



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA TERRA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

CHRISTINA BARBARA GIESEBART

COMPORTAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE CANAIS FLUVIAIS E
INTERFERÊNCIAS ANTRÓPICAS NAS ÁREAS DE DOMÍNIO COLINOSO E
PLANÍCIE DO RIO MACAÉ/RJ.

Rio de Janeiro

2022

CHRISTINA BARBARA GIESEBART

COMPORTAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE CANAIS FLUVIAIS E
INTERFERÊNCIAS ANTRÓPICAS NAS ÁREAS DE DOMÍNIO COLINOSO E
PLANÍCIE DO RIO MACAÉ/RJ.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito para a obtenção do título de mestre em Geografia

Orientador: Prof.^a Dr.^a Mônica dos Santos Marçal.

Rio de Janeiro

2022

CIP - Catalogação na Publicação

G455c GIESEBART, CHRISTINA
COMPORTAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE CANAIS FLUVIAIS E
INTERFERÊNCIAS ANTRÓPICAS NAS ÁREAS DE DOMÍNIO
COLINOSO E PLANÍCIE DO RIO MACAÉ/RJ. / CHRISTINA
GIESEBART. -- Rio de Janeiro, 2022.
109 f.

Orientadora: Mônica dos Santos Marçal.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa
de Pós-Graduação em Geografia, 2022.

1. Estilos Fluviais. 2. Interferências
Antrópicas. 3. Geomorfologia Fluvial. I. dos Santos
Marçal, Mônica, orient. II. Título.

CHRISTINA BARBARA GIESEBART

COMPORTAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE CANAIS FLUVIAIS E
INTERFERÊNCIAS ANTRÓPICAS NAS ÁREAS DE DOMÍNIO COLINOSO E
PLANÍCIE DO RIO MACAÉ/RJ.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito para a obtenção do título de mestre em Geografia.

Aprovada em: 31/01/2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Mônica dos Santos Marçal. (Orientador)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Prof. Dr. Ricardo Gonçalves Cesar
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Prof.^a Dr.^a Luziane Mesquita da Luz
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof.^a Dr.^a Simone Cardoso Ribeiro
Universidade Regional do Cariri (URCA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Gabriella, que sempre e mais que qualquer outra pessoa me apoiou, pensou no meu bem-estar e cuidou de mim. Sem o seu incentivo, zelo e amor nada disso seria possível. Você esteve presente desde o dia 0 acreditando em mim, me fornecendo condições materiais e emocionais de iniciar e chegar ao fim dessa jornada. Muito obrigada!!

Agradeço à minha orientadora, Mônica dos Santos Marçal, pela paciência e amor. Gerir um grupo diverso de pessoas não é fácil. Muito obrigada por tornar o GEOMORPHOS um lugar plural, de acolhimento e claro, de muito trabalho, estudo e aprendizado.

Aos meus amigos Geislam Lima, Annita Vicente, Diego Sperle, Gabriel Duarte, Priscila Linhares, Jardel Correia e Gilson Cavalcante pelo apoio, amor e presteza. Estiveram sempre ao meu lado, compartilharam seus conhecimentos, ajudaram em campo, me incentivaram e ajudaram de todas as formas possíveis.

Ao professor Ricardo Cesar, pela contribuição em trabalho de campo e como integrante da banca avaliadora, por suas contribuições e correções neste trabalho.

Às professoras Luziane Luz e Simone Ribeiro que gentilmente aceitaram integrar a banca avaliadora, por suas contribuições e correções neste trabalho.

Ao Wallace, companheiro paciente nessa jornada.

Aos meus amigos do GEOMORPHOS, a velha e nova geração. Agradeço cada discussão de texto, apresentação de seminário, almoços e festas. A pesquisa científica e a vida foram mais leves com vocês ao lado. Agradeço em especial ao Pedro Frotté que desempenhou papel fundamental nos trabalhos de campo e análises laboratoriais e a Talita Florêncio.

À CAPES, pelo apoio financeiro que possibilitou o desenvolvimento desta dissertação de mestrado e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG/UFRJ), pelo apoio à execução e conclusão da pesquisa e pelo auxílio prestado pelo secretário Bruno, sempre com eficiência e prontidão.

RESUMO

As mudanças históricas ocorridas nos sistemas hídricos, mudanças do uso e cobertura da terra e intervenções diretas, podem estar proporcionando ajustes significativos na dinâmica fluvial com efeitos em múltiplas escalas. O objetivo desta pesquisa é avaliar o comportamento geomorfológico em rios nas zonas de domínio colinoso e de planície fluvial nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim pertencentes ao sistema do rio Macaé, norte fluminense. A metodologia dos Estilos Fluviais foi utilizada para definição das características e dos comportamentos dos canais fluviais. Para entender a relação entre as intervenções antrópicas e o comportamento, ajustes e trajetória de evolução dos processos associados aos canais fluviais foram realizados levantamento histórico sobre ocupação e características biofísicas da região de Macaé e análise de mapeamentos do uso e cobertura da terra, das retificações e de barramentos. A caracterização geomorfológica realizada possibilitou identificar 5 estilos fluviais variando em número e localização em função da influência da compartimentação geomorfológica em cada uma das sub-bacias. A expansão das áreas agropastoris foi possível em razão da retificação dos canais, representando 41% do total da drenagem e da implementação de barramentos, contribuindo tanto para drenagem de áreas alagadiças quanto para o abastecimento das propriedades locais. Os dados e informações sobre o uso e cobertura da terra nestas sub-bacias evidenciam que as intervenções antrópicas resultaram em alterações na dinâmica hidrossedimentar em canais em vale preenchido. A conservação dos canais em vale preenchido pode contribuir para uma melhoria na oferta e na qualidade da água, devendo assim ser considerada em projetos de manejo e gerenciamento dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Estilos Fluviais. Interferências antrópicas. Geomorfologia Fluvial.

ABSTRACT

Historical changes in water systems, changes in land use and cover and direct interventions, may be providing significant adjustments in river dynamics with effects at multiple scales. The objective of this research is to evaluate the geomorphological behavior in rivers in the hilly domain and fluvial plain areas in the sub-basins of the Aduelas stream and the Jurumirim river belonging to the Macaé river system, north of Rio de Janeiro. The Fluvial Styles methodology was used to define the characteristics and behaviors of fluvial channels. In order to understand the relationship between human interventions and the behavior, adjustments and evolution trajectory of the processes associated with river channels, a historical survey was carried out on the occupation and bio-physical characteristics of the Macaé region and analysis of mappings of land use and cover, of the straightening and busbars. The geomorphological characterization carried out made it possible to identify 5 river styles varying in number and location depending on the influence of geomorphological compartmentalization in each of the sub-basins. The expansion of agropastoral areas was possible due to the straightening of the channels, representing 41% of the total drainage and the implementation of dams, contributing both to the drainage of wetlands and to the supply of local properties. Data and information on land use and cover in these sub-basins show that human interventions resulted in changes in hydrosedimentary dynamics in channels in a filled valley. The conservation of channels in a filled valley can contribute to an improvement in the supply and quality of water, and should therefore be considered in water resources management and management projects.

Keywords: River Styles. Anthropic interference. Fluvial Geomorphology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização das sub-bacias hidrográficas do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.....	19
Figura 2 – Mapa das Unidades Geológicas das sub-bacias hidrográficas do córrego das Aduelas e rio Jurumirim.....	21
Figura 3 – Mapa Unidades Geomorfológicas das sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.	24
Figura 4 – Estágios da metodologia dos Estilos Fluviais.	35
Figura 5 – Árvore processual para a definição dos Estilos Fluviais.....	36
Figura 6 – Estrutura geomorfológica e de vegetação associada em canais em vale preenchido.....	38
Figura 7 – Características dos canais em relação à planície de inundação nas três definições de confinamento.....	41
Figura 8 – Procedimentos utilizados para coleta e análise granulométrica de amostras sedimentares.	45
Figura 9 – Mapa de Declividade do relevo em (°) nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.	49
Figura 10 – Estilos Fluviais na sub-bacia do córrego das Aduelas.....	51
Figura 11 – Estilos Fluviais na sub-bacia do rio Jurumirim.....	52
Figura 12 – Estilo Fluvial Vale Confinado de Cabeceira.....	54
Figura 13 – Estilo Fluvial Vale Confinado.....	55
Figura 14 – Estilo Fluvial Vale Não Confinado.	56
Figura 15 – Estilo Fluvial Canal em Vale Preenchido.....	58
Figura 16 – Estilo Fluvial Canal em Vale Preenchido, localizado na sub-bacia do rio Jurumirim.....	59
Figura 17 – Estilo Fluvial Canal em Vale Preenchido, ponto ME_JU_01.....	62
Figura 18 – Estilo Fluvial Canal em Vale Preenchido, ponto ME_JU_03.....	66
Figura 19 – Estilo Fluvial Canal em Vale Preenchido, ponto ME_AD_01.....	69
Figura 20 – Estilo Fluvial Canal em Vale Preenchido, ponto ME_AD_02.	72
Figura 21 – Extensão do município de Macaé de 1813 a 1958.....	76
Figura 22 – Marcha da ocupação das principais atividades econômicas na região de Campos dos Goitacases em 1785.....	78

Figura 23 – Localização aproximada das freguesias de Macaé no século XIX....	79
Figura 24 – Mapa de Uso e cobertura da terra.....	84
Figura 25 – Assoreamento de trecho retificado no rio Jurumirim a 2 km da confluência com rio Macaé em 03/2007 e 02/2021.....	88
Figura 26 – Evolução da retificação de canais nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.....	89
Figura 27 – Barramentos nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.....	91
Figura 28 – Representação de barramento com ocorrência de represamento em duas propriedades rurais, localizadas nas sub-bacias do córrego das Aduelas (A) e do rio Jurumirim (B).....	93

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Dados sobre as temperaturas médias e precipitação mensal total da estação do INMET localizada em Macaé.....	26
Gráfico 2 – Dados pluviométricos das médias anuais da estação Fazenda Oratório, no baixo curso do rio Macaé, período de 1975 a 2020.....	27
Gráfico 3 – Distribuição de sedimentos por granulometria nas camadas do perfil ME_JU_01_T1.....	61
Gráfico 4 – Distribuição de sedimentos por granulometria nas camadas do perfil ME_JU_03_T1.....	64
Gráfico 5 – Distribuição de sedimentos por granulometria nas camadas do perfil ME_JU_03_T2.....	65
Gráfico 6 – Distribuição de sedimentos por granulometria nas camadas do perfil ME_AD_01_T1.....	68
Gráfico 7 – Distribuição de sedimentos por granulometria nas camadas do perfil ME_AD_02_T1.....	71
Gráfico 8 – Produção agrícola de lavouras temporárias por áreas plantada (em ha) no município de Macaé no período de 1988 a 2019.....	81
Gráfico 9 – Atividade pecuária no município de Macaé por tipo de rebanho no período de 1974 a 2019.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características da compartimentação geomorfológica nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.....	25
Tabela 2 – Dados adquiridos para a construção do banco de dados.....	43
Tabela 3 – Relação percentual entre as classes de declividade do relevo e a forma de relevo nas sub-bacias do córrego das Aduelas e rio Jurumirim.....	49
Tabela 4 – Atributos dos Estilos Fluviais.....	53
Tabela 5 – Principais características ponto - ME_JU_01.....	60
Tabela 6 – Principais características ponto - ME_JU_03.....	63
Tabela 7 – Principais características ponto - ME_AD_01.....	67
Tabela 8 – Principais características ponto - ME_AD_02.....	70
Tabela 9 – Uso e cobertura da terra segundo o Censo Agropecuário.....	81
Tabela 10 – Distribuição percentual por classe de uso e cobertura da terra.....	83
Tabela 11 – Síntese do desenvolvimento das atividades agropecuárias do século XVI até o século XXI na baixada Campista e nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DNOS	Departamento Nacional de Obras e Saneamento
EF	Estilos Fluviais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PPGG	Programa de Pós-Graduação em Geografia
SiBI	Sistema Integrado de Bibliotecas
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Objetivo Geral.....	17
2.2	Objetivos Específicos.....	17
3	ÁREA DE ESTUDO.....	18
3.1	Contexto geológico e geomorfológico regional.....	20
3.2	Contexto climático.....	26
3.3	Histórico de uso e ocupação do solo.....	28
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL.....	30
4.1	Sistemas Fluviais.....	30
4.2	Classificação de Rios.....	32
4.2.1	Metodologia dos Estilos Fluviais	34
4.2.2	Caracterização de canais em vale preenchido.....	36
4.3	Interferências antrópicas e a abordagem em Geografia Física Crítica.....	38
5	METODOLOGIA.....	41
5.1	Mapeamento de tipologias de canais fluviais através da metodologia Estilos Fluviais.....	41
5.2	Base de dados para geração dos mapas.....	43
5.3	Análise granulométrica.....	44
5.4	Levantamento e análise das interferências antrópicas.....	45
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
6.1	Classificação dos Estilos Fluviais.....	48

6.2	Estilo Fluvial Canal em vale preenchido.....	57
6.2.1	Caracterização de Canal em vale preenchido.....	59
6.3	Interferências Antrópicas.....	74
6.3.1	Atividades econômicas e mudanças no uso e cobertura da terra.....	75
6.3.2	Retificações.....	86
6.3.3	Barramentos.....	90
7	CONCLUSÃO	95
	REFERÊNCIAS.....	97

1 INTRODUÇÃO

O estudo dos processos geomorfológicos fluviais é fundamental para a compreensão da evolução dos sistemas fluviais. Segundo Suguio (2003) os fluxos hídricos constituem um processo morfogenético dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre e todos os eventos que ocorrem na bacia hidrográfica repercutem direta ou indiretamente nos rios. As condições climáticas, a cobertura vegetal e litologia são fatores que controlam a morfogênese das vertentes e, conseqüentemente, o tipo de carga detrítica a ser fornecida aos rios (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Interferências ou perturbações de natureza antrópica, como urbanização, construção de estradas e mudanças nas práticas agrícolas nas encostas, também podem ter efeitos importantes sobre a dinâmica espacial e temporal dos processos hidrogeomorfológicos, incluindo mudança na morfologia do canal, pois além de interferir na produção modificam a circulação (transporte e distribuição) de sedimentos ao longo do curso fluvial (OWENS, 2005; BRIERLEY e FRYIRS, 2005; STEVAUX e LATRUBESSE, 2017; MAGALHÃES JUNIOR e BARROS, 2020).

As mudanças históricas ocorridas nos sistemas hídricos fluminense, tanto em relação às mudanças do uso e cobertura da terra como das intervenções diretas no sistema fluvial, podem estar proporcionando mudanças significativas na dinâmica fluvial, com efeitos em múltiplas escalas sobre os processos geomorfológicos. Nas áreas das baixadas dos grandes rios fluminenses, por exemplo, há o registro das intervenções por retificação e construção de barragens realizadas pelo antigo Departamento de Obras e Saneamento (DNOS) entre as décadas de 1940 e 1980, além dos manejos associados ao cultivo de café e da cana-de-açúcar, que em períodos diferentes desencadearam intensos desmatamentos das encostas nessas áreas. Mais recentemente, há a formação de barramentos nas drenagens com finalidades de retenção e/ou escoamento do fluxo na região das áreas mais alagadiças. Todas essas formas de intervenções proporcionam a produção de sedimentos para o fundo de vales e dos rios, podendo inclusive desencadear anomalias em processos naturais, como inundação e assoreamento.

Neste sentido, entender a relação entre as intervenções antrópicas em uma determinada área da bacia hidrográfica e/ou de sua rede de drenagem e os diferentes registros que vão ocorrer na paisagem pode contribuir para a compreensão do

comportamento, ajustes e trajetória de evolução dos processos associados aos canais fluviais e, por sua vez, ajudar no manejo e gestão dos rios (BRIERLEY e FRYIRS, 2005).

Diversos estudos sobre a bacia do rio Macaé vêm sendo realizado pelo Grupo de Pesquisa em Dinâmica e Gestão dos Rios (GEOMORPHOS) desde 2003, a fim de construir uma base de conhecimento mais ampla e geral sobre a dinâmica dos processos fluviais da bacia e de sua rede de drenagem (ASSUMPÇÃO e MARÇAL 2012, MARÇAL, 2013; LIMA e MARÇAL, 2013; DUARTE e MARÇAL 2015, MARÇAL et al., 2017, dentre outros). Esses estudos refletem diferentes perspectivas de análises geomorfológicas e ecológicas da paisagem atual e pretéritas relacionadas à dinâmica fluvial do rio Macaé. Entretanto, ainda não há estudos dedicados ao comportamento geomorfológico dos canais em áreas de domínio colinoso e planície fluvial nas em períodos diferentes da rede de drenagem, ressaltando as intervenções da drenagem da bacia pelo DNOS.

Importante também destacar que nos estudos existentes sobre os rios fluminenses há pouco conhecimento relacionado à reconstituição de cenários para a elucidação de eventos deposicionais, caracterização dos depósitos e sedimentos a eles associados, assim como a definição das suas relações com a geometria do relevo nas áreas onde são encontrados canais em vales preenchidos por sedimentos, que ocorrem predominantemente nas partes mais baixas da bacia do Rio Macaé. De acordo com Brierley e Fryirs (1999) esses canais correspondem a um estilo fluvial que se caracterizam pela alternância de longos períodos de acumulação de sedimentos e curtos períodos de incisão (*cut and fill*), em função de determinadas situações de mudanças ambientais (seja de mudanças do uso da terra ou mudanças climáticas). Segundo os autores, são canais dinâmicos que podem mudar o comportamento para um estágio em que predomine apenas o preenchimento de sedimentos (*intact valley fill*), conforme as condições a que estão sendo submetidos.

Considerando que esses canais em vales preenchidos de sedimentos possuem comportamento dos seus processos que se caracterizam pela incisão e preenchimento (agração e degradação), em determinadas situações de mudanças ambientais (seja de mudanças do uso ou mudanças climáticas) estes canais podem mudar seu comportamento geomorfológico indo para um novo estágio em que predomine o preenchimento de sedimentos (BRIERLEY e FRYIRS, 2005). Assim, torna-se importante compreender a forma de funcionamento e comportamento dos

processos fluviais e as mudanças de fase de incisão do canal para a de preenchimento de sedimentos. Nesse sentido, as questões que se colocam na presente pesquisa permearam os seguintes questionamentos: como realizar a identificação desses canais fluviais fortemente descaracterizados pelas interferências antrópicas, e atualmente caracterizados pela fase de preenchimento de sedimentos? Como buscar elementos que possam indicar evidências de mudanças, ajustes e/ou continuidade de funcionamento de seus processos nessas áreas mais baixas da bacia?

O levantamento dessas informações possibilita identificar elementos sobre o estágio de alteração/evolução que os canais se encontram e associá-los com os períodos históricos de uso e ocupação da bacia. Neste sentido, a pesquisa busca contribuir na identificação da temporalidade de determinados processos que levaram à transição para um novo estágio de funcionamentos dos processos geomorfológicos. Acredita-se que as intervenções diretas e indiretas ocorridas nessas sub-bacias tem contribuído para reativação dos processos de incisão dos canais fluviais.

A pesquisa foi desenvolvida nas áreas de domínio colinoso e planície fluvial do Rio Macaé, localizada no norte fluminense. Devido à forte descaracterização das redes de drenagem pelas retificações realizadas pelo DNOS, optou-se em delimitar as áreas de pesquisa nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim, afluentes pela margem esquerda do rio Macaé.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

A pesquisa visa avaliar o comportamento geomorfológico em canais fluviais nas zonas de domínio colinoso e na planície fluvial do rio Macaé e a sua relação com a dinâmica da complexa ocupação histórica na bacia do rio Macaé para contribuir de forma objetiva na compreensão da relação entre o desenvolvimento das atividades econômicas e sociais e as suas implicações na dinâmica fluvial e no processo de gestão e manejo de rios.

2.2 Objetivos específicos

1– Identificação do sistema de canais fluviais nas áreas de domínio colinoso e planície fluvial do rio Macaé;

2– Classificar a rede drenagem das sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim segundo a metodologia dos Estilos dos Fluviais

3– Identificar e analisar os tipos de interferências antrópicas no sistema de drenagem das sub-bacias;

4– Avaliar o comportamento geomorfológico dos canais fluviais a partir das características atuais e das interferências sobre a rede de drenagem.

5– Contribuir para a construção de um debate abordando as respostas dos rios frente as intervenções históricas e atuais a fim de contribuir na identificação de área prioritárias para planejamento e manejo ambiental.

