

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Rothieri Serres Luiz

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VEGETAÇÃO
NATIVA FLORESTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO
JACAQUÁ-ALEGRETE/RS**

Santa Maria, RS
2018

Rothieri Serres Luiz

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VEGETAÇÃO
NATIVA FLORESTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO JACAQUÁ-
ALEGRETE/RS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Geografia**.

Orientador: Prof. Dr. Romario Trentin

Santa Maria, RS
2018

Rothieri Serres Luiz

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VEGETAÇÃO
FLORESTAL NATIVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO JACAQUÁ-
ALEGRETE/RS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Geografia**.

Aprovado em 21 de fevereiro de 2018:

Romario Trentin, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Fabiano da Silva Alves, Dr. (URCAMP)
(Coorientador)

Anabela Silveira de Oliveira Deble, Dra (URCAMP)

Anderson Augusto Volpato Scoti, Dr. (UNIR - Vídeconferência)

Santa Maria, RS
2018

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a meus Pais Ivan Luiz e Tânia Luiz e também a minha filha Nathana Serres Luiz Dutra, com muito amor, gratidão e carinho!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria por me proporcionar um ensino de qualidade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) pela oportunidade de adquirir conhecimento.

A secretária do PPGGEO Fatima Liliane Fernandes Bonilla, pela atenção e trabalho prestado sempre que necessário.

Ao Prof. Dr. Romario Trentin que nunca mediu esforços para me apoiar, ajudar e orientar. Obrigada por cada ensinamento, por acreditar em mim. E acima de tudo obrigada por me mostrar que tudo é possível, que quando se quer se busca.

Ao Prof. Dr. Fabiano da Silva Alves que desde a época da graduação me incentivava a seguir meus estudos e a conquistar meus sonhos. Sou grata a ti por tudo, pelos ensinamentos, apoio e carinho. Se hoje realizo um sonho é graças a ti que sempre acreditou no meu potencial. Simplesmente OBRIGADA!

A Deus pela vida e pela oportunidade e realização do Mestrado.

A minha família, meus pais Ivan e Tânia que nunca mediram esforços para me ajudar e me incentivar nos momentos mais difíceis.

A minha filha Nathana que sempre esteve ao meu lado e entendeu minha ausência em determinados momentos.

Ao meu irmão Vlander Serres Luiz que sempre acreditou em mim e esteve me apoiando.

Ao meu colega e namorado Rodrigo Severo, que esteve sempre me apoiando.

Aos meus colegas do Mestrado em Geografia que caminharam ao meu lado nesses três anos de estudo.

Obrigada aos meus eternos colegas e amigos que sempre estavam dispostos a me ajudar e auxiliar na dissertação e construção dos mapas, Igor da Silva Knierin e Vinicius Silveira dos Santos.

Agradeço as colegas ou melhores amigas que conquistei durante esta caminhada, a Daniéli Flores Dias e Eloisa Penna da Rosa. Obrigada pelo apoio, pelos conselhos e por estarem sempre me incentivando a não desistir por mais difícil que estivesse a caminhada.

Obrigada a querida colega Angéli Aline Behling por caminhar comigo nesta empreitada.

Aos colegas Anderson Augusto Volpato Scoti, Paula Mirela Almeida Guadagnin, Daniel Junges Menezes, Igor da Silva Knierin, Jonatas Giovani Silva Aimon, Vinicius Silveira dos Santos, Daniéli Flores Dias e Eloisa Penna da Rosa, pela amizade e companheirismo durante esta trajetória.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Geologia Ambiental, por dividirmos nossos conhecimentos e ambos apoiarmos uns nos outros.

As minhas colegas e amigas do CDC, Giselda Braga, Cristiana Rosauero e Mariane Silva, que sempre estiveram ao meu lado incentivando, perguntando e apoiando minha caminhada.

A família do Colégio Divino Coração/Alegrete pelo apoio na realização e conclusão deste trabalho.

Obrigada a todos que acreditaram e torceram por mim!

*“Não me pergunte onde fica o Alegrete
Segue o rumo do teu próprio coração
Cruzarás pela estrada algum ginete
E ouvirás toque de gaita e violão [...]”
(Trecho da Música: Canto Alegretense – Os Serranos)*

RESUMO

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VEGETAÇÃO FLORESTAL NATIVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO JACAQUÁ-ALEGRETE/RS

AUTORA: Rothieri Serres Luiz
ORIENTADOR: Prof. Dr. Romario Trentin
COORDENADOR: Prof. Dr. Fabiano da Silva Alves

O estudo analisou a relação da distribuição espacial da vegetação florestal nativa na bacia hidrográfica do arroio Jacaquá - Alegrete/RS com os elementos do meio físico. Ao longo dos anos muitos pesquisadores vêm buscando compreender esta relação, pois existem casos que são grandes evidências como a presença de espécies florestais e campestres em uma mesma região, onde caracterizam um local de transição entre duas tipologias da vegetação, sendo que esse fato foi observado e descrito por Lindman (1906), Rambo (1956) e Marchiori (2002, 2004, 2006). Atualmente existem trabalhos como de Alves (2008) e Guadagnin (2015) que buscaram compreender esta relação florestal com elementos do meio físico. A metodologia utilizada para a realização do presente trabalho, foi dividida em duas etapas: o estudo do meio físico e o estudo da vegetação, permitindo a classificação adequada dos elementos do meio físico e das tipologias de vegetação, gerado a partir dos dados SRTM, que foram importantes recursos para entender a relação da distribuição da vegetação. Pode-se perceber que a bacia em estudo tem uma importante relação com o relevo e suas variáveis na distribuição vegetal, tanto mata ciliar quanto mata de encosta. Por fim, percebe-se que as tipologias de vegetação se agregam principalmente a locais onde encontram-se suas nascentes dos tributários da Bacia Hidrográfica do Arroio Jacaquá.

Palavras-chave: Mata ciliar. Mata de encosta. Fitogeografia.

ABSTRACT

ANALYSIS OF GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF FOREST NATIVE VEGETATION IN THE RIVER BASIN OF ARROIO JACAQUÁ-ALEGRETE/RS

AUTHOR: Rothieri Serres Luiz
ADVISOR: Dr. Romário Trentin
COORIENTATOR: Dr. Fabiano da Silva Alves

The study analyzed the relation of the spatial distribution of native forest vegetation in the river basin of the Jacaquá-Alegrete/RS with the elements of the physical environment. Over the years many researchers have sought to understand this relationship, there are cases that are great evidences such as the presence of forest and field species in the same region, where they characterize a place of transition between two typologies of vegetation, this fact was observed and described by Lindman (1906), Rambo (1956) and Marchiori (2002, 2004, 2006). Currently there are works such as Alves (2008) and Guadagnin (2015) that sought to understand this forest relationship with elements of the physical environment. The methodology used in the present study was divided into two steps, the study of the physical environment and the study of vegetation. This methodology allowed the adequate classification of the elements of the physical environment and vegetation typologies, generated from SRTM data, being important resources to understand the relation of vegetation distribution. It can perceive that the river basin under study has an important relation with the relief and its variables in the vegetal distribution, both riparian and hillside forest. Finally, it is noticed that the typologies of vegetation are aggregated mainly to places where are found its tributary springs of the Arroio Jacaquá river basin.

Keywords: Riparian forest. Hillside forest. Phytogeography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da BHAJ.....	18
Figura 2 - Mapa da extensão e disposição da Vegetação Sul-Brasileira.	24
Figura 3 - Mapa fitogeográfico do estado do Rio Grande do Sul.....	25
Figura 4 - Mapa das Regiões Fitoecológicas.	27
Figura 5 - Fluxograma utilizado para identificação das unidades geomorfométricas.	41
Figura 6 - Mapa da rede de drenagem da BHAJ.....	46
Figura 7 - Mapa hipsométrico da BHAJ.....	49
Figura 8 - Mapa de declividade da BHAJ.	51
Figura 9 - Mapa de orientação de vertentes da BHAJ.....	53
Figura 10 - Mapa dos perfis topográficos da BHAJ.	55
Figura 11 - Perfil topográfico A-B (alto curso) da BHAJ.	56
Figura 12 - Perfil topográfico C-D (médio curso) da BHAJ.....	56
Figura 13 - Perfil topográfico E-F (baixo curso) da BHAJ.....	57
Figura 14 - Mapa das unidades geomorfométricas da BHAJ.	61
Figura 15 - Vista parcial da mata ciliar do arroio Jacaquá, Alegrete/RS.	62
Figura 16 - Arroio Jacaquá, Alegrete/RS.....	63
Figura 17 - Mapa da mata ciliar do arroio Jacaquá.	64
Figura 18 - Fotografias destacando os capões-de-mato.	65
Figura 19 - Mapa da vegetação da BHAJ.	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Porcentagens das unidades geomorfológicas da BHAJ.....	58
Gráfico 2 - Mata ciliar em relação as classes hipsométricas no total da bacia e em setores.	71
Gráfico 3 - Mata de encosta em relação as classes hipsométricas, no total da bacia e em seus setores.	72
Gráfico 4 - Declividade de toda a bacia e setores, mata ciliar.....	74
Gráfico 5 - Declividade toda bacia e setores ocorrência da mata de encosta.	75
Gráfico 6 - Mata ciliar conforme a orientação das vertentes.	79
Gráfico 7 - Mata de encosta conforme a orientação das vertentes em toda bacia e seus setores.	80
Gráfico 8 - Porcentagens da Mata Ciliar nas unidades geomorfológicas da bacia.	81
Gráfico 9 - Porcentagem da Mata Ciliar nas unidades do baixo curso.....	82
Gráfico 10 - Porcentagem da Mata Ciliar nas unidades do médio curso.....	82
Gráfico 11 - Porcentagem da Mata Ciliar nas unidades do alto curso.....	83
Gráfico 12 - Porcentagem da Mata de Encostas em toda a bacia.	84
Gráfico 13 - Porcentagem da mata de encosta nas unidades do baixo curso.	84
Gráfico 14 - Porcentagem da Mata de encosta nas unidades do médio curso.	85
Gráfico 15 - Porcentagem da Mata de Encosta nas unidades do alto curso.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação para as unidades geomorfométricas.	40
Tabela 2 - Atributos e morfometria da BHAJ.	43
Tabela 3 - Relação de canais da bacia hidrográfica do arroio Jacaquá.	44
Tabela 4 - Setores da BHAJ.	47
Tabela 5 - Classes hipsométricas da BHAJ.	48
Tabela 6 - Classes de declividade das vertentes do arroio Jacaquá.	50
Tabela 7 - Orientação das vertentes da BHAJ.	52
Tabela 8 - Áreas e respectivas porcentagens das unidades geomorfométricas da BHAJ.	58
Tabela 9 - Espécies florestal nativa identificadas no arroio Jacaquá no ano de 2014.	68
Tabela 10 - Relação da ocorrência da mata ciliar de acordo com os setores da bacia em estudo.	70
Tabela 11 - Relação da ocorrência da mata de encosta de acordo com os setores da bacia.	70
Tabela 12 - Ocorrência da mata ciliar de acordo com a declividade da bacia.	72
Tabela 13 - Análise da declividade alto curso, ocorrência da mata ciliar.	73
Tabela 14 - Declividade médio curso ocorrência da mata ciliar.	73
Tabela 15 - Declividade no setor do baixo curso ocorrência da mata ciliar.	74
Tabela 16 - Declividade toda bacia, mata de encosta.	75
Tabela 17 - Plano de curvatura na área total da bacia.	76
Tabela 18 - Plano de Curvatura em toda bacia e setores, mata ciliar.	77
Tabela 19 - Plano de curvatura em relação a mata de encosta em toda bacia e setores.	77
Tabela 20 - Perfil de Curvatura Mata Ciliar toda bacia e setores.	78
Tabela 21 - Perfil de Curvatura Mata de Encosta toda Bacia e setores.	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BHAJ	Bacia Hidrográfica do Arroio Jacaquá
BR	Rodovia Federal
GPS	Global Position System
HAB	Habitantes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
KM	Quilômetro
Km ²	Quilômetro Quadrado
LAGEOLAM	Laboratório de Geologia Ambiental
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
M	Metros
MDE	Modelo Digital de Elevação
MMA	Ministerio do Meio Ambiente
RS	Rio Grande do Sul
SEMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIG'S	Sistemas de Informações Geográficas
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
3.1	ASPECTOS DA VEGETAÇÃO NA REGIÃO OESTE DO RIO GRANDE DO SUL	23
3.2	CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS DO MEIO FÍSICO	29
3.3	RELAÇÕES ENTRE AS TIPOLOGIAS DA VEGETAÇÃO E ELEMENTOS DO MEIO FÍSICO	33
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
4.1	ANÁLISE DO MEIO FÍSICO	37
4.2	ESTUDO DA VEGETAÇÃO	41
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1	ANÁLISE DO MEIO FÍSICO	43
5.1.1	Análise da hidrografia	43
5.1.2	Hipsometria	48
5.1.3	Declividade	50
5.1.4	Orientação das Vertentes	52
5.1.5	Perfis Topográficos	54
5.1.6	Compartimentação Geomorfométrica	57
5.2	ESTUDO DA VEGETAÇÃO	62
5.2.1	Mata Ciliar	62
5.2.2	Mata de encosta	65
5.2.3	Amostragem Florística	68
5.3	RELAÇÃO DAS TIPOLOGIAS DA VEGETAÇÃO COM OS ELEMENTOS DO MEIO FÍSICO	69
5.3.1	Setores da bacia hidrográfica	69
5.3.2	Altitude	70
5.3.3	Declividade	72
5.3.4	Plano de Curvatura	76
5.3.5	Perfil de Curvatura	77
5.3.6	Orientação das vertentes	79
5.3.7	Geomorfométrico	81
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
	REFERÊNCIAS	89

1 INTRODUÇÃO

Análises que buscam a compreensão e o entendimento de como ocorre à organização e distribuição da vegetação nativa no território gaúcho, remontam desde o final do século XIX. Na tentativa de compreender a situação atual, ao longo de mais de 100 anos de investigação, diversos pesquisadores desenvolveram diferentes abordagens. Certas considerações são indiscutíveis, como o caso da presença de espécies florestais e campestres em uma mesma região, caracterizando uma típica área de transição entre dois contrastes da vegetação. Este fato, muito bem observado por Lindman (1906) com a obra “A Vegetação no Rio Grande do Sul” e Rambo (1956) com “A Fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural”, ganha reforço principalmente nos trabalhos de Marchiori (2002, 2004, 2006) com a obra “Fitogeografia do Rio Grande do Sul”, tornando-se evidente que a vegetação no território gaúcho encontra-se em um estágio de transição, influenciado, principalmente, pelos novos padrões climáticos estabelecidos a partir da transição do Pleistoceno-Holoceno.

Ao abordar os aspectos da vegetação natural no Rio Grande do Sul (RS), Lindman (1906) destaca que neste território, existe um grande contraste entre os campos e as matas, sendo que as matas na região sul e oeste do Estado, estão muito restritas e vinculadas aos principais cursos d’água, caracterizando as chamadas matas ciliares. Por sua vez, a SEMA/RS (2007) define as matas ciliares como formações vegetais que estão associados a um corpo d’água, que também podem ser chamadas de “mata de galeria”, “mata de várzea” e “floresta ripária”.

Para Rambo (1956, p. 128) a vegetação na “Campanha do Sudoeste, está distribuída como mata virgem, capões, cordões de galeria, mata palustre, mata arbustiva, vegetação de tabuleiros, vassourais e campos”. A vegetação no Rio Grande do Sul nas palavras de Marchiori (2004, p. 11) é composta de “campos e florestas”, e estão em competição no espaço regional, por causa da influência dos fatores ambientais. A Bacia Hidrográfica do Arroio Jacaquá (BHAJ) destaca-se pelos numerosos campos e vegetação de florestas, áreas estas que ainda remontam ao estágio original da vegetação.

O estudo da vegetação realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no projeto RADAMBRASIL (1986, p. 546), mapeou a vegetação, e classifica a vegetação do oeste do RS em sete regiões fitoecológicas e duas áreas

sob condições ecológicas especiais. As regiões são: Região da Savana Estépica, Região da Floresta Ombrófila Mista, Região da Floresta Ombrófila Densa, Região da Savana, Região da Floresta Estacional Decidual, Região da Estepe e Região da Floresta Estacional Semidecidual. E as duas áreas de condições ecológicas especiais são “Áreas das Formações Pioneiras” e “Áreas de Tensão Ecológica”.

Na região oeste do Rio Grande do Sul, estão sendo desenvolvidos trabalhos que caracterizam um pouco da vegetação. Segundo Marchiori (2004), Alves (2008; 2012) e Deble (2011), nesta região tem ocorrência de espécies raras e endêmicas. Alves (2008) que ao descrever a vegetação ocorrente em morrotes de arenito no oeste do estado do RS, relatou a existência de espécies raras e endêmicas.

Ao tratar especificamente das regiões oeste do Rio Grande do Sul, este tema reveste-se de extrema importância, pois os trabalhos de Alves (2008) que traz os estudos fitogeográficos na bacia hidrográfica do arroio Lajeado Grande – oeste do RS e Guadagnin (2015) com a caracterização e mapeamento da vegetação florestal e sua relação com os componentes do relevo na bacia hidrográfica do arroio Caverá também no oeste do RS, ainda não foram amplamente desenvolvidos estudos detalhados da vegetação e suas vinculações com o ambiente físico nestas regiões.

Tendo como base os trabalhos citados, que já trouxeram importantes contribuições, entende-se que este estudo de caráter interdisciplinar, a ser desenvolvido na BHAJ, pode também revelar situações inéditas, ainda desconhecidas da ciência, a respeito da relação existente entre a distribuição espacial da vegetação florestal e os elementos do meio físico.

A área de estudo, localiza-se na região leste do município de Alegrete, no oeste do estado do Rio Grande do Sul. Faz parte da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí sendo afluente da margem esquerda, onde drenam suas águas, seguindo no sentido sul-norte por uma extensão de aproximadamente 55 km, desde sua nascente até sua foz.

A BHAJ é uma área da superfície terrestre que funciona como unidade receptora das águas da chuva, formando um curso principal que normalmente está localizado na parte mais baixa, e os afluentes na parte mais alta topograficamente falando. Conceitualizando bacia hidrográfica, pode-se dizer que é uma área de captação que atua como coletora de água pluvial. Tucci (1997) diz que bacia hidrográfica “compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único”.

A partir disso, o presente trabalho tem como objetivo principal relacionar às tipologias e a distribuição espacial da vegetação com os elementos do meio físico. E para alcançar este objetivo, usa-se dos seguintes objetivos específicos:

- a) Mapear e descrever as principais características do meio físico, como a rede de drenagem e relevo presentes na bacia hidrográfica do arroio Jacaquá;
- b) Analisar a partir do levantamento fisionômico e florístico qualitativo, as distintas tipologias de vegetação;
- c) Relacionar as diferentes tipologias de vegetação com elementos do meio físico.

A área em estudo é de suma importância pois configura uma certa preservação da biodiversidade e da geodiversidade, onde o meio físico aparenta controlar a vegetação existente no local, sendo que a região também possui áreas de grande fragilidade, onde se encontra processos de arenização e início de voçorocas.

O presente trabalho distribui-se em capítulos sendo, o capítulo (1) a Introdução do trabalho; capítulo (2) Apresentação da área de estudo; capítulo (3) Revisão Bibliográfica, onde descreveu-se os aspectos da vegetação na região oeste do Rio Grande do Sul e a caracterização dos elementos do meio físico do Rio Grande do Sul, bem como bacias hidrográficas, geomorfologia e solo, por fim realizou-se um breve levantamento da relação das tipologias da vegetação e os elementos do meio físico; no capítulo (4) foi descrita a metodologia utilizada para a realização do presente trabalho, sendo ela dividida em duas etapas o estudo do meio físico e o estudo da vegetação; o capítulo (5) foi descrito os resultados e discussões, por fim o capítulo (6) onde foram feitas as considerações finais do trabalho desenvolvido.

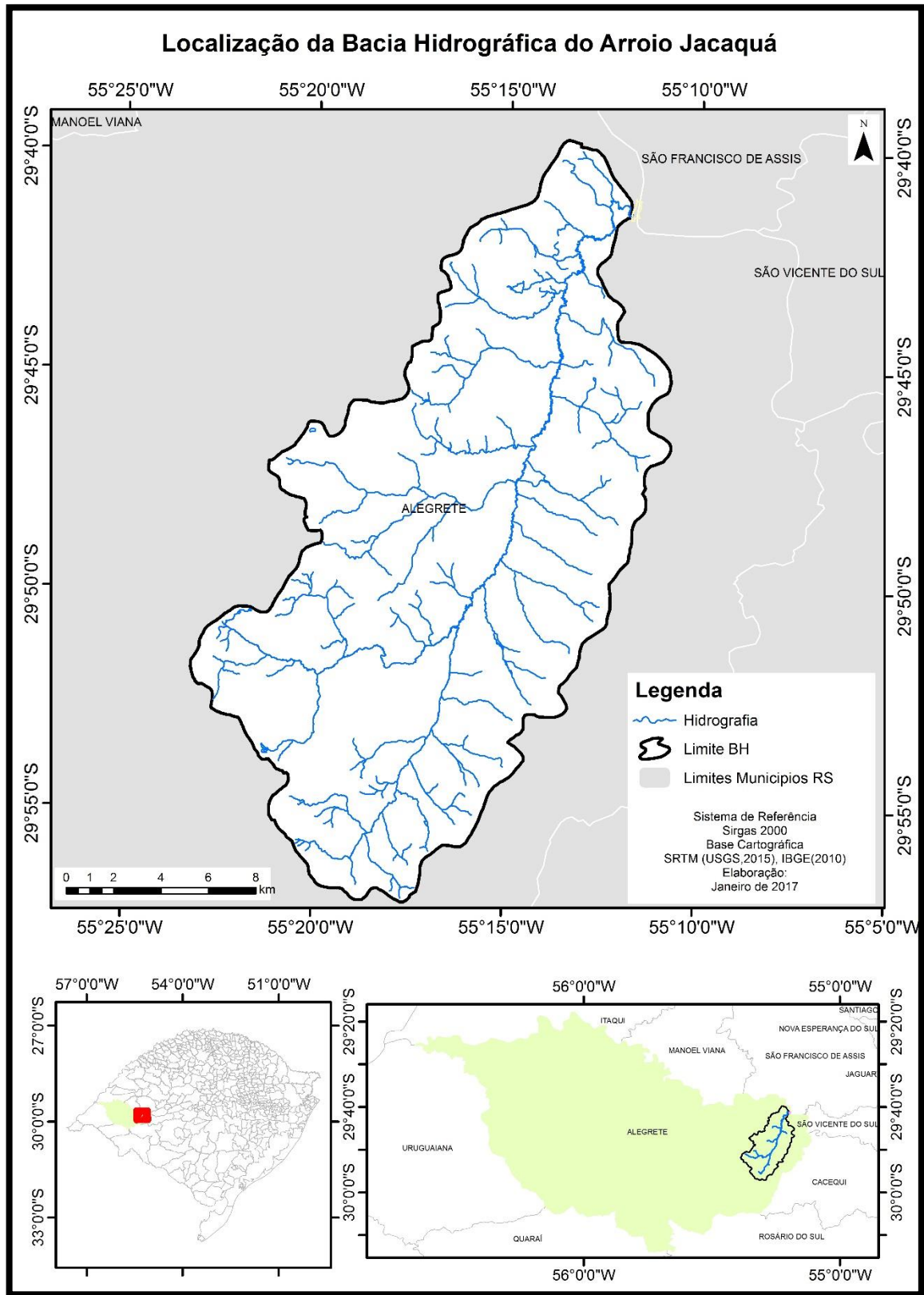
2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A BHAJ (Figura 1) tem uma área de 332,68km², localiza-se na região leste do município de Alegrete e na região oeste do estado do Rio Grande do Sul, fazendo parte da bacia do rio Ibicuí, sendo um dos seus afluentes.

Define-se como bacia hidrográfica um curso principal e ramificações que chamamos de afluentes, em que seus limites na maioria das vezes é definido pela forma de relevo existente na região, formando assim seus divisores d'água. A SEMA/RS (2010) descreve que a bacia hidrográfica é um "[...] corpo de água principal, que dá o nome à bacia, recebe contribuição dos seus afluentes, sendo que cada um deles pode apresentar vários contribuintes menores, alimentados direta ou indiretamente por nascentes".

A BHAJ compreende parte das regiões da Campanha, Missões e Depressão Central e é um dos afluentes da bacia hidrográfica do rio Ibicuí. É importante manter a conservação e o manejo adequado de uma bacia pois ela é um recurso hídrico aos humanos.

