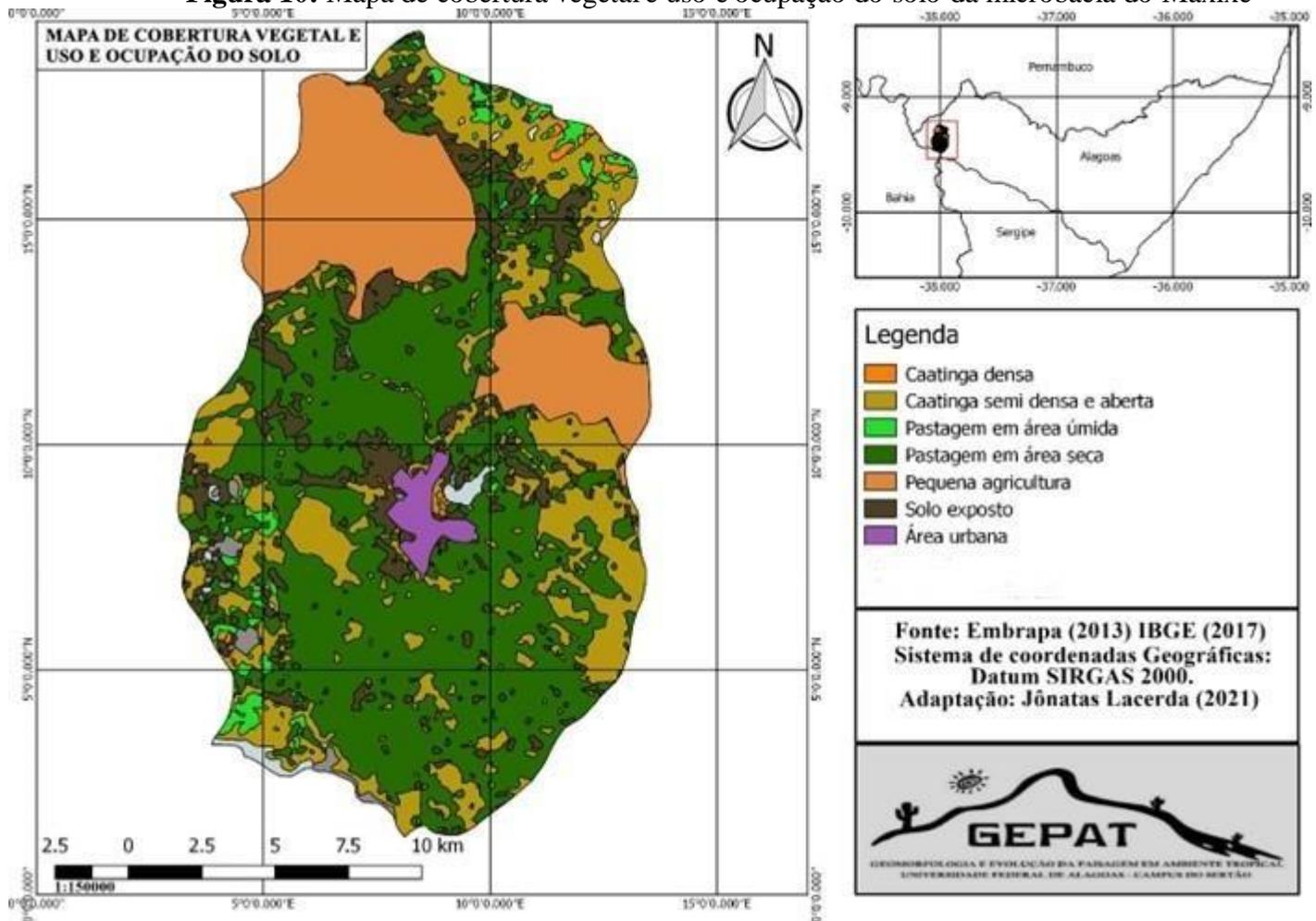
O tipo de Planossolo que está presente na região da bacia do Maxixe é o Planossolo Háptico as suas características principais são solo raso, alto status de nutrição tendo textura arenosa na base e argilosa abaixo da superfície, sendo um solo com grande suscetibilidade a erosão quando está sendo preparado para modificações do solo.

3.6. Cobertura Vegetal e Uso e Ocupação do solo

A cobertura vegetal e o uso e ocupação do solo presente na microbacia do Maxixe está dividido entre partes do bioma em Caatinga densa e Caatinga semi densa e aberta, além de tipos de pastagem como a pastagem em área úmida presente em regiões com maiores altitudes na região semiárida e pastagem em áreas secas que são típicas de regiões semiáridas, áreas de solo exposto muito presente na região sendo bastante propício a erosão, além de áreas de pequenas agriculturas utilizadas para plantação e criação de gados e a área urbana que é habitada pela maior parte da população da região (Figura 10).

O bioma Caatinga, presente em grande parte do nordeste, é totalmente brasileiro, tendo uma variedade de espécies significativas. A sua vegetação é de pequeno porte e tendo características xerófitas, com raízes de grande profundidade e troncos de grande espessura, a região tem o solo seco e frágil, com o mal uso desse solo através das ações antrópicas acaba se tornando mais vulnerável. As suas principais características são de vegetação seca e que precisam de pouca água para seu desenvolvimento com características espinhosas.

Figura 10: Mapa de cobertura vegetal e uso e ocupação do solo da microbacia do Maxixe



Fonte: Adaptado pelo autor, 2021

As pastagens na região têm sua maior parte em área seca. Nessa área existem diversos tipos de plantas para a alimentação de rebanhos, sejam bovinos, caprinos ou outros tipos de rebanhos, geralmente essas plantas são de ótima qualidade para alimentação o que favorece a criação de gado nessas regiões (Figura 11), entre esses tipos de plantas estão as cactáceas, leguminosas e as gramíneas como os principais tipos de plantas que servem de alimentação para rebanhos as plantas mais comuns nessa região são a palma, os capins e o mandacará .

O mapa também mostra áreas de pequenas agriculturas que estão localizadas nas zonas rurais, sendo em sua maior parte de agricultura familiar, onde produzem em escalas menores comparado aos grandes produtores, essas famílias produzem plantações de frutas e verduras além da produção de mel que é muito comum na região.

Figura 11: Arado, plantação de palmas, criação de gado e cacto mandacarú (Delmiro Gouveia – AL)



Fonte: Autor, 2021

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico e cartográfico acerca do tema da área de estudo para entender melhor o tema da pesquisa. Após a pesquisa bibliográfica foi realizado buscas de mapas de bacias, sub-bacias e microbacias do estado de Alagoas para obter dados da área referente a região hidrográfica de estudo.