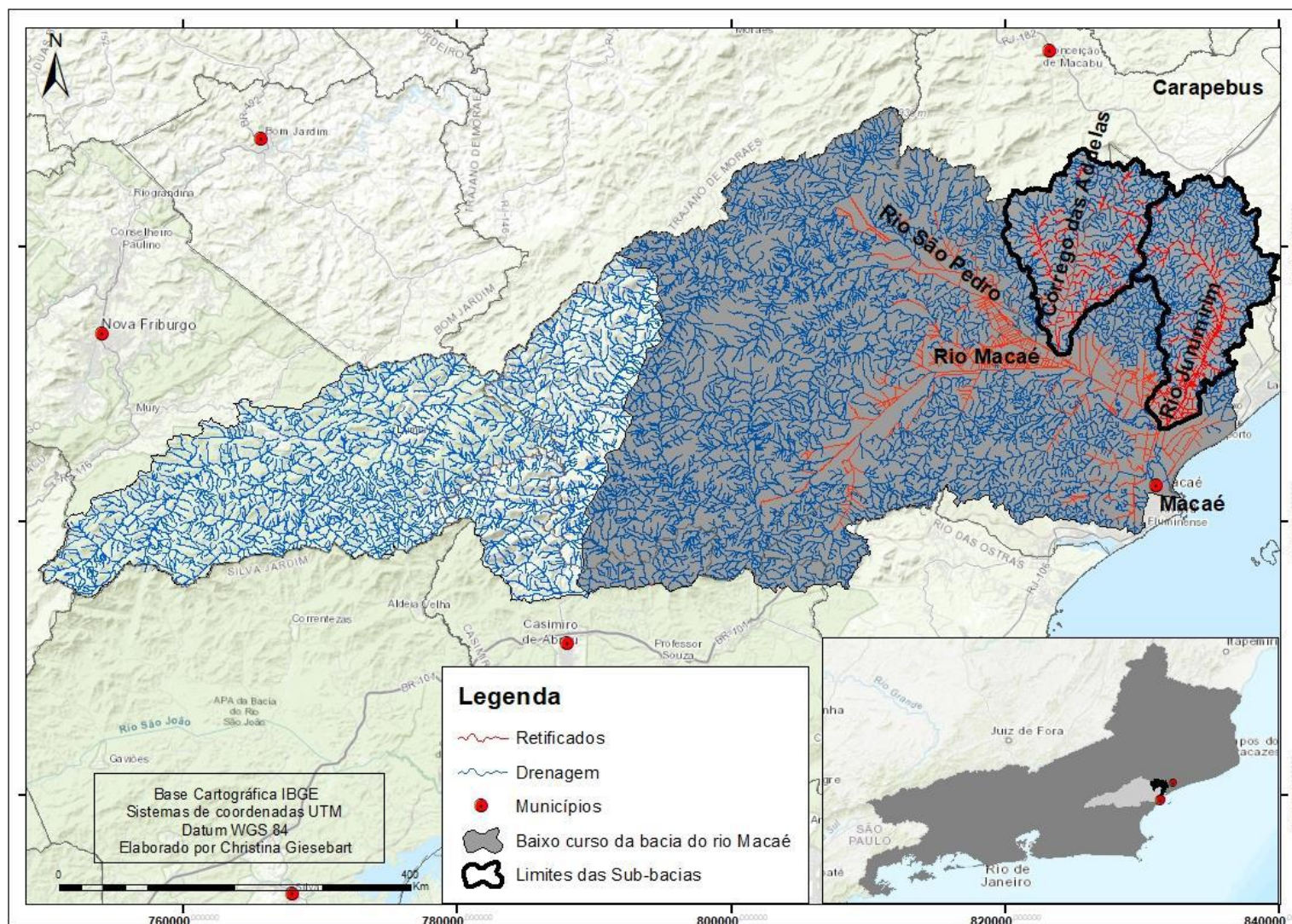
3 ÁREA DE ESTUDO

Localizada na região norte do estado do Rio de Janeiro, a Bacia do rio Macaé destaca-se por ser uma das maiores em termos de área com cerca de 1800 km², tem sua nascente no município de Nova Friburgo, Região Serrana do estado do Rio de Janeiro, em meio às escarpas da Serra dos Órgãos, nome regional da Serra do Mar, e corre no sentido W-E para o Oceano Atlântico. Abrange os municípios de Trajano de Moraes, Casimiro de Abreu, Conceição de Macabu, Rio das Ostras, Carapebus e Macaé. Possui áreas bem preservadas de florestas da Mata Atlântica, em função da presença de unidades de conservação de diferentes categorias. Com o crescimento urbano decorrente da exploração do petróleo iniciada na década de 70 e o desenvolvimento mais recente de outros setores industriais, o rio Macaé adquiriu importância no abastecimento de água da região. Possui 7 importantes afluentes, dos quais os 2 tributários do baixo curso da bacia, o córrego das Aduelas e o rio Jurumirim possuem ambientes caracterizados pela descontinuidade de canais e por serem mais suscetíveis às interferências antrópicas decorrentes desde do século XVI.

As sub-bacias do rio Jurumirim e do córrego das Aduelas estão localizadas no domínio colinoso e na interface com as zonas costeiras no litoral norte do estado do Rio de Janeiro (figura 1). A sub-bacia do rio Jurumirim possui 99 km², sendo este rio afluente pela margem esquerda do rio Macaé. O córrego das Aduelas é um afluente do rio São Pedro, próximo à confluência deste com o rio Macaé, a área desta sub-bacia é de 111 km². Essas duas sub-bacias estão localizadas no baixo curso do rio Macaé e representam cerca de 11% da área da bacia deste rio. Abrangem os municípios de Macaé, Conceição de Macabu, e Carapebus.

São áreas significativas para a bacia hidrográfica do rio Macaé, pois registram a interação entre as oscilações do nível do mar e do comportamento dos processos fluviais ao longo do tempo geológico, além de interagirem com as intervenções antrópicas no sentido de se adequar as condições de ocupação. A mais expressiva modificação antropogênica nos rios dessas planícies fluviais são obras de retificações dos canais fluviais que possibilitaram a ocupação para a atividade agropastoril (figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização das sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.1 Contexto geológico e geomorfológico regional

A geologia e geomorfologia são componentes físicos importantes para a caracterização e compreensão dos processos de desenvolvimento da paisagem dentro da perspectiva geossistêmica. Compreender corretamente inter-relação entre os elementos destes componentes associados ao clima e o tempo é fator diferencial para o entendimento da dinâmica da drenagem de uma bacia de drenagem.

As sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim estão localizadas no baixo curso do sistema da bacia do rio Macaé. A formação desta área está associada a desembocadura do rio Macaé e aos processos associados as variações quaternárias do nível do mar, representando a variação do espaço de acomodação, além do retrabalhamento feito pela ação das ondas e correntes oceânicas (COSTA, 2007). Sobre essa planície quaternária correspondem há duas gerações de depósitos arenosos: terraços marinhos pleistocênicos e os terraços marinhos holocênicos.

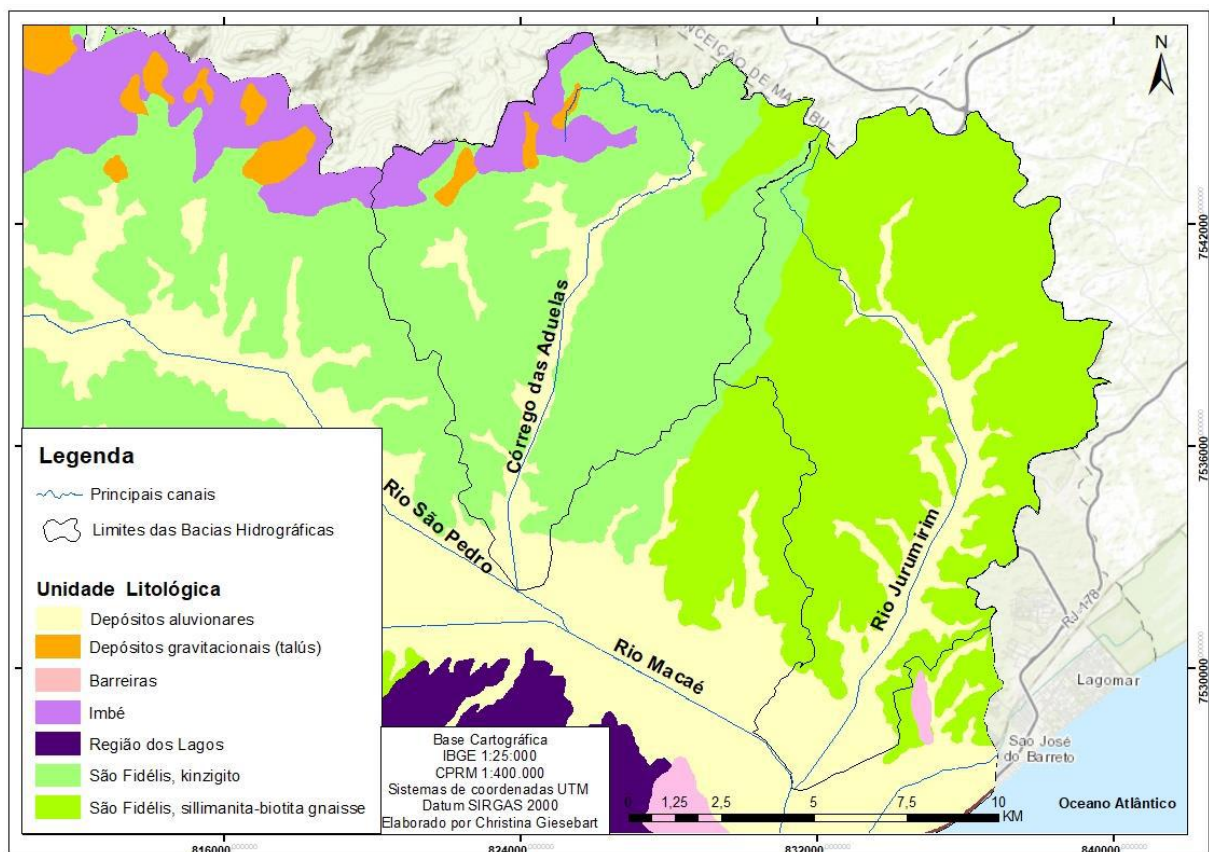
O levantamento realizado em 2016 pelo CPRM na escala de 1:400.000 aponta a predominância nestas sub-bacias do Grupo São Fidélis, constituído essencialmente por (sillimanita)-biotita gnaiss bandado ou homogêneo com intercalações de quartzitos e rochas calcissicáticas e kinzigito (cordierita)-(grafita)-(sillimanita)-granada- biotita gnaiss kinzigítico; (cordierita)- (sillimanita)-biotita gnaiss bandado, com intercalações de quartzito, rochas calcissilicáticas e anfibolitos. Além do grupo São Fidélis, há presença de 3 unidades litológicas: Imbé, Depósitos gravitacionais e Depósitos aluvionares.

Imbé, caracterizada como biotita gnaiss mesocrático, de grão grosso a médio, e com textura marcada pela presença de megacristais de feldspato subedrais, com faces ígneas preservadas. Texturas equigranulares, de granulação grossa e foliação descontínua são também comuns. A classificação petrográfica das amostras da Suíte Imbé reflete a diversidade composicional deste gnaiss, cuja composição varia de tonalítica a granítica (CPRM, 2016).

Depósitos gravitacionais, constituídos por blocos e matacões de grandes dimensões, de litotipos variados e com matriz imatura, geralmente associados a encostas com acentuado gradiente, como as que ocorrem nas escarpas, reafeiçoados por erosão fluvial recente (CPRM, 2016).

Depósitos aluvionares recentes constituem depósitos nas margens, fundos de canal, barras arenosas e planícies de inundação de rios, além de areias, cascalheiras, siltes e argilas resultantes dos processos de erosão/transporte e deposição a partir de áreas fontes diversas. Constituem também importantes jazidas de depósitos minerais, tais como argila, areias turfas (CPRM, 2016). A seguir a figura 2 apresenta a distribuição das unidades litológicas nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.

Figura 2 – Mapa das Unidades Litológicas em 1:400.000 nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.



Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da década de 40 são elaboradas classificações mais detalhadas, observando as unidades geomorfológicas além dos termos geológicos e de terminologias regionais, adotando também como critério a altimetria. Em 1949, Aroldo de Azevedo define 8 classificações para o relevo brasileiro, 4 planaltos e 4 planícies. Baseado nesta classificação, o estado do Rio de Janeiro divide-se em planalto Atlântico e planície costeira.

Entender diferenças altimétricas como um componente de observação da evolução do relevo pode nos ajudar a entender as estruturas geológicas e os processos geomorfológicos. Em 1956, King com objetivo de comparar os cenários das paisagens brasileiras e africanas sob a ótica geomorfológica, faz um extenso mapeamento do sudeste brasileiro, determinando altitudes em folhas topográficas 1:100.000 (quando disponíveis) e considerando estruturas geológicas e unidades e feições geomorfológicas.

Analisando a formação do relevo além da interação entre processos geomorfológicos com as estruturas geológicas e eventos pretéritos, no fim da década de 60, Aziz Ab'Saber propôs uma classificação baseada em unidade de Domínios morfoclimáticos, considerando a influência do clima atual com os processos geomorfológicos. Considerando esta classificação, toda a faixa litorânea brasileira e parte expressiva do Sudeste está localizado no Domínio Mares de Morros. Este domínio é caracterizado pela intensa ação dos processos de erosão e intemperismo, formando vertentes arredondadas que variam de 10-20 m a 1100 a 1300 m de altitude, e pode acabar por esconder outras feições como superfícies aplainadas e eventuais terraços. Neste período Ab'Saber destaca as transformações da paisagem no domínio de Mares de Morro pela implementação de grandes reservatórios.

Observando o reducionismo sobre a caracterização do relevo brasileiro derivada de problemas como: extensão do território, da pouca atividade de pesquisa de base, complexidade geomorfológica e geológica. Ross (1985) propõe uma classificação baseada em unidades morfoesculturais. Essa proposta considera distinções entre a idade e gênese das estruturas geológicas e do modelado da superfície e procura superar limitações impostas pela adoção das noções de morfoestrutura e morfoclimáticas. Assim, as unidades morfoesculturais correspondem aos resultados dos climas atuais e pretéritos e podem não estar restritas a uma única estrutura geológica. Dentro desta macro classificação proposta por Ross o estado do Rio de Janeiro encontra-se em planaltos e serras do Atlântico-Leste-Sudeste, onde predominam “formas de topos convexos, elevada densidade de canais de drenagem e vales profundos”, equivalendo à classificação de Mares de morros de Ab'Saber e as Planícies e Tabuleiros Litorâneos “representam pequenas planícies de foz de rios” (ROSS, 1985).

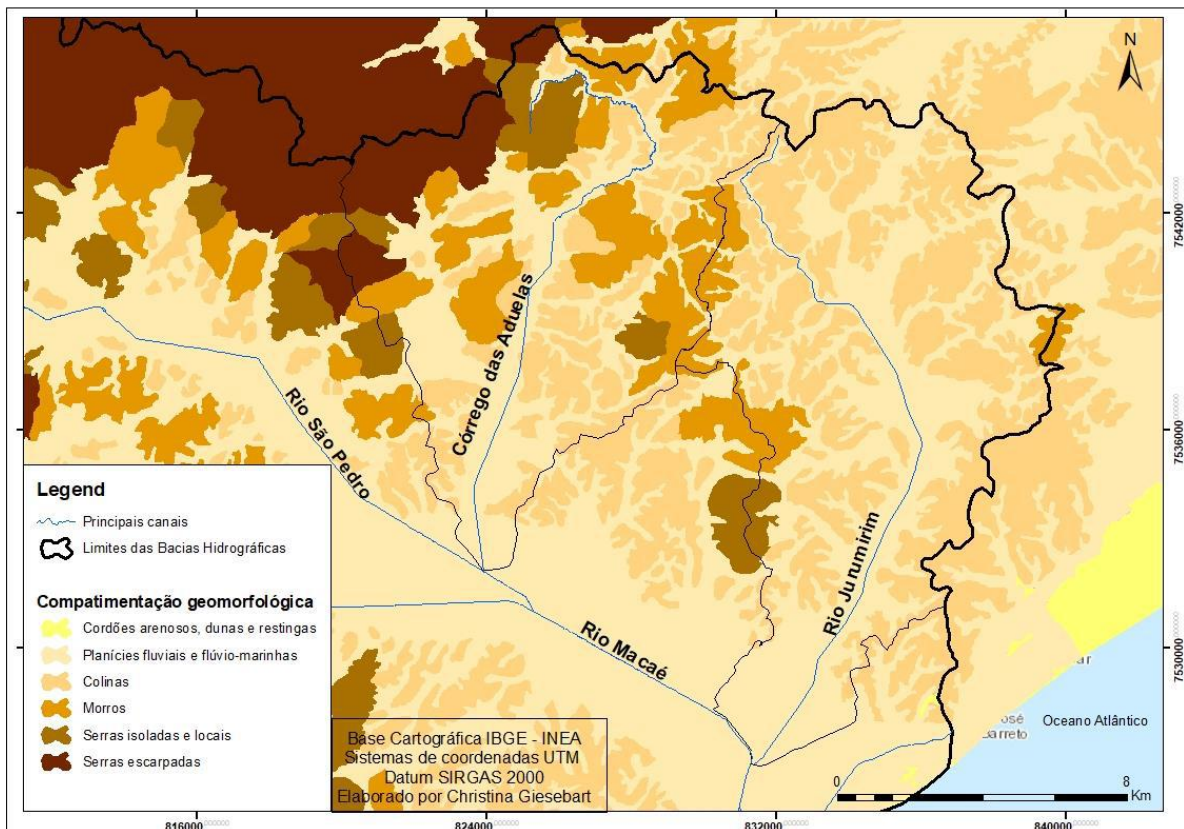
O desenvolvimento das ferramentas e geotecnologias permite o maior detalhamento aprimorando as avaliações. A partir dos anos 2000 duas importantes

metodologias de classificação de relevo têm sido adotadas: a primeira avalia as propriedades morfológicas e morfométricas na escala 1:250.000 utilizada para revelar os fenômenos morfoestruturais (DANTAS, 2001) e a outra denominada compartimentação geomorfológica, que considera que as rupturas de declive que existem entre as encostas e as áreas de baixo declive (reconhecidas pelas cartas topográficas como um brusco afastamento entre as curvas de nível), seria o critério de delimitação das áreas de acumulação e retenção quaternária com as demais feições em que predominam os processos erosivos ou de dissecação do relevo como colinas, morros (SILVA, 2002). Nesta classificação o critério para a delimitação da área pode ser obtido pelo cálculo do valor altimétrico feito pela amplitude altimétrica.

As sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim estão localizadas numa superfície aplainada do litoral leste fluminense, consiste em uma extensa zona colinosa, com topografia uniforme e topos nivelados de baixa amplitude de relevo (SILVA, 2002). Estas áreas caracterizam-se pela ocorrência da descontinuidade da linha de drenagem dos canais, com extensos fundos de vales preenchidos por sedimentos de origem fluvial e fluviolagunar pertencentes ao rio Macaé e seus afluentes, os rios São Pedro, Jurumirim e córrego das Aduelas. A compartimentação geomorfológica da área de estudo é composta por: Serras Escarpadas, áreas elevadas com altitude superior a 400 m; Serras isoladas, com variação altimétrica de 200 – 400 m; Morros, com variação altimétrica de 100 – 200 m, Colinas que variam de 20 – 100 m e Planícies Fluviais e Flúvio-marinhas que variam de 0 – 20 m (SILVA, 2002).

A figura 3 apresenta os 5 compartimentos geomorfológicos da área de estudo (SILVA, 2002).

Figura 3 – Mapa das Unidades Geomorfológicas das sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.



Fonte: Elaborado pela autora.

Santos et al. (2004) apresentam descrições mais detalhadas sobre as características do domínio colinoso e da planície nessa região. O domínio colinoso é dividido em: Domínio Suave-Colinoso, Domínio Colinoso, Colinas Isoladas, Colinas Dissecadas e as planícies são divididas em Planície Aluvial e Planície Flúvio-lagunar. As características dessas unidades são descritas a seguir na tabela 1.

Tabela 1 – Características da compartimentação geomorfológica referente nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.

Unidade de Relevo	Características das unidades de relevo
Domínio Suave-Colinoso	é caracterizado processos de denudação, predominam vertentes convexas pouco dissecadas, com topos arredondados e gradiente das vertentes muito suave com solos do tipo argissolos vermelho-amarelo
Domínio Colinoso	corresponde as superfícies aplainadas do litoral leste fluminense, possui vertentes côncavo-convexas, com gradiente suave, associadas a uma amplitude topográfica inferior a 100 m, situada ao norte da área de estudo.
Colinas Isoladas	formas de relevo residuais, resultam da dissecação da drenagem sobre as vertentes e tanto pelo rebaixamento do topo das colinas. Como resultado do processo de denudação, temos uma série de colinas com geometria convexa, isoladas sobre as planícies fluvio-lagunar e aluvial. Na paisagem se apresentam são observadas como colinas convexas de pequeno porte localizadas nas baixadas. O gradiente das vertentes é suave, possuindo uma amplitude topográfica inferior a 100 m. Os solos nesta unidade de relevo apresentam os Argissolos Vermelho-Amarelo.
Colinas Dissecadas	formas de relevo residuais, resultam da dissecação da drenagem sobre as vertentes e pelo rebaixamento do topo das colinas, suas vertentes possuem geometria concavo-convexa, gradiente varia de suave a médio, amplitude topográfica inferior a 180 m, apresentam-se bastante dissecadas e são de médio porte, comparadas aos Maciços Costeiros. Os solos correspondentes a estas unidades de relevo são os Argissolos.
Planície Aluvial	corresponde às superfícies sub-horizontais, com amplitude topográfica inferior a 20 m e gradiente praticamente nulo. São depósitos aluviais formados por sedimentos recentes argilo-arenoso, sujeitos a inundações periódicas. Apresenta solos neossolos flúvicos e os organossolos, caracterizada por depósitos aluviais argilo-arenosos. Correspondem as coberturas inconsolidadas chamadas coberturas aluvionares.
Planície Fluvio-lagunar	são coberturas transicionais, de origem influenciada pelos processos agradacionais, ora continentais ora costeiros. A amplitude topográfica é inferior a 20 m e com gradiente praticamente nulo, formado por superfícies planas. Os solos encontrados nesta unidade de relevo são os Organossolos e os Gleissolos.

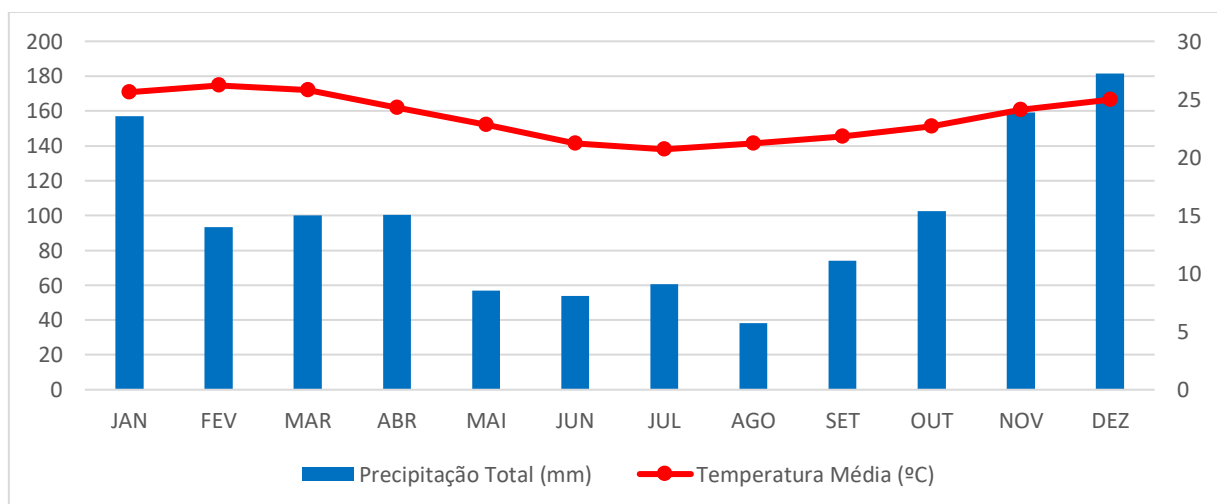
Fonte: Adaptado de SANTOS et al. (2004)

3.2 Contexto Climático

Segundo Barboza (2014), no Norte Fluminense ocorre uma diversidade climatológica decorrente da combinação de uma série de fatores físicos e atmosféricos locais, assim a região onde estão situadas as sub-bacias recebem influência tanto de sistemas tropicais como de sistemas provenientes de latitudes médias, e tem como característica duas estações climáticas bem distintas: uma seca de curta duração e uma chuvosa condensada pelos totais elevados de precipitação. Conforme a classificação de Köppen, o clima é caracterizado como Tropical Úmido (Ao), com chuvas no verão ou outono, temperaturas elevadas e inverno seco.