Figura 1 - Localização da BHAJ.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Segundo a Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM, 2006) na área de estudo tem predominância de rochas areníticas, porém ainda se encontra vestígios de rochas basálticas e vulcânicas. Segundo Streck et al (2008) as rochas encontradas no local são de predominâncias vulcânicas e sedimentares, sendo que esses resquícios de rochas vulcânicas constituem a Serra Geral e a sedimentar pertence a formação Botucatu.

Na BHAJ encontra-se três formações geológicas distintas, bem como: Formação Botucatu, Formação Guará e ainda se encontra resquícios de Formações Vulcânicas de acordo com a CPRM.

O solo é a camada superficial de um terreno, que pode ser identificado pelo seu meio morfológico, físico e químico. Os fatores responsáveis pela constituição do solo, são o: clima, organismos, relevo, tempo e o homem.

Segundo Streck et al (2008, p.11)

Solo é um recurso natural lentamente renovável, encontrado em diferentes posições na paisagem. Sua origem resulta da alteração de rochas e sedimentos pela ação das variações climáticas e dos organismos vivos, nas mais diversas situações da paisagem, ao longo do tempo.

Os solos estão classificados segundo Streck et al (2008) em Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos, Nitossolos, Organossolos, Planossolos, Plintossolos e Vertissolos.

Na BHAJ destacam-se dois principais tipos de solos: o Planossolo Háplico Eutrófico (SXe) e Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), que são profundos e bem drenados, de acordo com o mapa de solos do Estado do Rio Grande do Sul desenvolvido por Streck et al (2008). O local de estudo tem grande fragilidade no solo, onde destaca-se a formação de areais e áreas em processo de arenização, ocorrendo também “linhas de matacão”. Paula e Robaina (2006) destacam alguns afloramentos de solos rochosos e areais na região oeste, esses afloramentos normalmente constituem as matas de encosta e os areais surgem da degradação do solo e até mesmo do uso inadequado do solo.

O município de Alegrete em particular é uma área de atenção especial segundo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 1997), por apresentar índice alto de processo de degradação ambiental sendo causada pela ação do homem, bem como a agricultura e a pecuária.

O relevo do Rio Grande do Sul baseia-se em substrato rochoso relativamente suave, possui diferentes tipos de formas de relevo, entre eles: o Planalto Sul-Rio-Grandense, o Planalto Norte-Rio-Grandense, a Depressão Central, a Planície Litorânea e a Campanha. De acordo com Robaina e Trentin (2004) a região insere-se como Planalto Sul-Riograndense e Depressão Periférica, o Planalto caracteriza-se por relevo de colinas e a Depressão com características de colinas suaves e planícies.

Para entender a distribuição da vegetação, é necessário compreender as diferentes formas de relevo, a partir das formações do ambiente físico pode-se conhecer as diferentes formas de vegetação e de paisagem. Santos (2004, p.80) define relevo como a “soma dos dados geológico e de solo, onde auxilia para avaliar os terrenos, bem como a fragilidade e as potencialidades, e ainda a consequência da intervenção humana”.

No trabalho da Compartimentação Geomorfológica da Bacia do Ibicuí desenvolvido por Robaina et al. (2008), a BHAJ situa-se entre a Depressão do Ibicuí e o Planalto da Campanha ambos situam-se no oeste, sendo que a Depressão do Ibicuí é uma parte da Depressão Periférica do RS, onde caracteriza-se por estar em um substrato de rochas sedimentares e ocorre o predomínio de arenito; ainda nesta compartimentação encontra-se coxilhas e os processos de erosão são significativos. Já o Planalto da Campanha tem menor número de derrames por causa da sua altitude, tendo afloramentos de arenitos principalmente na base de morros.

A área em estudo tem como forma predominante de relevo segundo Paula (2006) o relevo de colinas, cerros, morrotes e planície de inundação. No relevo do oeste do Rio Grande do Sul, destacam-se com terrenos onde predominam elevações suaves e alongadas. As elevações suaves e alongadas são as coxilhas - primitivamente cobertas por uma vegetação rasteira, de campos limpos, sendo os elementos predominantes nas paisagens da Campanha. O relevo baseia-se nas formas da superfície e suas interferências, e conforme Paula (2006, p.31) o “[...] relevo, trata-se de uma área com baixa energia em que se destacam as formas mamelonares conhecidas, regionalmente, por coxilhas e, por alguns cerros testemunhos de forma tabular”.

Com relação aos aspectos climáticos, existem diferentes classificações para o clima do Rio Grande do Sul, que podem ser “Subtropical” ou “Temperado”, que já estão consagrados e são amplamente utilizados na literatura. Uma das

classificações climáticas mais clássicas é a de Moreno (1961), que baseada no sistema de Köppen, divide o Rio Grande do Sul em duas áreas, “Cfb” e “Cfa”. As áreas de clima Cfb são descontínuas e possuem menor amplitude térmica que as áreas de Cfa.

Recentemente, Rossato (2011) classificou o clima do Estado em quatro tipos, sendo estes, “Subtropical I pouco úmido” (que se divide em “Subtropical Ia”, pouco úmido com inverno frio e verão fresco e “Subtropical Ib”, pouco úmido com inverno frio e verão quente), “Subtropical II medianamente úmido” com variação longitudinal das temperaturas médias, “Subtropical III úmido” sem variação longitudinal das temperaturas médias e “Subtropical IV muito úmido” (que se divide em “Subtropical IVa” muito úmido com inverno fresco e verão quente e “Subtropical IVb” muito úmido com inverno frio e verão fresco).

Segundo esta proposta, verifica-se que a bacia em estudo se localiza na área de domínio do tipo climático “Subtropical II medianamente úmido”, o qual apresenta as seguintes características de acordo com Rossato (2011. p.201)

Subtropical II medianamente úmido com variação longitudinal de temperaturas médias. Área com maior influência dos sistemas polares e tropicais continentais, porém com interferência crescente dos sistemas tropicais marítimos, influenciam também o relevo (Depressão Central), a continentalidade e a maritimidade. Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações. As chuvas oscilam entre 1500-1700 mm anuais distribuídos em 90-110 dias de chuva. Mensalmente a chuva cai em 6-9 dias. A temperatura média anual varia entre 17-20°C. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 11-14°C e a temperatura do mês mais quente varia entre 23-26°C.

Cabe ressaltar ainda, que a área de estudo se localiza relativamente próxima dos tipos Subtropical Ib (pouco úmido com inverno frio e verão quente) e Subtropical III (úmida com variação longitudinal das temperaturas médias).

Berlato e Fontana (2003) chamam a atenção ao afirmarem que o Rio Grande do Sul sofre importante influência dos fenômenos El Niño e La Niña, e que estes modificam significativamente a circulação atmosférica local e provocam descaracterizações no clima típico. Segundo os autores, o El Niño, caracteriza-se por abundantes precipitações pluviais, superiores à média, concentrando as chuvas principalmente na primavera e no início do verão, no ano inicial do fenômeno, com repique ao fim do outono e início do inverno do ano seguinte, enquanto que, em La Niña, as frentes frias têm passagem rápida, com tendência de diminuir

significativamente a ocorrência de chuvas, deixando a precipitação pluvial abaixo da média, especialmente na primavera do ano de início, com repique no outono e início do inverno do ano seguinte.

Atualmente, segundo o IBGE (2015) o município de Alegrete possui 78.499 habitantes e o uso e ocupação do solo baseiam-se na agricultura e pecuária, onde caracterizam a chamada agropecuária. Pelo IBGE (2006), a pecuária do município ainda é a criação de bovino, ovinos e equinos, a agricultura é de plantação de arroz, milho e soja, que estão em mais destaque, os mais importantes produtos gerados no município são: arroz, milho, soja, melancia, mandioca, trigo, batata e melão, também de importância as plantações de pastagens. Sabe-se que também tem-se como geração de renda a silvicultura que nada mais é que o povoamento florestal.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo tem como objetivo estruturar através de temas, os conceitos-chaves utilizadas na base teórica da dissertação, seguindo os objetivos propostos, norteando a pesquisa e concretizando-a com resultados apropriados.

Diante disso, a revisão bibliográfica do presente trabalho abordou as seguintes questões: Aspectos da Vegetação na região Oeste do RS, Caracterização dos Elementos do Meio Físico, Processos de Arenização e Relação das Tipologias.

3.1 ASPECTOS DA VEGETAÇÃO NA REGIÃO OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

A vegetação no estado do RS mostra-se em diferentes formas, tendo um contraste entre campos e florestas. Lindman (1906) trata da vegetação natural do Rio Grande do Sul, e ressalta o grande contraste entre campos e matas no território gaúcho. Frente a isto, destaca-se o comentário do autor: “[...] predominam os campos ou pastagens naturais que muitos participam do planalto, mas que nos limites sul e oeste do estado apresentam traços de maior pobreza, maior esterilidade e de perfeita harmonia com o caracter dos pampas” (LINDMAN, 1906, p.8).

Ao oeste do estado Lindman (1906) diz que a região apresenta diminuição na expressão florestal significativamente, a norte que denomina como planalto e é a maior extensão ocupada por matas, e ao sul (oeste) é um território baixo, sem limites naturais próprios. Porém, o autor não pôde observar frente a frente à vegetação do oeste do Rio Grande do Sul, todavia, por onde passou, pôde constatar que essa região seria pertencente à região vegetal dos “campos”, tendo regiões com mais visão de pobreza (Figura 2).

A parte sul (e oeste) do rio Grande é, pois, especialmente um território baixo que, sem limites naturais próprios, é continuado nos paizes vizinhos e, como nelles, quase que sem mattas, porque mattascontinuas comparáveis as do território colonial existem sómente em alguns pontos nos declives orientaes das serras do Herval e dos Tapes, onde se acham os últimos avanços para o sul da grande região florestal brasileira. No mais, predominam os campos ou pastagens naturais que muito participam dos do planalto, mas que nos limites sul e oeste do estado apresentam traços de maior pobreza, maior esterilidade e de perfeita harmonia com o caracter dos pampas (LINDMAN, 1974).

Figura 2 - Mapa da extensão e disposição da Vegetação Sul-Brasileira.



Fonte: Lindman (1974).

O oeste apresenta principalmente vegetação rasteira, e é um local utilizado muitas vezes pelos agricultores para produção. Segundo os autores mencionados, a vegetação constituinte da região é gramínea e algumas plantas herbáceas. As regiões dos campos, predomina, muitos agrupamentos florestais, como: Capões, Matta Paludosa. Lindman (1906, p.115) diz que “[...] nunca são exclusivamente campos arbustivos, prados, pastagens, gramados, estepes ou, em outros termos, nunca são completamente destituídos de árvores”. Nos campos, muitas vezes pode-se encontrar algum tipo de vegetação não rasteira, como algumas espécies de

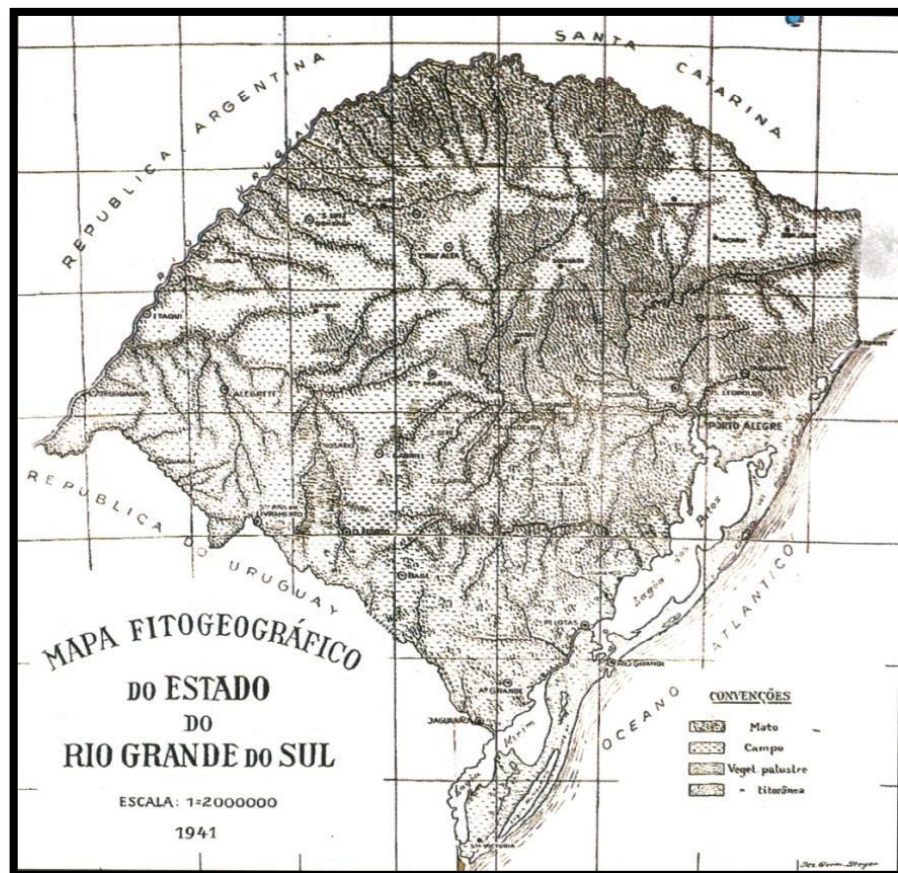
vegetação arbórea, que não é em grande número, mas elas sempre estarão presentes.

Porém, Rambo (1956, p.122) diz que há diferentes regiões naturais no Rio Grande do Sul destacando que

As regiões naturais do Rio Grande do Sul, a Campanha do Sudoeste é a que mais ostenta o caráter do campo-sul-brasileiro, pois a vegetação silvática só na borda setentrional chega a se constituir em mata virgem, deixando todo o resto à flora graminácea, sulcada de tênues cordões de galeria.

Rambo (1956) observou diferentes paisagens, com isso elaborou o mapa fitogeográfico do estado do Rio Grande do Sul (Figura 3), onde destaca-se os matos e campos no oeste do estado.

Figura 3 - Mapa fitogeográfico do estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: Lindman (1974).

A Campanha do Sudoeste onde encontra-se inserida a área de estudo, é constituída por vegetação campestre, seguida de mata ciliar.

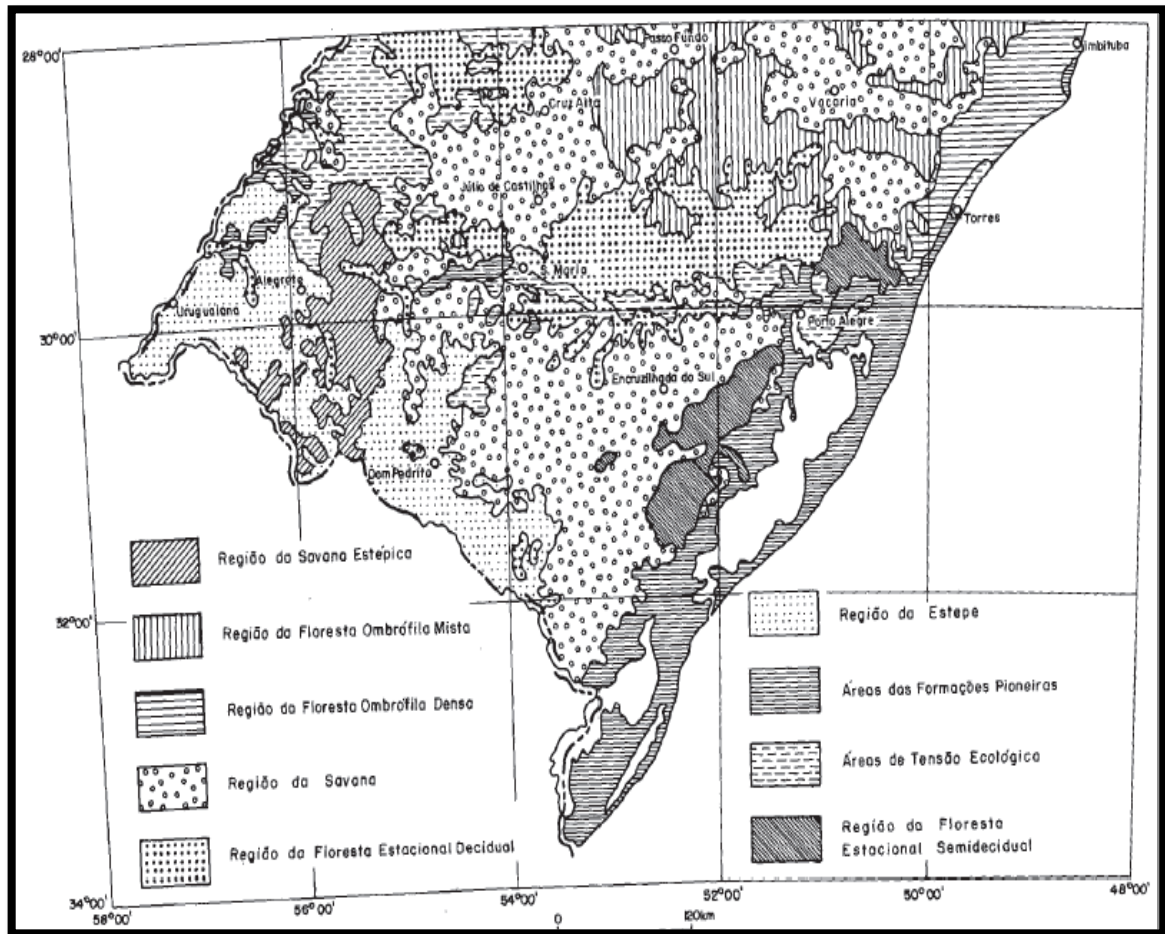
Rambo (1956) diz que do “ponto de vista fisionômico, o tom amarelado das matilhas de galeria e das porções de campo invadidas por arbustos rasteiros influi sensivelmente na expressão da paisagem”. O local em estudo destaca-se por vegetação nativa da região, porém, ainda podemos encontrar muitas espécies invasoras, que não são originais do local de estudo.

A vegetação da região da “Campanha do Sudoeste”, foi reconhecida por Rambo (1956) nas seguintes formações, “[...] mata virgem, capões, mata arbustiva, cordões de galeria, mata palustre, vegetação de tabuleiros, vassourais, campos, Parque Espinilho”.

Na passagem de Rambo (1956) ele caracterizou os campos como formação principal da campanha, onde destaca-se constituído por gramíneas e leguminosas, e o solo auxilia na variedade das formações locais.

O Projeto RADAMBRASIL (1986) elaborado pelo IBGE, é encarregado do mapeamento da vegetação, que caracterizou a vegetação no oeste do RS em sete regiões Fitoecológicas e duas áreas sob condições ecológicas especiais. As regiões são: Região da Savana Estépica, Região da Floresta Ombrófila Mista, Região da Floresta Ombrófila Denso, Região da Savana, Região da Floresta Estacional Decidual, Região da Estepe e Região da Floresta Estacional Semidecidual. E as duas áreas de condições ecológicas especiais são as Áreas das Formações Pioneiras e Áreas de Tensão Ecológica (Figura 4).

Figura 4 - Mapa das Regiões Fitoecológicas.



Fonte: Veloso e Góes-Filho (1982).

Segundo o mapa de vegetação do RADAMBRASIL (1986), a BHAJ insere-se predominantemente na “Região da Savana Estépica”, “Região da Savana” e “Região da Floresta Estacional Decidual”.

A Região da Savana Estépica está situada nas áreas dissecadas do Planalto da Campanha, cobrindo arenitos do Jurássico, basalto do Jurocretáceo, locais de pequenas áreas vizinhas, Depressão do rio Ibicuí e sedimentos do Permiano e Triássicos. A Região da Savana é mais extensa de área, distribuída nas regiões geomorfológicas, porém é mais frequente nas áreas do Jurocretáceo. E a Região da Floresta Estacional Decidual está na maior parte da Serra Geral e patamares ocorrem a oeste até o rio Caí e a leste recobrimdo o basalto Jurocretáceo, ocorre também no sul da Serra Geral e no Planalto das Missões no rio Ijuí.

A partir desse projeto, o IBGE juntamente com o MMA (2004), começaram a trabalhar para a criação do mapa de Biomas Brasileiros. Nesse sentido, foram descritos seis biomas: Bioma Amazônia, Bioma Pantanal, Bioma Cerrado, Bioma Caatinga, Bioma Mata Atlântica e Bioma Pampa. No estado do Rio Grande do Sul, há apenas dois biomas: “Bioma Mata Atlântica” e “Bioma Pampa”.

Atualmente, sabe-se que a classificação da vegetação mais utilizada é a do Projeto RADAMBRASIL. Marchiori (2002, p.92) diz que “[...] apesar de sua ampla utilização em publicações recentes, a minuciosa classificação proposta não esconde algumas impropriedades terminológicas e interpretações inadequadas sobre o espaço gaúcho”. Essa classificação é mais utilizada, pois identifica todas as estruturas da vegetação. Segundo Marchiori, 2002, p.93

A respeito das formações campestres, as designações de “Savana”, de “Estepe” e de “Savana-Estépica” mostram-se demasiado forçadas ou artificiais no espaço regional, sobretudo quando considerados homólogos a vegetações brasileiras muito distintas, como é o caso do Cerrado e da Caatinga. Cabe ainda observar que “Savana” e “Estepe” são termos fitogeográficos aplicados tradicionalmente a realidades vegetacionais muito distintas entre si, causando estranheza o reconhecimento das duas tipologias num espaço relativamente pequeno e homogêneo, como é o caso das áreas campestres no Rio Grande do Sul.

A vegetação no Rio Grande do Sul nas palavras de Marchiori (2004 p.11) é: “[...] composta essencialmente de campos e florestas, encontra-se em permanente competição no espaço regional, sob forte influência de fatores ambientais, sobretudo os climáticos”. Percebe-se a predominância de florestas nas encostas dos rios e campos, porém somente percebe-se isso nos locais onde não houve grande interferência do homem.

Marchiori (2002, p.95) diz que, “[...] quanto maior a precipitação em baixas altitudes, menor é a probabilidade da ocorrência de vegetação não florestal”. Então confirma-se que há muita influência do meio ambiente sobre todas as regiões, e a partir disso, pode-se constatar a importante diferença entre os biomas.

As regiões e os campos gaúchos têm suas características específicas e próprias, seus aspectos florísticos e hábitos diferenciados. Marchiori (2004, p.50) refere-se à região como “Bioma dos Campos Sulinos”, onde “[...] quer-se referir, especificamente, a um tipo de ecossistema terrestre que ocupa grande extensão no Rio Grande do Sul, apresentando características ecológicas bem mais uniformes e

marcantes”. Em algumas regiões podem ser encontradas florestas de galerias, que nada mais são que formações nas regiões úmidas à beira de rios.

Segundo Marchiori (2004, p.50)

Florestas-de-galeria, que acompanhem os vales úmidos dos rios, do parque do espinilho, dos capões e parques com pau-ferro, bem como dos demais capões e manchas florestais associadas a encostas de montanhas ou isoladas na paisagem campestre.

Na área de estudo, podem ser visualizados locais com processo de arenização, onde encontram-se diferentes espécies, porém a espécie que mais se destaca é o butiá ou butiá-anão assim conhecido, tendo seu nome científico *Butia lallemantii*. O butiá-anão tem seu caule abaixo da terra, o que ajudam na diminuição dos processos erosivos, os locais de maior predominância do Butiá segundo Deble e Marchiori (2006).

A fitogeografia do oeste do Rio Grande do Sul é de grande importância, pois destacam as diferentes formações, bem como suas características e suas mudanças, que acabam sendo significativas para a busca de compreender o meio físico e suas paisagens do oeste do Rio Grande do Sul.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS DO MEIO FÍSICO

Para entender a vegetação e o meio físico tem-se que conhecer a importância da paisagem e os elementos que influenciam, bem como a evolução do relevo que é um dos principais fatores para a distribuição da vegetação.

Sabe-se que o ambiente vem se modificando no decorrer dos anos, passando por inúmeras transformações, que podem ser causadas pelo homem e pelo meio físico como clima e outros fatores. Frente a isso, Santos (2002) destaca que a “paisagem é o conjunto de formas que, num dado momento, exprime as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre o homem e natureza”, visando hoje a preservação da natureza e dos ecossistemas.

Atualmente, sabe-se que a vegetação arbustiva-arbórea está interligada com os elementos do meio físico, ou até mesmo pelo meio biológico, ou seja, a biodiversidade e geodiversidade estão interligadas.