De posse dos dados cartográficos das regiões hidrográficas do estados de Alagoas, obtidos pelo banco de dados da Secretaria de Estado do meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), onde haviam dados vetoriais das regiões hidrográficas do estado de Alagoas foi realizado o recorte da microbacia do Maxixe através da ferramenta de geoprocessamento cut out do programa QGIS versão 2.18.20 da ESRI, com isso foi obtido o recorte da área de estudo para realização dos processos essenciais para continuidade da pesquisa, tendo como esse recorte a base do processamentos dos dados realizados.

Com o recorte da microbacia do Maxixe deu-se as compilações de informações de dados vetoriais com fim de gerar alguns mapas por meio do Sistemas de Coordenadas Geográficas

com dados obtidos através do site do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA), em que se encontravam dados vetoriais da Secretaria de Estado do meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE) ,Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Zoneamento Agroecológico do estado de Alagoas (ZAAL), Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). durante o período de junho e agosto de 2021.

Para a realização da caracterização da microbacia foram feitos mapas temáticos todos na escala de 1:150.000 e cálculos com o auxílio de programas de Sistema de Informação Geográficas (SIG) com a utilização do programa Qgis versão 2.18, os mapas elaborados foram o de Hidrografia, Precipitação, Geologia, Geomorfologia, Solo e Vegetação e Uso e Ocupação do Solo, Hipsometria, Declividade e de Hierarquia Fluvial que são essenciais para o resultado. Os cálculos morfométricos utilizados para analisar se a microbacia é suscetível a enchentes ou erosão são o Coeficiente de compacidade (Kc), Fator de Forma (F), Índice de Circularidade (IC), Densidade de Drenagem (Dd), Índice de Rugosidade (Ir).

A partir do recorte da Microbacia do Maxixe foi gerado um mapa de Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizando o Datum WGS 1984 , diante do processo de Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) realizado pelo projeto (TOPODATA), em que através de imagens de satélites geraram um (MDE), esses dados foram obtidos através do site da EMBRAPA e da TOPODATA que são bancos de dados geomorfométricos que disponibilizam modelos (SRTM) para o Brasil, a subdivisão onde se encontra a área da microbacia do Maxixe no site da Embrapaé a SC-24-X-C e tem a resolução de 90 metros. Depois desse processo foi possível iniciar obtenção dos dados morfométricos em relação a área de estudo.

O mapa de declividade foi gerado através de imagens de satélite do (SRTM), disponibilizados pelo site da TOPODATA e processado pelo software QGIS, utilizando o Datum WGS 84. A subdivisão onde se encontra a microbacia do maxixe é a 09S39_SA, o sistema de banco de dados utilizados para os parâmetros monométricos foi a SIRGAS2000/(UTM) zone 24 S com o EPSG: 31984.

Os dados morfométricos obtidos a partir do recorte da microbacia do Maxixe foram o perímetro e área total da microbacia, esses dados são essenciais para os cálculos morfométricos e são a base para os cálculos que posteriormente foram realizados, além do comprimento axial da microbacia, altitude, declividade, ordem hierárquica, fator de forma, coeficiente de compacidade, índice de circularidade, densidade de drenagem e o índice de rugosidade, que são os principais dados morfométricos para identificar suscetibilidades a enchentes e a erosão nas bacias hidrográficas, todos esses dados foram realizados pelas ferramentas do QGIS 2.18.20.

O Comportamento de uma bacia hidrográfica está estreitamente relacionado a diversos elementos tais como: área, forma, topografia, geologia, solo, cobertura vegetal dentre outros. A fim de entender a interrelação existente entre a morfologia e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos. (BARBOSA; FURRIER, 2009).

Para Feitosa, Santos e Araújo (2012) o primeiro passo para uma análise morfométrica é a ordenação dos canais de uma bacia hidrográfica, tendo como objetivo identificar os diversos padrões geométricos. Os canais que forem identificados são ordenados em sequência de primeira, segunda, terceira e ordens posteriores, variando na área drenada.

A hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drena que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Isso é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivos estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsométrica) sobre as bacias hidrográficas (CHRISTOFOLETTI, 1980, p 106).

O mapa da hierarquia fluvial foi produzido através modelo digital de elevação junto com o recorte da microbacia do Maxixe, foi produzido utilizando programa QGIS 2.18.20 junto ao complemento SAGA 2.3.2 auxiliado da ferramenta Fill Stinks (Wang Liu) para remoção de possíveis depressões dentro do MDE e melhor identificação dos canais. Logo após o processo foi realizado através da ferramenta Strahler Order a identificação dos canais dentro da microbacia do Maxixe em que foram identificados as ordens dos canais, concluindo que o Rio Maxixe é um rio de 4º ordem.

Os próximos parâmetros calculados para obter os dados morfométricos foram a área e o perímetro da bacia, esses dados são necessários para a base dos principais cálculos morfométricos como fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade, esses parâmetros foram calculados de duas formas, buscando comparar os resultados e chegar ao um valor próximo do valor real. O primeiro cálculo foi realizado através da calculadora do QGIS 2.18 tendo seus resultados na tabela de atributos do próprio software, o segundo cálculo foi realizado através de mapas disponibilizados pela SEMARTH onde esses cálculos foram realizados manualmente através do programa InkScape de acordo com a escala do mapa em questão, foram feitas as medições que se aproximaram dos resultados obtidos automaticamente pelo software QGIS.

O tipo de pesquisa realizada para os cálculos dos parâmetros morfométricos é de análise linear, sendo definida por Chirstofoletti (1981) como índices e relações a propósito da rede hidrográfica, em que as medições necessárias são realizadas ao longo das linhas de escoamento.

A área de drenagem é definida por Vilella e Matos (1975) como sendo uma área plana que está incluída em seus divisores topográficos, fazendo-se um elemento básico para cálculos de diversas características físicas, a sua área é geralmente determinada por planimetria com mapas razoavelmente grandes e sendo expressa em km².

O perímetro de uma bacia hidrográfica é o comprimento do contorno da bacia hidrográfica, esse parâmetro é utilizado como base de diversos cálculos morfométricos junto com a área da bacia tendo uma grande importância no estudo morfométrico sendo expresso em Km. O cálculo do perímetro foi feito automaticamente através da calculadora do QGIS 2.18.20 e realizado de forma manual para comparação dos resultados.