Os dados de temperatura e precipitação dadas em função das Normais Climatológicas do Brasil¹ apresentados na tabela a seguir foram obtidos no trabalho de Carvalho e Cavalcanti (2004), a partir dos dados da estação meteorológica em operação e de responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na cidade de Macaé existente no INMET. As temperaturas médias anuais para regiões ao entorno são de 23,5 °C (gráfico 1). Já a precipitação total para a região é de aproximadamente 1800 mm (gráfico 1) e a umidade relativa do ar varia entre 80 e 82% durante todo o ano.

Gráfico 1 – Dados sobre as temperaturas médias e precipitação mensal total da estação do INMET localizada em Macaé.



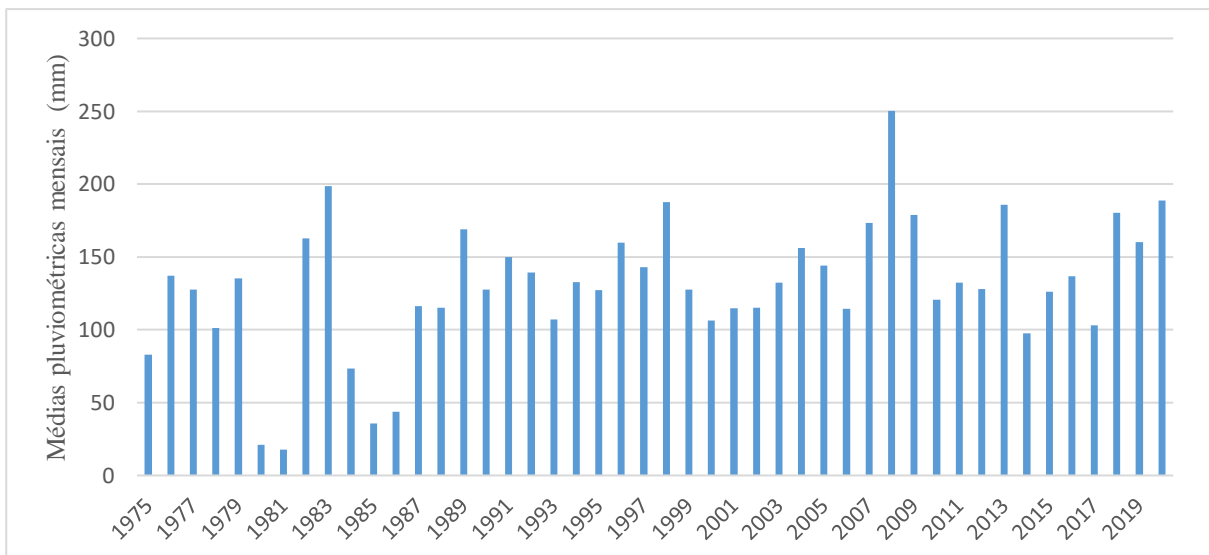
Fonte: Adaptado de Carvalho e Cavalcanti (2004).

Vargas et al. (2009) descreve a região como “caracterizada pela presença de diversos rios e centenas de lagoas, brejos e canais perenes e sazonais”, na qual o regime de chuvas e a pouca declividade dos terrenos cria condições favoráveis à inundação. Nos períodos chuvosos, de novembro a janeiro, conforme gráfico 2 ocorre o transbordamento dos canais, inundando as planícies adjacentes e ampliando o espelho d’águas de mais de uma centena de lagoas, interligadas por uma complexa malha de canais e brejos rasos.

A inundação e a estiagem compõem as características naturais do ambiente e este encontrava-se em estado de equilíbrio, ou seja, nos períodos de maiores índices pluviométricos a capacidade de absorção e ajustes dos canais era suficientemente adequado e permitiam o desenvolvimento de flora e fauna aquática. A retirada da vegetação por longos períodos proporcionou um volume maior de sedimentos para as calhas fluviais, levando o sistema fluvial da bacia a se ajustar de diferentes formas.

O gráfico 2 apresenta as médias pluviométricas mensais de 1975 a 2020 da estação Fazenda Oratório.

Gráfico 2 – Dados pluviométricos das médias anuais da estação Fazenda Oratório, no baixo curso do rio Macaé, período de 1975 a 2020.



Fonte: ANA (2021); ARAÚJO (2021)

3.3 Histórico de uso e ocupação do solo

A região norte fluminense, ocupada desde o século XVI, passou por diferentes ciclos econômicos. A ocupação do território modifica a configuração da paisagem de forma que tais mudanças quando refletidas sob elementos como rios ou feições geomorfológicas podem se perpetuar ao longo de séculos. Registros históricos do período colonial trazem informações sobre a retirada de boa parte da Mata Atlântica, cedendo lugar para as plantações de café, cana-de-açúcar e posteriormente para o desenvolvimento de atividades agropastoris.

No século XX, a pecuária extensiva e obras de saneamento nestas áreas ganharam importância. A partir de 1940, o rio Macaé sofreu intervenções conduzidas pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), como a retificação de importantes canais da bacia, alterando drasticamente a sua configuração original, criando ajustes no sistema fluvial e influenciando novas práticas econômicas como a mineração de areia. Além disso, a presença da Petrobras a partir do final da década de 1970 gerou um aumento populacional, e uma pressão pela demanda de recursos advindos do rio Macaé (SOFFIATI, 2011; MARÇAL e LUZ, 2003; LIMA e MARÇAL, 2013). Os rios e ecossistemas associados sofreram alterações devido às influências antrópicas a longo prazo, com alterações na paisagem e diretamente no canal. Estas influências aliadas a uma má gestão dos recursos hídricos podem comprometer o funcionamento adequado da dinâmica dos rios, sua integridade estrutural e complexidade, e a manutenção das funções aquáticas do ecossistema.

Os processos de crescimento populacional e urbanização são caracterizados pelo aumento de infraestrutura básica, destacando-se em especial, a implantação de rede de saneamento e energia, sistemas de comunicação e estradas, causando no solo um certo grau de impermeabilidade. As atividades agropecuárias marcam a paisagem predominantemente pela mudança nos processos erosivos, contribuindo também para mudanças nos processos de escoamento superficial e subsuperficial da água.

As ações antrópicas vinculadas às práticas agrícolas e urbanas na região recorreram a grandes alterações na morfologia dos canais desta bacia, apresentando um alto número de canais retificados desde a década de 1960, já identificados por Assumpção (2009). Com a retificação ocorre perda de sinuosidade do canal,

modificações no padrão de drenagem, alterações no regime das descargas, no padrão de escoamento, na velocidade dos fluxos, além da perda ou destruição de habitats naturais, da mata ciliar e de mangues, entre outros.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO – CONCEITUAL

4.1 Sistemas fluviais

O desenvolvimento da Teoria Geral dos Sistemas por Bertalanfy na década de 50 tem norteado diversas áreas e incorporado a geomorfologia por Chorley na década de 60 (SALES, 2004). Bertalanfy (1973) define sistemas como “conjunto de elementos que se relacionam entre si, com certo grau de organização, procurando atingir um objetivo ou uma finalidade”. O estudo dos sistemas se destaca na geografia física por ter a concepção que compreender um conjunto estruturado de elementos e suas interações é a base para o entendimento amplo em escala temporal e espacial de processos e respostas ambientais.

A classificação mais genérica para sistemas os difere entre sistemas fechados e abertos, diferenciados pelos inputs de energia. Chorley introduz a abordagem sistêmica na geomorfologia na década de 60, incorporando as proposições feitas por Prigogine e Defay onde “qualquer sistema em equilíbrio suporta, como resultante de uma variação em um dos fatores que governam o equilíbrio, uma alteração compensadora em direção tal que, ocorrida essa mudança, produzirá oscilação do fator considerado em direção oposta”, que as formas desenvolvidas são dependentes do fluxo de matéria e energia, porém a paisagem consegue absorver as descargas de energia, como ambiente dinâmico que é incorpora as transformações decorrentes desses inputs de energia, alterações nas propriedades geométricas serão inevitáveis e evidência a necessidade de uma base de dados para realizar as correlações e associações entre os processos, unindo abordagens quantitativas e qualitativas (CHORLEY 1971).

Em síntese, qualquer alteração no processo se reflete em reajuste das formas e este conduz a uma nova modificação na maneira como o processo se realiza e nos estudos atuais a ação humana ganha relevância, pois suas intervenções modificam a distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas (CHRISTOFOLLETTI, 1979; 1999).

Canais fluviais são considerados importantes agentes exógenos na modelagem da paisagem e, conseqüentemente, do relevo. Por sua vez, sistemas fluviais fazem parte do desenvolvimento da vida e das sociedades, desempenhando papéis importantes, entre eles: locomoção e transporte de mercadorias,

abastecimento populacional e irrigação. Os primeiros povos fixaram-se as margens de rios, ajustando-se durante milhares de anos as condições e variações de “encaixe” do canal. As planícies de inundação, em geral, as áreas mais planas de uma bacia e com caráter deposicional, possibilitam a captação de água potável e favorecem a formação de terrenos férteis, sendo locais preferenciais para a ocupação.

Se sistemas gerais são as interações entre elementos organizados, os sistemas Fluviais são definidos como ambientes onde ocorre a integração e conexão entre compartimentos distintos da paisagem, ocorrem em função da propagação de energia e materiais, que interagindo espacialmente, determinam fluxos de sedimentos, água e nutrientes (SOTCHAVA, 1977). Para Sotchava (1977), sistemas fluviais são compostos por uma rede complexa de elementos que se relacionam e se ajustam às entradas (inputs) e saídas (outputs) de energia do sistema. Fazem parte do sistema fluvial toda a rede de drenagem, incluindo as áreas de deposição (planícies, deltas e leques aluviais) e áreas formadoras de escoamento superficial e sedimentos.

Para Chorley e Kennedy (1971) os sistemas fluviais são como uma rede complexa de elementos que se relacionam ajustando-se às entradas (inputs) e saídas (outputs) de energia do sistema. Para esses autores é necessário compreender aspectos físicos, como a morfologia dos rios, planícies, encostas e a interação entre água e sedimentos. Christofolletti (1980) destaca a necessidade de entender mais as características dos componentes e da estrutura do sistema fluvial. Os componentes do sistema fluvial são: a matéria, elemento físico que vai ser mobilizado e a energia, força impulsionadora que faz o sistema funcionar. A estrutura corresponde a organização entre os componentes do sistema.

Bacias hidrográficas são propostas como melhor recorte espacial para análises ambientais, e é definida como área composta por um conjunto de rios que convergem para um canal principal delimitada por divisores topográficos como recorte de análise adequado, pois nele convergem semelhantes características geológicas, geomorfológicas, climáticas e ecológicas (CHRISTOFOLLETTI, 1980). Chorley (1962) destaca esse recorte em função dos inputs de energia, onde entendemos as bacias hidrográficas como sistemas abertos, nos quais a principal entrada de energia é o clima, possuindo uma única saída, a foz do rio.

A complexidade de processos geomorfológicos, hidrológicos e bióticos, operando sobre múltiplas escalas espaciais e temporais, produz notável diversidade

de sistemas fluviais, isto é, ambientes que integram e conectam compartimentos distintos da paisagem através da propagação de energia e materiais, que interagindo espacialmente, determinam fluxos de sedimentos, água e nutrientes (ROSGEN, 1994).

4.2 Classificação de rios

A geomorfologia fluvial é voltada para o estudo dos processos, formas e materiais, compreendendo as relações que se estabelecem entre os rios e os ambientes no seu entorno, podendo se referir a uma escala local, no estudo dos processos do canal ou a escala regional, no estudo de bacias hidrográficas. Considerando os atributos abarcados pela geomorfologia fluvial, classificação ou tipologia dos rios integra uma importante etapa dos procedimentos metodológicos para estudos fluviais por constituir uma ferramenta para a interpretação dos arranjos espaciais e dos processos geomorfológicos.

De acordo com Buffington e Montgomery (2013) as classificações de rios podem ser baseadas nas características ou nos processos fluviais. Quando baseadas em características, a classificação é bastante descritiva e realiza o agrupamento e ordenação de elementos com características comuns, referente ao relevo. Os autores elencaram 8 categorias utilizadas para a classificação de rios, dentre as quais destacam-se: hierarquia de canal, processos dominantes, padrão do canal, interações entre o canal e planície de inundação, material do leito e fluxo, unidades do canal.

As primeiras classificações de rios foram propostas Davis (1899) para quem os fluxos d'água eram importantes agentes modeladores, químicos e mecânicos sob influência das estruturas. Para Davis (1899) os canais surgiam e evoluíam conforme o rebaixamento do relevo, definindo as primeiras classes para canais fluviais como: consequentes, onde o curso foi determinado pela declividade e, em geral, coincide com a direção da inclinação principal dos estratos; subsequente, onde a direção de fluxo é controlada pela estrutura rochosa e onde há quase sempre a presença de uma zona de fraqueza; obsequentes, são os canais que correm em sentido inverso à inclinação das camadas ou à inclinação original dos rios consequentes e, em geral, descem das escarpas até o rio subsequente; insequentes, ocorrem quando não seguem ou não sofrem nenhum controle da estrutura geológica. Davis estabeleceu uma importante interpretação da evolução do relevo na qual apresentava os canais e

as bacias como "juvenis", "maduros", "velhos", "mal drenados" ou "bem drenados" sem detalhes atribuídos a cada categoria em função da ausência de ferramentas para uma mensuração apurada.

As iniciativas contemporâneas para estipular uma classificação de rios com caráter quantitativo surgiram no século XX, sendo a primeira proposta por Horton (1945) na busca de formular proposições para explicar os processos de evolução do relevo em consonância com as ideias do ciclo geográfico de Davis. A proposta de Horton tem como foco a ação do escoamento superficial de canais nos processos erosivos. O autor propõe o conceito de relação de bifurcação, modificada posteriormente por Strahler (1957) é uma classificação que reflete o grau de ramificação dentro de uma bacia hidrográfica. Os canais de primeira ordem são aqueles nas pontas da rede do rio, onde estão as nascentes dos rios; os canais de segunda ordem ocorrem abaixo da confluência de dois canais de primeira ordem e assim por diante.

Leopold e Wolman (1957) estabelecem três padrões de canais fluviais a partir da análise em planta, de acordo com sua morfologia e pelo modo como evoluem, considerando a capacidade e competência do rio e dos sedimentos, se estão em suspensão ou erodindo. Consideram ainda com mudanças no perfil altimétrico e alterações no nível de base. Para os autores, os canais foram classificados como meandantes, retilíneos e entrelaçados.

A classificação proposta por Schumm (1977) é baseada nos processos erosivos, ou seja, na produção, transferência e deposição de sedimentos. Com base no proposto por Schumm, Montgomery (1999) desenvolveu a noção de domínios de processo como uma alternativa ao conceito de continuum fluvial. Domínios de processo é uma abordagem generalista, mas capaz de identificar unidades geomorfológicas fundamentais dentro da paisagem e de estruturar o comportamento do rio e habitats aquáticos associados, sendo considerada uma ferramenta valiosa para o manejo e conservação da terra.

Christofletti (1981) define que os tipos de canais atuam nos ajustes das variáveis num sistema geomorfológico, representam o acúmulo de respostas relacionadas ao regime de fluxo e as características dos sedimentos, refletindo na forma da seção transversal e à seção transversal e ao perfil longitudinal.

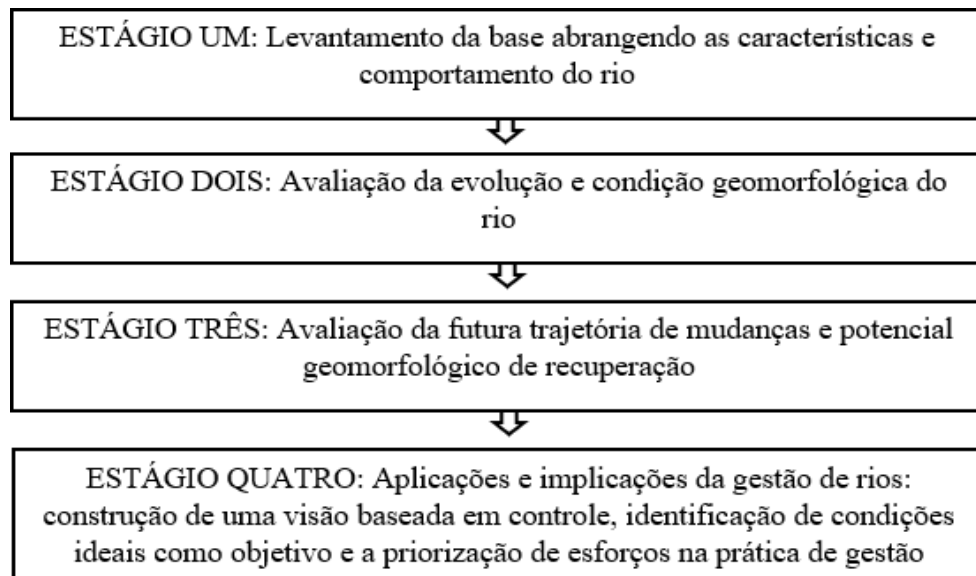
4.2.1 Metodologia dos Estilos Fluviais

A preocupação com a disponibilidade e qualidades dos recursos hídricos elevou o número de pesquisadores dedicados ao tema, resultando no surgimento de novas perspectivas analíticas. Gomes (2017) revisa diversas obras clássicas nas quais o rigor procedural e objetivos nos relembra o papel da geografia. Evidencia-se a necessidade de observação multifocal e correlação entre dados e espaço, através das obras de Alpers e Humbolt respectivamente.

Essencialmente geográfica, fundamentada pela visão holística da teoria dos geossistemas e alinhada as preocupações socioambientais atuais, os Estilos Fluviais se apresentam como uma ferramenta metodológica (BRIERLEY e FRYIRS, 2005) para se pensar em múltiplas escalas espaciais e temporais a análises de bacias hidrográficas, fornecendo bases a fim de garantir a maior eficácia no planejamento ambiental. Para tanto prevê-se a coleta o maior número de informações sobre o caráter, comportamento, distribuição e condição de rios permitem estabelecer formas e processos pretéritos e contemporâneos. Conhecendo tais cenários é possível determinar os ajustes sofridos ao longo do tempo, predizer os impactos das ações atuais e estabelecer os limiares.

A metodologia dos Estilos Fluviais alterna rigor com flexibilidade, uma vez que embora haja etapas de observação e interpretação geomorfológica que devam ser rigorosamente seguidas, a classificação final variará conforme os controladores físicos e ecológicos de cada área, em segmentos do rio e de bacia para bacia, revelando sistemas únicos. A metodologia dos Estilos Fluviais é dividida em 4 estágios (figura 4) e as etapas do estágio 1 serão aplicadas nesta pesquisa.

Figura 4 – Mapa das Unidades Geomorfológicas das sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.



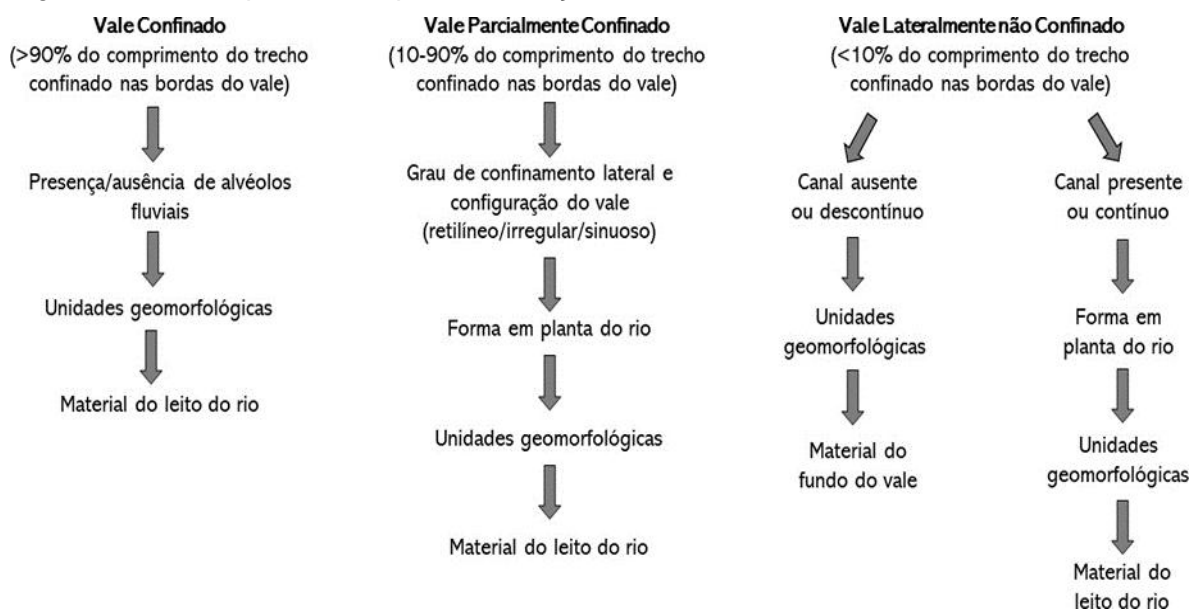
Fonte: Adaptado de BRIERLEY e FRYIRS (2005).

A aplicação da etapa 1 é dividida em três passos. O primeiro passo refere-se ao levantamento dos elementos de pesquisa de base para composição do quadro acerca do caráter e comportamento do rio. Os procedimentos adotados buscam revelar as características: regionais, de embasamento geológico e clima; e locais, sobre as unidades geomorfológicas, perfil longitudinal, grau de confinamento, índice de sinuosidade, número de canais, feições geomorfológicas, tipos de sedimentos, fluxo e vegetação definindo assim os padrões e as relações atuais entre trechos do rio. Os resultados da investigação dos parâmetros supracitados resultarão no enquadramento dos trechos nas categorias propostas na tabela abaixo. Em sequência, no segundo passo é realizado o mapeamento em planta no qual uma interpretação apurada é requerida. A terceiro e último passo da etapa 1 consiste numa análise apurada dos controladores dominantes para determinar os limites dos trechos de cada estilo fluvial.

Dentre as classificações de rios atuais destaca-se essa ferramenta que vem sendo aplicada em diversos trabalhos no Brasil (MELLO, *et al.*, 2005; LIMA *et al.*, 2007; LIMA; MARÇAL, 2013; MERINO *et al.*, 2013; KLEINA *et al.*; 2014, SOUZA, 2014; COSTA; MAGALHÃES JUNIOR, 2016; SANTANA, 2018; CORREIA, 2019). Desenvolvida como uma ferramenta para classificação por trechos segundo os padrões de características e de comportamentos dos rios, os resultados desta

classificação dependem das escalas espaciais de análise, assim a diferenciação e a distribuição espacial dos ambientes fluviais são interpretadas a partir dos processos fluviais em duas escalas de análise: a escala da bacia regional (padrão de drenagem, densidade, hierarquia e forma da bacia, hidrologia, geologia, geomorfologia, solos, topografia, clima e uso do solo) e a escala do canal (detalhe) (LIMA, 2010). A análise na escala de canal elenca os parâmetros-chave da metodologia dos Estilos Fluviais (Figura 5).