De acordo com Trentin, Santos e Robaina (2012, p.128)

Os estudos geomorfológicos podem contribuir no planejamento e na conservação dos recursos naturais, estabelecendo formas racionais de uso destes recursos, sem alterar bruscamente o equilíbrio do ecossistema. Estes estudos permitiram ainda a análise espaço-temporal dos processos atuantes no modelado do relevo terrestre, possibilitando a identificação ou a prevenção de processos de degradação ambiental que se achem relacionados aos elementos físicos.

Em uma outra perspectiva, entende-se por bacia hidrográfica todas as drenagens existentes em um curso d'água ou um receptor de água. Para Santana (2006), bacia hidrográfica é “porção geográfica delimitada por divisores de água”. O estudo de bacias hidrográficas leva-se ao conhecimento da relação das estruturas da paisagem. Segundo Christofolletti (1974, p.81) “os cursos de água constituem processos morfogenéticos dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre”, assim, constata-se que as bacias estão nitidamente relacionadas na formação das diferentes paisagens.

Da mesma forma, os estudos geomorfológicos são de grande importância, pois analisam as diferentes formas do meio físico, bem como suas transformações, e buscam um entendimento da evolução da superfície terrestre. No decorrer dos últimos anos, vem sendo realizado trabalhos referentes ao estudo do relevo e suas paisagens. Para Mamede (2000), a geomorfologia é a base para estudos de análise da morfoestrutura e da espacialização, porém para Florenzano (2008) a morfologia estuda todas as formas de relevo. Estes estudos são de suma importância para entender a distribuição dos elementos da paisagem, auxiliado pelo estudo dos elementos como solo, rocha e a vegetação, onde pode-se destacar a debilidade e o uso e ocupação.

Para Guerra (2006), o relevo é um fator associado nas formações das diferentes paisagens. Cabe salientar que o estudo do relevo é de suma importância pois a partir dele busca-se entender certas formações, bem como as vegetações existentes em determinados locais.

Ab'Saber (1969) traz grandes contribuições para o estudo do relevo, onde se divide em três níveis: (1) a compartimentação topográfica regional; (2) a busca de informações das estruturas superficiais e (3) entender a dinâmica do clima. Os três níveis ajudam a entender as modificações do meio, bem como a mudanças nos constituintes, do solo, rochas, entre outros.

O solo por exemplo é um dos agentes formadores do relevo, e está em constante mudança por causa do aspecto climático, de acordo com Guerra (2012, p. 66), o solo

É formado por um conjunto de corpos naturais tridimensionais, resultante da ação integrada do clima e organismos sobre o material de origem, condicionado pelo relevo em diferentes períodos de tempo, o qual apresenta características que constituem a expressão dos processos e dos mecanismos dominantes na formação.

A Campanha Gaúcha situada no oeste do estado do Rio Grande do Sul, e segundo Nogueira e Lima (1977) possui uma camada de basalto-arenítico não muito espessa, porém “a cobertura de lavas recobre os terrenos Paleozóicos da Depressão Central e dá origem a uma *cuesta* típica”, e estão lançados a direção do oeste. Ab’Saber (1969) considera que as rochas sedimentares típicas da região, são exemplares das formações Botucatu e Guará.

Diversos estudiosos caracterizaram a região oeste, onde Klamt (1994) disse que a Campanha possui jeito de solos arenosos, e ainda com áreas com “intenso processo erosivo”. Esta região possui solos arenosos em função da sua estrutura, o arenito friável que facilmente se desagrega, e também em determinados locais o clima e o uso e ocupação como a agricultura e pecuária influenciam para ocorrer o um processo de arenização.

Conforme Streck (2008, p.126) “o estado do Rio Grande do Sul apresenta quatro grandes províncias geomorfológicas, que tem origens geológicas distintas”. A região insere-se predominantemente na porção oeste da província geológica do estado chamada “Depressão Periférica”, em área de transição com a província do “Planalto da Campanha”.

A área de estudo está situada no Planalto da Campanha, onde caracteriza-se por ter área em contato com a formação Botucatu, e possui a maior distribuição de campos no oeste e sul do Rio Grande do Sul, possuindo pastagens naturais e atividades agrícolas.

O termo solo origina-se do latim *solum* = suporte, superfície, base, segundo Junior e Giasson. O solo varia de acordo com sua espessura, cor, textura, consistência, porosidade, entre outros fatores.

O estado do Rio Grande do Sul possui uma variação nos solos por causa da interferência climática, bem como atuação dos organismos vivos e ação humana. Os

solos da região oeste onde abrange a bacia e é caracterizado segundo Streck et al (2008), por Argissolos, definidos por solos mais profundos, e Planossolos que encontram-se em áreas planas e pouco onduladas.

Atualmente, existem regiões no estado do Rio Grande do Sul que se destacam por existir processos associados ao tipo de litologia, rochas e solos, onde define-se esses processos como arenização, encontrados principalmente no oeste e sudoeste gaúcho, muitos pesquisadores caracterizaram esse tipo de processo como deserto ou desertificação segundo Souto (1985).

Este processo normalmente ocorre nos municípios que tem como produção a agricultura ou em regiões que o solo tem uma certa fragilidade. Os municípios que se destacam por ocorrer esse tipo de processos são: São Francisco de Assis, Manoel Viana, Alegrete e Itaqui, entre outros. De acordo com Guerra (2012), a influência dos fatores antrópicos ajudam na ocorrência da arenização.

Diversos autores caracterizaram e conceituaram este processo, bem como Souto (1985) e Guerra (2012), porém para Suertegaray (1994, p. 268) adota o termo arenização e descreve que

O processo de formação de areais no sudoeste do Rio Grande do Sul, resulta da arenização, ou seja, retrabalhamento de depósitos areníticos (pouco consolidados) ou arenosos (não consolidados), que promovem nestas áreas, dificuldades de fixar a vegetação devido à constante mobilidade dos sedimentos.

Esse processo também pode se dizer que é um início de degradação do solo, para Suertegaray (2000) relatam que “a desertificação é a crescente degradação ambiental expressa pelo ressecamento e perda da capacidade de produção do solo”, percebe-se que com o passar do tempo o solo fica com maior fragilidade até mesmo pela ação do clima e ação antrópica.

O processo de arenização no sudoeste gaúcho também pode vir ocorrer pelos fatores climáticos da região como ação dos ventos, da chuva, que acabam interferindo no relevo, isso ocorre pela pouca permanência de vegetação.

Marchiori (1992, p.65) destaca que

A presença e a expansão dos areais no sudoeste rio-grandense é anterior aos primórdios da colonização e reside na fragilidade natural do ecossistema. Indicações neste sentido podem ser encontradas nos relatos de famosos naturalistas que percorreram o Rio Grande do Sul no século passado.

Diversos autores comentam que esses processos de arenização ocorrem por diferentes meios naturais; Suertegaray (1995) comenta que os areais estão relacionados a três fatores importantes: a deflação, o escoamento superficial e o escoamento concentrado, esses fatores segundo Ab'Saber (1995) pode ocorrer indiretamente ou diretamente.

O município da região sudoeste que mais tem expressão com os areais é o de Alegrete. Segundo Filho, Suertegaray e Guasselli (2005), este município tem 78.499 habitantes, a economia baseia-se na agricultura e pecuária, e de acordo com os estudos da Suertegaray (2001, p. 64) “indicam uma área em torno de 11,20 km² de areais, ou seja, 0,14% da área total do município (7.921,92 km²)”.

O índice que indica a presença dos processos de arenização é a de vertentes de baixa declividade onde associa-se ao solo segundo Suertegaray (2001). A arenização é uma feição erosiva, destacadas em áreas degradadas, e são conhecidas segundo Medeiros, Robaina e Moraes (2001) como areais ou campos de areia. Para este processo destaca-se um fator que é inicial para a ocorrência de arenização.

Segundo Guerra (2012) ocorreria

Sob áreas de reduzida biomassa (gramínea) evoluindo para manchas arenosas ou areais propriamente ditos, passando por feições de degradação como áreas de ravinas e de formação de voçorocas [...] A ocorrência dos areais está associada ao substrato arenítico não consolidado. (p.269)

Os processos de arenização são encontrados com mais frequência no oeste e sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, aos poucos vem ganhando espaço para estudos científicos, mas cabe salientar que é de suma importância um projeto para estabilização destas áreas, bem como auxílio para o manejo hídrico e manejo adequado do solo.

3.3 RELAÇÕES ENTRE AS TIPOLOGIAS DA VEGETAÇÃO E ELEMENTOS DO MEIO FÍSICO

Estudos relacionados a vegetação e sua distribuição vem ganhando espaço, onde estudiosos buscam entender a relação entre a vegetação e elementos do meio

físico, onde destaca-se trabalhos de Marchiori (2004), Alves (2008), Deble (2011) e Guadagnin (2015).

Guadagnin (2015) diz que o “avanço” da vegetação florestal sobre a original predominância campestre no oeste do Rio Grande do Sul pode ser associado também às variações topográficas do terreno e à dinâmica da água no solo”. Estudos referente a análise da distribuição da vegetação relacionando com meio físico mostram que a mata ciliar normalmente encontra-se nas regiões mais baixas, e com maior acúmulo de água, e destaca-se nas “porções convergentes do relevo”.

Acredita-se que o relevo é um componente que influencia na distribuição e na expansão da vegetação. Segundo Guadagnin (2015) “o relevo, através de suas formas e componentes, exerce grande influência na distribuição e avanço da vegetação florestal em região predominantemente campestre”.

Autores definem que a relação da vegetação com o meio ambiente está ligada as unidades ecológicas, ou seja, a cada ecossistema. De acordo com Hawk, Long e Franklin (1977, p. 30)

In synecological studies, a common objective has been to describe apparently homogeneous vegetation units and to discuss their interrelationships (with regard primarily to floristics); however, ecosystem studies demand clarification not only of the relations between units but also between them and the environment. The approach used to determine these relations was indirect gradient analysis, that is, the use of vegetation ordination to infer environmental gradients (p.30).

A vegetação está agregada com os elementos físicos, a vegetação florestal se estabelece com maior abundância em locais que há maior volume de água, porém nos locais com maior altura somente se estabelecerá vegetação que consiga sobreviver sem muitos nutrientes, por exemplo em localidades que se destaca a formação com rochas, encontra-se normalmente a vegetação que não precisa diretamente da água, um exemplo comum a tuna, esta planta sobrevive em locais mais secos.

Acredita-se que a vegetação está associada a temperatura do ar e do solo, bem como a umidade do solo, também um fator importante na distribuição do solo é a elevação. Segundo Hawk et al (1974) “*some factors important in the distribution of vegetation include: (1) depth of snowpack; (2) air and soil temperature; and (3) precipitation and available soil moisture*”.

As matas de encostas que são encontradas com frequência na região, são identificadas em suas determinadas áreas muitas vezes por estarem no alto curso, com declividade elevada e também se situam nos topos de vertentes, porém nos outros cursos começa a diminuir sua expressão, segundo Guadagnin (2015) no estudo do arroio Caverá/RS, destaca que pode ser “distribuída principalmente pelo alto curso da bacia, em declividades superiores a 5%, localização predominantemente nos topos das vertentes e concentração da água devido ao plano de curvatura convergente”.

Alves (2008) destaca a diversidade de espécies que pode ser encontrada nos topos das encostas, caracterizando as áreas com “solo raso” e com “rocha exposta”, onde encontra-se um grupo de “gramináceas, herbáceas, bromeliáceas, cactáceas e até pequenos arbustos”, também destaca que em diversas situações a floresta de galeria pode-se conectar as matas de encosta. A vegetação tem um papel fundamental na superfície terrestre, ela serve como proteção, principalmente em processos erosivos, e esses processos são causados pelo escoamento forte de água em solos de grande fragilidade.

Além disso, a vegetação se estabelece mais ligada ao relevo do que aos outros elementos físicos, normalmente o atributo que influencia na distribuição da vegetação é a declividade e principalmente os locais onde ocorre maior acúmulo de água, porém um fator que vem atuando sobre a distribuição da vegetação é o sombreamento, que segundo Guadagnin (2015) é outro fator de influência “o sombreamento recebido nestas áreas,” favorecendo a ocorrência do “desenvolvimento da vegetação arbórea”.

A formação campestre que é de grande ocorrência no oeste do Rio Grande do Sul, o fator que favorece esta formação é o relevo e as áreas mais baixas. Segundo Marchiori (2004), a formação da vegetação campestre, situa se em locais mais planos e relevo suavemente ondulado. A ocorrência da formação florestal no campo, onde destaca-se os capões-de-mato deve se ao solo e as rochas existentes, Marchiori (2004) ainda diz que “pequenos núcleos de vegetação silvática em pleno campo, precursores dos capões-de-mato, principalmente em ravinas e vales entalhados no dorso de coxilhas”.

Por fim, Alves (2008) descreve que o relevo é um dos principais fatores que influenciam na distribuição da vegetação, porém a litologia e os solos também contribuem de certa forma, e um fator especial para a distribuição é o clima que

auxilia na ocorrência de diversificadas espécies, já Guadagnin (2015) considera que o relevo é o principal fator na distribuição e avanço da vegetação.

Segundo Akbarlou e Nodehi (2016), no trabalho intitulado “*Relationship between Some Environmental Factors with Distribution of Medicinal Plants in Ghorkhud Protected Region, Northern Khorasan Province, Iran*”, puderam constatar a relação da vegetação medicinal do local com os elementos do meio físico, concluindo que os fatores responsáveis são a umidade e acidez do solo e a altitude, ou seja, a diferença de nível de determinado ponto em relação ao mar.

Atualmente diferentes trabalhos vêm sendo realizados nessa linha de relacionar a vegetação com os elementos do meio físico, onde pode se constatar que a distribuição da vegetação varia de acordo com a região, sendo que diferentes fatores podem influenciar a distribuição da vegetação. Fatores como o solo, com as características da umidade, elevação, o relevo com sua grande altitude e até mesmo os nutrientes encontrados no solo, o clima é outro fator importante que auxilia na distribuição e sustentação da vegetação original.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente proposta de relacionar as tipologias e a distribuição espacial da vegetação florestal nativa com os elementos do meio físico, a ser desenvolvida na BHAJ, iniciar-se-á com a seleção e leitura de bibliografias específicas que abordam assuntos relacionados ao tema e a problemática da pesquisa.

Para um melhor entendimento do desenvolvimento deste trabalho a metodologia dividiu se em duas importantes etapas: análise do meio físico e análise da vegetação.

4.1 ANÁLISE DO MEIO FÍSICO

Para a definição dos limites da BHAJ e elaboração do mapa de localização geográfica, foi utilizado o aplicativo ArcMap versão 10.1 (ESRI, 2013), a base cartográfica vetorial do Rio Grande do Sul de Hasenack e Weber (2010) e imagens de satélite obtidas no Google Earth.

Com o uso do GTM PRO, a rede de drenagem, os limites, relevo e os principais acessos à bacia hidrográfica, foram definidos a partir da análise e interpretação das informações hidrográficas, geomorfológicas (curvas de nível), rodoviárias, ferroviárias, entre outras, constantes na base cartográfica vetorial do RS e nas referidas imagens de satélite. Esta etapa resultou na definição de um polígono georreferenciado, contendo em seu interior, toda a rede de drenagem, principais vias de acesso e outras referências de relevante importância, sendo que dados mais específicos referentes como a rede de drenagem e relevo foram também adicionados a este polígono a partir dos trabalhos de campo.

Tais informações agora selecionadas e cartografadas em arquivo específico, formaram a base cartográfica da bacia do arroio Jacaquá e serviram de subsídios para a elaboração dos mapas de localização e o mapa fitogeográfico, contendo informações detalhadas sobre os tipos e a distribuição da cobertura vegetal nativa.

Utilizando-se do GTM PRO e dos dados hidrográficos contidos na base cartográfica vetorial do estado, também foi organizado um mapa hidrográfico simplificado do Rio Grande do Sul onde está destacado o polígono da bacia do arroio Jacaquá. Na sequência, ambos os arquivos elaborados, base cartográfica da

bacia do arroio Jacaquá e mapa hidrográfico simplificado do RS, foram organizados de modo a constituir o mapa de localização da área em estudo.

Para a análise da drenagem foi considerado atributos de hierarquia, comprimento dos cursos, densidade da drenagem, definidos de acordo com Christofolletti (1974).

Conforme suas características, a bacia foi compartimentada em setores, definidos assim: setor alto curso, setor médio curso e setor baixo curso. Para o alto curso utilizou-se a hierarquia fluvial, onde o curso principal adquire a hierarquia de 5ª ordem e para o limite do baixo curso, utilizou-se o terço inferior da bacia, na confluência de uma sub-bacia hidrográfica.

A organização dos canais fluviais realiza a partir da classificação de Strahler (1952 apud CHISTOFOLETTI, 1974), os canais sem tributários, os que se destacam de primeira ordem. A junção de canais de primeira resulta um canal de segunda ordem, logo os de segunda gera um canal de terceira ordem, e assim segue a sequência.

A análise da densidade de drenagem, seguiu de acordo Horton (1945 apud CHRISTOFOLETTI, 1974) e por Christofolletti (1974) que indica a ligação do comprimento total, diante à área total da bacia, de acordo com a expressão: $Dd = Lt/A$; em que Dd densidade de drenagem, o Lt comprimento total dos canais, e A área total da bacia hidrográfica.

Para a extensão média do escoamento superficial (ℓ) frente a ideia de Villela e Mattos (1975) que é feita uma indicação o estabelecimento da distância média para o escoamento superficial das águas, e calcula-se de acordo: $\ell = A/4Lt$, (ℓ representa a extensão média do escoamento superficial); A (área total da bacia hidrográfica) e o Lt (comprimento total dos canais).

A sinuosidade do curso d'água (Sin) da bacia hidrográfica, ajustou-se a ideia de Villela e Mattos (1975), que determina a ligação do comprimento do canal principal e o comprimento axial da bacia hidrográfica, que podem ser calculados através da expressão: $Sin = LCP/L$ (Sin =sinuosidade do curso d'água); LCP (comprimento do canal principal) e L (comprimento axial da bacia).

Para estabelecer as formas da bacia, foi feita a análise do índice de circularidade (Ic) definido por Miller (1953 apud CHRISTOFOLETTI, 1974) e apresentado por Christofolletti (1974), onde indica a ligação da área de uma bacia com a área de um círculo que tem o mesmo perímetro que o da bacia, onde pode

ser indicado com a sentença: $Ic = A/Ac$; Ic (índice de circularidade), o A (área da bacia) e o Ac (círculo com perímetro igual ao da bacia).

Segundo Shumm (1956) *apud* Christofolletti (1974) o coeficiente de manutenção tem a finalidade de fornecer a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento, sendo calculado pela expressão, $Cm = 1/Dd \times 1000$ (Cm = coeficiente de manutenção e Dd = a densidade da drenagem em metros)

A análise de relevo foi efetuada a partir dos atributos hipsometria, declividade e orientação de vertentes. O mapa hipsométrico foi elaborado a partir de altitudes contínuas baseadas nas curvas de nível: <100m, 100-140m, 140-180m e >180m.

Para a construção do mapa de declividade foi utilizado as classes de declividade estabelecidas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT, 1981): <2%, 2-5%; 5-15%; >15%: O limite de 2% representa áreas muito planas onde ocorre inundações; 5% - representa áreas de baixa; 15% - onde define o limite máximo para o a agricultura e áreas que podem ocorrer processos de movimentos de massa.

Para a classificação do relevo da bacia hidrográfica do arroio Jacaquá usou-se da adaptação da proposta de Silveira e Silveira (2013), que é o mapeamento geomorfométrico automatizado. A classificação foi realizada a partir do cruzamento de informações por meio do uso de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), onde foram empregadas diferentes variáveis como: altimetria, declividade, perfil de curvatura e plano de curvatura.

A base cartográfica utilizada para o Modelo Digital de Elevação (MDE) foi a imagem de RADAR SRTM, com resolução espacial de 3 Arcos de segundo (aproximadamente 90 metros), disponível em <<earthexplorer.usgs.gov>> tendo o processamento digital elaborado com o auxílio do aplicativo ArcMap versão 10.1 (ESRI, 2013).

Os dados altimétricos de uma bacia auxiliam no conhecimento dos locais suscetíveis a processo erosivos, sendo assim destacadas as áreas de maior e menor altitude e, desta forma, definiu-se a altitude de 135 metros como limite utilizado para a setorização da porção elevada para às porções mais baixas.

A partir da definição do MDE, foram processadas as demais variáveis utilizadas para a compartimentação geomorfométricas. O mapa de declividade foi o primeiro produto derivado deste modelo, utilizando-se o processamento digital do

ArcGIS, com o uso da ferramenta *slope*, que se utiliza do polinômio de Horn (1981), para geração do produto. Definidas as declividades da bacia, utilizou-se o limite de 5% de declividade que, conforme IPT (1981) representa o limite de início dos processos erosivos sobre a vertente. Desta forma pode-se estabelecer áreas mais planas com tendência à acumulação de sedimentos e, áreas inclinadas, com tendência a atuação dos processos erosivos.

A vertente pode ter inclinação horizontal ou até mesmo ser determinada pela curvatura no plano ou perfil, sendo que a curvatura pode ser convergente ou divergente de acordo com o terreno que se encontra relacionando-se ao plano de curvatura, e se relacionar ao perfil de curvatura, podendo ser côncavo ou convexo.

O estudo das curvaturas das vertentes em SIG baseia se pelo valor numérico do raster processado a partir do MDE com o auxílio da ferramenta *curvature* do aplicativo ArcGIS. No perfil de curvatura, os valores positivos representam curvaturas em côncavas e os valores negativos representam curvaturas convexas. O plano de curvatura é semelhante, porém os valores positivos representam curvaturas divergentes e os valores negativos representam curvaturas convergentes.

Após a definição dos quatro produtos básicos (altimetria, declividade, plano de curvatura e perfil de curvatura) para a elaboração do mapeamento geomorfométrico, tendo estes produtos suas devidas definições de classes em SIG, conforme a Tabela 1 utilizou-se a ferramenta *combine* do aplicativo ArcGIS para o cruzamento espacial dos produtos e definição das doze unidades geomorfométricas.

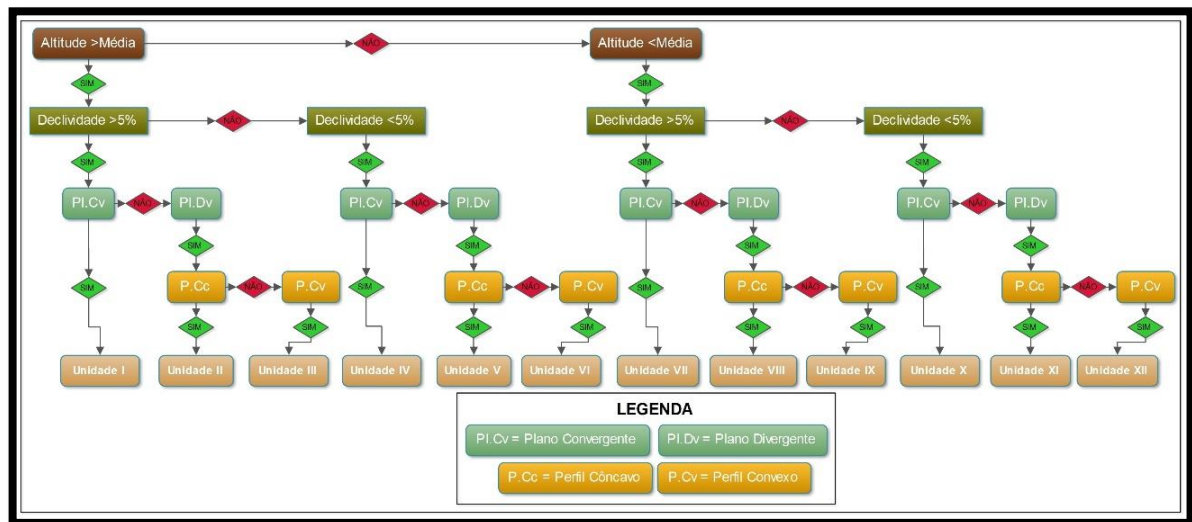
Tabela 1 - Classificação para as unidades geomorfométricas.

Altitude	Declividade	Plano	Perfil
1-<Média	1-<5%	1-Convergente	1-Convexo
2-> Média	2->5%	2-Divergente	2-Concavo

Fonte: Guadagnin e Trentin (2014).

A partir do cruzamento das informações foram utilizadas as definições apresentadas no fluxograma (Figura 5), para a indicação das 12 unidades geomorfométricas na representação da distribuição espacial.

Figura 5 - Fluxograma utilizado para identificação das unidades geomorfométricas.



Fonte: Guadagnin e Trentin (2014).