Os principais cálculos morfométricos que indicam possíveis suscetibilidades a enchentes e erosão são o fator de forma, coeficiente de compactidade, índice de circularidade, densidade de drenagem e o índice de rugosidade.

Fator de Forma (Kf), Vilella e Matos (1975) define o fator de forma como a relação da largura e o comprimento axial de uma bacia hidrográfica, medindo-se o comprimento da bacia ao seguir o curso de água mais longo até a cabeceira do ponto mais distante da bacia. O fator de forma constitui outro índice indicativo da maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com o fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes do que uma outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

O fator de forma é representado pelo cálculo a seguir em que Kf é o fator de forma, A é a área da bacia e L é o comprimento Axial.

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Os valores a seguir são referentes ao resultado do fator de forma de acordo com SILVA E MELLO, 2008:

Kf ≥ 0,75 – Bacia sujeita a enchentes

Kf = 0,75 - 0,50 - Bacia com tendência média a enchentes

Kf ≤ 0,50 Bacia não sujeita a enchentes

Coeficiente de compacidade é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de área igual ao da bacia onde P e A são respectivamente perímetro em km e a área da bacia em km². Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independente do seu tamanho; quanto mais irregular for a bacia, tanto maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual a unidade corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente (VILELLA e MATOS, 1975).

O coeficiente de compacidade é definido pela seguinte equação sendo Kc o coeficiente de compacidade, P o perímetro da bacia e A é área da bacia:

$$K_c = \frac{0.28.P}{\sqrt{A}}$$

Os valores a seguir são referentes ao resultado do coeficiente de compacidade de acordo com SILVA E MELLO, 2008:

1,00 ≤ Kc < 1,25 – Bacia com elevada propensão a grandes enchentes

1,25 ≤ Kc < 1,50 - Bacia com tendencia média a grandes enchentes

Kc ≥ 1,50 – Bacia não sujeita a grandes enchentes

O Índice de circularidade simultaneamente ao coeficiente de compacidade, o índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada(Cardoso et al., 2006). O índice de circularidade de Muller (1953) mostra que cada vez mais que o valor se aproxima de 1,0 a bacia tem semelhança com a forma circular sendo assim mais propensa a enchente.

O índice de circularidade é definido pela seguinte equação, sendo IC o índice de circularidade A é a área da bacia e P o perímetro.

$$IC = \frac{12,57.A}{P^2}$$

O valor a seguir são referentes aos resultados que o índice de circularidade podem assumir segundo Muller (1953):

IC = 0,51 – Tem um nível moderado de escoamento, sem contribuição na concentração de águas que possibilitem cheias rápidas.

IC ≥ 0,51 – Indica que a bacia tem tendencia de ser mais circular, o que favorece o processo de inundação.

IC ≤ 0,51 – A bacia é mais alongada favorecendo o processo de escoamento.

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais, ravinas e tributários de escoamento com a área da bacia hidrográfica. Um valor pequeno de densidade de drenagem significa rochas pouco resistentes, ou solo permeável, ou cobertura vegetal densa, ou relevo suave (concomitância possível). Um valor elevado significa rochas mais resistentes, ou solo impermeável, ou pequena cobertura vegetal, ou relevo acidentado. (ALVES; AZEVEO; SILVA,2014, p.132).

A densidade de drenagem é definida pela seguinte equação, sendo Dd a densidade de drenagem, L o comprimento total dos cursos d'água da bacia e A é a área total da bacia.

$$Dd = \frac{L}{A}$$

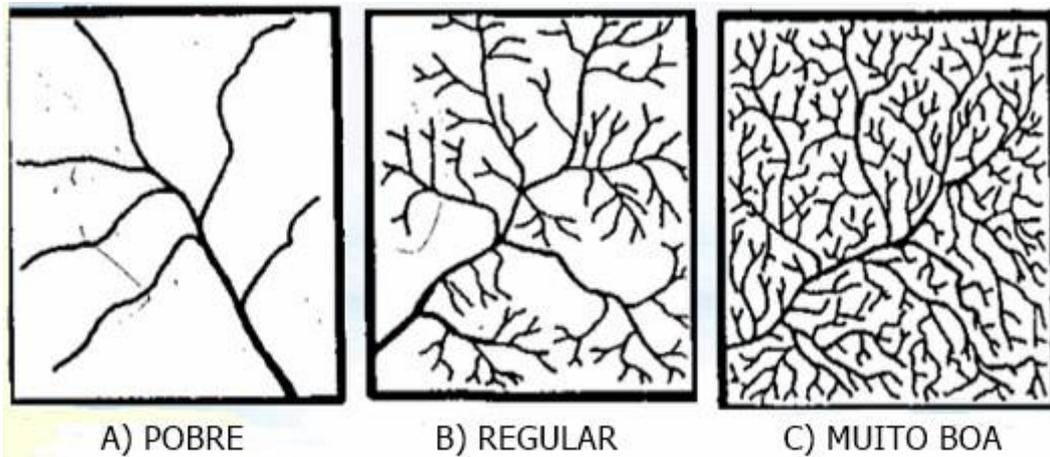
A densidade de drenagem é identificada entre os maiores parâmetros do estudo da morfometria das bacias hidrográficas, esse parâmetro foi definido inicialmente por Horton (1945). De acordo com Vilella e Matos (1975) pode-se afirmar que o índice pode variar entre 0,5 km/km², para bacias pobres em drenagem, a 3,5 km/km², ou mais para bacias excepcionalmente bem drenadas (Tabela 1).

Tabela 01: Classificação Densidade de drenagem de acordo com Vilella e Matos (1975)

DENSIDADE	Dd (Km/Km²)
Pobre	< 0,5
Regular	0,5 a 1,5
Boa	1,5 a 2,5
Muito Boa	2,5 a 3,5
Excepcional	3,5

O resultado desse parâmetro tem grande relevância para refletir a probabilidade de suscetibilidade de um terreno a erosão, diante disso com a classificação da Densidade de drenagem que foi composta proposta por Villela e Mattos (1975), é possível entender se a drenagem da bacia é pobre, regular ou muito boa de acordo com a formação dos rios (Figura 12) .

Figura 12: Classificação Densidade de drenagem de acordo com Villela e Mattos (1975)



Fonte: Adaptado de Villela e Mattos, 1975

Índice de rugosidade De acordo com Melton (1957) é o resultado da relação da altitude altimétrica (H) e a densidade de drenagem da bacia hidrográfica (Dd). Com isso se os valores estão elevados resultam em uma declividade maior no terreno, fazendo com que haja pouca drenagem caracterizando uma maior intensidade nos processos erosivos da bacia.