Figura 5 – Árvore processual para a definição dos Estilos Fluviais.



Fonte: LIMA e MARÇAL (2013) adaptado de BRIERLEY e FRYIRS (2005).

4.2.2 Caracterização de canais em vale preenchido

Schum (1961) introduziu um parâmetro, o tipo de sedimento e ressaltou a importância do efeito do sedimento na forma do canal, destacando na literatura os canais de climas semi-áridos. Schum e outros reconstróem o passado desses ambientes nos quais no final do século XIX era massiva a presença da pecuária, descrevendo tais localidades como grandes áreas de vales planos e intactos, recobertas por grama e canais perenes, onde o leito do rio é ocupado por árvores na maior parte de sua extensão. As transformações neste tipo de ambiente ocorrem rapidamente. Oitenta anos após o início da presença intensiva da pecuária nesta área, o canal passou a ser efêmero, as planícies improdutivas e a elevação do nível do fundo do vale a representar uma barreira para a confluência entre o tributário e o

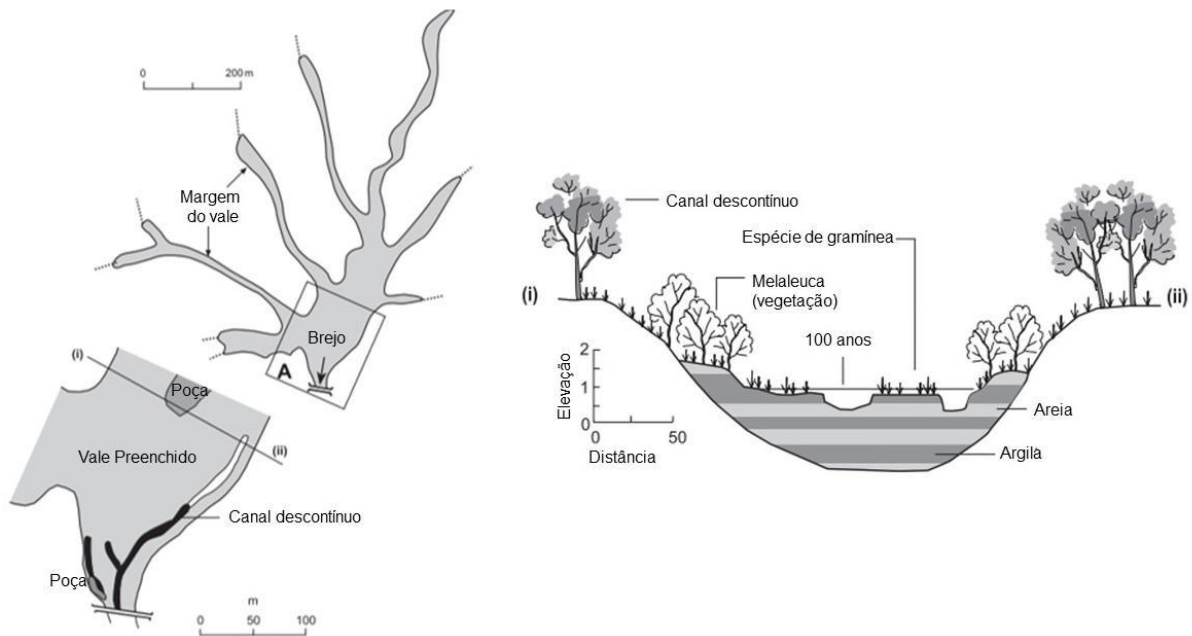
canal principal. . Em face da rápida mudança do solo e das alterações hidrológicas causadas pela descontinuidade entre os canais, Schumm expõe a necessidade de uma maior compreensão dos processos erosivos e deposicionais em climas semiáridos na busca pela maior eficácia dos mecanismos de conservação.

Para Brierley e Fryirs (2005) são regiões caracterizadas pelos processos de incisão e preenchimentos, nas quais os canais são lateralmente não confinados, ou seja, ocupam ou podem se mover por todo o fundo do vale, com fluxo baixo, ocorrem no alto curso dos tributários, tem predomínio de sedimentos em suspensão, deposição vertical de sedimentos finos em decorrência de inundações e podem ser contínuos ou descontínuos dependendo do seu estágio de ajuste. Quando há descontinuidade, essa favorecerá a formação de brejos, áreas alagadas e lagoas, estas últimas seguem a linha preferencial dadrenagem. O estágio de preenchimento, formando os vales preenchidos, é caracterizado pela ausência de canais ou descontinuidade, ocorrendo em períodos de 100 ou 200 anos, quando os fundos de vale ficam suscetíveis a um lento e progressivo processo de agradação, resultando numa limitação da sua capacidade de ajuste.

Suguio (2003) define como estruturas pré deposicionais, de incisão e preenchimento, em ambientes fluviais, representando discordâncias locais, que envolvem curtos intervalos de tempo, como, por exemplo, o intervalo entre enchentes. São preenchidos por sedimentos detríticos, que, em geral, apresentam estratificações cruzadas. Ambientes de depósitos de preenchimento de canais, são depósitos resultantes do entulhamento dos canais fluviais em função de aumento exagerado da taxa de sedimentação, ultrapassando a capacidade do rio, com conseqüente redução de profundidade em canal ativo ou de sedimentação de um canal abandonado.

O esquema de canais em vales preenchidos representados na figura 6 ilustram a simplicidade da estrutura geomorfológica destes tipos de canais. Podemos identificar ocorrências ocasionais de pequenas áreas alagadas, um canal descontínuo em um fundo de vale indiferenciado, formação de depósito de sedimentos finos nas áreas de brejo e vegetação diferenciada em relação à vegetação do entorno. É considerado um Habitat de diversidade limitada.

Figura 6 – Estrutura geomorfológica e de vegetação associada em canais em vales preenchidos.



Fonte: Adaptado de BRIERLEY e FRYIRS (2005).

4.3 Interferências antrópicas e a abordagem da Geografia Física Crítica

Ao longo do século XX ganharam destaque na pesquisa geomorfológica processos vinculados as consequências da intervenção antrópica sobre os elementos que compõe um geossistema. As respostas desses sistemas a essas intervenções têm resultado na alteração dos seus atributos, e a escala temporal dessas alterações passaram da escala geológica para escala histórica e por isso são considerados antropogênicos, podendo ser ajustes naturais que ocorrem de forma mais aceleradas ou ajustes a um novo ponto de equilíbrio ou de degradação.

Os avanços tecnológicos decorrentes das revoluções industriais vêm promovendo transformações graduais e intensas nos meios de produção, nas formas de organização social e na exploração dos recursos naturais e no uso da terra, transformando assim elementos físicos como a cobertura vegetal, as formas do relevo e a rede hidrográfica (CASSETI, 1994). Tais transformações tornam-se mais presentes e perceptíveis a partir do aumento das áreas urbanas, da produção agrícola e da exploração dos recursos minerais que promoveram alterações na cobertura vegetal original (SIMON; TRENTIN, 2009).

Para Christofolletti (1967) a ação antrópica atribui características artificiais aos sistemas geomorfológicos e hidrográficos, nos quais as interferências na morfodinâmica atuam sobre processos geomorfológicos, sendo necessário entender as respostas ambientais a essas atividades. Ainda segundo o autor, para compreender as consequências das atividades antrópicas deve-se considerar avaliação evolutiva dessas intervenções, procurando compreender de que modo essas contribuíram para o controle da morfodinâmica, através da aceleração, estagnação ou eliminação de determinados processos evidenciados na atualidade.

As formas e processos do relevo estão sujeitas as ações antrópicas, diretas ou indiretas. Construção de reservatórios, atividades de mineração, retificação ou canalização de cursos fluviais, construção de estradas e a irrigação das lavouras são formas de intervenção direta. A ação antrópica indireta pode ser mais ampla em relação ao alcance espacial e está relacionada à dinâmica de ocupação e uso de terras, expondo as formas do relevo à ação mais efetiva dos processos geomorfológicos (DREW, 1986; SIMON, 2007). As intervenções antrópicas intensivas atuam também sobre regime de escoamento das águas pluviais, intensificando a atividade erosiva que afeta diretamente os cursos fluviais.

Para Nir (1983) os resultados da ação humana, seja através de atividades rurais ou urbana, são objetos de estudo da geomorfologia antropogênica. O autor considera uma análise em escala de tempo histórica sobre a dinâmica do sistema socioeconômico e as alterações morfológicas em uma paisagem. Ainda segundo o autor, as análises geomorfológicas precisam considerar os períodos que antecedem e sucedem significativas intervenções humanas. Assim seria possível a elaboração de um modelo base para a avaliação das respostas as ações antrópicas sobre as formas do relevo.

A erosão do solo representa um problema de crescente preocupação, nos quais a interferência humana tem sido agente intensificador dos processos erosivos, (CUNHA et al., 1999). Em muitas bacias hidrográficas tem se observado que mudanças no uso da terra desempenharam papel importante na erosão do solo, sobretudo devido à sua intensificação por meio da mecanização da agricultura, aplicação de fertilizantes, pesticidas e manejos das encostas. Fatores climáticos e topográficos estão associados a essa dinâmica, porém o uso inadequado tem sido considerado fator-chave na degradação dos solos, com destaque para conversão de florestas em terras aráveis, aumentaram consideravelmente o risco e a frequência de

processos erosivos em regiões montanhosas e de alta declividade.

Dentre os impactos derivados da atividade humana sobre os sistemas fluviais, um dos mais expressivos são as obras de retificação, que envolve a modificação direta da calha dos rios. É necessário diferenciar duas formas de alteração direta no canal: a canalização e a retificação. Canalização é mais frequentemente aplicado quando envolve a modificação do canal fluvial, optando pela concretização da calha do mesmo. Retificação é alteração do percurso do canal, eliminam-se meandros e curvas do canal. Ao tornar o canal retilíneo e mais íngreme esperasse que haja aumento da velocidade do fluxo d'água, permitindo a rápida transferência das cheias para jusante. Um dos principais objetivos da retificação é evitar ou diminuir eventos de enchentes em uma área de planície de inundação. (ASSUMPÇÃO e MARÇAL, 2012).

Geralmente os canais modificados ou criados possuem diferentes dimensões de largura e profundidade, sendo mais largos e profundos que os canais naturais. As alterações das características naturais de profundidade resulta na diminuição do nível freático nas planícies de inundação, como consequência pode haver aumento das áreas dedicadas as práticas agrícolas. Este também pode ser considerado um fator preponderante para a realização deste tipo de intervenção (ASSUMPÇÃO e MARÇAL, 2012).

A preocupação com as formas de apropriação da natureza e do espaço contribuiu para o crescimento do número de pesquisadores que reconhecem a necessidade de definir e tratar conjuntamente os dilemas sociais e ambientais. Dessa forma, a partir da Geografia anglo-saxônica, surge a “Geografia Física Crítica” pautada numa recusa do positivismo; na compreensão dos processos geocológicos como histórica e culturalmente situados (e, nesse sentido, inerentemente sociais); dotada de uma perspectiva de crítica social e inconformismo perante o mundo, o que faz com que a análise da realidade geobiofísica seja inseparável da consideração de relações de poder. (SOUZA, 2020).

Para Lave et al. (2019) a Geografia física crítica é uma proposta de análise com visão integrada entre a Geografia Física e a Geografia Humana Crítica, na qual se compreende o espaço não apenas como resultado de uma organização, mas como produto, considerando que a sua produção se dá na disputa de poderes entre diversos atores. Para a autora é através Geografia Física Crítica que se disponibilizam recursos para investigação das conexões entre as pesquisas científicas e o contexto social, econômico e político.

5 METODOLOGIA

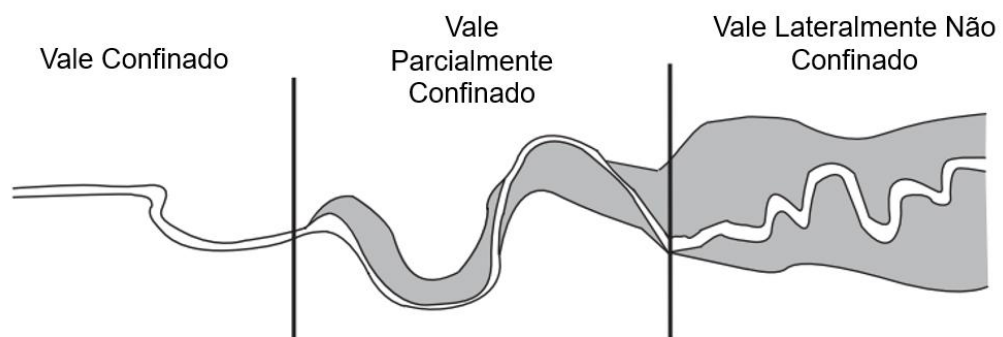
5.1 Mapeamento de tipologias de canais fluviais através da metodologia dos Estilos Fluviais

A metodologia dos Estilos Fluviais para a classificação dos canais foi escolhida, pois o conjunto de etapas de aquisição, interpretação, e de organização dos dados permite que sejam identificados diferentes setores para fins de comparação e interpretação a partir de sua forma e comportamento, resultando em uma melhor compreensão das interações entre os subsistemas.

A classificação foi realizada a partir dos parâmetros levantados em uma escala de detalhe, contextualizando-os nos diferentes compartimentos do relevo da área de estudo. A metodologia propõe etapas para avaliação de parâmetros-chave, referentes aos principais controles da forma e comportamento do rio, sendo eles: característica do vale; forma em planta do canal; unidades geomorfológicas; seção transversal; e granulometria.

Brierley e Fryirs (2005) definem confinamento do vale como o percentual do comprimento de um segmento do rio em contato com a margem do vale, ou seja, onde elementos topográficos, geomorfológicos ou antrópicos delimitam, condicionam ou restringem a fluxo do canal (figura 7).

Figura 7 – Características dos canais em relação à planície de inundação nas três definições de confinamento.



Fonte: Adaptado de BRIERLEY e FRYIRS (2005).

O grau de confinamento determina três classes baseadas no grau de confinamento: confinado quando mais de 90% do comprimento do canal apoiado na margem de fundo do vale; parcialmente confinado quando trechos do rio 10-90% incidem diretamente sobre rochas ou material coeso e Lateralmente não confinado indica maior capacidade de ajuste do canal e instabilidade das margens devido à ausência de controles litológicos. Vales confinados não apresentam planícies aluviais, os vales parcialmente confinados têm planícies aluviais descontínuas que se alternam ao longo do fundo do vale e vales lateralmente não confinados têm planícies aluviais contínuas ao longo de ambas as margens do canal.

O perfil longitudinal e a declividade, controladores locais, influenciam a capacidade de incisão do canal e do alargamento do vale, as características do material do leito e do gradiente de energia para dissipação dos sedimentos. A partir da leitura e interpretação correta das informações e padrões do perfil longitudinal e da declividade identifica-se as zonas de transição entre os diferentes trechos do rio. Nos vales confinados, localizados predominantemente nas cabeceiras, sob substrato rochoso, dominam os processos de erosão e incisão. Nos vales parcialmente confinados, a incisão no leito e os processos erosivos das encostas, assim como a produção e o transporte de sedimentos são equivalentes. Os vales lateralmente não confinados são largos e abertos com baixa incisão do leito, com predominância de deposição de sedimentos e formação ocasional de planícies aluviais. As características de tamanho do material do leito também podem ser observadas no perfil longitudinal, pois estes variam do maior para o menor de montante a jusante do canal (FRYIRS e BRIERLEY, 2013).

O perfil longitudinal corresponde à diferença de altitude entre a nascente e a foz ou confluência com outro rio. A partir da hipsometria com isolinhas de intervalo de 10 m e com auxílio do programa *Excel*, foram elaborados os perfis longitudinais dos canais principais e dos tributários das sub-bacias analisadas.

A declividade pode ser conceituada como a inclinação do terreno em relação a um plano horizontal e calculada pela variação da altitude entre dois pontos do terreno em relação à distância que os separa. Os valores de declividade podem ser expressos em percentual (%) e/ou em graus ($^{\circ}$), a classificação da declividade do relevo foi feita de acordo com EMBRAPA (2006). Para a geração do mapa de declividade do relevo no *software Arcgis 10.5* foi aplicada a função *Slope* disponível no *ArcToolbox*, seguindo a seguinte sequência de comandos na caixa de ferramentas *Spatial Analyst*

Tools > Surface > Slope. A classificação em percentuais de inclinação é obtida através da função *reclassify*.

5.2 Base de dados para geração dos mapas

A construção de uma base cartográfica multi-escalar se deu através da obtenção de dados vetoriais de diferentes agências (INEA, ANA, CPRM, IBGE e USGS) a fim de subsidiar as próximas etapas e a operacionalização da pesquisa. Foi realizado o levantamento das informações disponíveis para a bacia do rio Macaé. Na tabela 3 estão descritas as fontes e o detalhamento técnico dos dados utilizados e apresentados neste trabalho.

Tabela 2 – Dados adquiridos para a construção de banco de dados.

Tema	Escala	Informação	Fonte
Geologia	1:250.000	Mapa de geológico do estado do Rio de Janeiro	CPRM
Geomorfologia	1:100.000	Mapa de compartimentação geomorfológica do Rio de Janeiro	SILVA (2002)
Uso e coberturada Terra	1:25.000	Mapa de uso e cobertura da terra (Projeto Olho Verde)	INEA (2019)
Hidrografia	1:25.000	Classificação dos Estilos Fluviais	IBGE (2018)
Terreno sujeito a inundação	1:25.000	Análise espacial do posicionamento dos barramentos em relação às áreas sujeitas a inundação.	IBGE (2018)
Cartas topográficas	1:50.000	Análise da distribuição as áreas de brejo e pântano e de agropecuária na década de 60. Identificação de canais retificados na década de 60.	IBGE (1969)
Propriedades rurais	1:25.000	Mapa de localização e tamanho das propriedades (Cadastro Ambiental Rural)	SICAR (2020)
Curvas de nível – 10m	Aster com resolução de 15m	Modelo Digital de elevação	USGS (2018)

Fonte: Adaptado de SANTANA (2018).

5.3 Análise granulométrica

Os trabalhos de campo para reconhecimento e coleta ocorreram em maio de 2019 e fevereiro de 2020. Os pontos de observação e coleta de amostras foram definidos a partir da análise geomorfológica, considerando intervenções, bloqueios e possíveis fases de evolução dos canais. A coleta de amostras para identificação das sequências deposicionais foi realizada nas margens de canais em 4 pontos nas sub-bacias, resultando na abertura de 5 trincheiras com variação de 35 a 50 cm de comprimento. A profundidade de cada trincheira foi condicionada pelo contato com o lençol freático ou pela dureza do substrato. Foram encaminhadas 33 amostras para análises laboratoriais sedimentológicas. As amostras foram identificadas como: ME – bacia do rio Macaé; AD – sub-bacia do córrego das Aduelas; JU – sub-bacia do rio Jurumirim; n.º 01/02/03 - identificação do ponto dentro da sub-bacia; T1- abertura de trincheira mais próxima ao canal e T2 – abertura de trincheira secundária que indica mudança de nível do depósito.

As atividades de análise laboratorial foram realizadas no Laboratório de Geomorfologia Maria Regina Mousinho De Meis/ UFRJ. A caracterização sedimentológica realizada visa avaliar a dinâmica de variação deposicional de cada ponto, diferenciando pelo tipo de calibre e o grau de retrabalhamento dos sedimentos, assim como a distribuição espacial de eventos deposicionais relacionando os diferentes pontos analisados. Os sedimentos coletados passaram por análise granulométrica.

A análise granulométrica consiste na determinação das dimensões das partículas que constituem as amostras (presumivelmente representativas dos sedimentos) e no tratamento estatístico dessa informação. A determinação das dimensões das partículas é dividida em duas fases. O primeiro passo consiste na lavagem da amostra para remoção de partículas finas (silte e argila). Na etapa seguinte, realizou-se a análise granulométrica por peneiramento mecânico baseada na escala de Wentworth (1922).

Para a primeira etapa, seguimos 4 procedimentos: a) colocação da amostra previamente pesada em recipiente com água; b) exposição da amostra a fluxo de água para a eliminação de silte e argila em suspensão até que a água do recipiente de torne límpida; c) secagem do material residual em estufa, a temperatura de 60º pelo tempo aproximado de 24 horas e d) pesagem da amostra após a secagem.

Após a secagem em estufa as amostras são submetidas a segunda etapa. Para o peneiramento utilizou-se o conjunto de 6 peneiras empilhadas com malha (mm) crescente de baixo para cima. O conjunto de peneiras colocado no agitador, por 15 minutos. Na sequência o material retido em cada peneira é recolhido com auxílio de pincel, pesado em balança de precisão e arquivado em sacos plásticos devidamente identificados. As anotações referentes a pesagem foram posteriormente processadas no software Excel. Fotografias realizadas nos locais de coleta serviram como ferramentas para auxiliar na descrição das fáceis. As etapas apresentadas para análise granulométrica são ilustradas na figura 8.

Figura 8 – Procedimentos utilizados para coleta e análise granulométrica de amostras sedimentares.



Fonte: Elaborado pela autora.

5.4 Levantamento e análise das interferências antrópicas.

Para identificar e espacializar as interferências diretas ou indiretas nos canais fluviais foram realizadas 4 etapas: levantamento bibliográfico, elaboração de mapa de uso e cobertura da terra, identificação dos canais retificados e identificação de barramentos. O levantamento bibliográfico teve como objetivo resgatar descrições sobre as características e comportamento dos rios da área de estudo desde os princípios da ocupação desse território. Através da bibliografia procurou-se distinguir o início das atividades agropecuárias no município de Macaé e na sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim. A espacialização histórica das atividades econômicas se fez necessária, pois a divisão territorial dos municípios do norte fluminense passou por diversas alterações e permitiu ainda compreender a diversidade de ambientes que ocorrem na bacia do rio Macaé.

As cartas topográficas do IBGE que compõem as sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim (Conceição de Macabu, Macaé, Carapebus, Cabiúnas) foram utilizadas para estimar as áreas classificadas como brejos e pântanos e para identificar áreas voltadas para atividades agrícolas ou de pecuária na década de 60. A análise espacial desses elementos em comparativo com o mapa de uso e cobertura atual teve o intuito de compreender as modificações ocorridas na forma em planta dos canais, da extensão de áreas alagadiças e das áreas efetivamente utilizadas para atividades agropastoris antes e após as obras de retificação.