4.2 ESTUDO DA VEGETAÇÃO

Para análise fisionômica da vegetação, foi utilizado em um primeiro momento, as informações contidas nas imagens de satélite, base cartográfica vetorial seguido pelas observações visuais realizadas “*in loco*” durante os trabalhos de campo. Tendo como referência os trabalhos de Marchiori (2004), Alves et al (2010), Deble (2011) e Alves et al (2014), as fitofisionomias da vegetação original foram diferenciadas e caracterizadas. Nos trabalhos de campo, as diferentes fitofisionomias analisadas foram georreferenciadas na base cartográfica da bacia, com o auxílio do aparelho receptor GPS, marca *Garmin* GPSMap 60CSx, com precisão métrica de três metros. Registros fotográficos foram também efetuados a partir do uso de câmera fotográfica digital marca *Sony Super Steady Shot* de 9.1 *mega pixels* de resolução.

O levantamento florístico, de cunho qualitativo, teve como base a metodologia de “caminhamento” proposta por Filgueiras et al (1994), a qual consiste, principalmente, no percorrimento e identificação das espécies vegetais que compõem as diferentes tipologias fitofisionômicas previamente definidas. Seguindo as orientações de Durigan (2006), cada amostragem deverá ser encerrada a partir da estabilização da “curva do coletor” e, para as espécies que não forem passíveis

de identificação em campo, deverá ser coletado material vegetativo e/ou reprodutivo para posterior classificação em laboratório, valendo-se de chaves taxonômicas e bibliografias especializadas. Ressalta-se que todos os locais de amostragem florística foram também georreferenciados na base cartográfica.

Todas as informações e dados levantados e registrados, durante o trabalho, foram organizados em um documento de registros e em um banco de dados, criados, respectivamente, nos *softwares Microsoft Office Word 2010*¹ e *Microsoft Office Excel 2010*². Isto possibilitou a compilação e o cruzamento de informações, servindo de subsídio para a realização da caracterização da distribuição espacial da vegetação original da bacia hidrográfica do arroio Jacaquá.

Com a base cartográfica, o banco de dados e os registros documentais, elaborou-se com auxílio dos *softwares GTM PRO* e *Corel Draw*, o mapa fitogeográfico, contendo informações detalhadas sobre as tipologias e a distribuição da vegetação original na bacia em estudo.

Após a caracterização e mapeamento das tipologias da vegetação florestal nativa, aplicou-se uma análise de relação entre a vegetação e os componentes do relevo, elas foram utilizadas através do cruzamento entre variáveis no SIG (ArcGIS 10), onde foram interpostos, a declividade, perfil e plano de curvatura, orientação das vertentes com cada tipologia de vegetação definida.

¹Software desenvolvido pela *Microsoft Coporation*.

²Software desenvolvido pela *Microsoft Coporation*.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O arroio Jacaquá, situa-se na região leste do município de Alegrete, no 2º Distrito do Passo Novo. É afluente da margem esquerda do rio Ibicuí, onde drena suas águas, sentido sul-norte por uma extensão de aproximadamente 55 km, desde sua nascente até sua foz, sob a coordenada 29° 41' 24" S e 55° 11' 50" W.

5.1 ANÁLISE DO MEIO FÍSICO

Para o estudo do meio físico na BHAJ utilizou-se os parâmetros morfométricos para a análise da bacia, bem como da hipsometria, declividade, orientação das vertentes e a análise da curvatura das vertentes, através da análise geomorfométrica.

5.1.1 Análise da hidrografia

A BHAJ possui uma área total de 332,68 km², onde foi dividida em três setores, sendo eles: alto curso, médio curso e baixo curso, definidos através das características dos cursos de água, como ordem dos canais e densidade das drenagens. O alto curso possui uma área de 123,63 km², o médio curso com área de 119,67 km² e o baixo curso tendo a menor área de 89,37km². Sua rede de drenagem possui hierarquia fluvial de 5ª ordem, sendo está o segmento do rio principal da bacia em estudo (Tabela 2).

Tabela 2 - Atributos e morfometria da BHAJ.

Atributos	Morfometria
Área da bacia hidrográfica	332,68 km ²
Hierarquia fluvial	5ª ordem
Extensão do canal principal	150,89 km
Perímetro da bacia	97,59km
Comprimento total dos cursos d'água	382,9 km
Densidade de drenagem	1,15 km/km ²

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Sua rede hidrográfica é composta por 193 segmentos de canais fluviais, onde apresentam a extensão de 382,93 km. A hierarquia fluvial de 1ª ordem está distribuída em 137 canais, tendo como comprimento total 150,89 km e comprimento médio em torno de 1,10 km. A 2ª ordem encontra-se com 44 canais, comprimento total de 98,76 km e comprimento médio de 2,24 km. A hierarquia fluvial de 3ª ordem totaliza 9 canais, com comprimento total de 25,9 km e comprimento médio de 2,87 km. A 4ª ordem vem apenas com 2 canais, que tem total de comprimento 27,38 km e comprimento médio de 13,69 km. A 5ª ordem corresponde a drenagem do segmento do rio da bacia hidrográfica e tem somente 1 canal, que tem como comprimento total e médio de 79,97 km (Tabela 3).

Tabela 3 - Relação de canais da bacia hidrográfica do arroio Jacaquá.

Hierarquia Fluvial	Número total de canais	Comprimento dos Canais	Comprimento médio dos Canais
1ª ordem	137	150,89km	1,10km
2ª ordem	44	98,76km	2,24km
3ª ordem	9	25,9km	2,87km
4ª ordem	2	27,38km	13,69km
5ª ordem	1	79,97km	79,97km

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A densidade de drenagem em estudos morfométricos, importante pois implica em situações da paisagem, bem como o número de canais de escoamento. Christofolletti (1974) diz que esse índice estabelece o inverso com o comprimento dos rios.

No estudo da densidade de drenagem, de acordo com Villela e Mattos (1975) os valores de 0,5 km/km², são bacias hidrográficas com drenagem pobres e acima dos valores de 3,5 km/km² são bacias bem drenadas, de acordo com isso a bacia hidrográfica em estudo caracterizou-se pela densidade no valor de 1,15 km/km², o que representa uma densidade mediana e significa que possui uma boa drenagem.

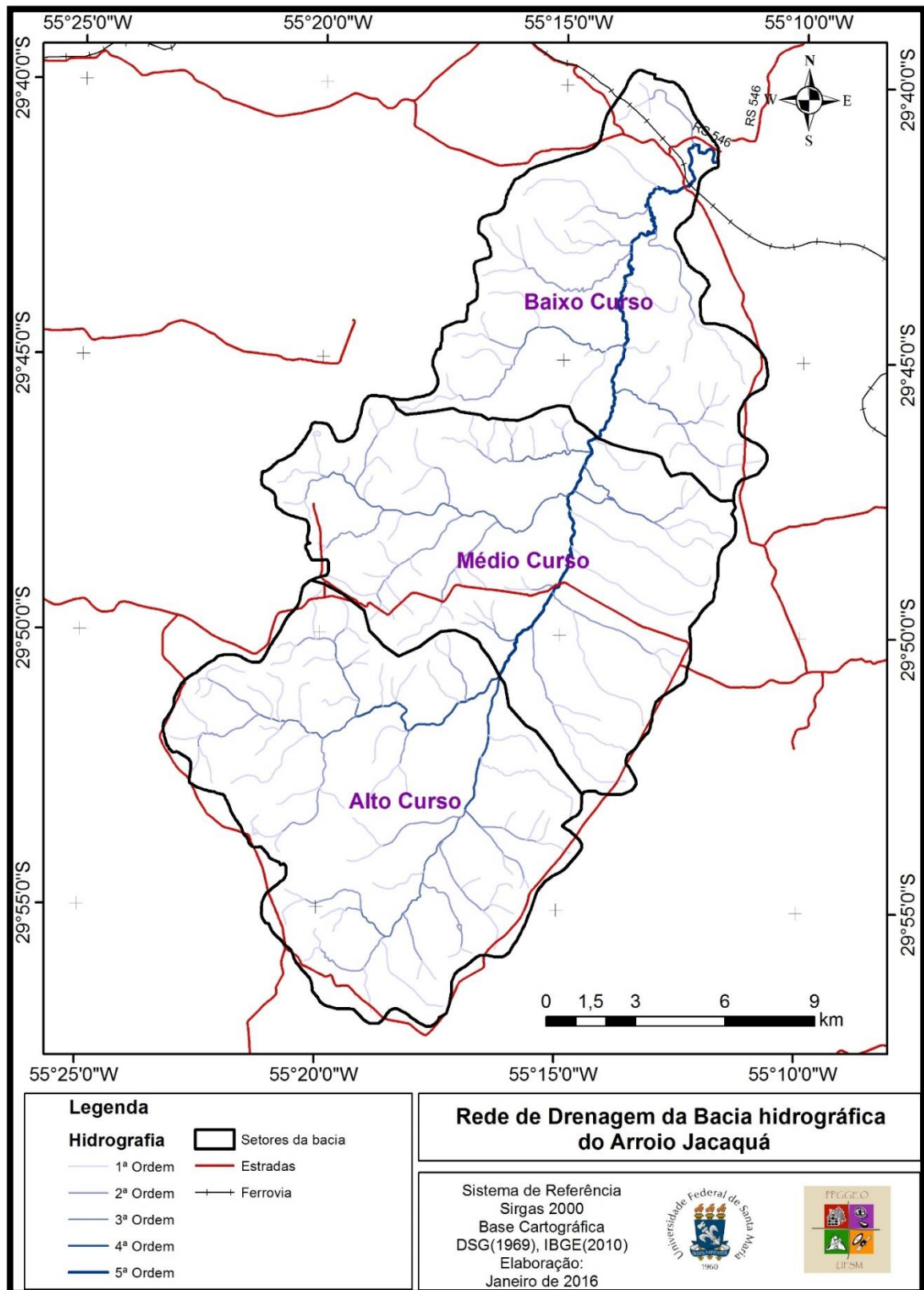
O escoamento superficial é um índice onde Villela e Mattos (1975) que indica a distância média do escoamento da água da chuva em uma bacia hidrográfica, ou seja, do local onde recebe a água da chuva até o fim do seu escoamento.

A bacia em estudo caracterizou com o valor de escoamento superficial de 0,21 km, já para cada setor o escoamento deu se nos seguintes valores: 0,62km para o alto curso, 0,55km para o médio curso e 0,31km para o baixo curso. Percebe-se que cada setor possui em média um aumento de escoamento de 0,2km, sendo o alto curso com maior escoamento e o baixo curso com o menor.

A análise do índice de circularidade total da bacia hidrográfica é de 2,27. E dos setores, alto curso é de 0,63, médio curso possui circularidade de 0,53 e baixo curso possui circularidade de 0,49, destaca-se o alto curso como um setor de maior circularidade.

A partir desta divisão foi realizado o estudo individual de cada setor, conforme a variabilidade morfométrica do local (Figura 6).

Figura 6 - Mapa da rede de drenagem da BHAJ.



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

O alto curso da bacia hidrográfica, apresenta área total de 123,63 km² e um perímetro de 49,58km, esse setor consta uma hierarquia fluvial de 4^a ordem e soma o total de 92 canais, com o comprimento total 132,15 km e comprimento médio de 18,32km, a densidade da drenagem é de 0,62 km e sua sinuosidade de 1,83 km.

O médio curso está situado na porção central da bacia em estudo, e apresenta-se com 5^a ordem. Possui uma área de 119,67 km² e perímetro de 52,87 km, e fragmentam-se em 46 canais fluviais, somando o total de 149,23km e um comprimento médio de 38,78km, a densidade da drenagem é de 0,69 km e sua sinuosidade é de 3,38 km.

O baixo curso está situado na porção mais baixa onde situa-se a foz do arroio Jacaquá, drena uma área de 89,37 km², que vem com perímetro de 47,43 km. Possui o setor com maior hierarquia fluvial o de segmento de 5^a ordem do canal principal, tem a soma de 116 canais fluviais, com o comprimento total de 261,71 km e um comprimento médio de 60,13km, a densidade de drenagem é de 0,63 km e sua sinuosidade é de 4,93km (Tabela 4).

Tabela 4 - Setores da BHAJ.

Setor da bacia hidrográfica	Área total da drenagem	Perímetro da drenagem	Número de canais	Comprimento total dos canais	Comprimento médio dos canais
Alto Curso	123,63 km ²	49,58 km	92	132,15 km	18,32 km
Médio Curso	119,67 km ²	52,87 km	46	149,23 km	38,78 km
Baixo Curso	89,37 km ²	47,43 km	58	261,71 km	60,13 km

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Os setores caracterizados da bacia em alto, médio e baixo curso, nos mostra as transformações da topografia, onde a rede de drenagem do arroio pode mudar durante o seu percurso.

O estudo morfométrico constatou que o alto curso possui menor densidade de drenagem com o valor de 0,62 km, porém a variação da densidade de drenagem é muito pequena nos três setores. Também no alto curso observa-se o menor valor nos comprimentos dos canais no total e na média, mesmo possuindo maior número de canais, e ao longo da bacia estes parâmetros são crescentes, ou seja, a média dos comprimentos dos canais é maior no baixo curso e menor no alto curso.

5.1.2 Hipsometria

A amplitude altimétrica da bacia hidrográfica do arroio Jacaquá é de 162 metros tendo como menor altitude de 75 metros, o ponto mais alto da bacia, na altitude de 237 metros. Para a análise hipsometria a bacia foi dividida em quatro classes conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Classes hipsométricas da BHAJ.

Classes	Área (km²)	Porcentagem (%)
<100m	41,36	12,41
100-140m	139,46	41,92
140-180m	126,33	37,97
>180m	25,51	7,66

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

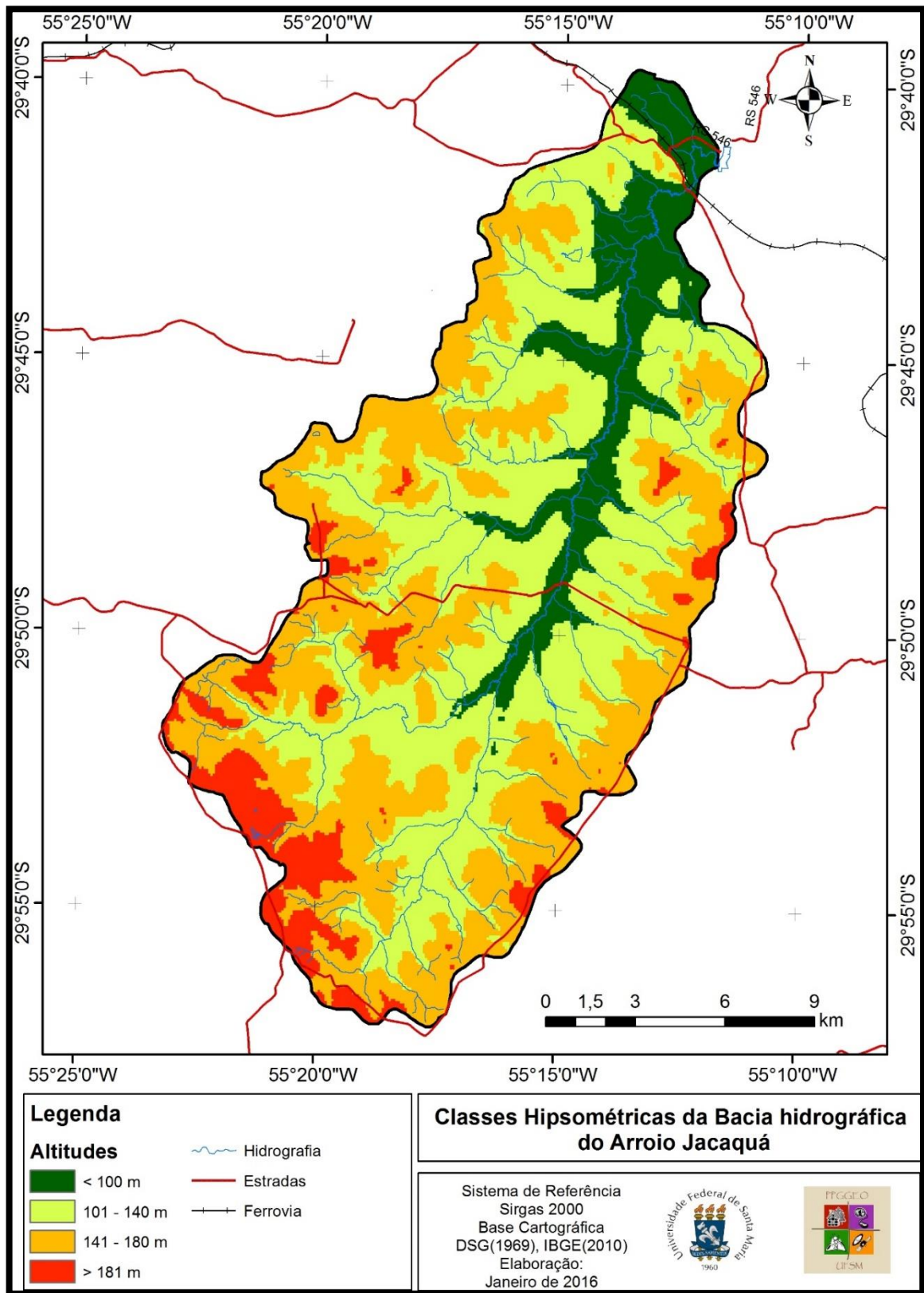
A classe <100 metros ocorrem junto ao canal principal e os seus afluentes, predominantemente no baixo curso, mas estendendo-se até o médio curso, ocupa uma área de 41,36 que representa 12,41% da área da bacia.

Ao visualizar a tabela e o mapa pode-se destacar a classe 100-140 metros de altitude e com 41,92% estendendo-se em toda a bacia, do baixo ao alto curso. Pode-se observar a tabela, predominante entre 100-140m esse local predomina na maior parte da bacia.

A altitude de 140-180m estende-se por toda a bacia, ocupando principalmente às áreas dos divisores d'água da bacia. Observando as altitudes de 140 a 180 metros e 37,97%, é onde destaca-se a mudança do relevo saindo do suavemente ondulado para predomínios de morros.

Por fim a altitude de >180 metros e que obtém 7,66% da bacia são os locais mais altos, mas também os que menos predominam na área em estudo, conforme representa a Figura 7.

Figura 7 - Mapa hipsométrico da BHAJ.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

5.1.3 Declividade

O estudo da declividade em bacias hidrográficas é um fator muito importante, pois a partir deste pode-se identificar as diferentes inclinações das vertentes e a possibilidade de ocorrência de processos superficiais, como de acumulação e de erosão. A análise da declividade do arroio em estudo está baseada em quatro níveis, de acordo com a Tabela 6 e a Figura 8.

Tabela 6 - Classes de declividade das vertentes do arroio Jacaquá.

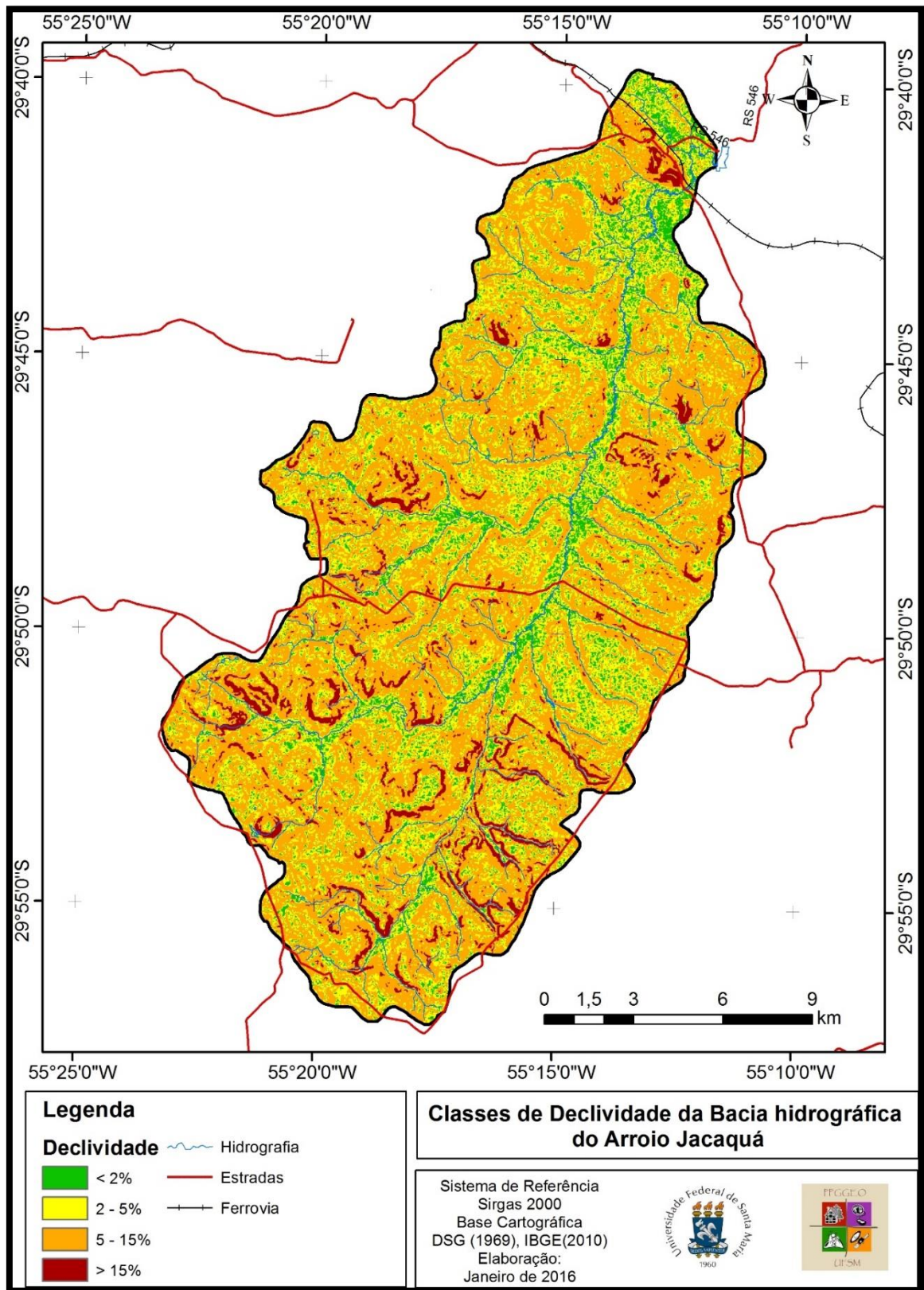
Declividade	Área (km²)	Porcentagem (%)
<2%	55,56	16,7
2-5%	126,43	38,01
5-15%	145,21	43,65
>15%	5,46	1,64

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A declividade de <2% que ocupa uma área de 55,56 km² é a terceira menor área da bacia (16,7%) destacando se no baixo e médio curso, são os locais de planícies de acumulação. Observa-se que a declividade do nível 2-5% e a de 5-15% ocorre praticamente em toda a bacia, elas juntas somam uma área de 271,64 km² ou seja 84,66% da bacia, elas se destacam em toda a bacia, do alto ao baixo curso.

A declividade de 15% ocupa a área mínima de 5,46km² somando 1,64% da bacia, é a menor área, ela está associada a inclinação das vertentes onde podem ocorrer processos de erosão, nestes locais de forte inclinação a ação antrópica é mais restrita pelas dificuldades de manejo do solo.

Figura 8 - Mapa de declividade da BHAJ.



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

5.1.4 Orientação das Vertentes

A orientação das vertentes define a disposição do terreno em relação a luz solar, sendo a medida do ângulo horizontal da direção que se define do escoamento superficial, como se expressa a medida de direção horizontal, definida em graus. Essa variação está ligada ao sombreamento ou a iluminação do local escolhendo terrenos mais propícios ao anexo de certas tipologias de vegetação.

A orientação das vertentes da BHAJ está ilustrada no mapa e na tabela que apresenta a porcentagem e área de cada localização que as vertentes ocupam na bacia, conforme Tabela 7.