O índice de Rugosidade é definido pela seguinte equação, sendo Ir o índice de rugosidade H a amplitude altimétrica e Dd a densidade de drenagem da bacia.

$$I_r = H \times Dd$$

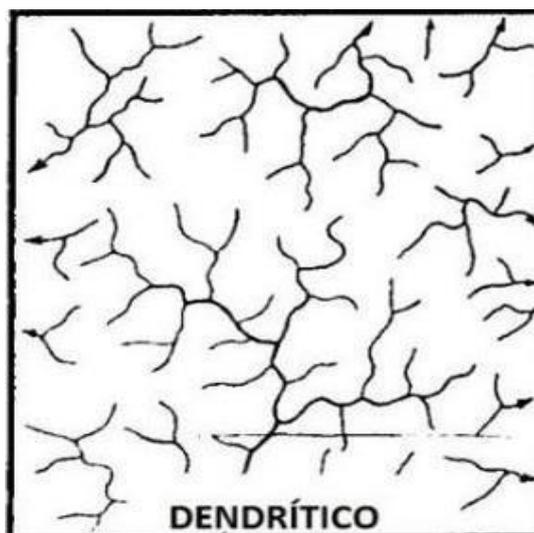
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Hierarquia Fluvial

De acordo com Villela e Mattos (1975), as ordens dos canais é uma classificação que indica o grau de ramificação ou bifurcação em uma bacia, com o uso de um mapa da bacia bem detalhado onde sejam incluídos todos os canais sendo perenes, intermitentes ou enfermos. São considerados canais de primeira ordem os pequenos canais que não possui tributários, sendo assim quando dois canais de primeira ordem se juntam é formado um canal de segunda ordem e assim suscetivelmente.

A microbacia do maxixe é de drenagem dendrítica (Figura 13) pois de acordo com Chistofolleti (1980) em seu desenvolvimento se assemelha-se a configuração de uma árvore. Sendo que a corrente principal corresponde ao tronco da árvore, os tributários aos seus ramos e as correntes de menor categoria aos raminhos e folhas.

Figura 13: Padrão de drenagem dendrítico



Fonte: Adaptado de Christofolleti, 1980

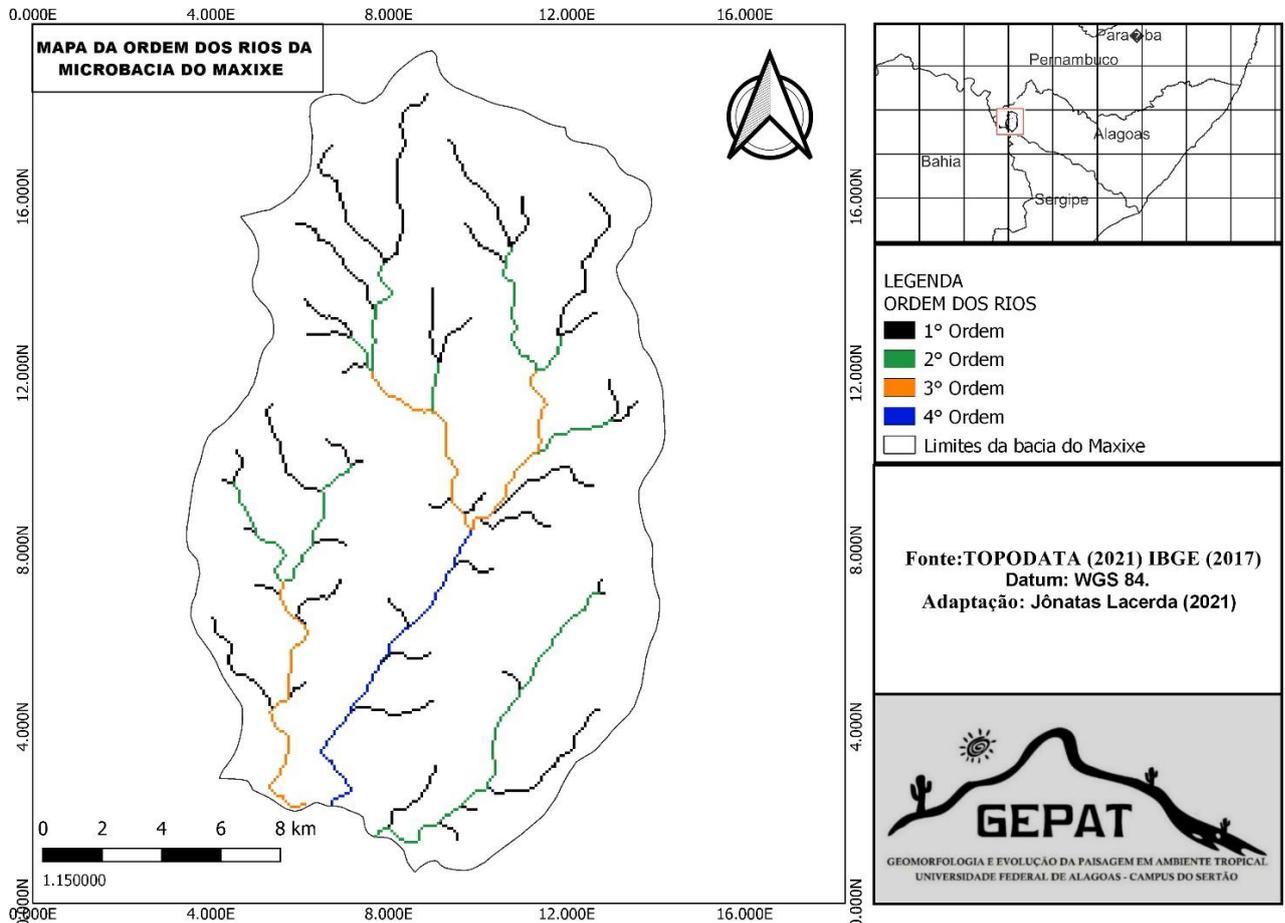
Diante da proposta de Strahler (1952) foi possível identificar que o rio maxixe é de quarta ordem, no mapa elaborado da microbacia do Maxixe é possível observar que suas ordens estão detalhadas por cores em que é possível identificar qual é a ordem de cada canal, o rio principal Rio Maxixe está destacado na cor azul (Figura 14) , desde sua nascente até o seu exutório a microbacia possui 53 canais que estão divididos das seguintes formas de acordo com a (Tabela 2).