O mapa de uso e cobertura da terra apresentado foi elaborado através dos dados disponibilizados pelo INEA. É resultado do Projeto Olho no Verde executado em parceria com o Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais (UFRJ). O mapeamento realizado teve como objetivo acompanhar a evolução do desmatamento no estado do Rio de Janeiro. Foram utilizadas imagens *WorldView* com resolução de 2 m por *píxel* do ano de 2014, na escala de 1:25.000 e a classificação da imagem realizada a partir da metodologia GEOBIA, na qual são criadas regras de decisão que revelam as propriedades de objetos expressas por seus atributos. O resultado da metodologia aplicada consiste na distinção de 4 grupos:

1. Áreas Naturais divididas em duas classes, Áreas Naturais Florestadas (ex: Diferentes níveis seccionais de Mata Atlântica entre outras) e Áreas Naturais Não Florestadas (ex: Cordões arenosos, afloramentos rochosos, dunas, campos de altitude, entre outras.);

2. Áreas Antrópicas correspondem a: Antrópicas Agropastoris (ex: Diferentes tipos de cultivos, áreas de pastagem, entre outras.) e Áreas Antrópicas Não Agropastoris (ex: Áreas urbanas de diferentes níveis de densidade de ocupação, áreas de mineração, solo exposto, entre outras.)

3. Áreas Especiais: Silvicultura-Silvicultura (Prioritariamente Eucalipto).

4. Áreas Não Consolidadas são áreas Antrópicas Agropastoris Não Consolidado, onde havia atividades agropastoris em 2014, mas que anteriormente (em 2008) eram ocupadas por floresta.

A partir da classificação dos Estilos fluviais, foram selecionados trechos para análise em forma planta. Através da análise de imagens do Software *GoogleEarth* foram identificadas feições deposicionais entre os anos de 2005 e 2021. Tal mapeamento nos permitiu elaborar uma análise das transformações ocorridas e dos possíveis efeitos gerados sobre os parâmetros hidrossedimentológicos nas sub-

bacias, com base nos conceitos da geomorfologia fluvial e nos estudos de casos pesquisados.

Para o mapeamento dos barramentos e seus respectivos represamentos de água foram considerados aqueles que ocorrem no fluxo ou linha de drenagem dos canais. A base cartográfica da rede de drenagem utilizada é a disponibilizada pelo IBGE com escala 1:25.000. Através da identificação visual dos espelhos d'água foi delimitada as zonas de acumulação de água em que ocorre e verificado a existência de barreira física transversal ao leito do rio. O tamanho dos reservatórios foi obtido pela quantificação das áreas dos espelhos d'água em km². A identificação e caracterização dos elementos acima foram realizadas a partir do mapeamento de detalhe na escala de 1:5.000 em imagens do sensor 2 do ano de 2014 com resolução de 2m. Todas as etapas digitais de pré-processamento da imagem foram executadas pelo Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais da UFRJ, que disponibilizou a imagem.

A relação entre a localização dos barramentos e os terrenos sujeitos a inundação foi estabelecida considerando o comprimento médio dos canais onde ocorrem barramentos. Através do software Arcgis 10, utilizou-se a ferramenta buffer visando aumentar em 1 km área de abrangência dos terrenos sujeitos a inundação e a ferramenta *selection by location* para identificar quais barramentos estavam a até 1 km dos trechos inundáveis.

Dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) foram utilizados para relacionar o tamanho das propriedades e a distribuição dos bloqueios. A classificação das propriedades segue as diretrizes estabelecidas pela EMBRAPA (2012), definindo os módulos fiscais para minifúndios, pequenas propriedades, médias propriedades e grandes propriedades, e a dimensão de um módulo fiscal nos municípios de abrangência das duas sub-bacias.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Classificação dos Estilos Fluviais

As sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim, pertencentes ao sistema da bacia do rio Macaé, sintetizam as características gerais das formas e processos geomorfológicos presentes no domínio colinoso. Apresentam relevos de baixas declividade e altimetria, densa rede de drenagem com baixa sinuosidade, sendo compostas predominantemente por canais de primeira ordem localizados em vales entulhados, resultado de eventos de regressão marinha e denudação das colinas (MARTIN et al. 1993).

A identificação e o mapeamento da rede de drenagem nestas sub-bacias têm um grau de dificuldade elevado devido às características predominantes de relevo baixo, associado pelo entulhamento de sedimentos em seu vale, sendo importante realizá-los em imagens com boa resolução espacial. O mapa de declividade foi uma importante ferramenta na classificação dos canais, uma vez que os processos de escoamento são diretamente influenciados pelo grau de declividade, conectando ou não as encostas aos canais. As áreas com declividade do relevo superior a 75% estão localizadas apenas no alto curso da sub-bacia do córrego das Aduelas, e representam as cabeceiras do canal principal e de dois de seus tributários (Figura 9).

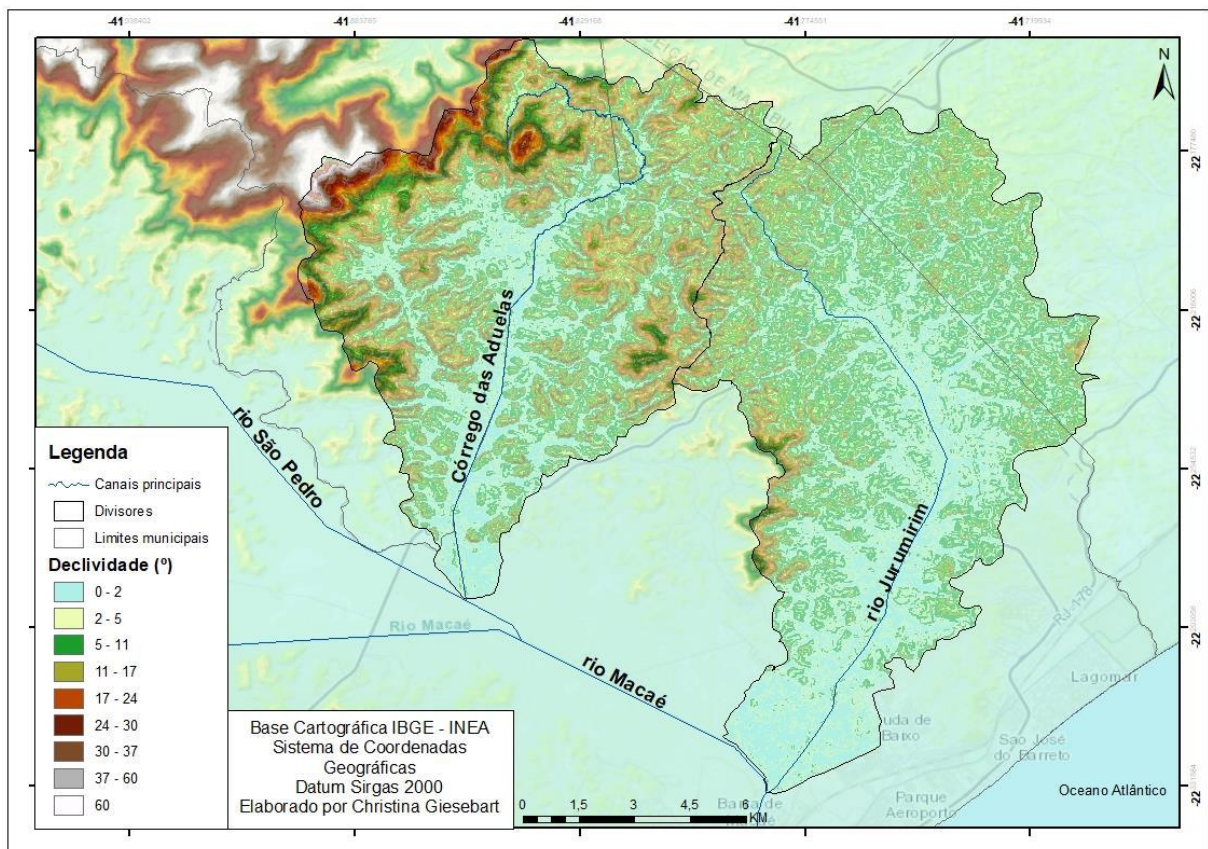
Na área das duas sub-bacias, Aduelas e Jurumirim, são predominantes as classes baixas de declividade do relevo, variando de 3 a 20%, representando pouco mais de 50% do total da área, conforme observado na figura 9 e na tabela 3. De oeste para leste, conforme se aproxima da planície costeira do norte fluminense, a suavidade do relevo aumenta fazendo com que a velocidade do escoamento superficial seja baixa. Em condições de cobertura vegetal preservada, a suavidade do relevo favoreceria os processos de infiltração e deposição.

Tabela 3 – Relação percentual entre as classes de declividade do relevo e a forma de relevo nas sub-bacias do córrego das Aduelas e rio Jurumirim.

Classes de declividade de relevo (%)	Classes de declividade de relevo (°)	Relevo	Áreas em km ²	%
0 – 3	0 – 2°	Plano	0,35	0,16
3 – 8	2 – 5°	Suave	45,87	21,84
8 – 20	5 - 11°	Ondulado	64,34	30,63
20 – 45	11 – 24°	Forte Ondulado	69,67	33,17
45 – 75	24 – 37°	Montanhoso	28,33	13,49
75	>37°	Escarpado	0,63	0,3

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 9 – Mapa de Declividade do relevo em (°) nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.

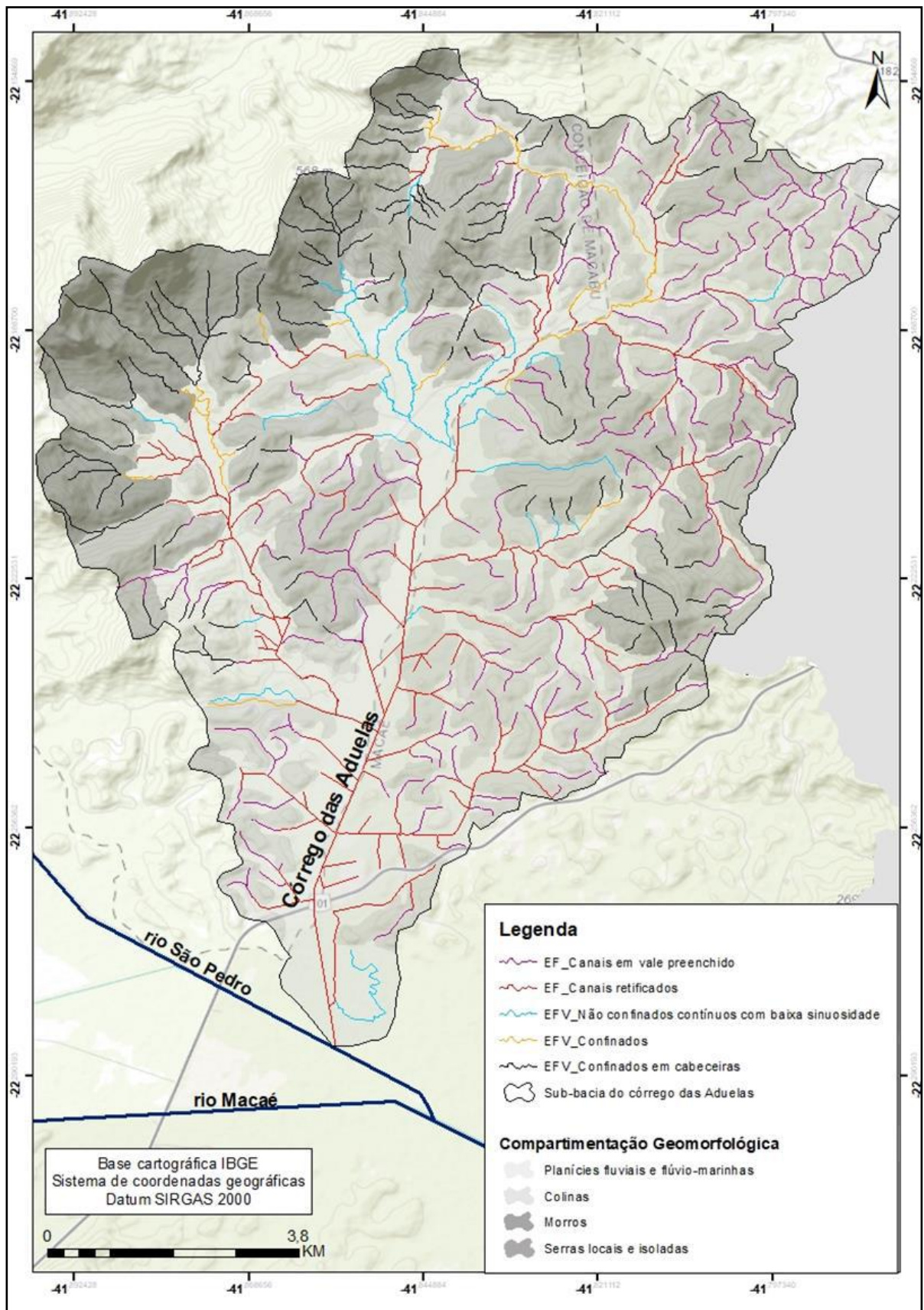


Fonte: Elaborado pela autora.

As características e o comportamento dos canais da área de estudo foram determinados a partir da metodologia dos Estilos Fluviais (BRIERLEY e FRYIRS, 2005), utilizando controladores regionais e locais. Foram analisados o grau de confinamento, a compartimentação geomorfológica, a declividade do relevo e o índice de sinuosidade. As sub-bacias estão localizadas em superfícies de aplainamento com uma rede densa de drenagem composta por canais estreitos, os quais possuem baixa capacidade de retrabalhar a planície de inundação. A dificuldade de ajustes nesses canais é agravada pela intensa retificação e demais intervenções. Dessa forma é característica desses canais não apresentar muitas variações nas feições geomorfológicas. A planície de inundação é a principal unidade geomorfológica para a determinação do comportamento dos canais, apresentando 3 formas de interação com canais, os canais em vales preenchidos, os canais retificados/retilíneos e os canais lateralmente não confinados.

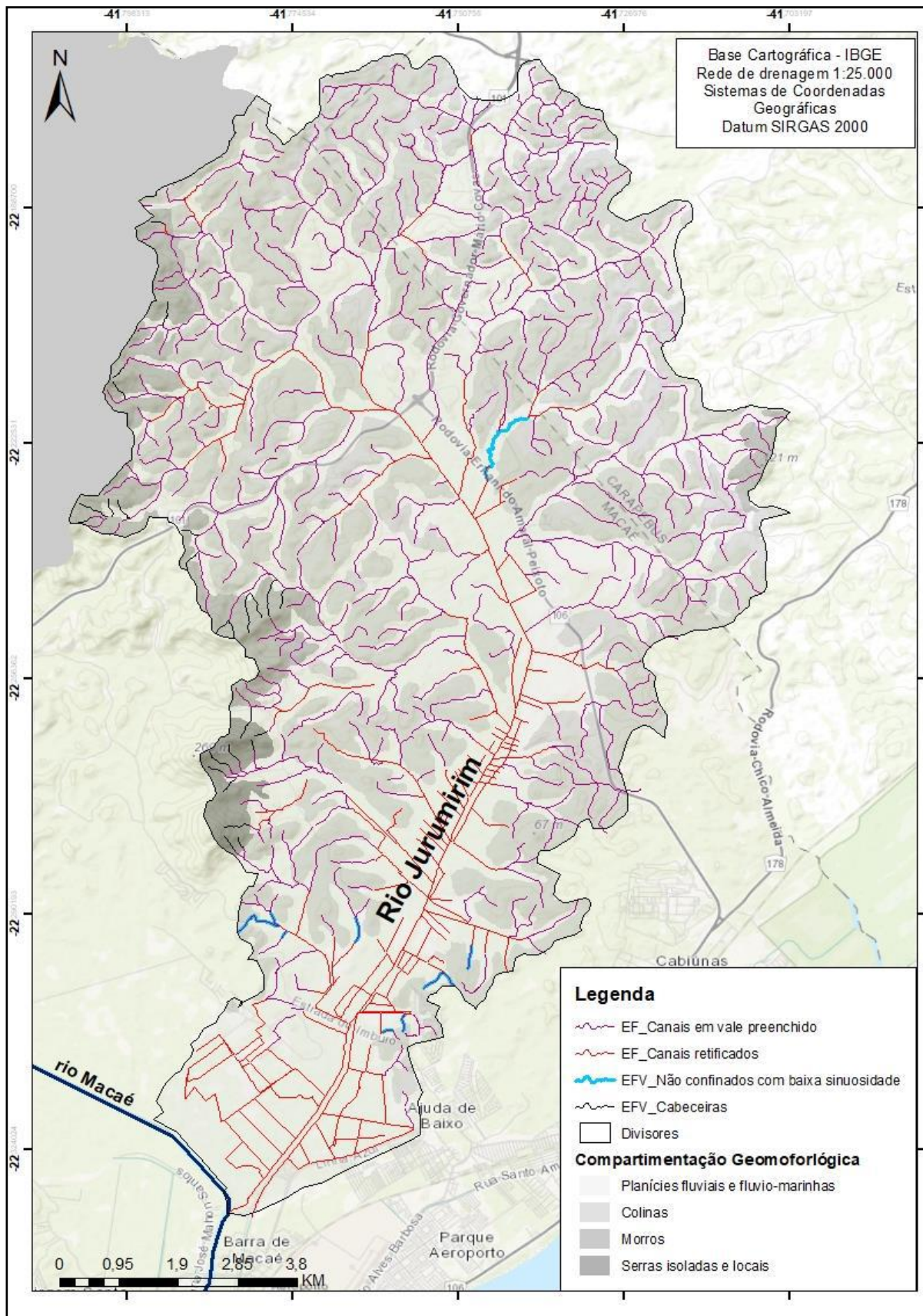
A caracterização geomorfológica realizada possibilitou identificar 5 estilos fluviais na rede de drenagem da área de estudo: EFV- Confinado de cabeceira; EFV- Confinado; EFV- não confinado contínuo com baixa sinuosidade, EF – Retilizado e EF – Canal em Vale Preenchido variando em ocorrência por causa da influência da compartimentação geomorfológica de cada uma das sub-bacias. A sub-bacia do córrego das Aduelas apresenta uma serra escarpada no seu alto curso e apresenta os 5 estilos fluviais identificados (figura 10), enquanto na sub-bacia do rio Jurumirim o alto curso está inserido no domínio colinoso e a rede de drenagem apresenta 4 estilos fluviais (figura 11): EFV – Confinado de cabeceira, EFV- não confinado com baixa sinuosidade, EF – Retilizado e EF – Canal em vale preenchido. As características de cada estilo fluvial identificado na área de estudo são apresentadas na tabela 4.

Figura 10 – Estilos Fluviais na sub-bacia do córrego das Aduelas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 11 – Estilos Fluviais na sub-bacia do rio Jurumirim.



Fonte: Elaborado pela autora.

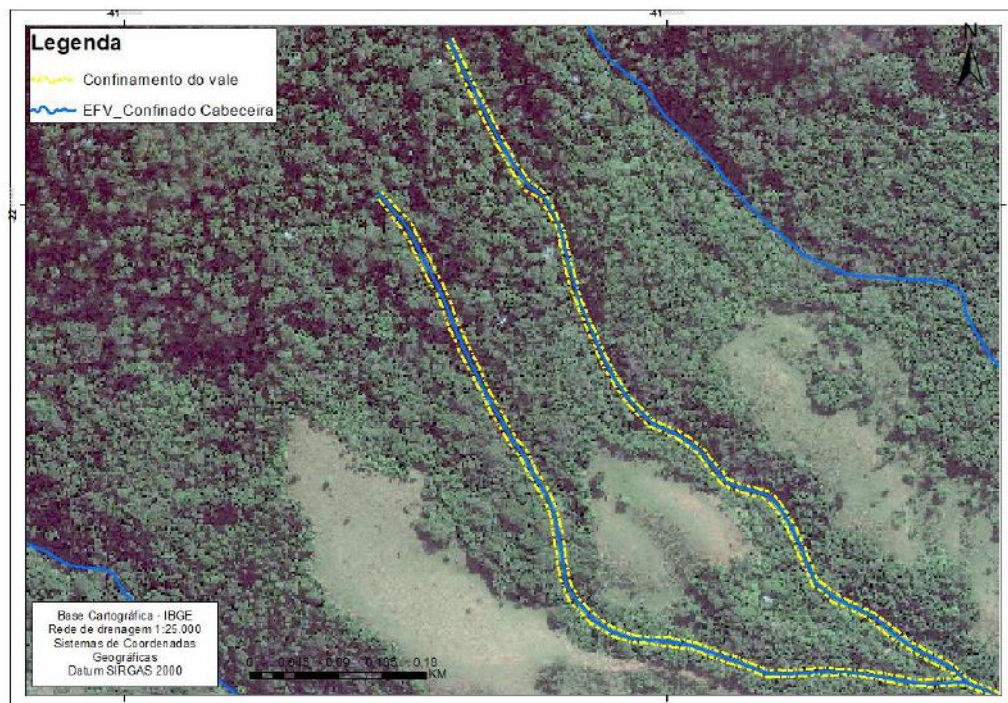
Tabela 4 – Atributos dos Estilos Fluviais.

Estilo Fluvial	Tipo de Vale	Nº de trechos	Extensão (Total em km)	Compartimentação Geomorfológica	Declividade do relevo	Forma em Planta	Unidades Geomorfológicas	Material do leito	Comportamento
Vale Confinado, Cabeceira	Confinado	142	122	Serras Escarpadas e Serras Isoladas e Morros e Colinas	Montanhoso a Ondulado	N. A	Área de cabeceira sem planície, degraus rochosos e blocos rochosos	Leito rochoso, matacões, cascalho. Seixos e areia	Baixa capacidade de ajuste lateral, forte conectividade as encostas adjacentes, elevada estabilidade devido ao leito rochoso e elevado poder de transporte e de produção de sedimentos
Vale confinado	Confinado	24	17	Serras Locais, Morros	Ondulado	Canal único, sinuoso, propenso a pouco ajustes laterais	Planícies ocasionais eventualmente relacionadas a zona de confluência com tributários, zona inundável e pedimento	Leito rochoso e arenoso	Baixa capacidade de ajuste lateral, boa conectividade com as encostas. Presença de amplos alvéolos fluviais. Feições localizadas em a planície de inundação possuem baixa capacidade de ajuste lateral, transferência, produção e acúmulo de sedimentos.
Vale não confinado, contínuo, baixa sinuosidade	Lateralmente não confinado	21	16	Planície Flúvio – marinha	Plano	Canal contínuo, baixa sinuosidade, lateralmente instável	Planície de inundação contínua	Areia	Baixa conectividade com as encostas adjacentes, alto grau de liberdade lateral, elevado potencial de acúmulo de sedimentos. Feições do canal são retrabalhadas frequentemente pelo fluxo.
Canal em vale preenchido	Lateralmente não confinado	865	246	Colinas e Planície Flúvio – marinha	Plano	Canal descontínuo ou ausente	Áreas alagadas e pântanos	Areia, Argila e Silte	Amplos fundos de vale possibilitam a dissipação do fluxo d'água e de sedimentos. Recorrentemente os cortes de estrada ou barramentos a montante propiciam o acúmulo de materiais suspensos.
Retilinizado	Confinado Antrópico	772	279	Planície Flúvio – marinha	Plano	Canal único, retilíneo, estabilidade imposta artificialmente	Planície contínua, barras de pontal, terraços fluviais e lençóis arenosos	Areia	Baixa conectividade com as encostas adjacentes, elevado potencial de acúmulo de sedimentos.