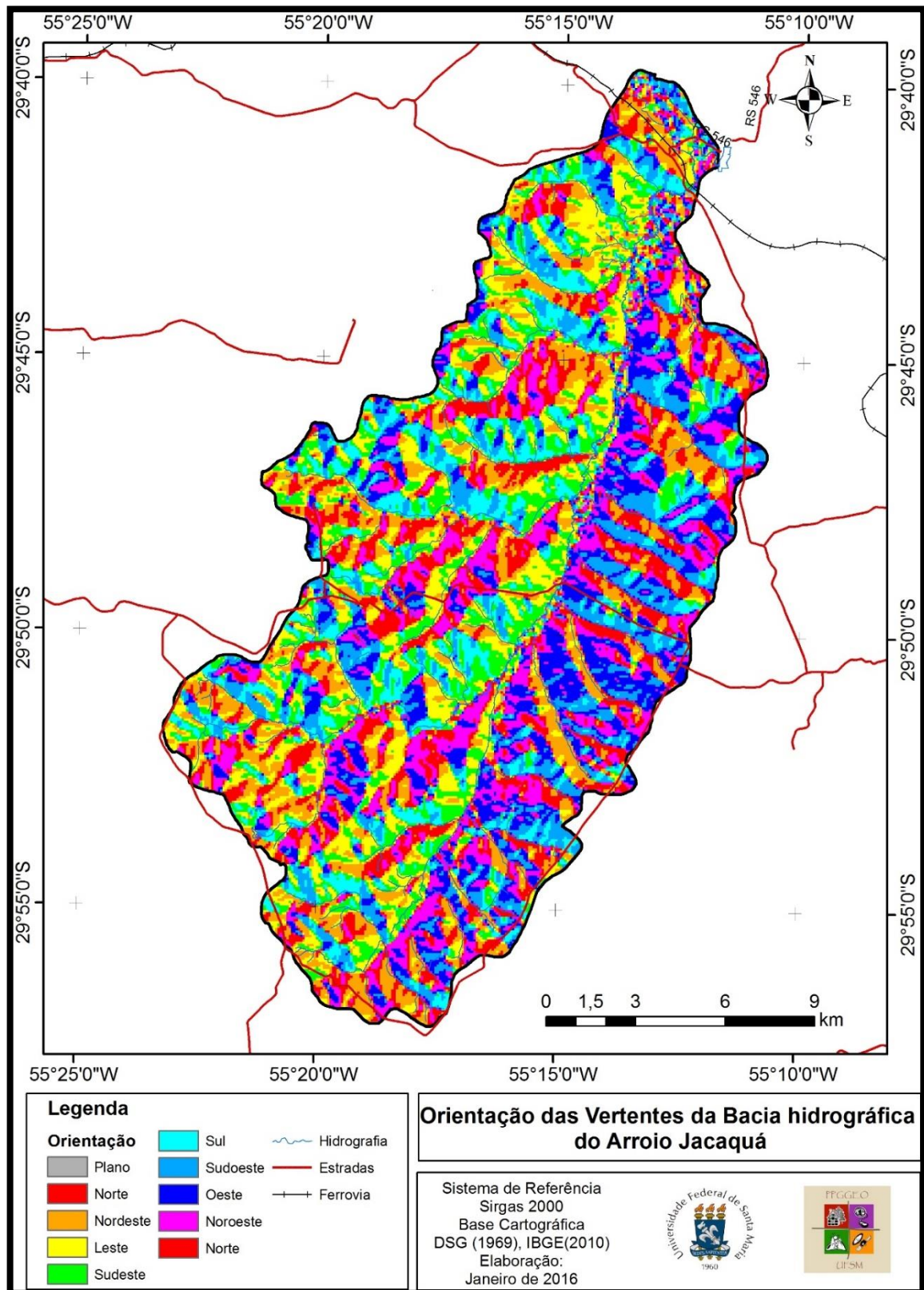
Tabela 7 - Orientação das vertentes da BHAJ.

Classe	Área (km²)	Porcentagem (%)
Plano	8,38	2,52
Norte	42,14	12,67
Nordeste	51,60	15,51
Leste	43,66	13,12
Sudeste	36,34	10,92
Sul	32,03	9,63
Sudoeste	37,77	11,35
Oeste	40,14	12,07
Noroeste	40,65	12,22

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

As orientações de vertentes da bacia ocorrem de forma bem regular, destacando com maior ocorrência as orientações do Nordeste (15,51%) e Leste (13,12%), ambas possuem a maior área de todas as orientações, abrangendo a maior parte da BHAJ. E com a menor ocorrência destaca-se a orientação sul, com média de 9,63%, que configura 32,03km² da bacia, conforme Figura 9.

Figura 9 - Mapa de orientação de vertentes da BHAJ.



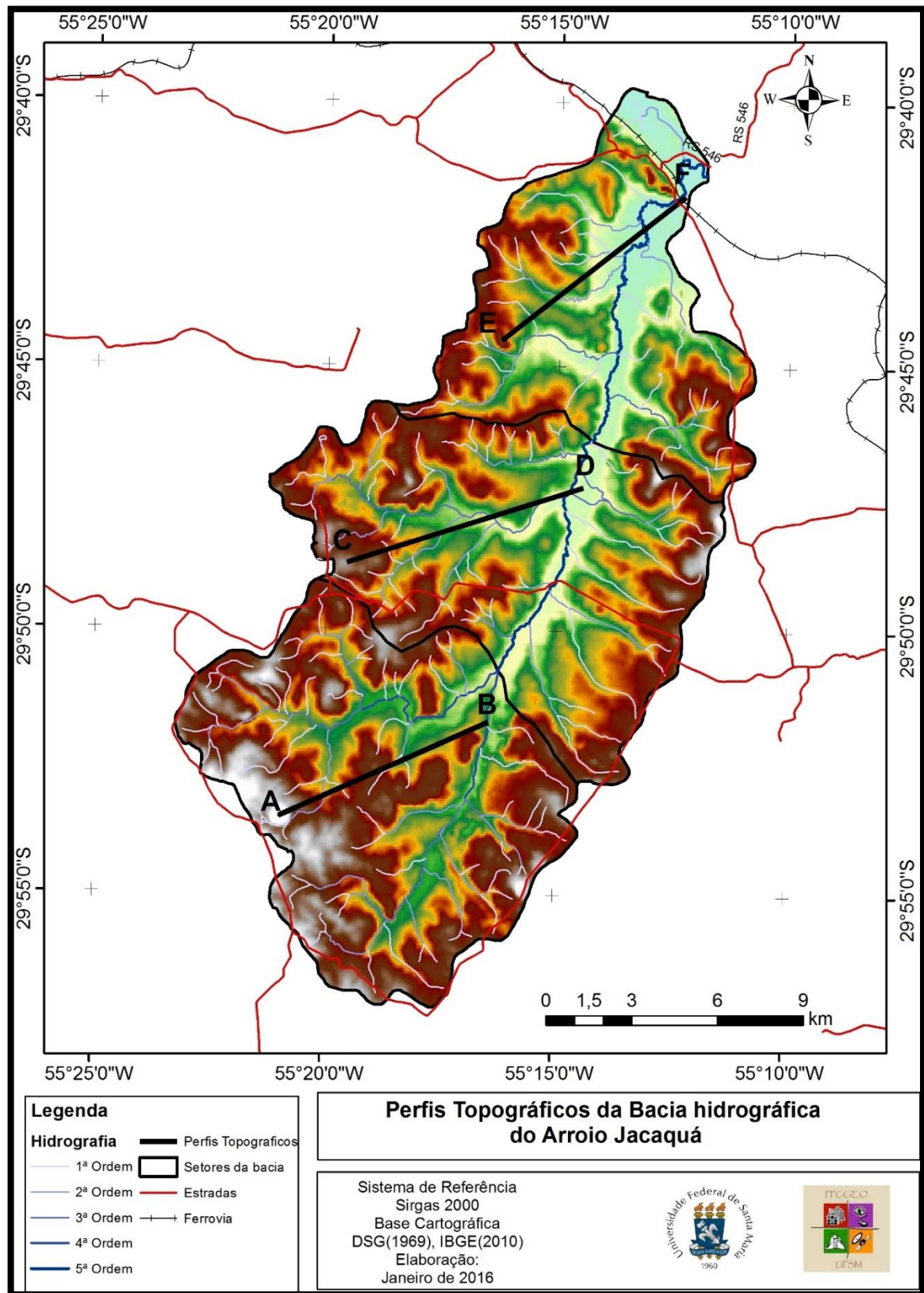
Fonte: Elaborado pela autora (2016).

5.1.5 Perfis Topográficos

Com a finalidade de analisar o comprimento das vertentes e o modelado das mesmas, elaborados perfis topográficos ao longo dos três setores da bacia hidrográfica, conforme pode-se observar na Figura 10. Os atributos são observados através da análise dos perfis topográficos A-B alto curso, C-D médio curso e E-F baixo curso.

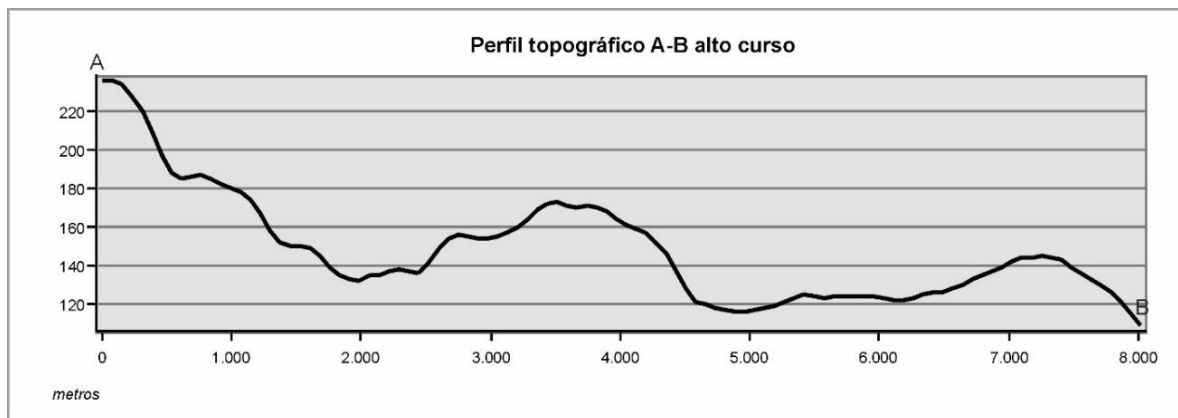
O perfil topográfico A-B, localizado no alto curso da bacia hidrográfica, possui um sentido sudoeste-nordeste, com extensão linear de 8 km, estendendo-se das proximidades dos divisores de água na porção mais sudoeste da bacia (ponto A) até o canal principal (ponto B). No referido perfil observa-se uma variação altimétrica de 140 metros, com as maiores altitudes próximas dos 240 metros e as menores próximas dos 100 metros de altitude. Observa-se ainda uma variação quanto ao comprimento das vertentes, onde as mesmas apresentam em média de 1000 a 2000 metros de comprimento, com inclinações variadas, sendo mais inclinadas nas porções iniciais do perfil, próximas aos divisores de água e, mais suaves na metade final do perfil, próximas ao curso principal da bacia, conforme o Figura 11.

Figura 10 - Mapa dos perfis topográficos da BHAJ.



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

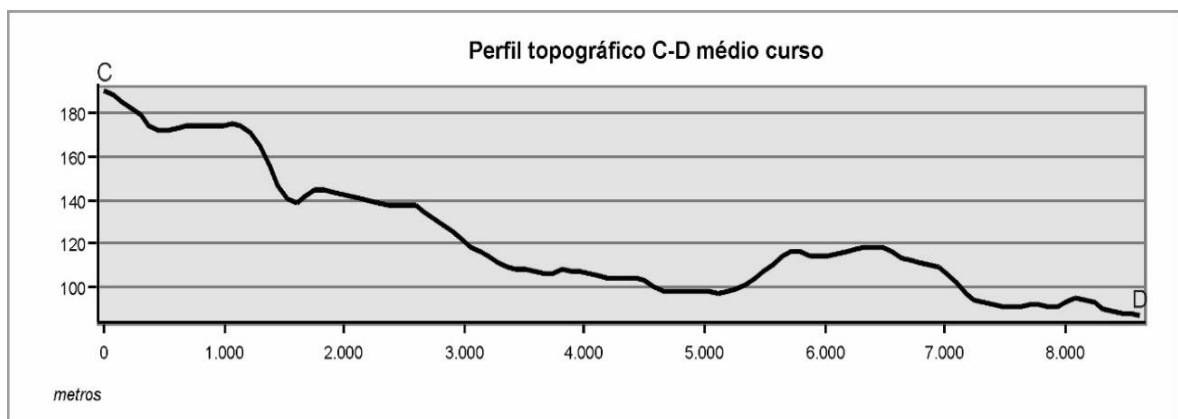
Figura 11 - Perfil topográfico A-B (alto curso) da BHAJ.



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

O perfil topográfico C-D médio curso da bacia, possui uma extensão de aproximadamente 9km, com proximidades dos divisores de água na porção sudoeste no ponto C até o canal no ponto D. No perfil percebe-se uma variação altimétrica de aproximadamente 120 metros onde a maior altitude é próxima à 200 metros e a menor é entorno de 80 metros. Observa-se ainda uma variação ao comprimento das vertentes, onde apresenta em média de 1000 metros, tendo a mais inclinada no início do perfil e as mais suaves no final do perfil, Figura 12.

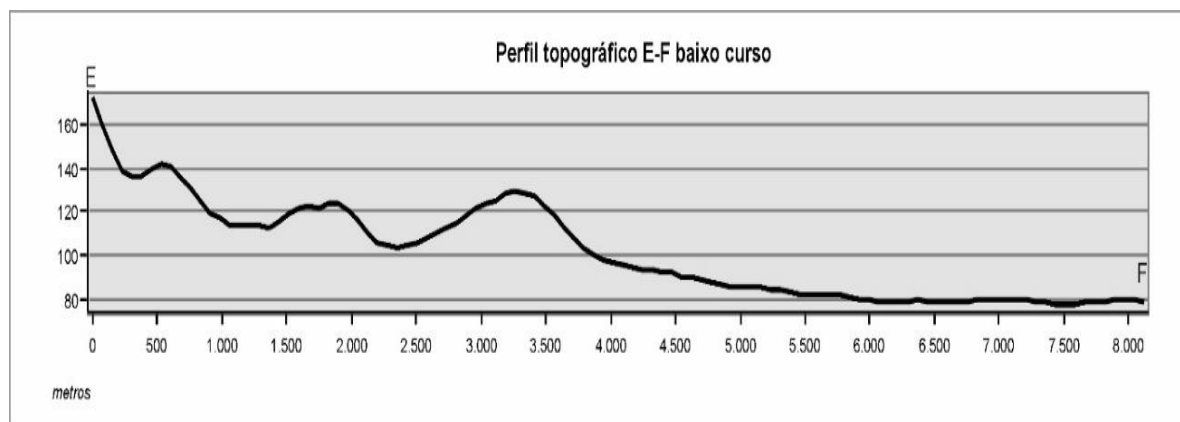
Figura 12 - Perfil topográfico C-D (médio curso) da BHAJ.



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

O perfil topográfico E-F localizado no baixo curso da bacia hidrográfica, no sentido sudoeste-nordeste, estendendo-se em torno de 8 km. Observa-se as maiores altitudes próximas a 180 metros e as menores próximas a 80 metros. Constata-se uma variação ao comprimento das vertentes, em média de 500 metros, na porção inicial do perfil com vertentes inclinadas e, comprimentos de 2000 a 3000 metros e inclinações muito suaves à plana na porção final do perfil, Figura 13.

Figura 13 - Perfil topográfico E-F (baixo curso) da BHAJ.



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

5.1.6 Compartimentação Geomorfométrica

Foram levantados dados de altitude, declividade, perfil e plano de curvatura. Os diferentes atributos utilizados para a identificação das 12 unidades geomorfométricas, diferenciam-se inicialmente quanto a média da altitude na área de estudo.

Tendo em vista que o estudo da declividade na caracterização do relevo é um dos mais utilizados, pois estabelece processos morfogenéticos, onde atuam no movimento ou escoamento superficial da água, temos a segunda diferenciação, que apresentam com predomínio de deposição (área com declividade <5%) e predomínio de dissecação (declividades >5%). Quanto às curvaturas em plano e perfil, a curvatura no perfil é a taxa de variação da declividade na direção do aspecto enquanto a curvatura no plano é a taxa de variação da declividade na direção ortogonal a do aspecto (MENDIONDO et. al, 1998). O perfil de curvatura é

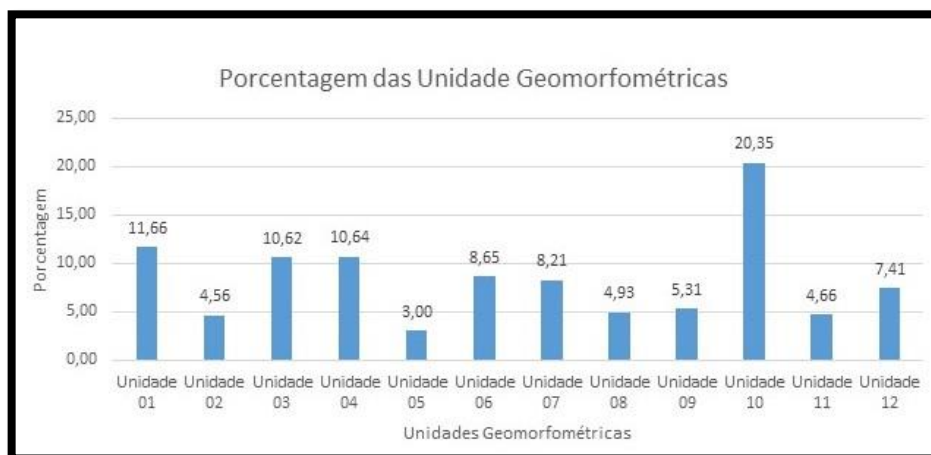
importante para caracterizar mudanças na velocidade do fluxo da água e processos relacionados ao transporte de sedimentos, enquanto que o plano de curvatura demonstra a propensão da água a convergir ou divergir no terreno (GALLANT e WILSON, 2000). A partir dos dados levantados, foram definidas 12 unidades geomorfométricas na Bacia Hidrográfica do Arroio Jacaquá em Alegrete/RS, que estão apresentadas na Tabela 8 e no Gráfico 1.

Tabela 8 - Áreas e respectivas porcentagens das unidades geomorfométricas da BHAJ.

Unidades	Área (km²)	Porcentagem (%)
Unidade 01	38,81	11,66
Unidade 02	15,17	4,56
Unidade 03	35,34	10,62
Unidade 04	35,41	10,64
Unidade 05	9,98	3,00
Unidade 06	28,77	8,65
Unidade 07	27,30	8,21
Unidade 08	16,40	4,93
Unidade 09	17,67	5,31
Unidade 10	67,71	20,35
Unidade 11	15,49	4,66
Unidade 12	24,64	7,41

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Gráfico 1 - Porcentagens das unidades geomorfométricas da BHAJ.



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

A unidade 1, cobre uma área de 38,81 km², o que representa 11,66% da área total da bacia hidrográfica. Essa unidade localiza-se na porção do alto curso, possui processos morfogenéticos de erosão, por sua declividade ser superior à 5% e altitudes acima da média da bacia (135 metros), o plano de curvatura é convergente, as vertentes apresentam caráter côncavo e convexo.

A unidade 2, cobre uma área de 15,17 km², o que representa 4,56% da área total da bacia e está localizada na porção do alto e médio curso, e com pequena frequência no baixo curso. Nesta unidade os processos de erosão podem ser atenuados, pois apresentam altitudes acima da média da bacia, tendo declividade superiores à 5%, plano de curvatura divergente e perfil de curvatura côncavo.

A unidade 3, cobre uma área de 35,34 km², o que representa 10,62% da área total da bacia hidrográfica, localiza-se nas porções do alto curso, médio e com pouca frequência no baixo curso da bacia. Caracteriza-se pela altitude maior que 135 m, declividade maior que 5%, plano de curvatura divergente e o perfil de curvatura convexo, isso faz com que ocorra com mais frequências os processos erosivos.

A unidade 4, cobre uma área de 35,41 km², o que representa 10,64% da área total da bacia hidrográfica, localiza-se predominantemente no alto e médio curso ocorre nos topos de vertentes tendo declividade inferior a 5% e plano de curvatura convergente, e caracteriza-se pela altitude superior a 135 m.

A unidade 5, cobre uma área de 28,77 km², o que representa 8,65 da área total da bacia hidrográfica, localiza-se no alto e médio curso e com pouca expressão no baixo curso, declividade inferior a 5%, plano de curvatura divergente e perfil de curvatura de caráter côncavo e altitude maior que a média.

A unidade 6, cobre uma área 28,77 km², o que representa 8,65% da área total da bacia hidrográfica, localiza-se predominantemente alto e médio curso da bacia, caracteriza-se por apresentar altitude maior que a média, declividades inferiores a 5%, perfil de curvatura convexo e plano de curvatura com caráter divergente. Diante disso, pode-se considerar que ocorre um aumento da energia de fluxo, todavia, pelas baixas declividades, os possíveis processos erosivos são atenuados.

A unidade 7, cobre uma área de 27,30 km², o que representa cerca de 8,21% da área total da bacia hidrográfica, localiza-se predominantemente no médio e baixo curso. As altitudes inferiores à média (135 m), o plano de curvatura é convergente e a declividade superior a 5%, o que pode ocasionar a formação de canais de concentração de água, além de possíveis processos morfogenéticos de erosão.

A unidade 8, cobre cerca de 16,40km², o que represente 4,93% da área total da bacia hidrográfica, localiza-se predominantemente no médio e baixo curso, e com menor expressão encontra-se no alto curso próximo as drenagens, as altitudes inferiores à média. Caracteriza-se por apresentar perfil de curvatura côncavo e plano de curvatura de caráter divergente, o que faz com que ocorra a diminuição da energia e a dissipação do fluxo na vertente, além da possibilidade de ocorrência de processos erosivos, em virtude de as declividades serem superiores a 5%.

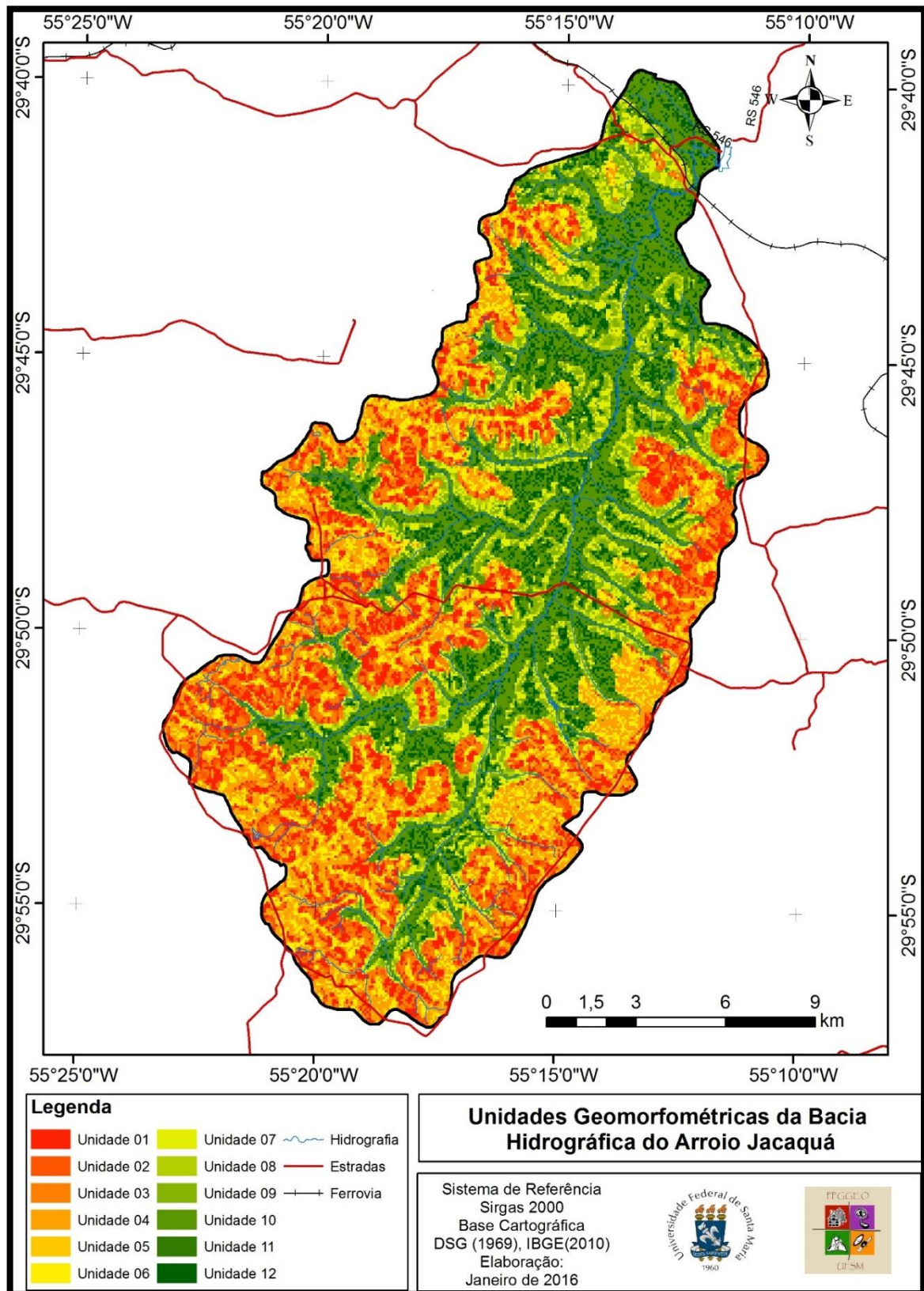
A unidade 9, cobre cerca de 17,67km², o que representa 5,31% da área total da bacia hidrográfica, localiza-se predominantemente no médio e baixo curso, com maior frequência no baixo curso. Caracteriza-se por apresentar perfil de curvatura convexo, plano de curvatura caráter divergente e declividades superiores a 5%. E ocorre predomínio dos processos morfogenéticos de erosão, além do aumento da energia e a dissipação do fluxo de água.