Tabela 02: Ordens dos canais da microbacia do Maxixe

Ordem dos canais	Número de canais
1° Ordem	40
2° Ordem	9
3° Ordem	3
4° Ordem	1

Fonte: Produzida pelo autor

Figura 14: Mapa da ordem dos rios da microbacia do Maxixe



Fonte: Adaptado pelo autor, 2021

5.2 Caracterização Morfométrica

De acordo com cálculos e análises realizadas (Tabela 3) pode se dizer que a área da microbacia do maxixe possui aproximadamente 330.965 km², seu perímetro é de aproximadamente 106.178 km e seu padrão de drenagem é dendrítico.

Tabela 03: Resultados da caracterização morfométrica da microbacia do Maxixe

Parâmetros	Resultados
Área da bacia (A)	330.965 Km ²
Perímetro da bacia (P)	106.178 Km
Comprimento Axial	27,750 Km
Comprimento total dos cursos d'água da bacia	208.302,55 km
Fator de Forma (KF):	0,43
Coefficiente de compacidade (KC)	1,63
Índice de Circularidade (IC)	0,36
Densidade de drenagem (DD)	0,62
Índice de Rugosidade (IR)	341 m
Amplitude Altimétrica	550 m
Altitude máxima	700 m
Altitude média	300 m
Altitude mínima	150 m
Hierarquia fluvial (HF) ordem do rio principal	4° ordem
Padrão de drenagem	Dendrítico
Região	Talhada

Fonte: Produzida pelo autor (2022)

Diante dos dados obtidos a área e o perímetro da bacia favorece maior surgimentos de canais de primeira ordem, pois quanto maior o perímetro maior a quantidade de canais de primeira ordem, sendo considerado um perímetro grande, já que são 40 canais de primeira ordem e 9 de segunda ordem.

A microbacia possui um comprimento axial de 27,750 km, sendo ele o comprimento do curso de água principal somado a distância da nascente até o divisor topográfico, esse comprimento é importante para o cálculo do Fator de Forma esse cálculo é a relação entre a largura média de uma bacia e o seu comprimento axial.

O comprimento total dos cursos de água é muito importante para a realização dos parâmetros morfométricos, pois a partir dele é calculado um dos mais importantes cálculos da morfometria em bacias hidrográficas que é a Densidade de Drenagem (DD). A microbacia do maxixe possui um comprimento total dos cursos de água de aproximadamente 208,302 km.

O fator de forma da microbacia do maxixe é de aproximadamente 0,43 o que é considerado um valor baixo segundo a classificação de SILVA E MELLO (2008). Assim a microbacia tem baixa probabilidade a enchentes, a sua forma é de uma bacia alongada, considerando o baixo índice de pluviosidade da região da microbacia as chances de enchentes são ainda menores, já que a região geralmente possui baixos índices pluviométricos.

O coeficiente de compacidade aproximado da microbacia do Maxixe é de 1,63 segundo a classificação de SILVA E MELLO (2008). O que faz com que a bacia não seja sujeita a grandes enchentes e sua forma não seja próxima a uma forma circular, já que uma bacia que se assemelha a uma forma circular tende a ter maiores chances de grandes enchentes.

A microbacia tem um índice de circularidade de aproximadamente 0,36, esse índice é simultâneo ao coeficiente de compacidade, pois analisa a proximidade que a bacia tem da forma circular, a microbacia do maxixe tem um valor abaixo de 0,51, isso sugere que a bacia tenha tendência de ser mais alongada o que favorece o processo de escoamento, sem tendência a enchentes pois a água escoar mais rapidamente.

Diante dos dados analisados pode se afirmar que a microbacia não tem tendência a grandes enchentes, a partir desses cálculos morfométricos é possível entender que a forma da bacia é alongada, sendo distante da forma circular, além disso facilitando o processo de escoamento da água das chuvas provenientes de outras localidades além das chuvas da própria região já que a água escorre até o seu exutório que é o rio São Francisco.

A densidade de drenagem é um cálculo muito importante para o estudo das bacias hidrográficas, já que calcula o tipo do solo existente na região, esse método foi definido

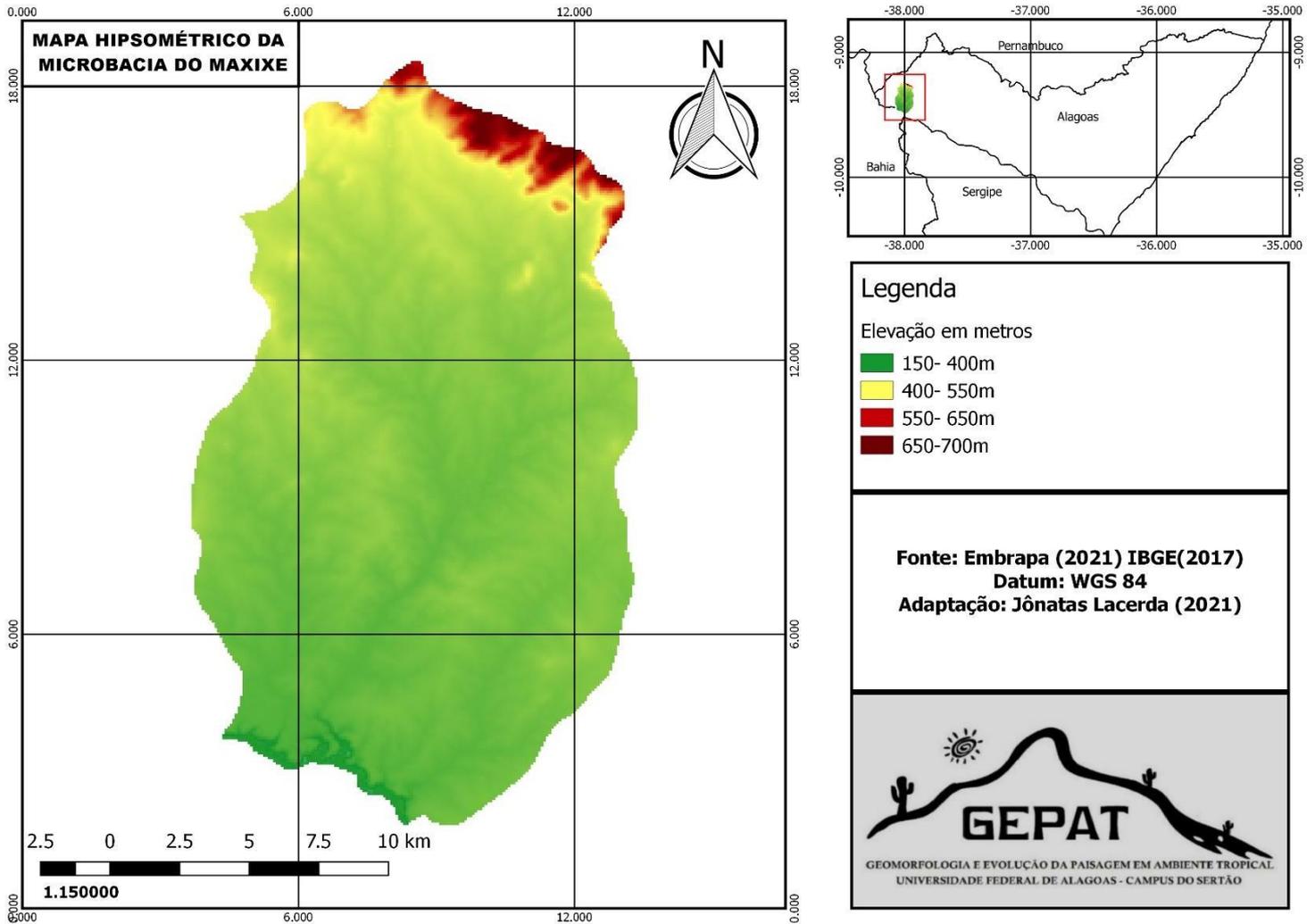
inicialmente por Horton (1945). Esse método tem grande relevância para refletir a probabilidade do terreno a erosão, a microbacia do maxixe possui uma densidade de drenagem de 0,62 o que está encaixado como regular de acordo com Vilella e Mattos (1975), pois está entre os valores de 0,5 a 1,5, mas na microbacia do maxixe esse valor está muito próximo do < 0,5 fazendo com que o terreno possa ser considerado regular a pobre, nesse caso o terreno possui grande probabilidade de erosão, já que o seu valor está muito próximo de 0,5 que é o valor considerado de um terreno pobre. Já que o terreno é considerado regular/pobre é necessários políticas públicas para a construção de barragens para que atenda a necessidade da região ao seu entorno.