Fonte: Elaborado pela autora.

O **Estilo Fluvial Vale Confinado Cabeceira** é encontrado em ambas as sub-bacias, nas áreas de nascentes. Compreende os trechos de canais com ausência de planície de inundação, possui um alto controle estrutural e conectividade com as encostas. Quando os canais deste estilo fluvial estão situados nas serras locais e isoladas possuem maior declividade (acima de 45%), sendo controlados pelo substrato rochoso e apresentam gradiente de canais e a relação de relevo elevados. São as áreas com maior presença de florestas remanescentes da Mata Atlântica. Os canais EFV - Confinados Cabeceira localizados no médio e baixo curso de ambas as bacias, nas áreas de Morros e colinas, possuem gradiente baixo no perfil longitudinal e na declividade e geralmente apresentam remanescentes de Mata Atlântica. Esse tipo de canal não possui capacidade ajuste lateral (figura 12).

Figura 12 – Estilo Fluvial Vale Confinado Cabeceira - Localize-se no alto curso da sub-bacias do córrego das Aduelas. O controle rochoso resulta na baixa capacidade de ajuste lateral e elevada estabilidade.

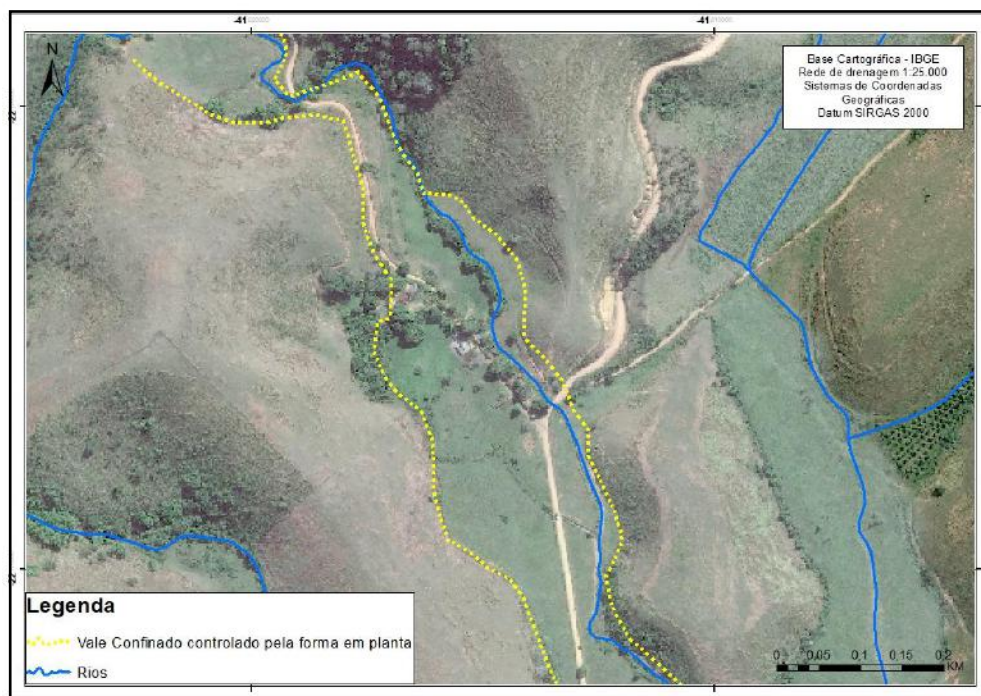


Fonte: Elaborado pela autora.

O **Estilo Fluvial Vale Confinado** pode apresentar planícies ocasionais ou ser controlado pela forma em planta. Trechos Estilo Fluvial Vale Confinado com planícies ocasionais estão inseridos no relevo de Serras locais e isoladas. O ajuste lateral nesse estilo fluvial é consideravelmente maior, se comparado ao EFV - Confinado Cabeceira

e é possível verificar a formação de alvéolos nos trechos de confluência, áreas onde se formam a maioria das planícies identificadas. Quando controlado pela forma em planta os por trechos no domínio de Morros e Colinas com vales de largura moderada onde há ocorrência de planícies de inundação descontínuas e assimétricas em ambas as margens e baixa declividade, ocupadas por áreas de pastos e agricultura. Observam-se trechos onde os canais estão encaixados diretamente na encosta adjacente a uma das margens do fundo de vale, sendo possivelmente confinados pela planície de inundação ou terraços. São caracterizados pela presença de um único canal de alta ou moderada sinuosidade e média estabilidade lateral. Ocorrem com maior frequência na sub-bacia do córrego aduelas (figura 13).

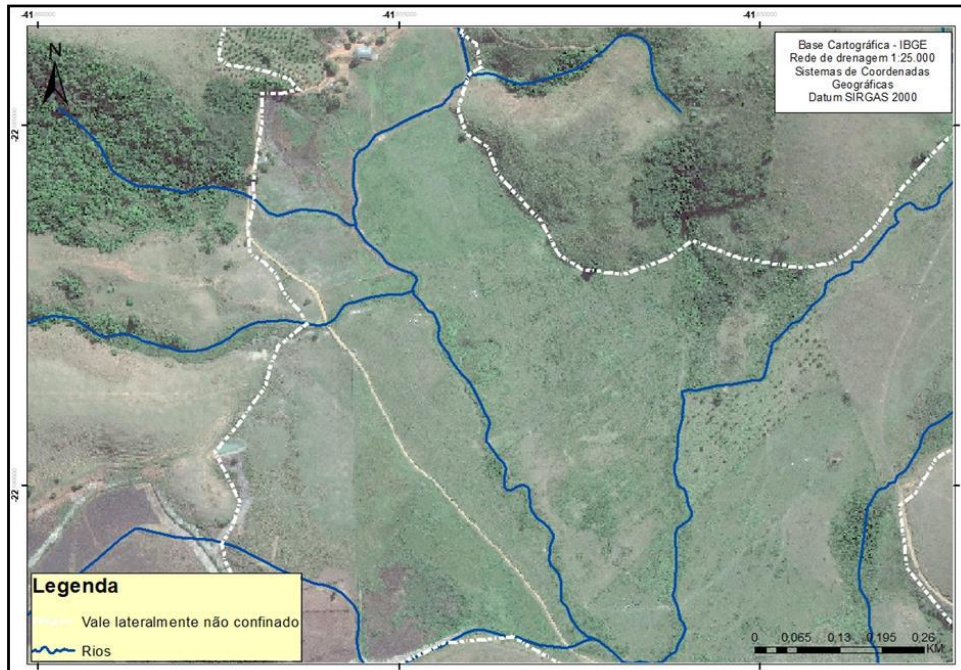
Figura 13 – Estilo Fluvial Vale Confinado.



Fonte: Elaborado pela autora.

O **Estilo Fluvial Não Confinado Contínuo Com Baixa Sinuosidade** está localizado nas partes baixas das sub-bacias, permitindo o desenvolvimento de planície de inundação contínua com baixa velocidade de fluxo. Em alguns canais com trechos desse estilo, nota-se a formação de ambientes de deposição representados por barras laterais. Esses trechos recebem carga sedimentar, com material predominantemente arenoso, dos afluentes à montante (figura 14).

Figura 14 – Estilo Fluvial Não Confinado, Contínuo, Baixa Sinuosidade. Trecho localizado na sub-bacia do córrego das Aduelas em áreas com amplas planícies com presença de gramíneas destinadas ao uso de atividades pecuárias.



Fonte: Elaborado pela autora.

O **Estilo Fluvial Canal Em Vale Preenchido** é predominante na área de estudo, sobretudo na bacia do Rio Jurumirim. Ocorrem tanto nas áreas de morros e colinas quanto nas áreas de planícies. São caracterizados pela descontinuidade dos canais, propiciando a ocorrência de zonas alagadiças, muitas dessas drenadas pela retificação de canais a jusante. São caracterizados pela deposição de materiais arenosos e argilosos.

O **Estilo Fluvial Retilinizado** tem confinamento antrópico, sendo o segundo estilo mais presente na área de estudo. A retificação dos canais teve início na década de 60 com a retilização de grande parte do trecho dos canais principais no baixo curso, tendo como objetivo de drenar a planície e assim possibilitar o aumento das atividades ligadas à agricultura e pecuária e por medidas sanitárias. Atualmente nota-se trechos de canais em vale em preenchido que também vêm sofrendo com o processo de retificação. O estilo fluvial Retilinizado apresenta canais retilíneos com leito arenoso e margens simétricas com baixa capacidade ajuste. Os trechos desse estilo localizados na planície fluvial apresentam existência de meandros abandonados.

Os estilos fluviais Canais em Vale Preenchido e Retilizado serão detalhados nas seções 6.2 e 6.3.2.

A metodologia dos Estilos Fluviais impõe desafios de levantamento de todos os parâmetros previstos quando aplicada a toda a rede de drenagem de uma bacia. Adaptações de escala de análise e de interpretação são necessárias, como no caso do grau de confinamento e da extensão do trecho analisado em canais de 1ª ordem e no canal principal, por exemplo. A escolha por um alto grau de detalhamento pode resultar em número excessivo de estilos fluviais.

6.2 Estilo Fluvial Canal em Vale Preenchido

Os canais em vale preenchido ocupam superfícies com baixa declividade ou planas ou também podem ser encontrados em vales estreitos entre morros e colinas. É característica frequente a descontinuidade dos canais, e em alguns casos pode ocorrer a formação de um lago ou açude. Não possuem capacidade de incisão do leito, portanto são áreas de deposição de sedimentos. Os sedimentos variam de lama (argila e silte) a areia, podendo haver depósitos orgânicos oriundos da vegetação pantanosa do seu entorno. A sedimentação ocorre pela dispersão de material no fundo do vale em função da perda de velocidade fluxo. Em função da formação de áreas alagadiças, ocorre a deposição vertical de carga suspensa. Eventos de inundação alteraram temporariamente as zonas de deposição, deslocando-as lateralmente formando depósitos alternados de lama e areia. A figura 15 representa a delimitação de canais em vales preenchidos na forma em planta.

Figura 15 – Estilo Fluvial Canal em vale preenchido. Trecho localizado na sub-bacia do rio Jurumirim, com ausência de canais e fundo do vale alagado.



Fonte: Elaborado pela autora.

Foram classificados como canais em vale preenchido 865 trechos de rios totalizando 246 km, comumente ocorrendo em canais de 1ª ordem. Em extensão, é o segundo estilo mais frequente nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim. Podem aparecer em áreas de planície, com ausência de declividade. Muitos trechos desse estilo de rio sofreram intervenções visando a drenagem da área. As áreas não drenadas têm a sua vegetação preservada, e nas áreas drenadas a mata atlântica foi substituída por gramíneas para formação de pasto. A figura 16 ilustra a configuração do vale e do canal em vale preenchido.

Figura 16 – Estilo Fluvial Canal em vale preenchido, localizado na sub-bacia do rio Jurumirim.



Fonte: Elaborado pela autora.

6.2.1 Caracterização de canal em vale preenchido.

Para detalhamento da caracterização de canais em vale preenchido foram escolhidos 4 pontos: 2 na sub-bacia do rio Jurumirim, identificados como ME_JU_01 e ME_JU_03; e 2 na sub-bacia do córrego das Aduelas, identificados como ME_AD_01 e ME_AD_02. Os pontos estão localizados a montante dos trechos retificados dos canais principais de ambas as sub-bacias.

1) Ponto ME_JU_01

O ponto ME_JU_01 está localizado na margem direita do rio Jurumirim ($22^{\circ}11'33''$ S e $41^{\circ}47'31''$ O). Este canal é de 2ª ordem e o fluxo do canal principal é interrompido pela estrada e por um açude localizado a montante do ponto de coleta. Apesar da estrada e do açude representarem importantes bloqueios, contribuindo para os processos de acumulação de sedimentos e material de suspensão, a baixa declividade e o comportamento dos dois afluentes são característicos de canais em vale preenchido. Há presença de vegetação por todo fundo do vale. As principais características deste canal são apresentadas na tabela 5 e na figura 17.

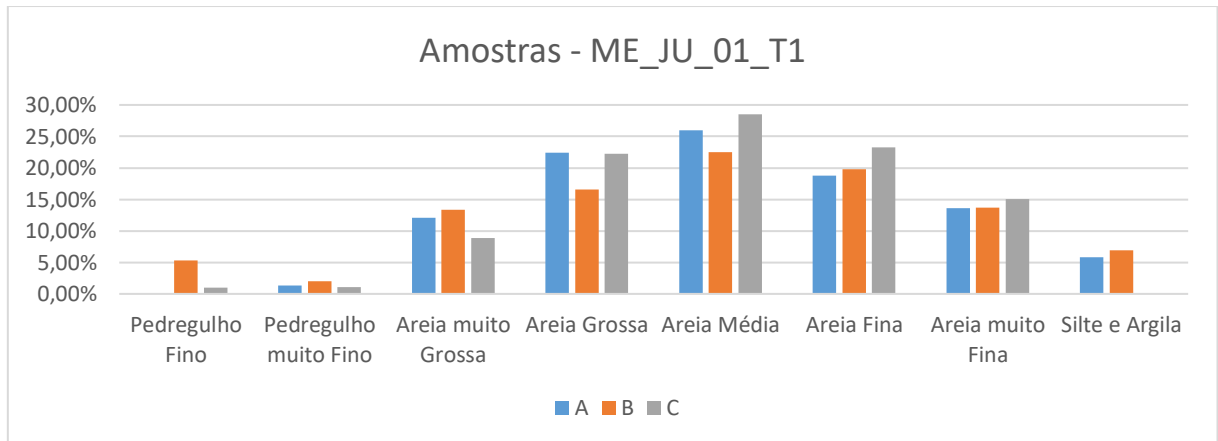
Tabela 5 – Principais características ponto - ME_JU_01.

Hierarquia	2ª ordem
Extensão total do canal (m)	1006
Sinuosidade	Baixa
Forma em planta	Planície alagada/pântano sem canal
Amplitude Altimétrica (m)	70
Capacidade de ajuste	Baixa
Zona Processual	Deposição

Fonte: Elaborado pela autora.

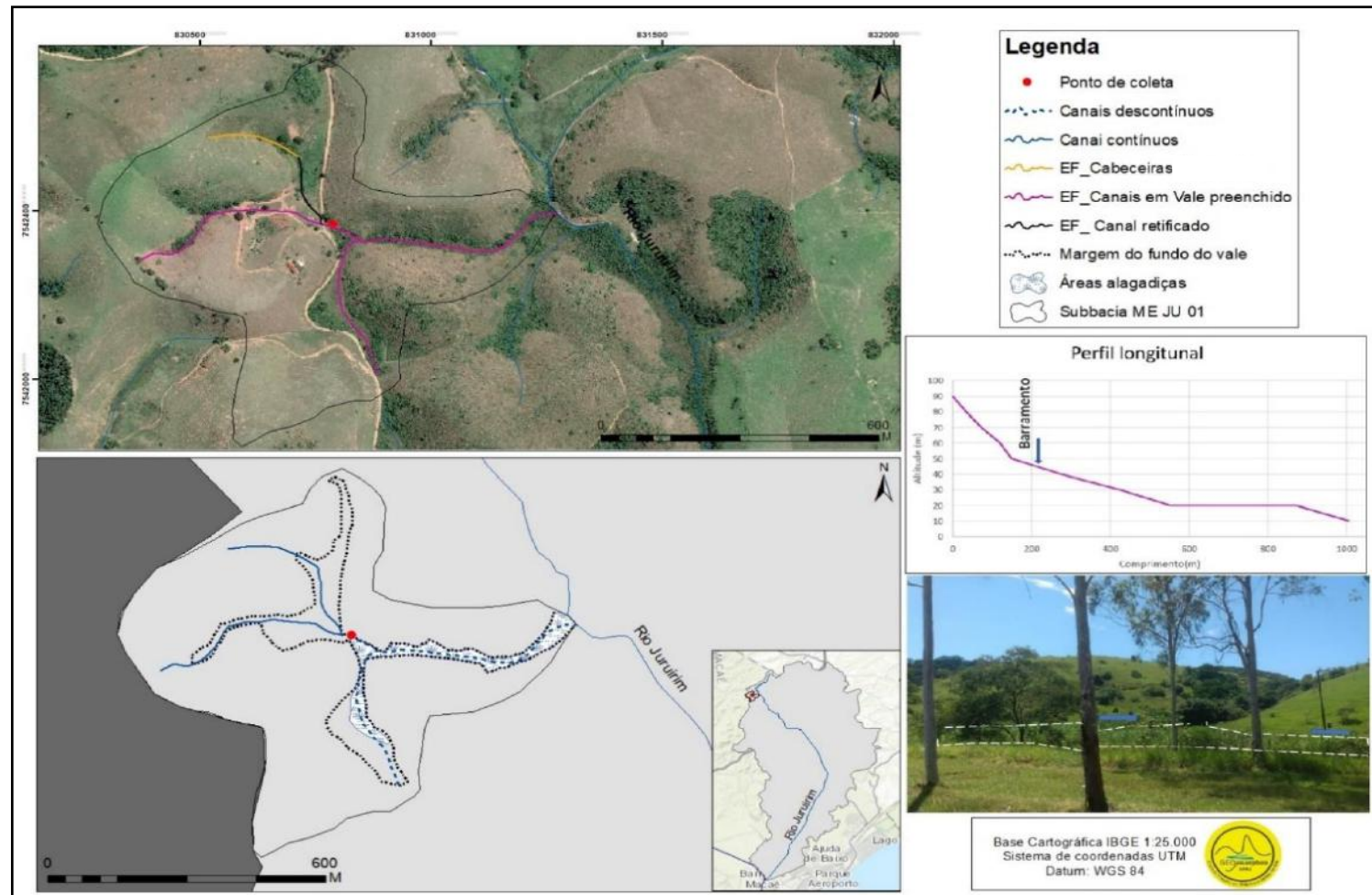
As amostras granulométricas do ME_JU_01_T1 são relativas à abertura de um perfil na margem esquerda de um canal de 2ª ordem. O perfil possui 38 centímetros de profundidade, limitado pelo contato com o lençol freático. Foi aberta em superfície que corresponde a área de canal em vale preenchido alagado. Foram identificados visualmente 3 estratos bastante homogêneos quanto a coloração, textura e granulometria, sendo predominantemente vermelho composta por areia média e fina com grande concentração de silte e argila, com alguns grânulos indicando a oxidação do material. A camada A do perfil possui representa o topo, com 10 cm de espessura, com maiores de concentrações de areia média (25,9%) e areia fina (18,77%) e uma pequena presença de argila e silte (18,97%). Na sequência à camada B possui 12 cm de espessura, com percentuais de areia média e areia fina semelhantes à camada A, se distinguindo por um pouco mais heterogênea e apresentar material mais grosseiro (7,3%). A camada C possui 16 cm se distingui das demais por apresentar quantidade muito pequena de argila e silte (0,03%). A distribuição granulométrica por camada pode ser observada no gráfico 3.

Gráfico 3 – Distribuição de sedimentos por granulometria nas camadas do perfil ME_JU_01_T1.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 17 – Estilo Fluvial Canal em vale preenchido, localizado na sub-bacia do rio Jurumirim.



Fonte: Elaborado pela autora.

.2) Ponto ME_JU_03

O canal do ponto ME_JU_03 está localizado no baixo curso, afluente pela margem direita do rio Jurumirim (22°13'29" S e 41°46'27" O). Este rio é de 3ª ordem, a confluência ocorre no local onde se inicia o trecho retificado do baixo curso do Rio Jurumirim, não apresenta leito definido, todo o fundo do vale é alagado com presença de vegetação e observa-se a ocorrência de anomalias como captura de drenagem. É paralelo a BR_101, entre o canal e a estrada é possível observar a existência de uma extensa área plana, possivelmente resultado de obras de terraplanagem para implementação da rodovia e está elevada a cerca de 1 m do fundo vale. Foram coletadas amostras de dois pontos nessa localidade, o primeiro na lateral da zona alagada (ME_JU_03_T1) e o outro a 1,5 meio de distância, na área elevada (ME_JU_03_T2). As principais características deste canal são apresentadas na tabela 6 e na figura 18.

Tabela 6 – Principais características ponto - ME_JU_03.

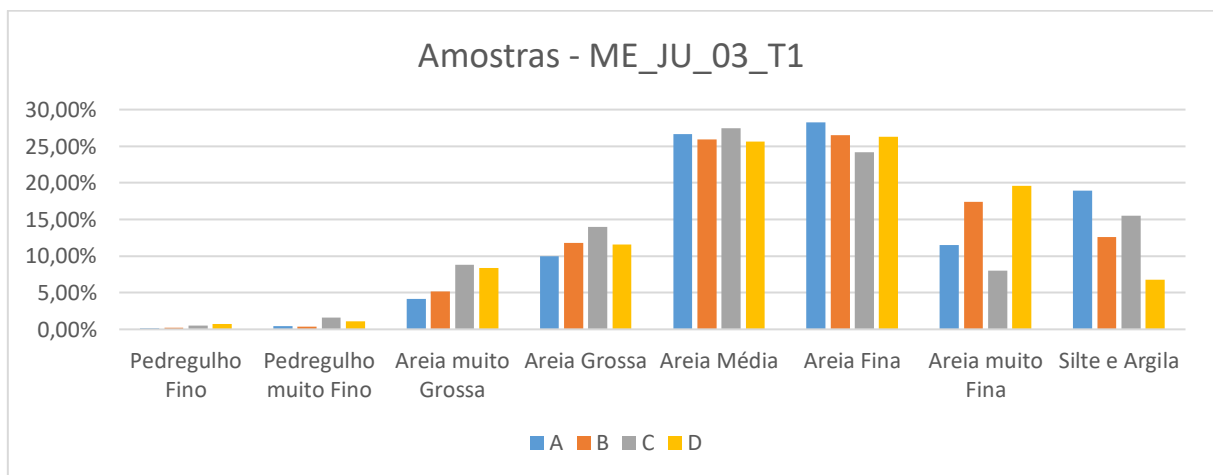
Hierarquia	3ª ordem
Extensão total do canal (m)	479
Sinuosidade	Baixa
Forma em planta	Planície alagada/pântano sem canal
Amplitude Altimétrica (m)	130
Capacidade de ajuste	Baixa
Zona Processual	Deposição

Fonte: Elaborado pela autora.