A unidade 10, cobre cerca de 67,71km², o que representa 20,35% da área total da bacia hidrográfica, localiza-se e ocorre predominantemente no baixo curso, tendo expressão também no médio curso. Estende-se pelo curso principal do Arroio, tendo declividade inferior a 5% e tendo plano de curvatura convergente, seu perfil de curvatura de caráter côncavo e convexo, essas características faz com que a concentração do fluxo de água se acumule na base da vertente.

A unidade 11, cobre cerca de 15,49km², o que representa 4,66% da área total da bacia hidrográfica, localiza-se predominantemente no baixo curso, porém ainda existe ocorrência no médio curso. Tendo plano de curvatura divergente, perfil de curvatura côncavo e sua declividade inferior a 5%, altitude inferior à média, o que faz com que ocorra uma diminuição de energia do fluxo divergente. Assim como na Unidade 10, também ocorre nas áreas rebaixadas do arroio, na planície de inundações.

A unidade 12, cobre cerca de 24,64 km², o que representa 7,41% da área total da bacia hidrográfica, localiza-se predominantemente no baixo curso, estendendo em parte até o médio curso e com pouca frequência no alto curso. Assim como nas unidades 10 e 11, também ocorre nas áreas mais rebaixadas, ou seja, nas planícies de inundações. Tem plano de curvatura divergente, perfil de curvatura convexo, altitude inferior à média e sua declividade inferior a 5%, fazendo com que ocorra um aumento da velocidade do fluxo em direção a base da vertente, porém com fluxo divergente, conforme Figura 14.

Figura 14 - Mapa das unidades geomorfométricas da BHAJ.



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

5.2 ESTUDO DA VEGETAÇÃO

Fitofisionomicamente a vegetação da bacia hidrográfica em estudo destaca-se por duas formações distintas: a campestre e a florestal. A formação campestre é constituída basicamente por campos compostos por herbáceas, já a formação florestal se diferencia por apresentar agrupamentos arbustivo-arbóreo, onde destacam se, principalmente, a mata ciliar e os capões de mato.

5.2.1 Mata Ciliar

A mata ciliar do arroio Jacaquá, estende-se, praticamente, por toda sua extensão, formando uma faixa florestal contínua, presente em ambas as suas margens, e com poucas e pequenas interrupções, estas, certamente provocadas pela ação humana.

Com largura muito variável, desde zero até 280 metros e uma área de 10,33 km². Esta mata, em certos locais, ramifica-se a partir de alguns afluentes de maior porte, essa tipologia de vegetação encontra-se em todos os setores da bacia do alto ao baixo curso. (Figuras 15 e 16).

Figura 15 - Vista parcial da mata ciliar do arroio Jacaquá, Alegrete/RS.



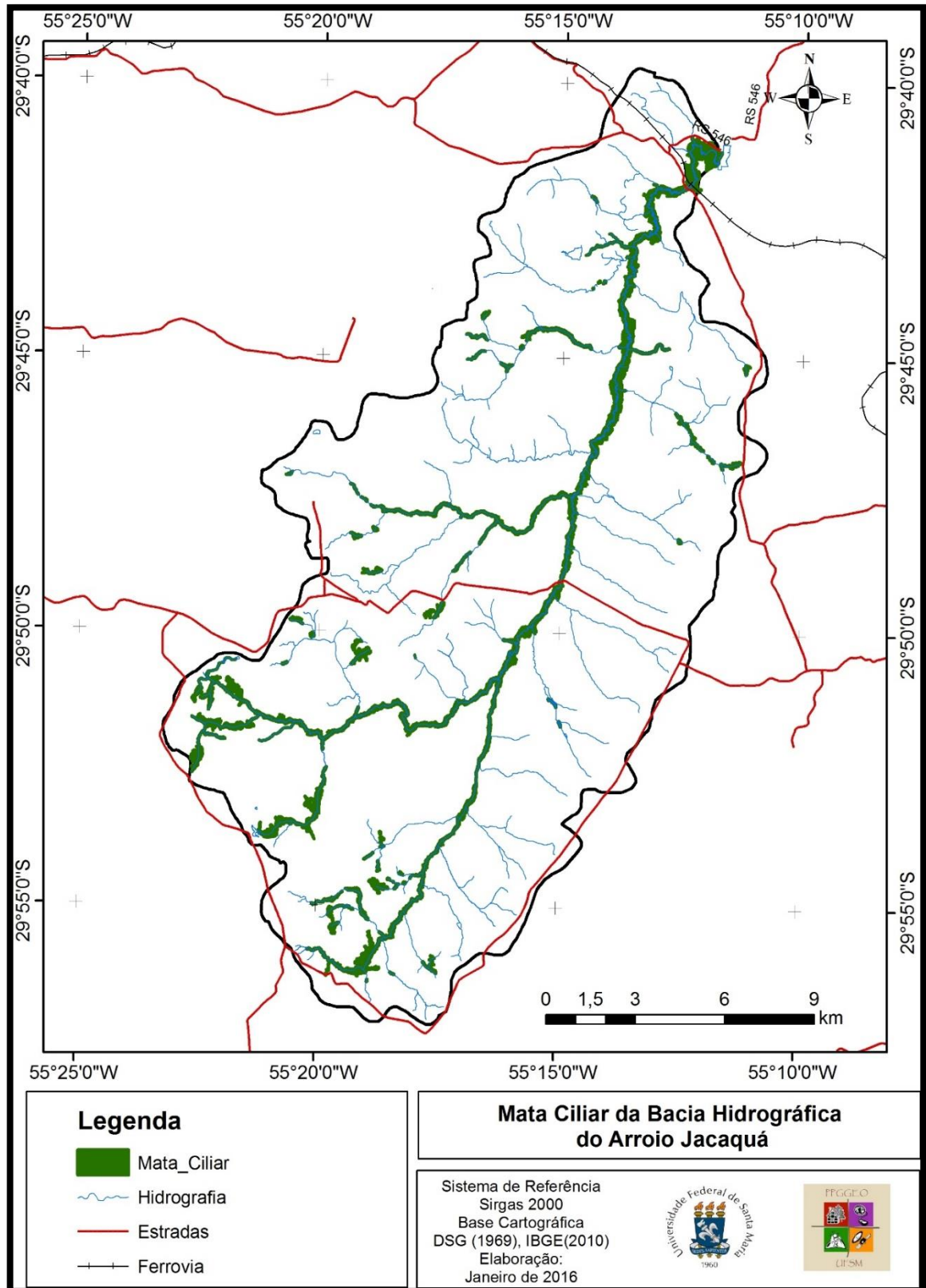
Figura 16 - Arroio Jacaquá, Alegrete/RS.



Fonte: Trabalho de campo (2014).

Percebe-se que a mata ciliar está associada a baixa altitude, ou seja, encontra-se nas planícies de acumulações e também nos locais de menor declividade, isso ocorre por a vegetação florestal necessitar de solos permeáveis e de locais com abundância de água, observa-se a Figura 17.

Figura 17 - Mapa da mata ciliar do arroio Jacaquá.



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

5.2.2 Mata de encosta

A formação das matas ciliares contribui para a composição da mata de encosta e capões-de-mato, comprovando semelhança entre as duas últimas formações. A partir deles ocorre a dispersão das espécies através dos recursos hídricos que contribuem na formação dos capões de mato e matas de encosta.

Esses capões estão normalmente agregados a rochas, concavidade de relevo onde existe ou não acúmulo de água. Eles se destacam no alto e baixo curso, ocorrendo maior predominância no alto curso, sendo visualizados na maioria das vezes em locais de maior altitude.

Essa reflexão foi salientada por Alves (2008) e por Guadagnin (2015), ao comentar que núcleos florestais existem em pequeno destaque em meio a vegetação dos campos, e ambas possuem semelhança com a formação da mata ciliar, conforme Figura 18.

Figura 18 - Fotografias destacando os capões-de-mato.

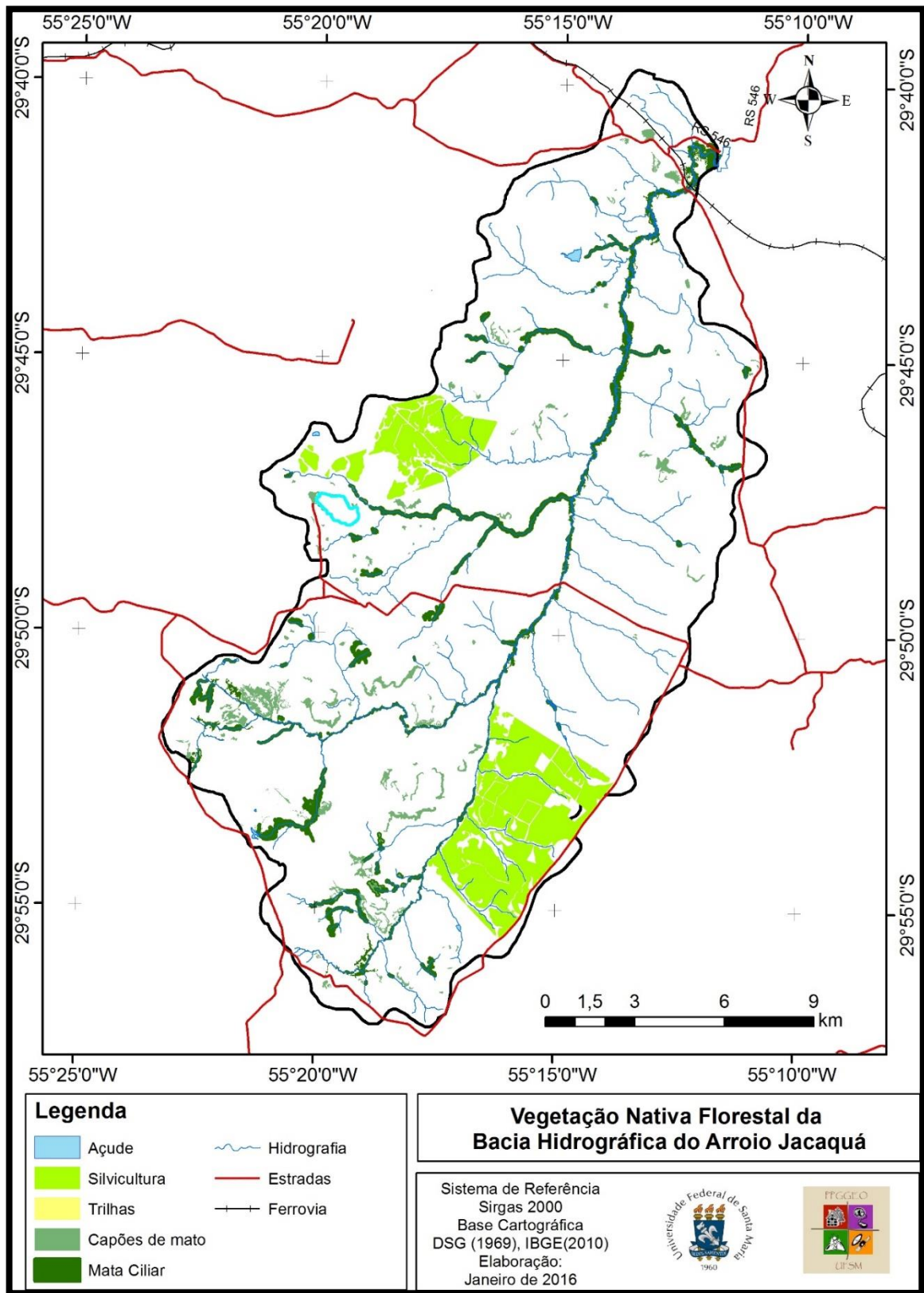


Fonte: Trabalho de campo realizado em julho de 2014.

Deste modo, as matas de encosta são reconhecidas como uma tipologia inserida como florestal, possuem espécies da mata ciliar, este tipo de mata encontra-se nas encostas de colinas ou morrotes, normalmente em locais com uma certa declividade saliente.

A formação da mata de encosta são muito semelhantes, ambos também contribuem para a composição da mata ciliar, pois a partir deles ocorrem a dispersão da espécie, as formas de relevo, os recursos hídricos do local também auxiliam a formação da mata ciliar (Figura 19).

Figura 19 - Mapa da vegetação da BHAJ.



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

5.2.3 Amostragem Florística

As amostragens florísticas realizadas revelaram que a mata ciliar e a mata de encosta são compostas pelas seguintes espécies, apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Espécies florestal nativa identificadas no arroio Jacaquá no ano de 2014.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	HÁBITO	FAMÍLIA
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	aroeira-brava	Árvore	Anacardiaceae
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> DC.	jasmin-cata-vento	Arvoreta	Apocynaceae
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	coqueiro-gerivá	Palmeira	Arecaceae
<i>Tillandsia aeranthos</i> (Loisel.) L. B. Sm.	cravo-do-mato	Erva epífita	Bromeliaceae
<i>Maytenus muelleri</i> Schwacke	cancorosa	Arbusto	Celastraceae
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	branquilha-leiteiro	Árvore	Euphorbiaceae
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	branquilha	Árvore	
<i>Sebastiania schottiana</i> (Müll.Arg.) Müll. Arg	sarandi	Árvore	
<i>Calliandra tweediei</i> Benth	caliandra-vermelha	Arbusto	Fabaceae
<i>Erythrina cristagalli</i> L.	corticeira-do-banhado	Árvore	
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	angico-vermelho	Árvore	
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã-preto	Árvore	Lamiaceae
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	canela-preta	Árvore	Lauraceae
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	sete sangrias	Árvore	Lythraceae
<i>Tripodanthus acutifolius</i> Thieg.	erva-de-passarinho	Hemiparasita aérea	Loranthaceae
<i>Erythroxylum argentinum</i> O. E. Schulz	cocão	Árvore	
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	açoita-cavalo	Árvore	Malvaceae
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	murta	Árvore	Myrtaceae
<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitangueira	Árvore	Moraceae
<i>Ficus clusiifolia</i> (Miq.) Schott ex Spreng.	figueira-mata-a-pau	Árvore	

<i>Phyllanthus sellowianus</i> (Klotzsch) Müll. Arg.	sarandi-vermelho	Arbusto	Phyllanthaceae
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	marmeleiro-do-mato	Árvore	Polygonaceae
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	pessegueiro-bravo	Árvore	Rosaceae
<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. &Schltdl.	veludo	Arbusto	Rubiaceae
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	coentrilho	Árvore	Rutaceae
<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler	sucará	Árvore	Salicaceae
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. A. Juss.) Radlk.	chal-chal	Árvore	Sapindaceae
<i>Cupania vernalis</i> Cambess	camboatá-vermelho	Árvore	
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	camboatá-branco	Árvore	Sapotaceae
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.)	aguaí	Árvore	
<i>Smilax campestris</i> Griseb.	japecanga	Trepadeira	Smilacaceae
<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	embira	Arbusto	Thymelaeaceae

Fonte: Trabalho de campo (2014).

5.3 RELAÇÃO DAS TIPOLOGIAS DA VEGETAÇÃO COM OS ELEMENTOS DO MEIO FÍSICO

Na descrição da relação das tipologias de vegetação com os elementos do meio físico são apresentadas a mata ciliar e a mata de encosta, de acordo com os elementos do relevo como hipsometria, declividade, plano e perfil de curvatura que auxiliam na formação de diferentes paisagens e tem um papel importante na propagação de espécies.

5.3.1 Setores da bacia hidrográfica

Na análise realizada nos setores baixo, médio e alto curso, pode-se destacar um total da mata ciliar de 2,93 km² e um total de mata de encosta 5,59 km². A mata ciliar e a mata de encosta encontram-se em maior ocorrência no alto curso, por ser o curso onde destaca-se a nascente. A mata ciliar no alto curso tem uma área de 1,33 km² e 45,39% da bacia, já a mata de encosta predomina, com uma área de 3,75 km²

e uma ocorrência de 67,08%. As Tabelas 10 e 11 destacam a ocorrência de cada tipologia em cada setor da bacia hidrográfica do arroio Jacaquá.

Tabela 10 - Relação da ocorrência da mata ciliar de acordo com os setores da bacia em estudo.

Extensão da Mata Ciliar	
Setor	Área (km²)
Baixo Curso	3,81
Médio Curso	2,27
Alto Curso	4,21

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Tabela 11 - Relação da ocorrência da mata de encosta de acordo com os setores da bacia.

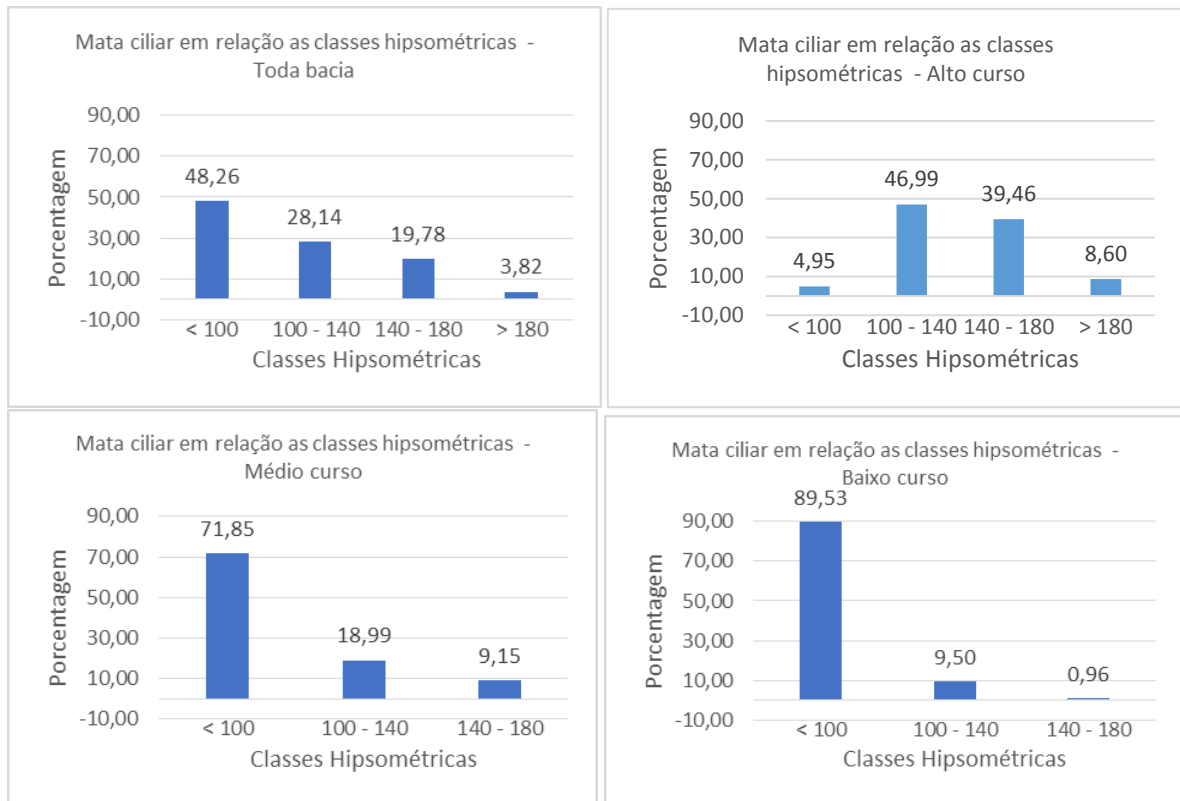
Extensão Mata de Encosta		5,59 km²
Setor	Área (km²)	Porcentagem (%)
Baixo Curso	1,00	17,89
Médio Curso	0,84	15,03
Alto Curso	3,75	67,08

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

5.3.2 Altitude

Com relação à mata ciliar, no que refere se a altitude total da bacia podemos caracterizar com maior ocorrência de mata ciliar na altitude de <100metros. A distribuição da vegetação em relação à altitude também pode caracterizar a distribuição da mata ciliar de acordo com cada setor, sendo que no baixo curso encontra-se 89,53% da mata ciliar em locais de menor altitude com <100 metros. No setor do médio curso, da vegetação que aí ocorre, 71,85% concentra-se na classe <100 metros e no alto curso podemos perceber 46,99% encontra-se em 100-140 metros de altitude, conforme Gráfico 2.

Gráfico 2 - Mata ciliar em relação as classes hipsométricas no total da bacia e em setores.

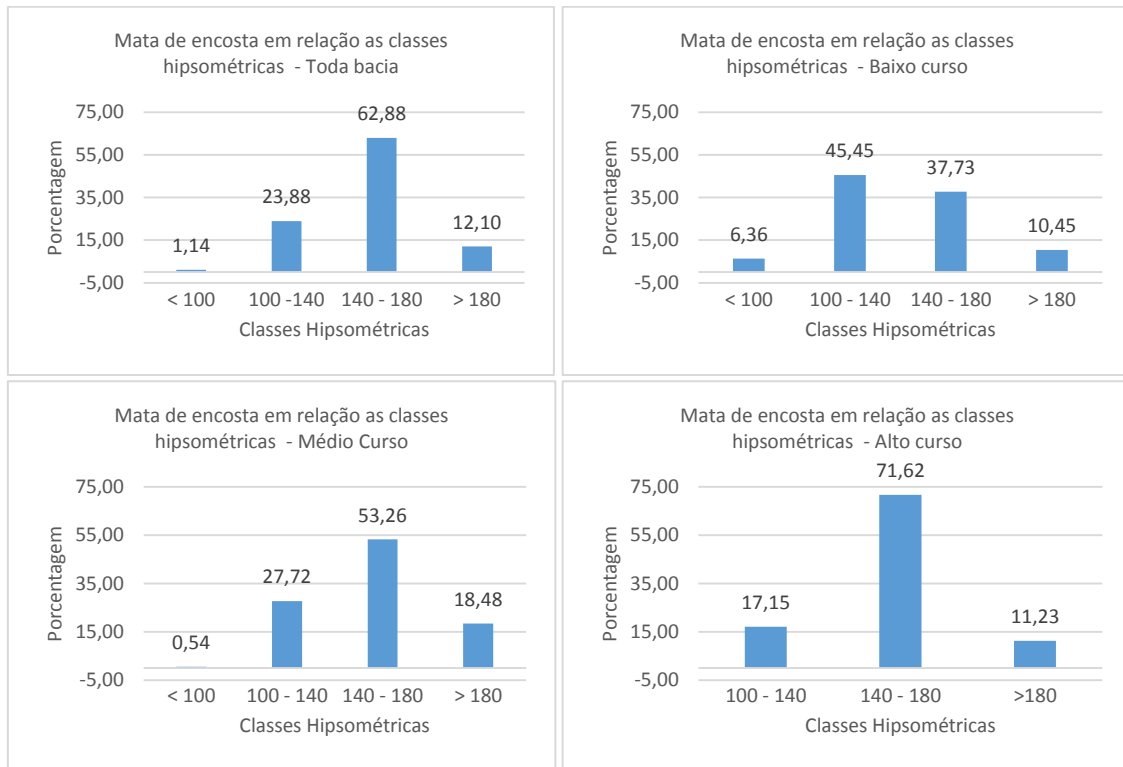


Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A mata de encosta em relação a altitude encontra-se com maior frequência na classe de 140-180 metros constando 62,88% do total da bacia, são esses locais mais altos.

De acordo com seus setores pode-se definir a mata de encosta com maior ocorrência na classe de 100-140 metros, destacando 45,45% do setor do baixo curso. O setor médio curso destaca-se na classe de 140-180 metros, com 53,26% do setor. Por fim, o setor do alto curso também se destaca na classe de 140-180 metros, porém encontra-se 71,62% do setor, sendo esse um dos locais mais altos da bacia, pode-se observar o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Mata de encosta em relação as classes hipsométricas, no total da bacia e em seus setores.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

5.3.3 Declividade

A relação da mata ciliar com a declividade pode-se definir que na bacia hidrográfica como um todo a maior frequência ocorre principalmente nos locais com declividade de <2%, onde ocupa uma área total de 6,35km² (Tabela 12).