O índice de rugosidade (Ir) é o cálculo da disponibilidade do escoamento hídrico relacionado com o potencial erosivo, que são expressos pela declividade média. Dado o índice de rugosidade for alto o risco de erosão da bacia é maior. Os resultados obtidos nessa pesquisa podem orientar planejamentos futuros e gestões de recursos. O (Ir) encontrado na microbacia do Maxixe foi de aproximadamente 341 m o que é considerado alto e junto a sua amplitude altimétrica que é de 550 m, favorecendo o escoamento superficial o que causa alta intensificação de processos erosivos na região da microbacia.

A Microbacia do Maxixe possui uma altitude máxima de aproximadamente 700 m, essa altitude está com valores concentrados na parte norte da microbacia na região de serras provenientes do maciço de Água Branca e ocupa uma pequena parte da microbacia mas que influencia diretamente já que a água escorre das partes mais altas diretamente para o rio e seus afluentes, a altitude mínima é de 150 m já a amplitude altimétrica que é a subtração da altitude mínima da altitude máxima é de 550 m.

É possível observar que a maior parte da região da microbacia varia entre elevações de 150 e 400 m com partes entre 400 e 700 m (Figura 15). A microbacia do Maxixe é uma bacia considerada alongada, tendo um relevo com um alto potencial de escoamento superficial, já que a água vai escorrer até o seu exutório sem grandes acúmulos geralmente causado quando a bacia tem uma forma mais aproximada de um círculo.