As amostras granulométricas ME_JU_03_T1 são relativas à abertura de testemunho na margem direita de canal de 3ª ordem. A trincheira aberta possui de 38 centímetros de profundidade, limitada pelo contato com o lençol freático. Foi aberta em superfície que corresponde a área de fundo de vale com canal preenchido alagado. Foram identificados visualmente 4 estratos bastante homogêneos quanto a coloração e textura, sendo predominantemente cinza-escuro, composta por areia média e fina com grande concentração de silte e argila. A coloração escura indica maior presença de matéria orgânica decomposta. A camada A do perfil possui

representa o topo, com 4 cm de espessura, com presença de matéria orgânica, mesclada de folhas e raízes. Esta camada apresenta as maiores de concentrações de areia média (27,4%), areia fina (24,16%) e argila e silte (18,97%), sendo o estrato mais distinguível visualmente deste perfil, em termos de textura e coloração. Na sequência, a camada B possui 4 cm de espessura, com percentuais semelhantes de areia média (25,91%) e areia fina (26,53%) e de areia grossa (11,81%) e argila e silte (12,62%). A camada C possui 9 cm de espessura, possui a menor quantidade de areia fina (8,02%) e a maior quantidade de areia grossa (8,78%). Por fim à camada D é a mais espessa com 21 cm, destaca-se a menor presença de argila e silte (6,78%). Ainda que não seja possível observar uma predominância de tipo de sedimentos, os percentuais muito próximos para cada tamanho de grão em cada camada indicam um mesmo padrão granulométrico no perfil. A distribuição granulométrica por camada pode ser observada no gráfico 4.

Gráfico 4 – Distribuição de sedimentos por granulometria nas camadas do perfil ME_JU_03_T1

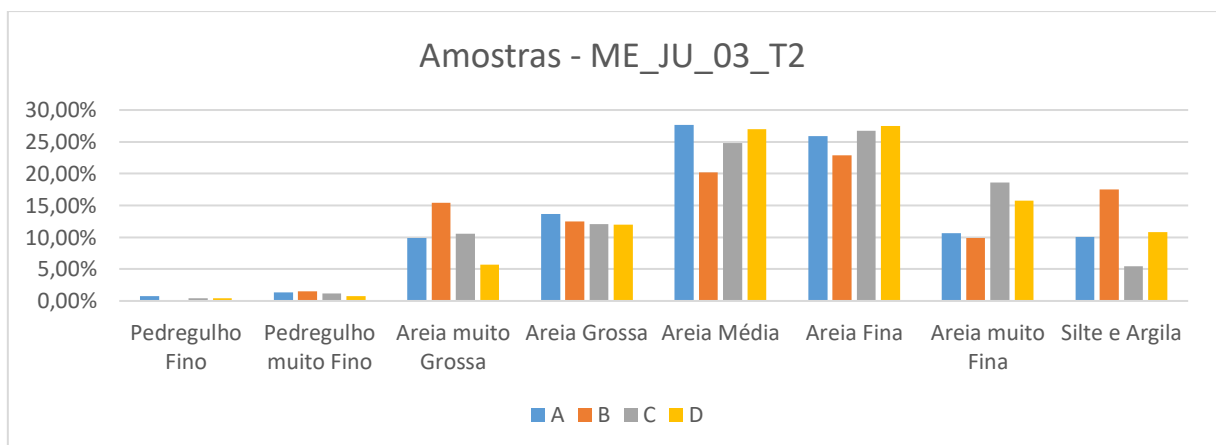


Fonte: Elaborado pela autora.

As amostras granulométricas ME_JU_03_T2 são relativas à abertura de testemunho na margem direita de canal de 3ª ordem. A trincheira aberta possui de 50 centímetros de profundidade, limitada pelo substrato rochoso. Foi aberta há 1,5 m de distância e 1 m elevado em relação à trincheira ME_JU_03_T1. O ponto de coleta das amostras ME_JU_03_T1 e ME_JU_03_T2 estão representados na figura 18 por um único ponto em razão da proximidade entre esses pontos e a escala do mapa. A área corresponde a planície de inundação. Assim como no ME_JU_03_T1 foram

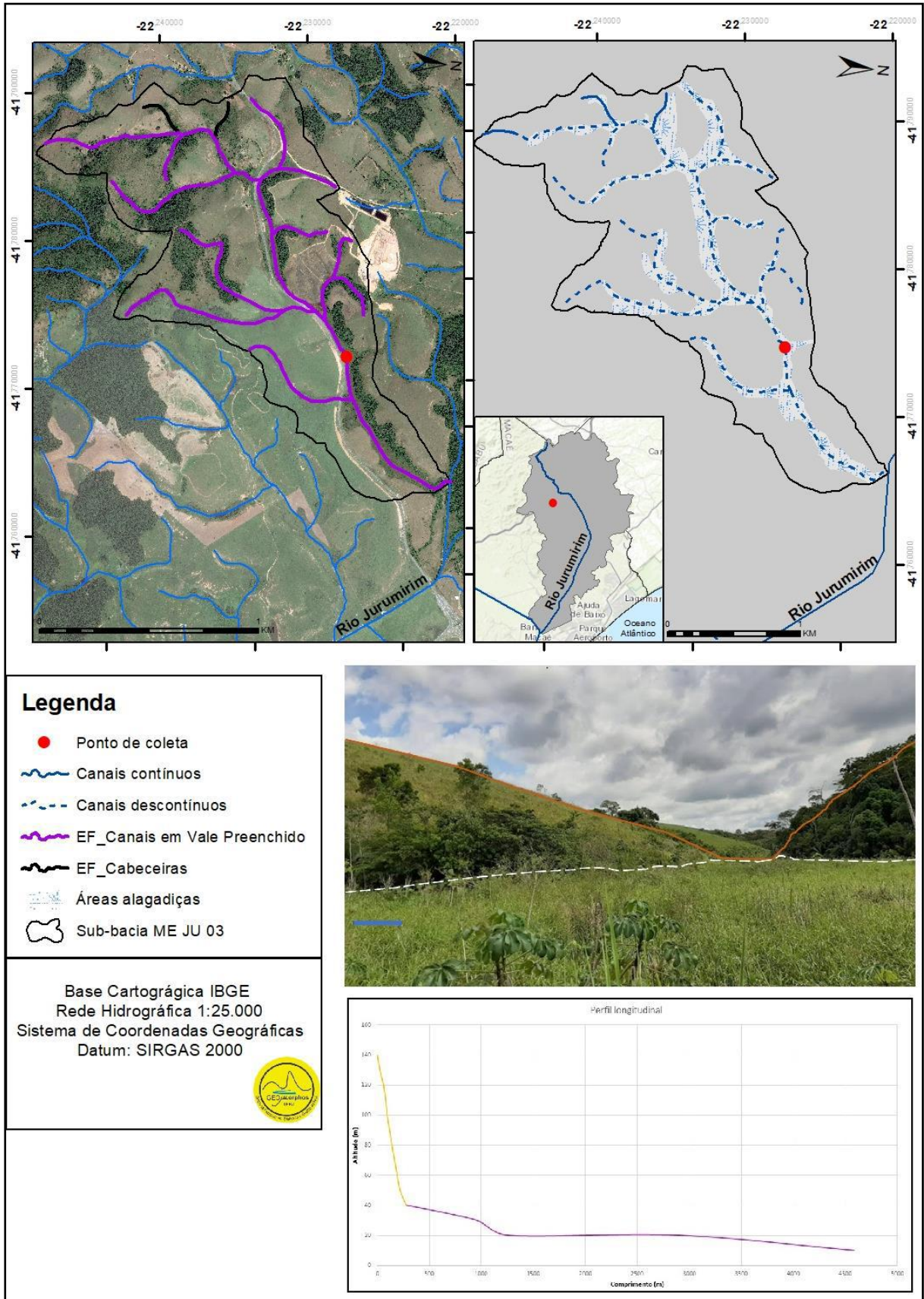
identificados 4 estratos de coloração de cinza-claro a amarelo, predominantemente composta por areia. A camada A do perfil possui representa o topo, com 6 cm de espessura, com presença de matéria orgânica, mesclada de folhas e raízes. Esta camada apresenta as maiores de concentrações de areia média (27,67%) e areia fina (25,93%). Na sequência, a camada B possui 14 cm de espessura, na qual há maior proximidade entre os percentuais dos tipos de sedimentos, a torna mais heterogênea. Possui 15,43% de areia muito grossa, 12,52% de areia grossa, 20,24% de areia média, 22,8% de areia fina e 17,55% de argila e silte. A camada C possui 16 cm de espessura, composta predominantemente de areia fina (26,77%) e areia muito fina (18,64%), apresentando a menor concentração de argila e silte (6,44%) do perfil. A última camada, D, possui 14 cm de espessura, com percentuais parecidos de areia média (27,50%) e areia (27,50%). O padrão da granulometria dos sedimentos do estrato B diferencia-se dos demais estratos, reforçando a hipótese das observações feitas em campo sobre a possível terraplanagem da área. A distribuição granulométrica por camada pode ser observada no gráfico 5.

Gráfico 5 – Distribuição de sedimentos por granulometria nas camadas do perfil ME_JU_03_T2



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 18 – Estilo Fluvial Canal em vale preenchido, localizado na sub-bacia do rio Jurumirim.



Fonte: Elaborado pela autora.

2) Ponto ME_AD_01

O ponto ME_AD_01 está localizado na margem direita do córrego das Aduelas, (22°10'46" S e 41°49'05" O). Este rio é de 1ª ordem e teve seu o fluxo interrompido pela construção de um barramento. O rio tem 2246 m de extensão e destes 1226 m são caracterizados como canais em vale preenchido. Há períodos nos quais é possível observar a delimitação do canal e da abertura de um canal artificial no lado oposto do vale, formando um canal semicircular para evitar o alagamento de todo o fundo do vale. Em razão da abertura desse canal artificial, é possível observar a presença do canal preenchido em toda a borda do fundo do vale, com presença de vegetação. O centro do fundo do vale é utilizado como pastagem. As principais características deste canal são apresentadas na tabela 7 e figura 19.

Tabela 7 – Principais características ponto - ME_AD_01.

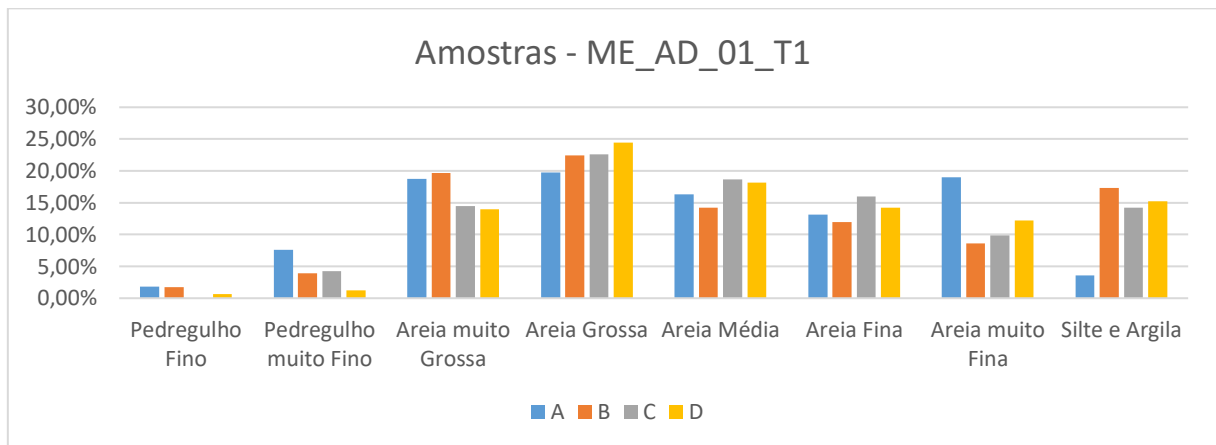
Hierarquia	1ª ordem
Extensão total do canal (m)	244
Sinuosidade	Baixa
Forma em planta	Fundo de vale sem canal definido com presença de vegetação na zona de acumulação de água.
Amplitude Altimétrica (m)	60
Capacidade de ajuste	Baixa
Zona Processual	Deposição

Fonte: Elaborado pela autora.

As amostras ME_AD_01_T1 são relativas à abertura de perfil na margem direita de canal de 1ª ordem. A trincheira aberta possui de 46 centímetros de profundidade, limitada pelo contato com lençol freático. Foram identificados 4 estratos, sendo as duas camadas superiores mais heterogêneas, com coloração de cinza-claro a laranja, e as duas camadas inferiores de cinza a cinza-escuro, apresentado percentuais relevantes de sedimentos mais grosseiros. A camada A do perfil possui representa o topo, com 6 cm de espessura, com presença de matéria orgânica, mesclada de folhas e raízes. Apresenta percentuais similares de areia muito grossa (18,79%), areia grossa (19,72%) e areia muito fina (19,02%). Na sequência à camada B possui 5 cm

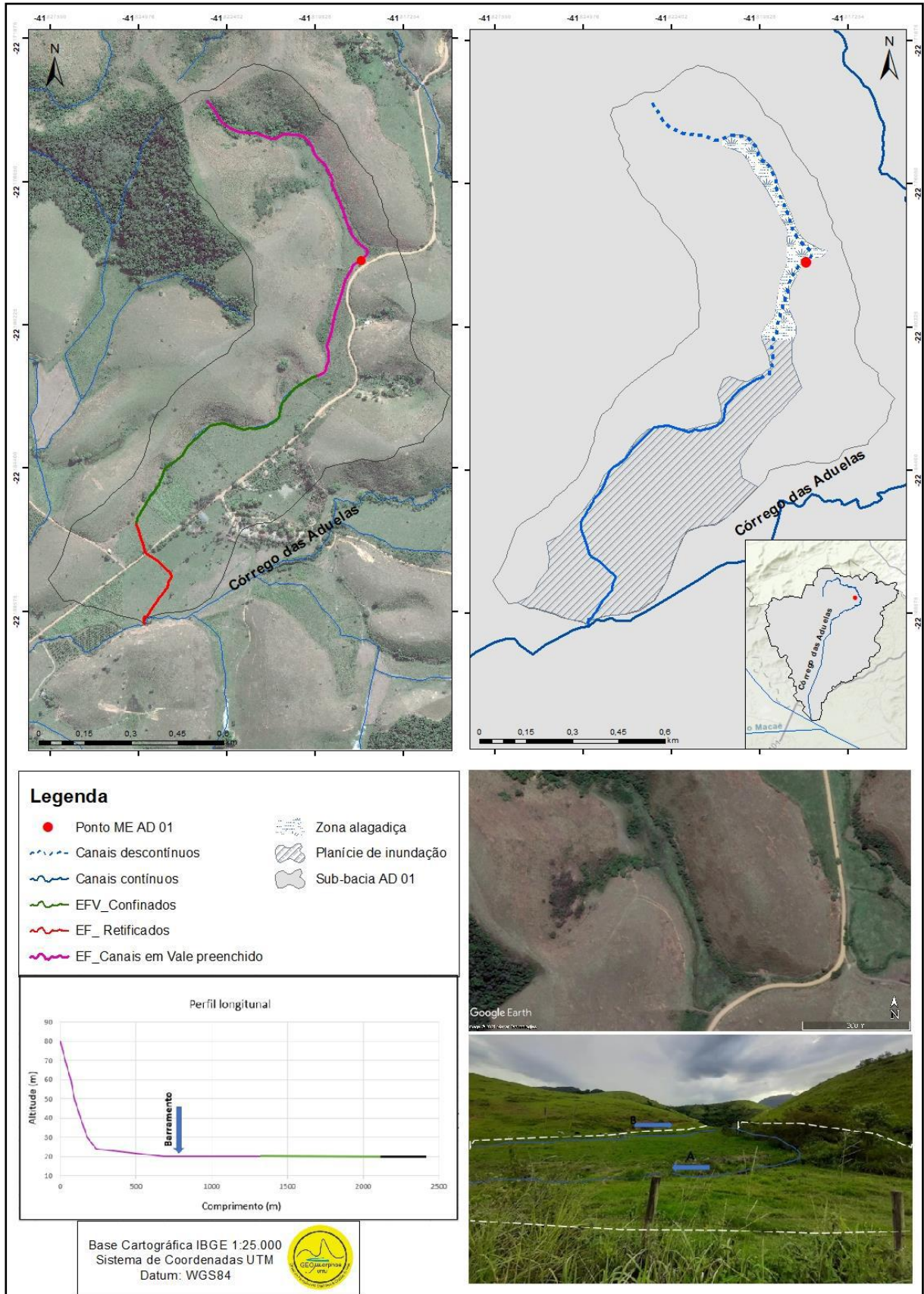
de espessura, na qual há maior proximidade entre os percentuais dos tipos de areia muito grossa (19,67%), areia grossa (22,43%) e argila e silte (17,35%). A camada C possui 4 cm de espessura, composta predominantemente de areia grossa (26,77%) e areia média (18,68%) e areia fina (15,98%). A última camada, D, possui 31 cm de espessura, com percentuais similares de areia grossa (24,43%), areia média (18,17%) e argila e silte (15,19%). A distribuição granulométrica por camada pode ser observada no gráfico 6.

Gráfico 6 – Distribuição de sedimentos por granulometria nas camadas do perfil ME_AD_01_T1.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 19 – Estilo Fluvial Canal em Vale Preenchido, ponto ME_AD_01. Sub-bacia do córrego das Aduelas.



Fonte: Elaborado pela autora.

3) Ponto ME_AD_02

O ponto ME_AD_02 está localizado na margem direita de um afluente do córrego das Aduelas (22°11'32" S e 41°50'08" O). Este rio é de 1ª ordem, está integralmente localizado dentro de uma propriedade de veraneio. Teve seu o fluxo interrompido pela construção de 5 bloqueios para formação de reservatório de água. O primeiro barramento foi instalado junto a encosta para captura de água para abastecimento doméstico. Os demais barramentos resultaram em reservatórios utilizados para piscicultura e como área de lazer. O trecho entre o último barramento e a confluência teve a sua área modificada pela construção de um acesso terrestre a propriedade e pela estrada principal. Neste trecho o fundo do vale assume uma forma semelhante a um reservatório, porém sem o armazenamento de água. As principais características deste canal são apresentadas na tabela 8 e na figura 20

Tabela 8 – Principais características ponto - ME_AD_02.

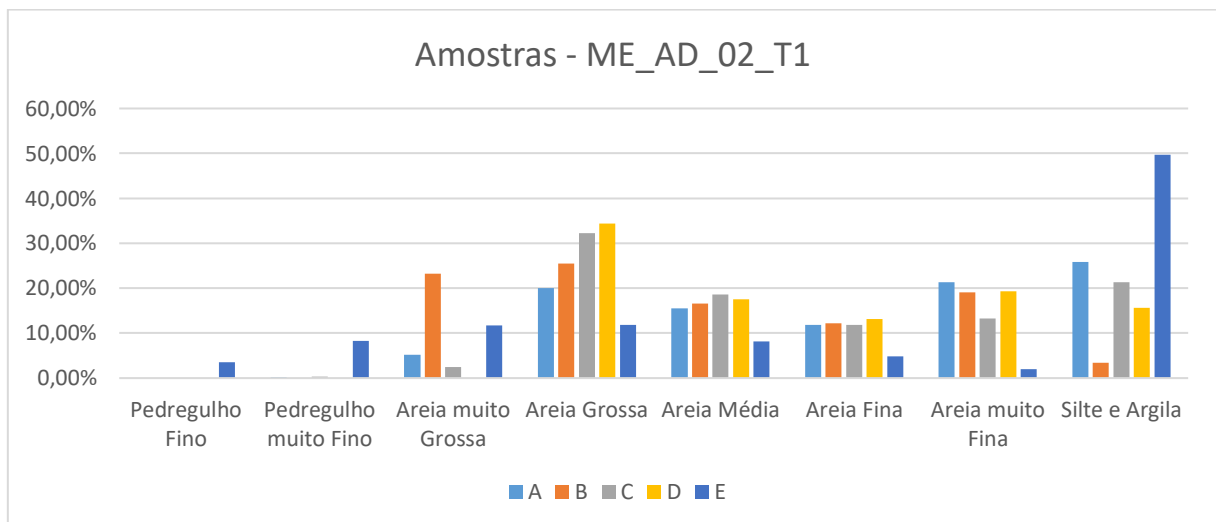
Hierarquia	1ª ordem
Extensão total do canal (m)	526
Sinuosidade	Baixa
Forma em planta	Planície alagada/pântano sem canal
Amplitude Altimétrica (m)	30
Capacidade de ajuste	Baixa
Zona Processual	Deposição

Fonte: Elaborado pela autora.