Tabela 12 - Ocorrência da mata ciliar de acordo com a declividade da bacia.

Classe	Área (km ²)	Porcentagem (%)
< 2%	6,35	51,74
2 - 5%	2,43	19,80
5 - 15%	3,06	24,94
>15%	0,43	3,52

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na análise da declividade em cada setor pode-se perceber que no alto curso a mata ciliar destaca-se com maior frequência na classe de 5-15% abrangendo uma área de 2,33km² e 42,90% do setor (Tabela 13).

Tabela 13 - Análise da declividade alto curso, ocorrência da mata ciliar.

Classe	Área km²	Porcentagem
< 2%	1,38	25,38
2 - 5%	1,30	23,87
5 - 15%	2,33	42,90
>15%	0,43	7,85

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

No médio curso a declividade caracterizou a ocorrência da mata ciliar na classe <2% ocupando uma área de 1,61km² e 62,93% do setor, sendo essa a classe do local mais baixo do setor e com menor inclinação, local esse, que concentra umidade e é receptor de água. Conforme Tabela 14, pode-se perceber a ocorrência da mata ciliar em cada classe.

Tabela 14 - Declividade médio curso ocorrência da mata ciliar.

Classe	Área (km²)	Porcentagem (%)
< 2%	1,61	62,93
2 - 5%	0,54	21,05
5 - 15%	0,40	15,79
> 15%	0,01	0,23

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

No setor de baixo curso também ocorreu com maior frequência a mata ciliar na classe mais baixa <2%, com área 3,35km² e 78,95% do setor, isso se explica por ser um local de captação de água e por abranger a rede hidrográfica da bacia, conforme a Tabela 15.

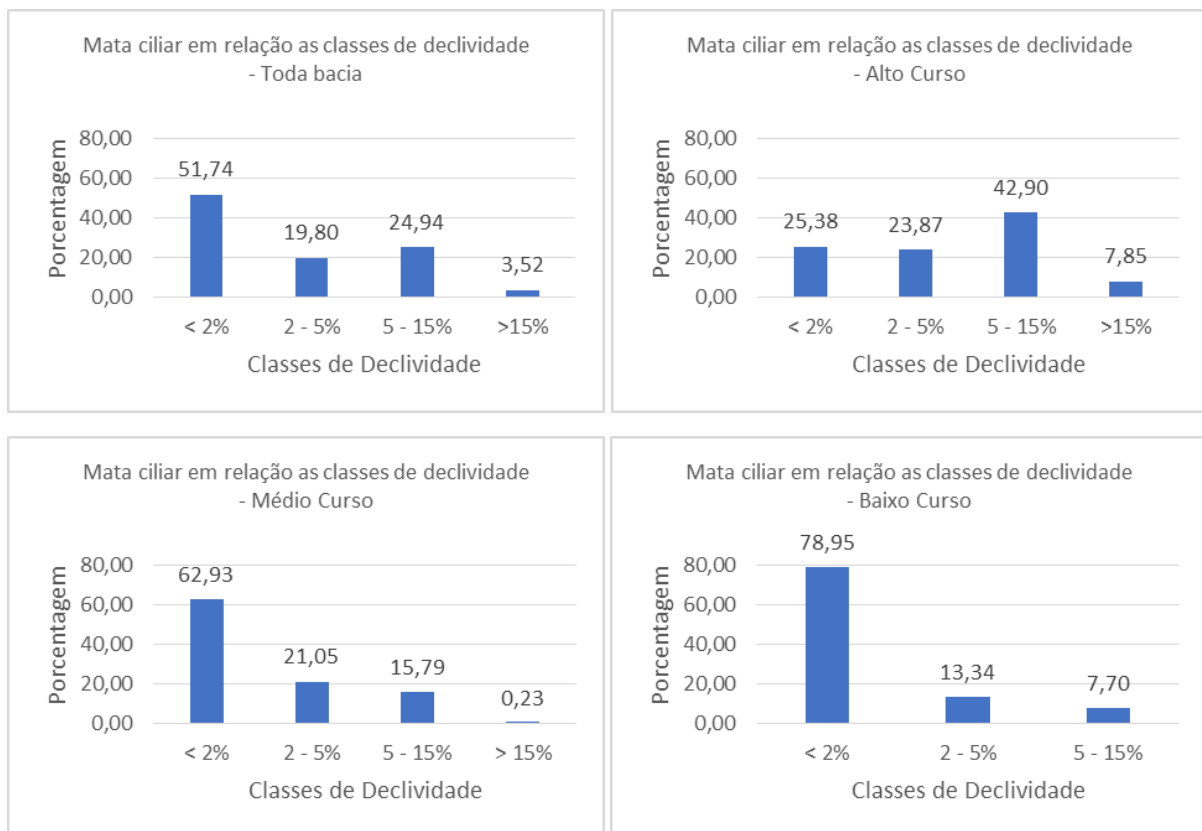
Tabela 15 - Declividade no setor do baixo curso ocorrência da mata ciliar.

Classe	Área km ²	Porcentagem
< 2%	3,35	78,95
2 - 5%	0,57	13,34
5 - 15%	0,33	7,70

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Abaixo destaca-se o Gráfico 4, referente a declividade de toda a bacia em estudos e a declividade de cada setor da bacia.

Gráfico 4 - Declividade de toda a bacia e setores, mata ciliar.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Pode-se perceber que a mata ciliar é principal tipologia de vegetação que está nitidamente associada a locais de planícies, ou seja de declividade inferiores a <2%, tendo setores que se destacam nas classes de 2-5% e 5-15% quando abrange

essas classes podemos definir que a mata ciliar está se expandindo de acordo com seus afluentes.

A mata de encosta de toda bacia ocorre com maior frequência na classe de declividade entre 5-15% ocupando uma área de 4,35 km² e 60,52% da bacia, sendo esse o segundo local mais alto da bacia em estudo conforme Tabela 16.

Tabela 16 - Declividade toda bacia, mata de encosta.

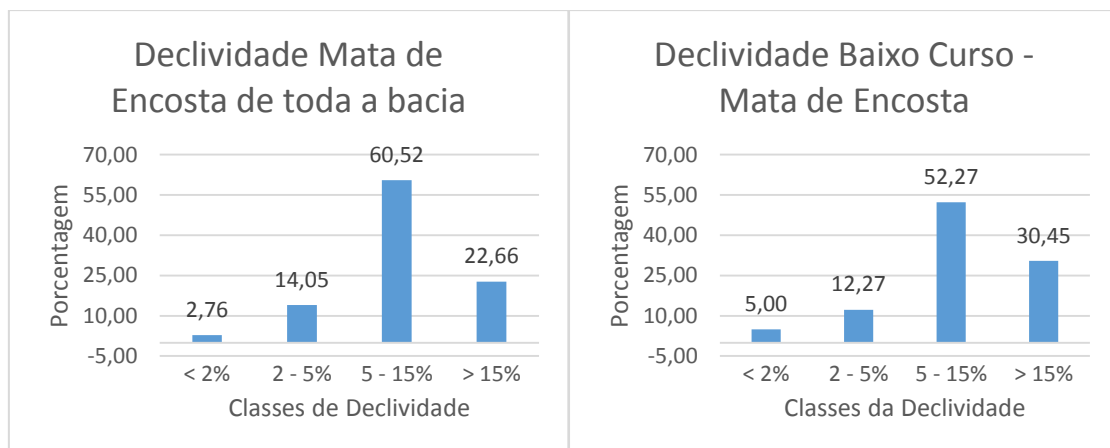
Classe	Área km ²	Porcentagem
< 2%	0,20	2,76
2 - 5%	1,01	14,05
5 - 15%	4,35	60,52
> 15%	1,63	22,66

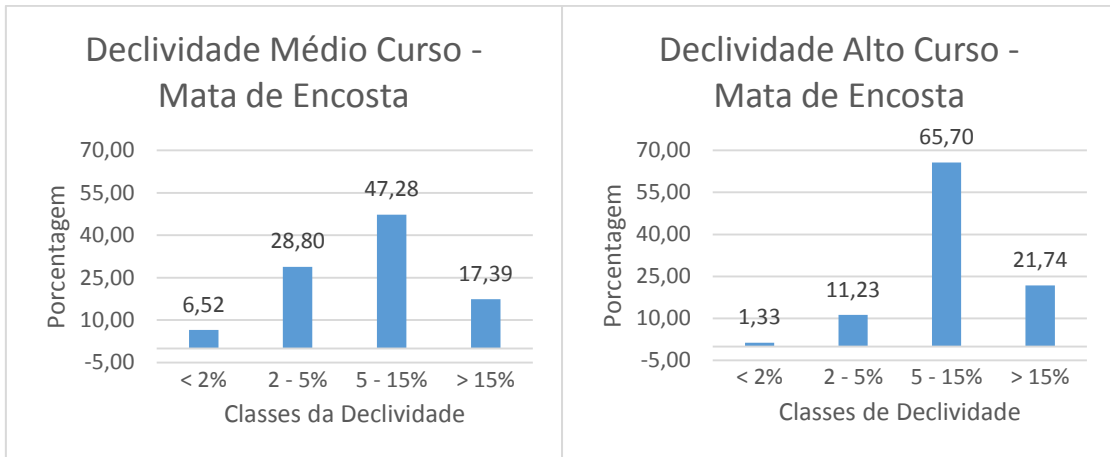
Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A mata de encosta no baixo curso ocorre com maior frequência na declividade de classe entre 5-15% com uma área de 0,67km² e 52,27%

No médio curso também ocorre na declividade de classe de 5-15% abrangendo 47,28% do setor. E no alto curso ocorre com maior frequência na mesma classe do baixo e médio curso, mas nesse abrange uma área de 3,18km² e 65,7% do setor do alto curso, podemos perceber logo abaixo no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Declividade toda bacia e setores ocorrência da mata de encosta.





Fonte: Elaborado pela autora (2017).

5.3.4 Plano de Curvatura

A relação da vegetação de mata ciliar com o plano de curvatura na área total da bacia destaca uma área de 8,09km² em plano convergente com mais da metade da bacia 65,92%. E O plano de curvatura divergente encontra-se com menor frequência tendo apenas 34,08% da bacia, conforme Tabela 17.

Tabela 17 - Plano de curvatura na área total da bacia.

Classe	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Convergente	8,09	65,92
Divergente	4,18	34,08

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O Plano de curvatura da Mata Ciliar no baixo curso caracteriza-se como convergente obtendo 70,84% do setor, no médio curso destaca-se também o plano convergente com 68,42% do setor. E no alto curso destaca-se novamente o plano convergente com 60,97% do setor, conforme Tabela 18.

Tabela 18 - Plano de Curvatura em toda bacia e setores, mata ciliar.

Plano de Curvatura da Mata Ciliar nos setores		
Plano de Curvatura	Convergente	Divergente
Toda Bacia	65,92	34,08
Baixo Curso	70,84	29,16
Médio Curso	68,42	31,58
Alto Curso	60,97	39,03

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Esse plano de curvatura mostra a ocorrência da mata ciliar em porções na maioria das vezes convergentes, ou seja, em locais de concentração de água, isso faz com que ocorra um maior estabelecimento da vegetação.

O Plano de Curvatura da Mata de Encosta é definido em toda a bacia com maior ocorrência na forma divergente com 58,73%. Nos setores de baixo, médio e alto curso tem maior ocorrência na forma divergente abrangendo sempre mais que 50% dos setores, conforme Tabela 19.

Tabela 19 - Plano de curvatura em relação a mata de encosta em toda bacia e setores.

Plano de Curvatura toda bacia e setores, mata de encosta		
Plano de Curvatura	Convergente	Divergente
Toda Bacia	41,27	58,73
Baixo Curso	21,82	78,18
Médio Curso	39,67	60,33
Alto Curso	46,74	53,26

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

5.3.5 Perfil de Curvatura

No perfil de curvatura destacou-se em toda bacia a maior ocorrência da mata ciliar no perfil côncavo com 60,69% da vegetação mata ciliar.

O perfil de curvatura nos setores também se observou a predominância perfis côncavo, sendo no médio curso 60,87% e no alto curso 65,70%, conforme, observa-se que somente teve um perfil expressivo de curvatura convexo no baixo curso, com 59,09%, conforme Tabela 20.

Tabela 20 - Perfil de Curvatura Mata Ciliar toda bacia e setores.

Perfil de Curvatura Mata Ciliar toda bacia e setores		
Perfil de Curvatura	Convexo	Côncavo
Toda bacia	39,31	60,69
Baixo Curso	59,09	40,91
Médio Curso	39,13	60,87
Alto Curso	34,30	65,70

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A mata de encosta em toda BH ocorre com maior frequência no perfil convexo com 55,89% de mata de encosta da bacia. Pode-se perceber que nos setores também ocorre com maior frequência no perfil convexo, sendo que no baixo curso possui 59,09%, no médio 56,52% e alto curso 54,95%, conforme Tabela 21.

Tabela 21 - Perfil de Curvatura Mata de Encosta toda Bacia e setores.

Perfil de Curvatura Mata de Encosta toda bacia e setores		
Perfil de Curvatura	Convexo	Côncavo
Toda Bacia	55,89	44,11
Baixo Curso	59,09	40,91
Médio Curso	56,52	43,48
Alto Curso	54,95	45,05

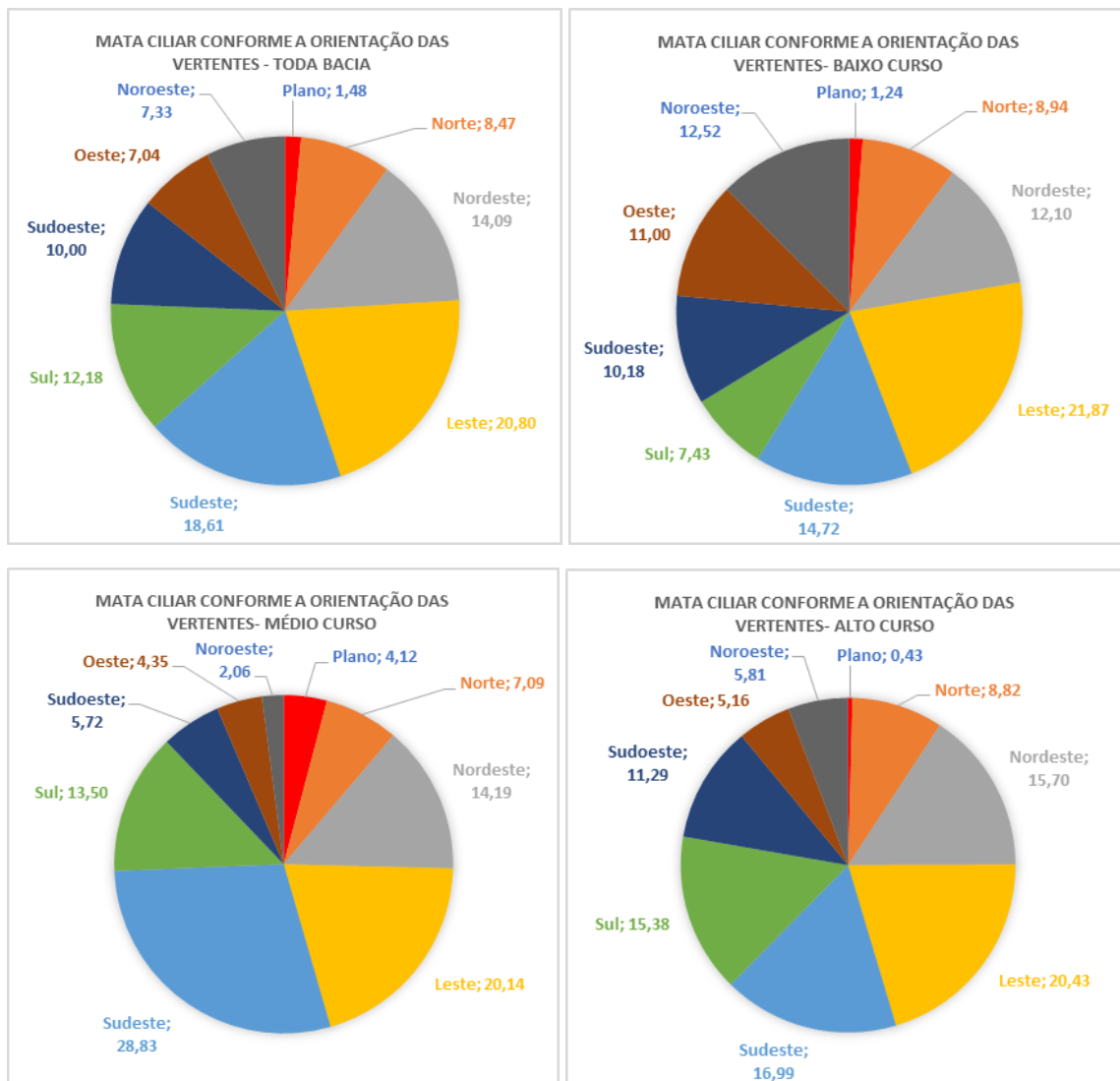
Fonte: Elaborado pela autora (2017).

5.3.6 Orientação das vertentes

De acordo com a observação dos gráficos a orientação de vertentes com a mata ciliar constatou-se maior ocorrência em toda BH na região leste, tendo um maior predomínio da mata ciliar.

Nos setores baixo e alto curso destacam-se a região leste com 21,87 e 20,41 e o médio curso a maior ocorrência da mata ciliar de acordo com a orientação das vertentes foi na região sudeste com 28,83, de acordo com o Gráfico 6.

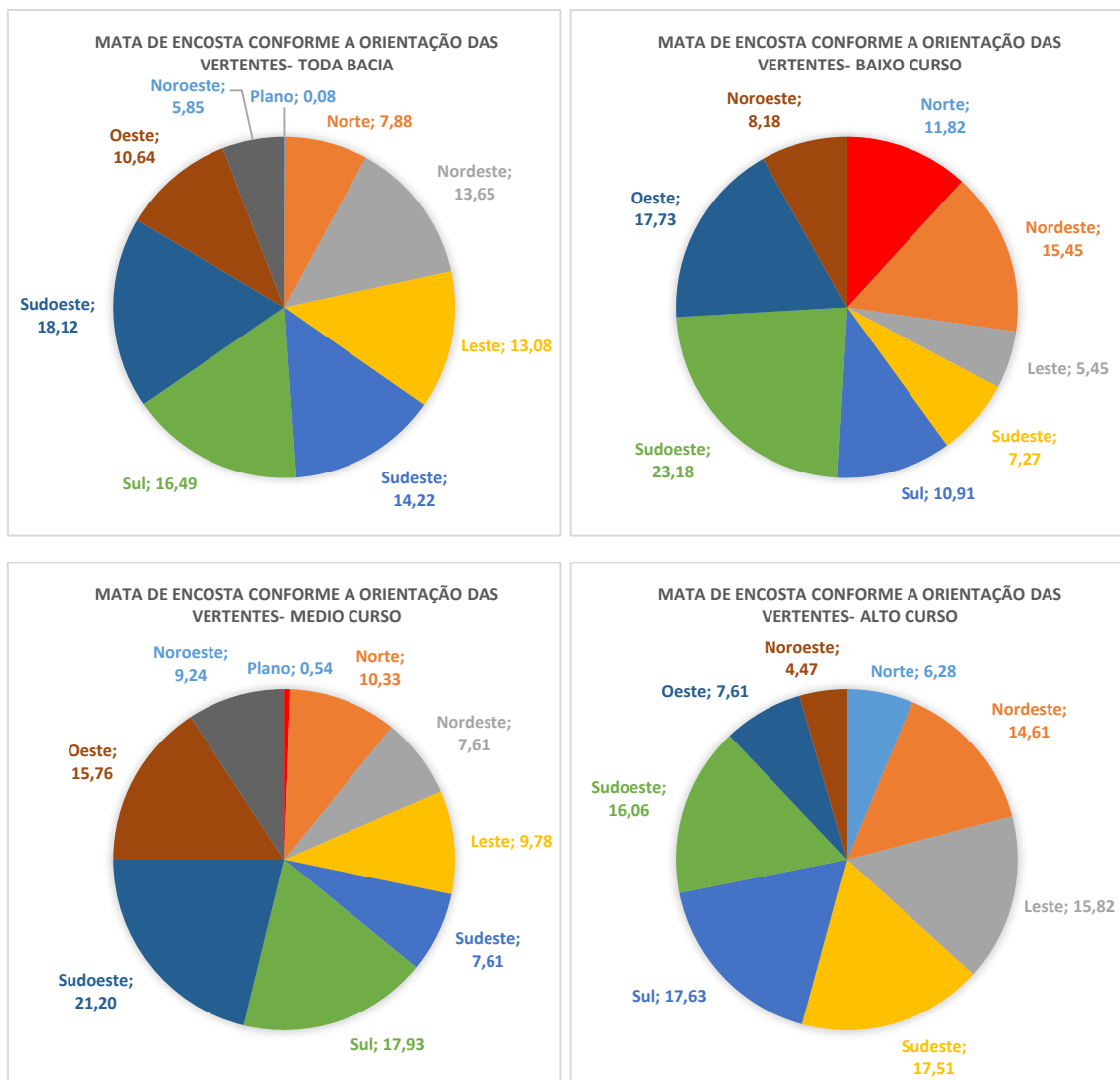
Gráfico 6 - Mata ciliar conforme a orientação das vertentes.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A ocorrência da mata de encosta de acordo com a orientação de vertentes em toda bacia destaca-se na região sudoeste, sendo que nos setores baixo e médio curso também ocorrem na região sudoeste e no alto curso na região sul, conforme Gráfico 7. Isso significa que esta região possui uma maior incidência de radiação solar, e maior umidade no solo, tendo assim um maior predomínio florestal.

Gráfico 7 - Mata de encosta conforme a orientação das vertentes em toda bacia e seus setores.

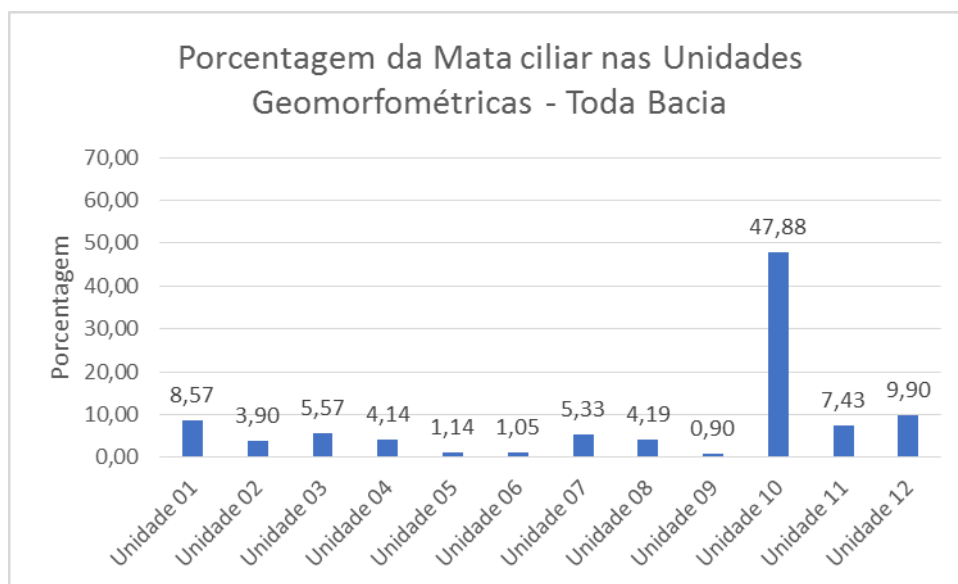


Fonte: Elaborado pela autora (2017).

5.3.7 Geomorfométrico

A bacia do arroio Jacaquá de acordo com o estudo geomorfométrico pode-se destacar a ocorrência da mata ciliar com maior frequência na unidade 10 (baixa altitude, declividade inferior a 5% e tendo plano de curvatura convergente, seu perfil de curvatura de caráter côncavo e convexo) representando 47,88% da mata ciliar. Essa unidade abrange cerca de 5,88km² de toda a bacia, a declividade é inferior a 5%, o perfil de curvatura pode ser côncavo e convexo e isso faz com que ocorra concentração da água e a mata ciliar se instale no local e se expanda, observa-se esta relação da mata ciliar com as unidades geomorfométricas no Gráfico 8.