Figura 15: Mapa Hipsométrico da microbacia do Maxixe



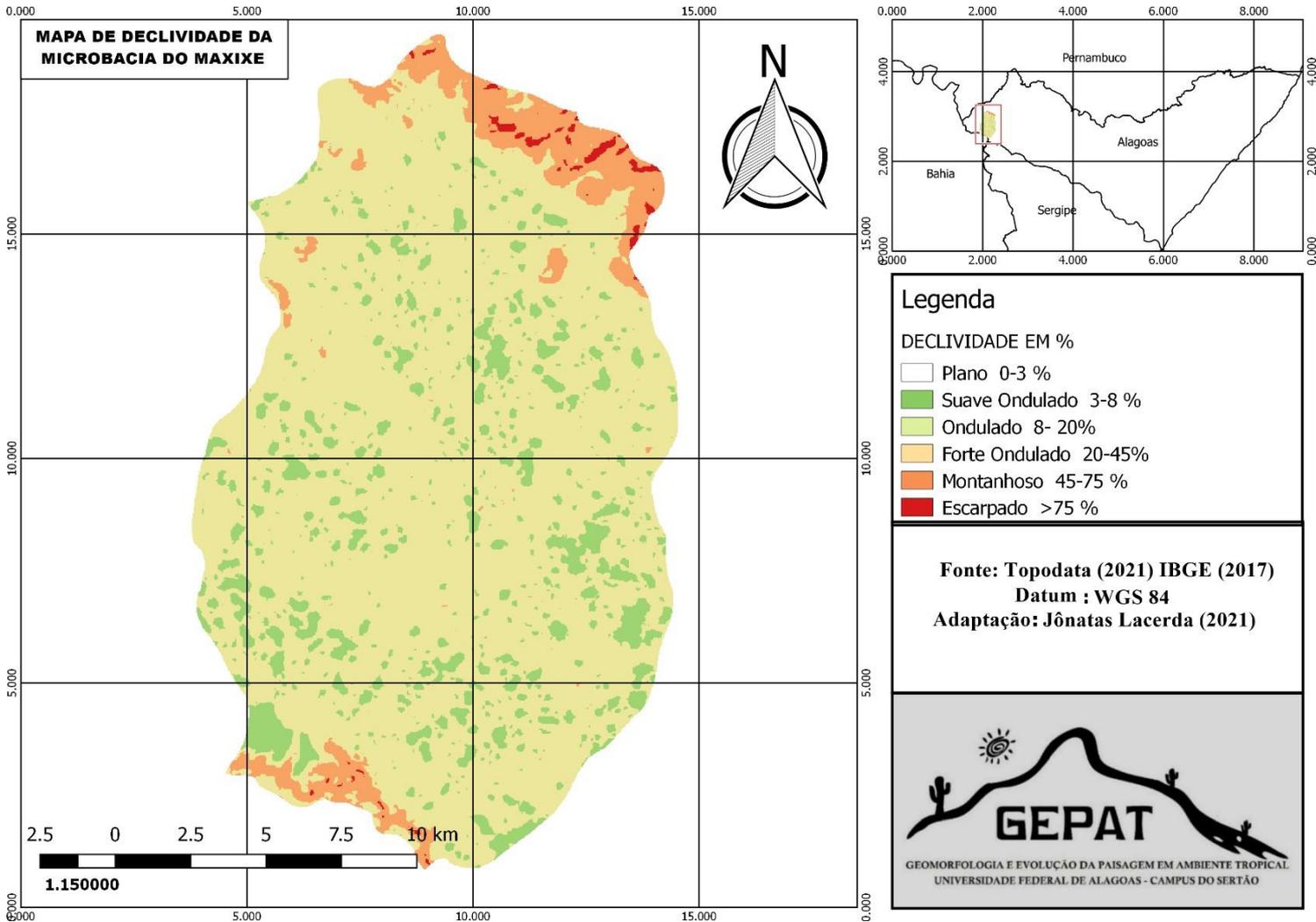
Fonte: Adaptado pelo autor, 2021

A declividade de uma bacia hidrográfica é uma medida muito importante uma vez que está relacionada com o tempo de duração do escoamento superficial e de concentração da precipitação em leitos dos cursos de água, afetando a forma e os valores máximos do hidrograma de escoamento nas bacias.

Com a sua forma alongada como foi identificado através dos cálculos morfométricos realizados, a declividade da microbacia do Maxixe obteve resultados classificados através das porcentagens, onde cada localidade foram determinadas das seguintes formas. plano com cerca de 0-3%, suave Ondulado com 3-8 %, ondulado com 8-20%, forte ondulado de 20-45%, montanhoso 45-75% e escarpado quando está acima de 75%. Com isso foi identificado que a maior parte da bacia está classificada como Forte Ondulado que está de 20-45% de declividade,

compartes Ondulados entre elas com 8-20 %, além de uma declividade montanhosa e escarpada na parte norte e sul da bacia (Figura 16).

Figura 16: Mapa de declividade da microbacia do Maxixe



Fonte: Adaptado pelo autor, 2021

Diante das informações analisadas através dos cálculos morfométricos e das análises dos mapas pode-se afirmar que a microbacia do Maxixe possui como o seu rio principal o rio Maxixe que se configura como de 4º ordem, sua drenagem é dendrítica e o seu relevo alongado o que favorece o escoamento superficial. A microbacia não tem grandes tendências a enchentes mas o seu solo é muito suscetível a erosão, ou seja a bacia com condições normais de chuvas durante o ano dificilmente irá transbordar e assim causar enchentes, já seu solo é necessário ter uma atenção maior já que o é considerado regular/pobre além de ser raso.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho em questão foi realizado inicialmente com a análise da hierarquia fluvial, buscando identificar a ordens dos canais da microbacia do Maxixe para assim prosseguir com a continuação da pesquisa do estudo morfométrico. Diante disso foi identificado que rio principal da microbacia o rio maxixe é um rio de quarta ordem, a drenagem da microbacia é considerada dendrítica de acordo com Chistofolleti (1980).

Os cálculos morfométricos de fator de forma, Índice de circularidade e coeficiente de compacidade identificaram que a microbacia possui uma forma mais alongada, tendo assim um bom escoamento. Diante disso, com as taxas de precipitações normais tem menores suscetibilidades a enchentes e inundações ao entorno da microbacia.

Os cálculos referentes a densidade de drenagem e índice de rugosidade mostrou que a região da microbacia possui altas tendências para a erosão, com uma densidade de drenagem regular mas muito próximo a ser pobre, sendo assim necessário políticas públicas como construção de açudes e barragens em algumas localidades. O índice de rugosidade que calcula a taxa de disponibilidade do escoamento hídrico apresentado na microbacia é considerado alto fazendo com que ocorra intensificação de processos erosivos na região.

Com isso a partir das técnicas que foram aplicadas nessa pesquisa foi possível compreender como se comporta a microbacia e prevenir possíveis impactos que venham a ocorrer como alagamentos, enchentes e altas taxas erosivas do solo. Este tipo de estudo oferece importantes elementos sobre o comportamento da microbacia para o planejamento de uso do solo, e conseqüentemente para o desenvolvimento de políticas públicas e ambientais eficientes.

7. REFERÊNCIAS

- ALVES, T. L. B., AZEVEDO, P. V., SILVA, M. T., 2014. Análise morfométrica da bacia hidrográfica riacho Namorado, São João do Cariri - PB: uma ferramenta ao diagnóstico físico. *Revista de Geografia (UFPE)* [online], 31.
- ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de. **A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos**. Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE, ano 5 n. 5 dezembro de 2011, p.89-98
- BARBOSA, Maria Emanuella Firmino; FURRIER, Prof. Dr. Max. **ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GURUJI, LITORAL SUL DO ESTADO DA PARAÍBA**. In: O SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13., 2009, Viçosa. **Anais [...]** . Viçosa, Mg: Universidade Federal de Viçosa, 2009. p. 1-12.
- BARROS, Alexandre Hugo Cezar...[et al...]. **Climatologia do Estado de Alagoas - - Dados eletrônicos**. Recife: Embrapa Solos, 2012. 32 p.; il. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892; 211
- BASTOS, F. H.; MAIA, R. P.; CORDEIRO, A. M. N. **Geomorfologia**. Fortaleza: EdUECE, 2015. 138 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). Glossário de termos referentes à gestão de recursos hídricos fronteirizos e transfronteirizos. Brasília: MMA; SRH, 2006. 74 p. : il.
- CADIE, Eric. **HIDROLOGIA DAS PEQUENAS BACIAS DO NORDESTE SEMI-ÁRIDO: "transposição hidrológica"**. Recife, Pe: Sudene/Orstom, 1994. 448 p.
- CAMPOS, José Nilson Bezerra. Vulnerabilidades hidrológicas do Semiárido às secas. **Planejamento e Políticas Públicas**, Fortaleza, Ce, p. 261-297, 01 jan. 1997.
- CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. M. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo – RJ**. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000200011>.
- CARELLI, Liamara; LOPES, Priscila Paixão. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA OLHOS D'ÁGUA EM FEIRA DE SANTANA/BA: geoprocessamento aplicado à análise ambiental. **Boletim Goiano de Geografia**, [S.L.], v. 31, n. 2, p. 43-54, 12 jan. 2012. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/bgg.v31i2.16844>.
- CAVALCANTE, Luciana Mendes. **Zoneamento geológico e geomorfológico entre Feijó e Mâncio Lima – Acre** . Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 24 p. il. color. (Embrapa Acre. Documentos, 99).

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014, p.34.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **A Análise da Densidade de Drenagem e suas Implicações Geomorfológicas**. Geografia, v.4, n.8, 1979, p. 23-42.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2º edição, 1980, p.188.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. o canal fluvial, v1. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313 p.

CUNHA, T. J. F.; PETRERE, V. G.; SILVA, D. J.; MENDES, A. M. S.; MELO, R. F. de; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, M. S. L. da; ALVAREZ, I. A. **Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo**. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). *Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 2, p. 50-87.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EMBRAPA. **Climatologia do Estado de Alagoas** / Alexandre Hugo Cezar Barros...[et al...] - - Dados eletrônicos. Recife: Embrapa Solos, 2012. 32 p.; il. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892; 211

EMBRAPA TERRITORIAL. Satélites de Monitoramento. Campinas, 2018. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento> >. Acesso em: 15 Out. 2021.

FEITOSA, Ailton; SANTOS, Bruno Olimpio; ARAËJO, Maria do Socorro Bezerra de. Caracterização Morfométrica e identificação de Áreas Susceptíveis a Erosão na Bacia do Rio Pajeú, PE: o estudo de caso da bacia do rio pajeú/pe (morphometric characterization and identification of areas susceptible to erosion on the pajeú river watershed). **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 4, n. 4, p. 820, 22 jan. 2012. Revista Brasileira de Geografia Física. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v4i4.232740>.

FREIRE, Neison Cabral Ferreira; BONFIM, Cristine Vieira do; NATENZON, Claudia Eleonor. Vulnerabilidade socioambiental, inundações e repercussões na Saúde em regiões periféricas: o caso de alagoas, brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, [S.L.], v. 19, n. 9, p. 3755-3762, set. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232014199.07572014>.

GHEYI, Hans Raj *et al* (ed.). **RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: estudos e aplicações**. Campina Grande, Pb: Instituto Nacional do Semiárido, 2012. 258 p.

HIRATA, Anderson Akira; BURKERT, Denilson. MORFOMETRIA DA BACIA DO RIBEIRÃO LAJEADO – SP. **Formação (Online)**, [S.L.], v. 27, n. 50, p. 175-199, 16 abr. 2020. Revista Formacao. <http://dx.doi.org/10.33081/formacao.v27i50.6449>.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia** Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598 ; n. 5

JATOBÁ, L.; LINS, R. C. **Introdução à geomorfologia**. 5º edição. Revista ampliada: Recife: Bagaço, 2008. 244p.

MATOS, Andrevânia Santos de; ROCHA, Cleudes Rodrigues; OLIVEIRA, Manoel Alves de. BACIAS HIDROGRÁFICAS E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: o caso da região Hidrográfica atlântico leste. **Geopauta**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 5, 26 ago. 2018. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/Edicoes UESB. <http://dx.doi.org/10.22481/rg.v2i2.4016>.

MIOTO, C. L.; RIBEIRO, V. O.; SOUZA, D. M. Q.; PEREIRA, T. V.; ANACHE, J. A. A.; PARANHOS FILHO, A. C.. Morphometric Characterization of Watersheds Using Free GIS Softwares. **Anuário do Instituto de Geociências - Ufrj**, [S.L.], v. 37, n. 2, p. 16, 28 nov. 2014. Instituto de Geociências - UFRJ. http://dx.doi.org/10.11137/2014_2_16_22.

MIRANDA, Ricardo Augusto Calheiros de et al. CICLO HIDROLÓGICO PLANETÁRIO: abordagens e Conceitos. **Geo Uerj**, Rio de Janeiro, Rj, v. 1, n. 21, p. 109-119, 2010.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 15 Out. 2021

MOURA, M. S. B. de; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. DE; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. **Clima e água de chuva no Semi-Árido**. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. cap. 2, p. 37-59. il. color.

MOURA, Cristiane Alessandra de. AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIA A ENCHENTES DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE CARAGUATATUBA (SP). **Revista de Geografia (Ufpe)**, Caraguatatuba, Sp, v. 30, n. 2, p. 123-138, set. 2013.

MOREIRA DE LIRA, Elisandra.; NASCIMENTO, Francisco Ivam Castro do. ALMEIDA, Gleiciane Oliveira de. ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ AMARO, ACRE-BRASIL. **REVISTA GEONORTE**, v. 3, n. 6, p. 606 - 616, 16 nov. 2012.

OLIVEIRA, G. G.; GUASSELLI, L. A.; SALDANHA, D. L. **Influência de variáveis morfométricas e da distribuição das chuvas na previsão de enchentes em São Sebastião do Caí, RS**. Revista de Geografia (Recife), v.3, p.126-140, 2010.

PINTO, Valcir Rogério; PIERANGELI, Maria Aparecida Pereira; SOUZA, Célia Alves de; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva; SILVA, Carolina Joana da. Morfometria da Bacia Hidrográfica do Rio Sararé, Sudoeste de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 11, n. 5, p. 1721-1731, 2018. Revista Brasileira de Geografia Física. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v11.5.p1721-1731>.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados, [S.L.], v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142008000200004>

RIBEIRO, Simone; MARÇAL, Mônica; CORREA, Antonio. GEOMORFOLOGIA DE ÁREAS SEMI-ÁRIDAS: UMA CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DOS SERTÕES NORDESTINOS. Revista de Geografia UFPE. 27. 120, 2010.

SAMPAIO, Augusto César Praciano; CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes; BASTOS, Frederico de Holanda. **Susceptibilidade à Erosão Relacionada ao Escoamento Superficial na Sub-Bacia do Alto Mundaú, Ceará, Brasil** (Susceptibility to Erosion Related to Surface Runoff in the Sub-Basin of the Upper Course of the Mundaú, Ceará, Brazil). Revista Brasileira de Geografia Física, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 125, 27 jan. 2016. Revista Brasileira de Geografia Física. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v9.1.p125-143>.

SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W.. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 195-211, 31 dez. 2012. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.945>.

SANTOS, H. G. dos *et al* (ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book: il. color. E-book, no formato ePub, convertido do livro impresso.

TEODORO, Valter Luiz Iost; TEIXEIRA, Denilson; COSTA, Daniel Jadyr Leite; FULLER, Beatriz Buda. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 137, 7 jan. 2007. Revista Brasileira Multidisciplinar - Rebram. <http://dx.doi.org/10.25061/2527-2675/rebram/2007.v11i1.236>.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2001. 939 p.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.

TUCCI, Carlos; CLARKE, Robin. Impactos das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 135-152, 1997. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v2n1.p135-152>.

VILLELA, Swami M.; MATTOS, Arthur. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.