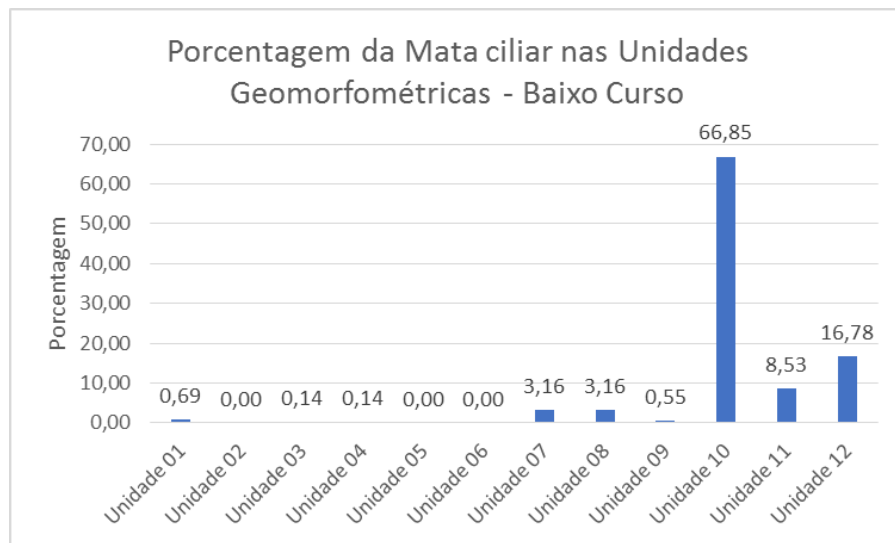
Gráfico 8 - Porcentagens da Mata Ciliar nas unidades geomorfométricas da bacia.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

De acordo com os setores pode-se perceber que no baixo curso a mata ciliar destaca-se a relação com a unidade 10 representando 66,85%, isso por se tratar de um local próximo a sua foz, onde possui uma declividade baixa, se percebe que nesta porção da bacia não se vê uma ocorrência expressiva em todas as unidades, mas sim, a concentração em uma, conforme Gráfico 9.

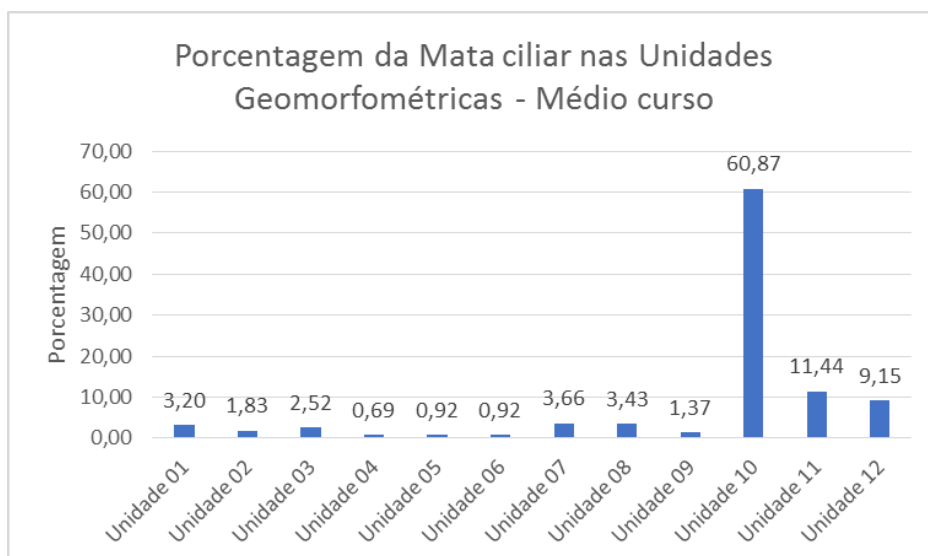
Gráfico 9 - Porcentagem da Mata Ciliar nas unidades do baixo curso.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Já no médio curso pode-se observar, de acordo com o Gráfico 11, a ocorrência da mata ciliar na unidade 10 por ser um local mais baixo e com maior umidade e concentração de água, sendo assim uma área de melhor expansão da mata ciliar, conforme Gráfico 10.

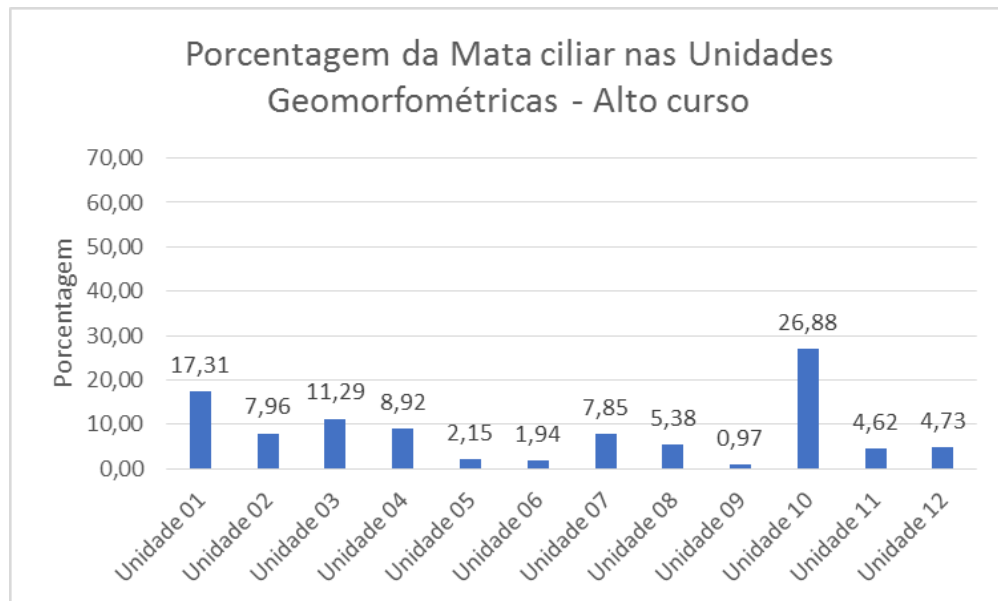
Gráfico 10 - Porcentagem da Mata Ciliar nas unidades do médio curso.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

No alto curso pode-se perceber que na unidade 1 e 10 ocorreram com maior frequência, tendo a unidade 10 com 26,88% e unidade 1 com 17,31% de mata ciliar. Por ser uma unidade com maior altitude e declividade. Neste curso pode-se perceber que a mata ciliar encontra mais dividida entre as unidades, conforme o Gráfico 11.

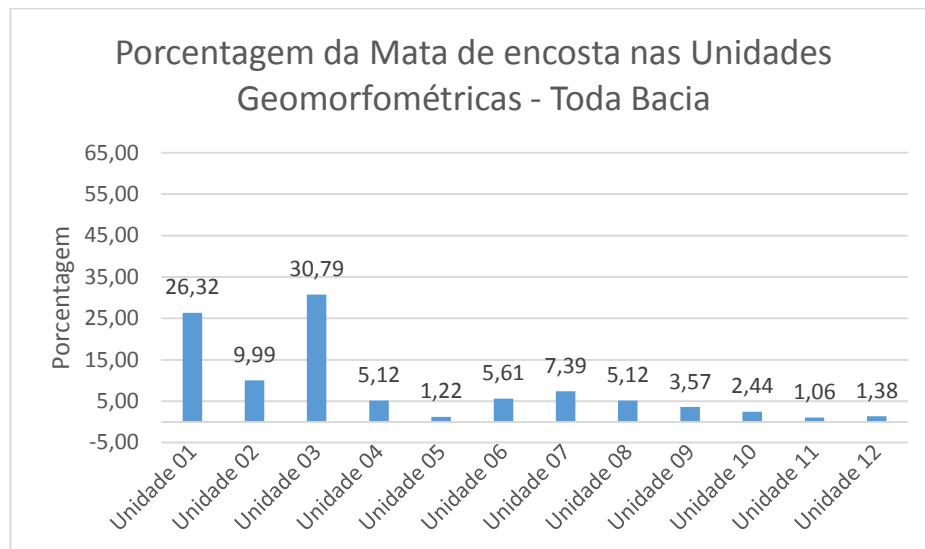
Gráfico 11 - Porcentagem da Mata Ciliar nas unidades do alto curso.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A mata de encosta em toda bacia caracteriza-se pela maior ocorrência na unidade 3 e 1, onde se definem por locais com maior altitude, unidade 3 ocorre com 30,79% e a unidade 1 com 26,32%, somando as duas unidades percebe-se que ambas ocorrem em mais da metade da bacia, conforme Gráfico 12.

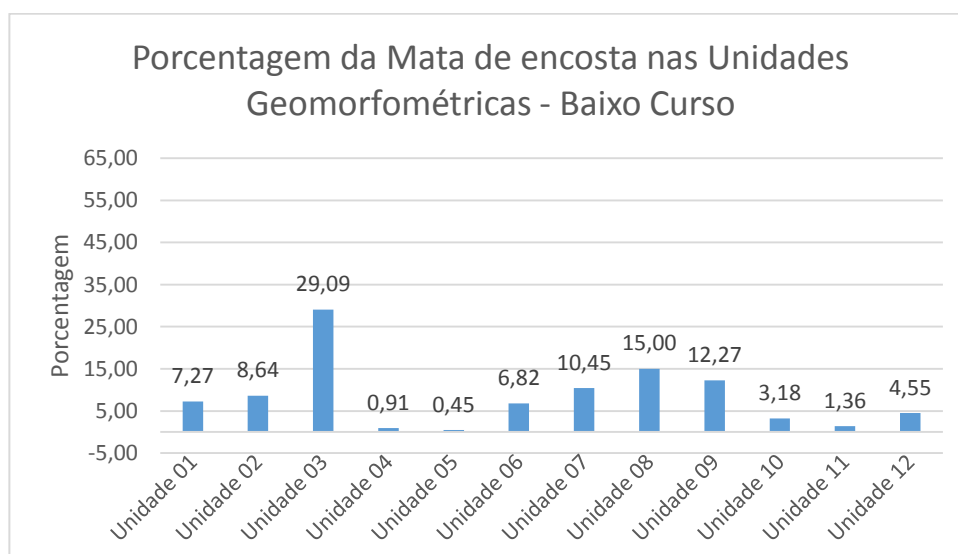
Gráfico 12 - Porcentagem da Mata de Encostas em toda a bacia.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Pode-se observar que no baixo e médio curso também ocorreu maior número de mata de encosta na unidade 3 sendo o baixo curso com 29,09% e no médio curso com 24,46%, conforme Gráficos 13 e 14.

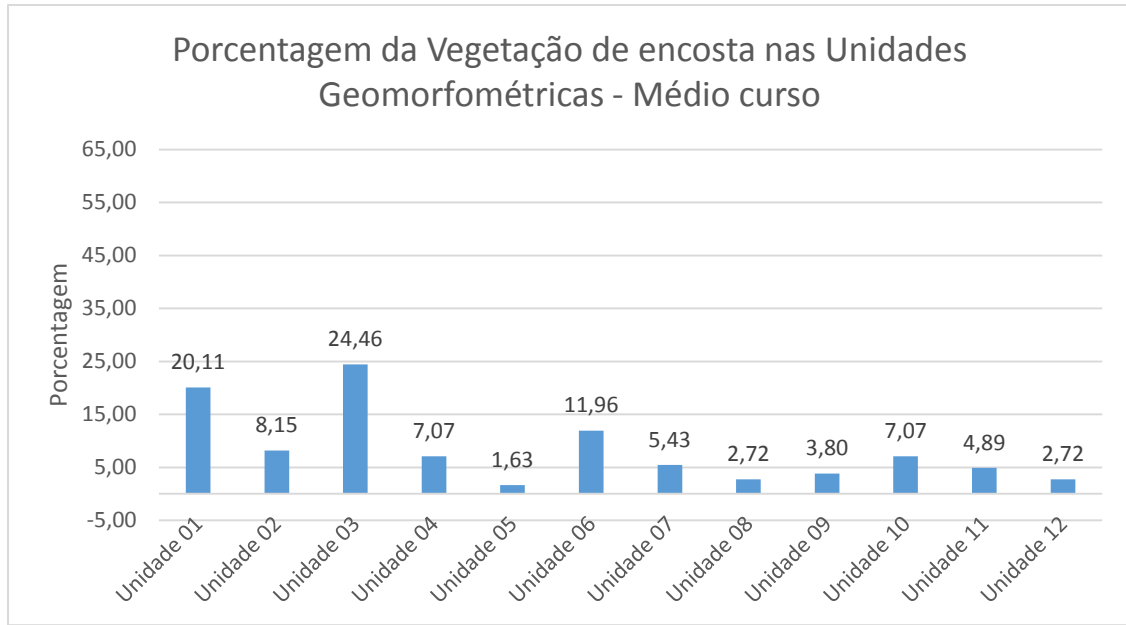
Gráfico 13 - Porcentagem da mata de encosta nas unidades do baixo curso.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Normalmente as matas de encostas ocorrem em locais mais rochosos, com concavidade do relevo, onde pode ocorrer a concentração de água.

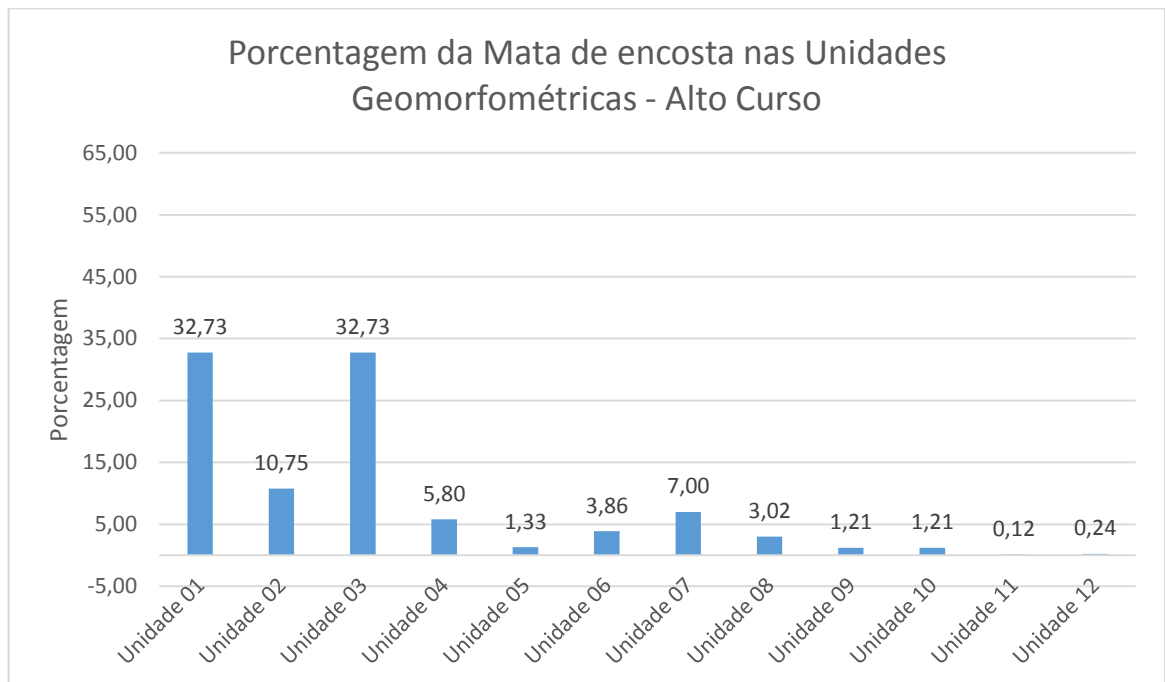
Gráfico 14 - Porcentagem da Mata de encosta nas unidades do médio curso.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Porém na mata de encosta do alto curso define-se com maior ocorrência na unidade 1 e 3, ambas com 32,73%, as duas unidades somam mais de 60% de todo o setor, de acordo com o Gráfico 15.

Gráfico 15 - Porcentagem da Mata de Encosta nas unidades do alto curso.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou relacionar a vegetação florestal nativa com elementos do meio físico. Objetivo tal fez que compreendêssemos a partir de alguns fatores como declividade, perfil, plano de curvatura e outros elementos, a ocorrência e predominância da vegetação florestal nativa no decorrer da extensão da BHAJ.

As tipologias de vegetação que correspondem a região oeste do estado do Rio Grande do Sul, são de grande importância pois atuam na preservação da biodiversidade florística da região.

Atualmente sabe-se que as formações florestais têm aumentado sua importância para a preservação de muitas espécies da fauna, pois auxiliam na reprodução e alimentação. Além disso as formações vegetais atuam qualidade dos recursos hídricos do meio.

O tema é de grande relevância, atualmente poucas pesquisas foram realizadas nesta temática onde detalham a vegetação e suas vinculações com o ambiente físico, destaca-se apenas os trabalhos de Alves (2008) que traz estudos fitogeográficos na bacia hidrográfica do arroio Lajeado Grande – oeste do RS, e Guadagnin (2015) com a caracterização e mapeamento da vegetação florestal e sua relação com os componentes do relevo na bacia hidrográfica do arroio Caverá – oeste do RS/Brasil.

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho permitiu a classificação fácil e adequada, as variáveis utilizadas foram importantes recursos para entender a relação da distribuição da vegetação.

A mata ciliar destacou-se com maior ocorrência em áreas mais planas, onde predomina um acúmulo de água, ocorrendo principalmente nas planícies de acumulação, isso faz com que a vegetação florestal nativa se expanda em toda a extensão do curso principal da BHAJ. Porém as matas de encosta relacionaram se principalmente em locais com altitude elevada e com umidade entre as rochas.

Por fim, a metodologia utilizada no presente trabalho alcançou os objetivos propostos, revelando uma relação entre as tipologias da vegetação florestal nativa (Mata Ciliar e Mata de Encosta) com os elementos do meio físico, percebe-se que as tipologias de vegetação agregam se principalmente nos locais de maior luminosidade, maior acúmulo de água, em áreas planas e onde encontram-se suas nascentes.

Espera-se que o presente trabalho sirva de subsidio para futuras pesquisas que buscam detalhar e compreender a ocorrência das tipologias vegetais, é de grande importância identificar as espécies de maior predominância e buscar uma forma adequada de manejo e preservação da vegetação florestal nativa, ainda sabe-se que muitos animais precisam deste meio para suas propagação.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Províncias Geomorfológicas e Domínios Morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo: USP, n. 20, 1970.
- ALVES, F. da S. **Estudos Fitogeográficos na Bacia Hidrográfica do Arroio Lajeado Grande – Oeste do RS, Santa Maria – RS**. 2008. 106f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- ALVES, F. da S; ROBAINA, L. E. de S; MARCHIORI, J. N. C. Fitogeografia da bacia hidrográfica do arroio Lajeado Grande – oeste do Rio Grande do Sul. **Revista Geografia**, Rio Claro, SP. v. 35, n. 3, p. 605-622. 2010.
- ALVES, F. da S; MARCHIORI, J. N. C; GUADGNIN, P. M. A; DORNELES, R. G. Vegetação original. In: **Série Atlas Municipais: atlas geoambiental de Manoel Viana/RS**, 2012.
- BERLATO, M.A.; FONTANA, D. C. **El Nino e La Nina: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia: introdução**. São Paulo: Editora da USP, 1979. 99p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188p.
- CHRISTOFOLETTI, A. (Org.). **Perspectivas da Geografia**. São Paulo: Difel, 1982. 318p.
- CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. São Paulo: Bertrand Brasil, 1994. p. 415-436.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999, 236p.
- DEBLE, L. P. A vegetação campestre no Bioma Pampa. In: **O Bioma Pampa: contribuições científicas**. DEBLE, Leonardo Paz; OLIVEIRA-DEBLE, Anabela Silveira de; LEÃO, Ana Lúcia Stefani (Org.). Bagé, RS: Ediurcamp. 2011.
- DEBLE, L. P.; MARCHIORI, J. N. C. *Butia lallemantii*, uma nova Arecaceae do Brasil. **Balduinia**, Santa Maria, n.9, p. 1-3, 2006.

- DURIGAN, G. Métodos para Análise de vegetação Arbórea. p. 455-480. In: LARRY, C. VALLADARES-PADUA, C. & RUDRAN, R. (Org.). **Métodos de Estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. 2º ed. Curitiba: Ed. da UFPR: Fundação O Boticário de Proteção a Natureza. 2006.
- FILGUEIRAS, T. S.; BROCHADO, A. L.; NOGUEIRA, P.E.; GUALA II, G. F. **Caminhamento**: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. *Cadernos de Geociências*, v.2, n.4, p.39–43, 1994.
- FLORENZANO, T. G. **Introdução à Geomorfologia**. In: FLORENZANO, T. G. (org.). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- GUADAGNIN, P. M. A.; TRENTIN, R. Compartimentação Geomorfométrica da Bacia Hidrográfica do Arroio Caverá-RS. **GeoUERJ**, Rio de Janeiro, v.1, n. 25, p. 183-199, 2014. Disponível em: <<http://www.e178publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/10030/9928>>. Acesso em: 14 mai. 2015.
- GUADAGNIN, P. M. A.; TRENTIN, R.; ALVES, F. S. Relação entre as Variáveis Geomorfométricas e a Vegetação Florestal na Bacia Hidrográfica do Arroio Caverá-Oeste do RS. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 29, p. 246-261, 2015. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/102131/100552>>. Acesso em: 18 ago. 2015.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192p.
- HASENACK, H; WEBER, E. (Org.). **Base Cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul** – Escala 1:50.000. Porto Alegre, RS: UFRGS - Centro de Ecologia - Laboratório de Geoprocessamento, 2010.
- HORN, B. K. P. Hill shading and the reflectance map. **Proceedings of the IEEE**, n. 69, v. 01, p. 14-47, 1981.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2014.
- LINDMAN, C. A. M. **A Vegetação no Rio Grande do Sul**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed.da USP, 1974.
- MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul**: enfoque histórico e sistemas de classificação. Porto Alegre: EST, 2002.
- MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul**: campos sulinos. Porto Alegre: EST, 2004.
- MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul**: embasamento florístico. Porto Alegre: EST, 2006.

MENDIONDO, E. M.; COLLISCHONN, W.; BULHÕES MENDES, C. A. Modelos numéricos do terreno e suas aplicações a bacias hidrográficas 2: Obtenção de atributos. In: XVII Congreso Nacional del Agua / II Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur. **Anais...**1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre; 1961.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

PAULA, P. M. de. **Mapeamento de Unidades Litomorfológicas em Bacias Hidrográficas com Processos de Arenização, Alegrete – RS**. 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRETE – RS. Disponível em: <<http://www.alegrete.rs.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

RAMBO, B. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural**. 3. ed. São Leopoldo: Ed. da Unisinos, 1956.

REITZ, R., KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: SUDESUL, Governo do Estado do Rio Grande do Sul; Herbário Barbosa Rodrigues, 1988.

ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R., BAZZAN, T., RECKZIEGEL, E. W., DE NARDIN, D. Proposta de Compartimentação Geomorfológica da Bacia do Ibicuí, Oeste do RS. In: **V SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO E I SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA**. Santa Maria. 2008, v. 1. p. 1- 14.

ROBAINA, L.E.S.; TRENTIN, R.; SCCOTI, A.A.V. Determinação dos litótipos aflorantes na bacia hidrográfica do rio Ibicuí, RS. **Geografia Ensino & Pesquisa**. No prelo, 2015.

ROSATTO, M., S; **Os Climas do Rio Grande do Sul: Variabilidade, Tendências e Tipologias**. 2011. 240f. Tese (Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre/RS, 2011.

SANTOS, V. S. **Análise Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguari-RS**. 2015. 83f. Monografia (Graduação em Geografia Licenciatura)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – RS. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br>>. Acessado em: 19 ago. 2014.

SILVEIRA, C.T.; SILVEIRA, R.M.P. Classificação geomorfométrica de unidades morfológicas do relevo no estado do Paraná obtida de atributos topográficos e

árvore de decisão. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Vitória/ES. 2013.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS. 2008. 222p.

TRENTIN, R. **Definição de Unidades Geoambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Itu – Oeste do RS**. 2006. 140 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Água no meio urbano**. Professor Titular. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Capítulo 14 do Livro *Água Doce*. Dezembro de **1997**

VELOSO, H. B. & GÓES-FILHO, L. Fitogeografia Brasileira: classificação fisionômicoecológica da vegetação neotropical. **Boletim Técnico Projeto Radambrasil**. Série Vegetação, v. 1. p.1-80. Salvador, 1982.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. Digital terrain analysis, chapter 1. In: WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (Eds.). **Terrain analysis: principles and applications**. New York: John Wiley & Sons, p.1-27, 2000.