As amostras ME_AD_02_T1 são relativas à abertura de perfil na margem direita de canal de 1ª ordem. A trincheira aberta possui de 35 centímetros de profundidade, limitada pelo contato com lençol freático. Foram identificados 5 estratos, com coloração vermelha e pequenas colunas de cinza-claro. A camada A do perfil possui, com 8 cm de espessura bastante compactada com presença de raízes curtas no topo da camada. Apresenta altos percentuais de areia muito fina (21,37%) e silte e argila (25,88%). Na sequência, a camada B apresenta fibras vegetais e fragmentos de carvão. Os grânulos correspondem a predominantemente a areia muito grossa (23,29%) e areia grossa (25,50%). A camada C possui 7 cm de espessura, apresenta

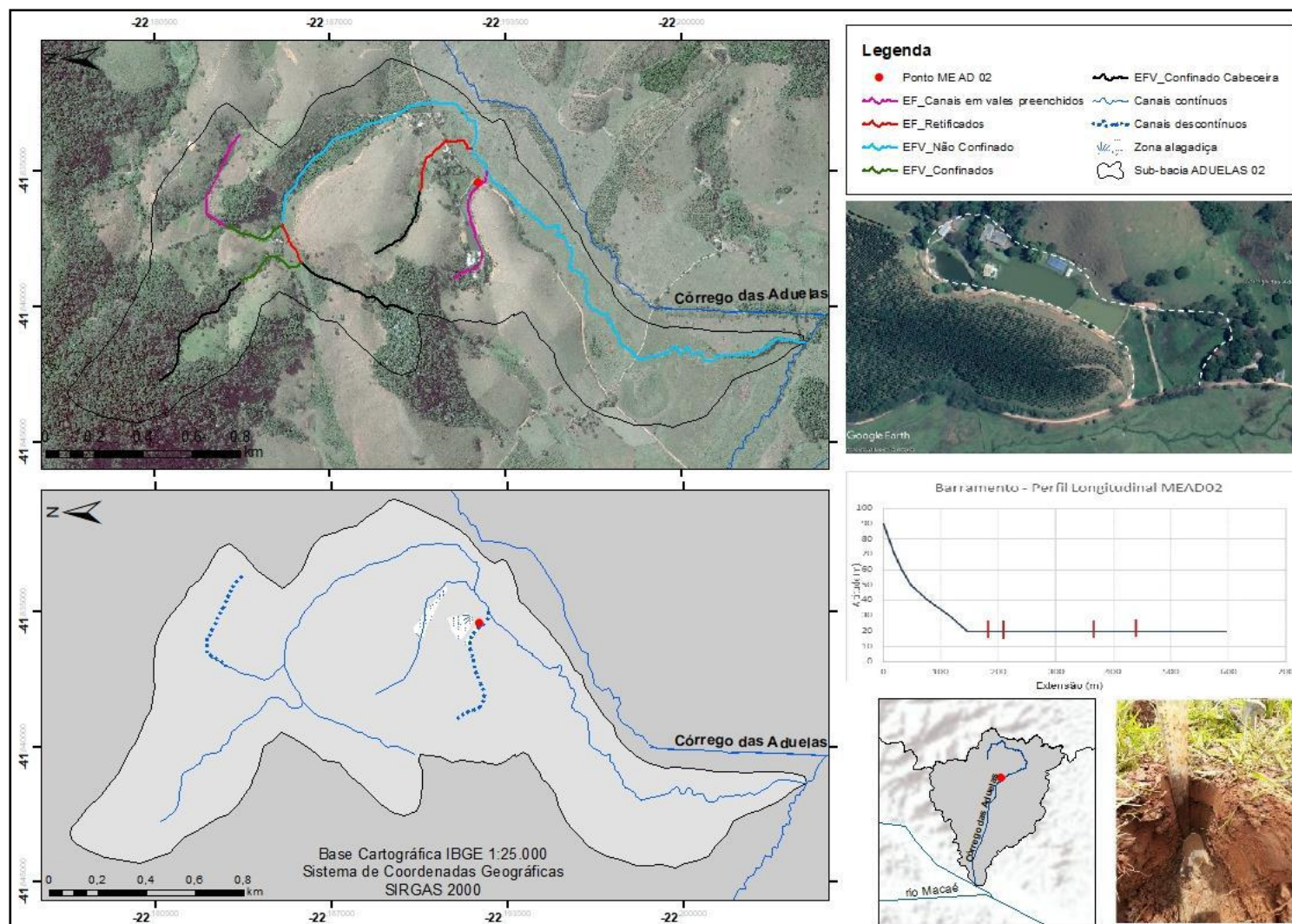
expressiva presença de areia grossa (32,26%), níveis similares de areia fina (11,80%) e areia muito fina (13,32%). A camada, D, possui 8 cm de espessura, assemelha-se a camada C no teor de areia grossa (34,37%), porém é mais heterogênea, pois apresenta percentuais mais próximos de areia média (17,57%), areia fina (13,09%), areia fina (19,30%) e silte e argila (15,67%). A camada (E) possui 6 cm de espessura, composta por 49,76% de silte e argila, apresenta percentuais similares de concentração de areia muito grossa (11,68%) e areia grossa (11,81). A distribuição granulométrica por camada pode ser observada no gráfico 7.

Gráfico 7 – Distribuição de sedimentos por granulometria nas camadas do perfil ME_AD_02_T1.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 20 – Estilo Fluvial Canal em Vale Preenchido, ponto ME_AD_02. Sub-bacia do córrego das Aduelas.



Fonte: Elaborado pela autora.

A caracterização dos depósitos presentes nos canais em vale preenchido evidenciou dois ambientes deposicionais: sedimentação no vale preenchido, podendo ocorrer desde a nascente do rio, ocupando todo o fundo do vale e a sedimentação de planícies fluviais laterais aos canais preenchidos. As amostras dos pontos perfis ME_JU_01_T1, ME_JU_03_T1 e ME_AD_02_T1 correspondem à sedimentação em canais em vale preenchidos e todas as camadas são constituídas predominantemente de argila e areia fina com porções menores de areias e grânulos. As amostras dos pontos ME_JU_03_T2 e ME_AD_01_T1 correspondem a sedimentação de planícies fluviais laterais aos canais preenchidos e as camadas dos perfis apresentam menores quantidades de argila e maiores porções de areia média e grossa. A diferença entre as amostras e ambientes de sedimentação pode estar relacionada a um período de incisão do fundo do vale e ao desenvolvimento da vegetação de macrófitas, que diminui a velocidade do escoamento e cria ambientes alagados favorecendo a deposição de sedimentos finos. A composição arenosa com presença de grânulos nos pontos ME_JU_03_T2 e ME_AD_01_T1 indica a influência de processos erosivos nas encostas adjacentes transportando sedimentos mais grosseiros para estes ambientes, durante eventos de chuvas de maior intensidade. As interpretações dos depósitos sedimentares e a co-relação com as atividades antrópicas podem ser enriquecidas com a datação dos depósitos e com estudos palinológicos.

6.3 INTERFERÊNCIAS ANTRÓPICAS

Segundo Knighton (1984), há dois tipos de mudanças realizadas em rios induzidas pelo homem. As interferências indiretas referem-se a desmatamentos de encostas e/ou áreas adjacentes para ocupação ou plantação de monoculturas. A implementação dessas atividades retirou a mata nativa e deixaram o solo exposto, alterando a capacidade de retenção de sedimentos. As atividades com interferências diretas na produção de sedimentos aos canais fluviais referem-se às que mudam diretamente a dinâmica dos processos fluviais, tais como retificação e barragens. Essas atividades antrópicas diretas e indiretas podem alterar a dinâmica dos processos fluviais, espacialmente e temporalmente.

A análise do histórico das atividades econômicas na região busca identificar as interferências diretas e indiretas na produção, armazenamento e/ou distribuição de sedimentos nos canais fluviais. Decorrente das ações de ocupação territorial tem-se como consequência o desmatamento, degradação dos solos e alterações da rede de drenagem nas bacias hidrográficas da região norte fluminense. A partir de 1950 e 1960 foram feitas grandes intervenções através do Departamento de Obras e Saneamento (DNOS) atuando na retificação de diversos canais visando drenar as superfícies para ampliação de áreas para cultivo, controle de inundações, eliminação da procriação dos mosquitos transmissores da malária e da febre-amarela e facilitar/expandir a irrigação da cana-de-açúcar e pastagem (TOTTI; PEDROSA, 2006).

Diversos autores (MELLO e VOGEL, 2004; CARNEIRO, 2004; SOFIATTI, 2005; LEITE, 2013) apontam outras intervenções realizadas com a mesma finalidade das atividades do DNOS. Essas intervenções foram: dragagem dos leitos dos rios, riachos e córregos; drenagem subterrânea dos alagadiços; construção de polders, diques, pontes e viadutos. As alterações nos canais resultaram na mudança da dinâmica fluvial local, modificando o comportamento das vazões e da carga de sedimentos. Dessas intervenções surgiram novas demandas de gestão dos corpos hídricos, em função do constante assoreamento dos canais e da diminuição da disponibilidade de recursos hídricos, principalmente nos períodos de seca.

Frente a esse novo contexto hídrico, Carneiro (2004) destaca:

“Os proprietários rurais e as usinas, carentes de água para a irrigação e para a operação das unidades fabris, buscam elevar o nível d’água

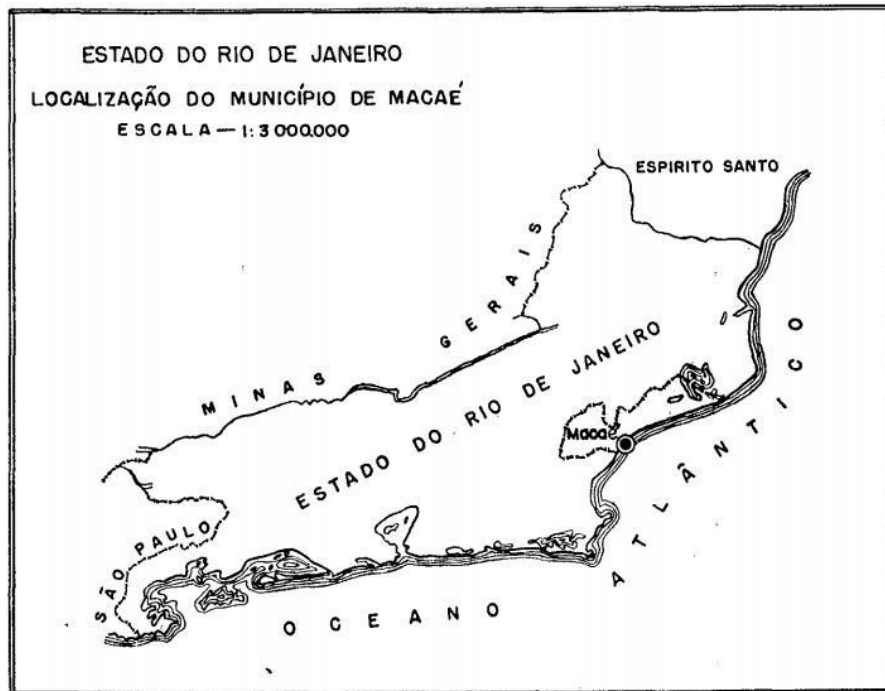
dos canais, construindo pequenas barragens. Essas barreiras interceptam o já pequeno fluxo de água, prejudicando todos os outros usuários localizados a jusante. Tais soluções individuais disseminam os conflitos por água por praticamente toda a região drenada pelos canais.” (CARNEIRO,2004)

6.3.1 Atividades econômicas e mudanças no uso e cobertura da terra

Para compreender a dinâmica de ocupação e de uso e cobertura da terra através do levantamento bibliográfico é necessário elucidar questões sobre a divisão territorial do norte fluminense. A primeira divisão territorial, no século XVI, correspondia a Capitania de São Tomé e se estendia entre as cidades atuais de Itapemirim (Espírito Santo) e Macaé (Rio de Janeiro). No século XIX o município de Macaé é criado, e seus limites se estendem entre a lagoa feia e o rio Macaé (figura 21). As terras eram divididas e caracterizadas por seus aspectos físicos: rios, lagoas e brejos e em terras de lavouras e campinas. Alterações na divisão territorial de Macaé ocorreram na segunda metade do século XX, com a emancipação dos distritos de Macabu (hoje Conceição de Macabu) em 1952, Quissamã em 1989 e Carapebus 1995. Em 1958 os limites de Macaé são descritos por Lamego (1958): “situado na zona de baixada de Goitacases, tem área de 2.055 km², repartidos entre os seguintes distritos: 1º - Macaé, 2º - Cabiúnas, 3º - Carapebus, 4º - Quissamã, 5º - Iriri, 6º - Cachoeiras, 7º - Glicério e 8º - Sana.”

Em razão do contexto geomorfológico e climático homogêneo no norte fluminense, sobretudo em domínios colinoso e nas planícies, optou-se por considerar que as características ecológicas e geomorfológicas apresentadas na bibliografia consultada se estendem do baixo curso do rio Macaé em direção ao norte até a lagoa feia.

Figura 21 – Extensão do Município de Macaé de 1813 a 1958.



Fonte: LAMEGO (1958)

Os registros sobre a ocupação da região de Macaé apontam para a presença de dois grupos étnicos principais: indígenas e portugueses. Os indígenas, população originária e adaptada aos ambientes da zona de domínio colinoso e das planícies na baixada campista fornecem evidências das características de vegetação e do comportamento dos rios através de seus hábitos. Em meados século XVI a colonização portuguesa representa um significativo crescimento da região norte fluminense com a expansão de atividades econômicas no sentido sul/norte, da cidade de Macaé rumo a Campos.

Os indígenas, predominantemente goitacás, são adeptos da caça, pesca e antropofagia, e ainda não se vê a criação de culturas vegetais ou animais, exceto de alguns elementos que compõe a alimentação desse grupo. A ocupação portuguesa na região costeira da Capitania de São Tomé dedicou-se a extração de madeira para envio para Portugal. Há intensos conflitos entre os índios goitacás e os portugueses que dificultam a permanência dos colonizadores, levando ao abandono da região até a ocupação dos jesuítas no início do século XVII. A partir de 1800, grupos de índios Goitacás se recompõem e passam a construir casas isoladas para grupos familiares e cultivam pequenas plantações no entorno destas. O agrupamento dos Goitacás é relevante, pois o método de construção de casas elevadas sobre as árvores em áreas

de brejos como forma de prevenção as inundações recorrentes, indica características da região (LAMEGO, 1958).

Por volta de 1819, a construção do canal Campos – Macaé traz novos e importantes registros sobre a ocupação e características da paisagem da região. A presença de brejos e áreas alagadiças na região são destacadas na descrição dada pelos viajantes pela dificuldade de locomoção. A extensão de terras entre Campos e Macaé é dividida em duas áreas: uma onde ocorrem enchentes, resultando no surgimento de bons pastos e no período de seca se tornam campos; e áreas de águas “fundas” onde florescem ervas inapropriadas para o consumo dos animais e onde formam camadas pouco sólidas de raízes e folhas secas por cima das águas por onde não é possível o trânsito de animais, nas quais posteriormente sofrem alterações reduzindo o volume d’água, e a vegetação é substituída pelo capim. (SILVA, 1836). “Há mangues no interior dos rios. Os solos dos tabuleiros e das planícies argilosas foram literalmente devastados, neles tendo-se instalado culturas agrícolas (cana, arroz etc.) ou foram transformados em pastagens” (LAMEGO, 1958). A área é descrita pela presença de 50% de pântanos, rios, lagoas e terras encharcadas e 50% terras cultiváveis e campinas. Os principais rios da região, São Pedro e Macaé tem suas margens ocupadas por fazendas nas quais há expressiva extração de madeira e produção de café e açúcar, e criação de gado (SILVA, 1836).

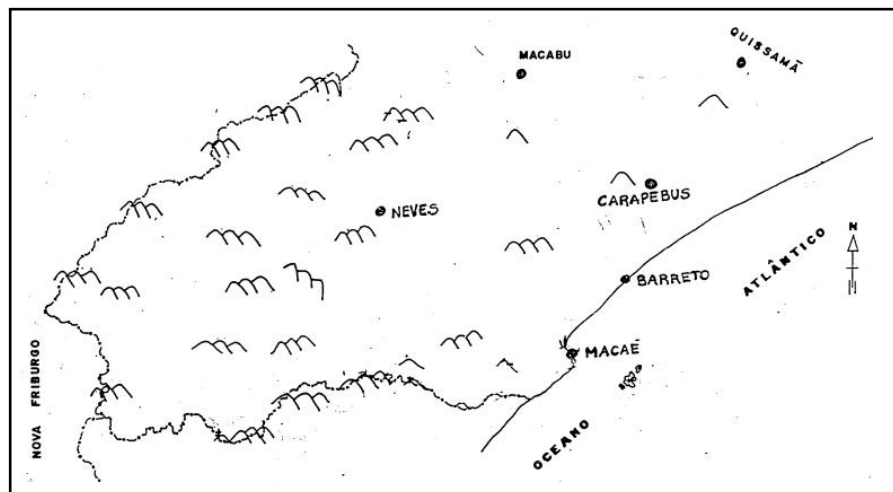
A contribuição da narrativa geográfica em Memória topográfica e histórica de Campos dos Goitacases nos ajuda a espacializar e compreender melhor as atividades econômicas do período colonial no Norte Fluminense e mais especificamente do município de Macaé, pois é comum generalizar a produção de cana-de-açúcar em toda essa região. Entretanto, Silva (1836) descreve que “As terras entre Macaé e Lagoa Feia não são próprias para cana, porém são para mandioca, que conserva a terra por 4 anos. Cana só em terra de Massapê, subindo alguns dias pelo Macaé, São Pedro e Macabu, áreas menos habitadas”.

Na figura 22 temos registro espacial do crescimento da baixada campista até o fim do século XVIII em função do desenvolvimento de Campos, tendo a vila de Macaé uma participação menos expressiva na produção de cana-de-açúcar que se concentrava as margens do rio São Pedro e na vila de Macaé ao norte acompanhando o sentido da estrada. Os relatos históricos do fim do XVIII até o início do século XX indicam a continuidade das dificuldades impostas pelo terreno, conflitos e de mobilidade, resultando num baixo crescimento de Macaé e seu entorno, assim

de Castilhos, Lino Feliciano Capitão José Francisco Caldas, Francisco Gonçalves de Oliveira.

Segundo Ferreira (2001) as primeiras atividades desenvolvidas na região foram: extração de madeira e pecuária voltada para a produção de leite, realizadas desde o século XVII. No século XIX, em razão da dificuldade de transporte das mercadorias das freguesias para o porto de Macaé e para o Rio de Janeiro, houve a introdução da cana-de-açúcar e do café. Os dados obtidos apontam a produção de café, cujo cultivo era realizado nas freguesias serranas, como a atividade econômica mais expressiva, principalmente a partir de meados do século XIX. A produção açucareira em Macaé era realizada nas áreas de planície e concentrada na freguesia de Quissamã, em função sobretudo da fertilidade do solo nos aluviões do vale do rio Paraíba do Sul. Outros itens cultivados são: milho, arroz, mandioca, frutas e legumes. A figura 23 mostra a localização das freguesias na baixada campista.

Figura 23 – Localização aproximada das freguesias de Macaé no século XIX.



Fonte: FERREIRA (2001)

De acordo com levantamento das propriedades (incluindo escravos) e culturas realizado por Ferreira (2001) havia até 1920 um predomínio dos pequenos e médios lavradores. Na freguesia localizada na cidade de Macaé destaca-se o Barão da Póvoa do Varzim como exceção a esse perfil, embora isso não se deva a lavoura e sim a diversas atividades comerciais e financeiras exercidas pelo Barão, então presidente da companhia de Ferro Carril de Macaé. A economia macaense baseada na mão de obra escravagista enfrenta forte declínio na segunda metade do século XIX com o fim do tráfico negreiro e por fim com abolição da escravidão.

Informações sobre o início do século XX foram obtidas por Santos e Mendonça (2006) a partir da análise do “Questionário sobre as Condições da Agricultura nos Municípios do Brasil”. O questionário fez parte de políticas para diversificação dos cultivos, visando sanar as dificuldades de abastecimento das capitais e como projeto de modernização da agricultura face à crise econômica deste período. Os dados apresentados pelas autoras avaliam os principais municípios produtores em 1910 e 1920 com base em tabelas sobre colheitas, principais culturas, criação, exportação e importação. Em 1920, apesar de se destacar como 2º maior produtor de cana, os dados indicam uma produção muito inferior se comparada a Campos e ao potencial das duas usinas existentes. A produção de arroz, feijão, farinha de mandioca e a pecuária são as opções de diversificação da produção agrícola, destacam-se nas áreas da baixada a pecuária, a mandioca, e equilíbrio entre a produção de café e cana.

Macaé participou expressivamente do ciclo do café entre 1910 até 1929, acompanhando o cenário nacional, sendo o segundo grande marco econômico do município, entrando em declínio devido à grande crise econômica mundial. Até a década de 1970 o município viveu um período de estagnação econômica, tendo como base de sua economia a agroindústria açucareira, a pecuária leiteira e a pesca artesanal. As mudanças relativas a produção agropecuária em Macaé deu-se também em função do desmembramento dos municípios de Quissamã e Carapebus, áreas dedicadas ao plantio e beneficiamento da cana-de-açúcar. A alteração na configuração dos limites municipais acarreta transformações socioeconômicas em Macaé, excluindo-o da Zona Canavieira (MARAFON, 2002).

A mudança na agroindústria associada com a reestruturação produtiva face à exploração de petróleo, tendo a cidade de Macaé na base fundamental de operação da Petrobrás na região, resulta na desruralização, no avanço da urbanização e do processo de metropolização, ocasionados pela inversão da influência do capital agrário pelos recursos externos e de grandes grupos empresariais são atraídos para a atividade (MARAFON, 2002).

Informações sobre a produção agropecuária e extensão de áreas utilizadas para essas atividades foram extraídas da base SIDRA/IBGE, apresentam dados para os anos de 1996, 2006 e 2017 sobre a extensão dessas áreas, de 1988 a 2019 sobre os tipos de lavouras temporárias e de 1974 a 2019 para atividades pecuárias por tipo de rebanho. Os dados sobre a extensão dessas áreas no município de Macaé indicam

que no período de 20 anos houve uma redução significativa, de 70% das áreas destinadas para lavouras (permanentes e temporárias), conforme apresentado na tabela 9.

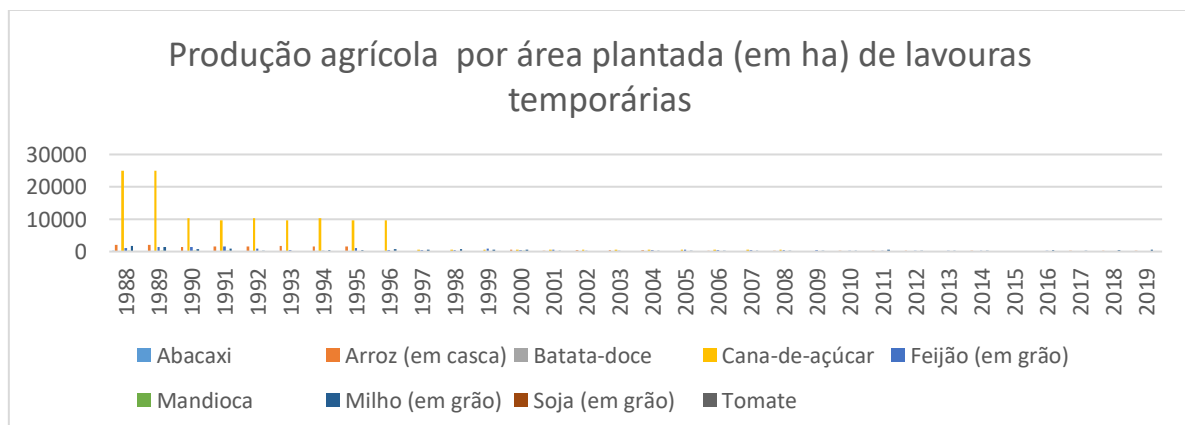
Tabela 9 – Uso e cobertura da terra segundo o Censo Agropecuário.

Uso e cobertura da terra	Ano x Área (ha)		
	1996	2006	2017
Lavouras permanentes	2724	1238	1523
lavouras temporárias	9521	1749	2102
Matas ou florestas (naturais)	17694	11458	21112
Matas ou florestas (plantadas)	279	0	158

Fonte: Elaborado pela autora.

Sobre os produtos cultivados estão presentes o abacaxi, arroz, batata-doce, mandioca, tomate, soja, feijão, milho e cana-de-açúcar. O cultivo de cana-de-açúcar mais expressivo nos anos de 1988 e 1989 teve uma redução de 50% de área plantada nos 6 anos seguintes (1990 a 1996) e a partir de 1996 a área para todos os tipos de cultivo se tornam inexpressivos, com menos de 1000 ha de área plantada, conforme indica o gráfico 8.

Gráfico 8 – Produção agrícola de lavouras temporárias por áreas plantada (em ha) no município de Macaé no período de 1988 a 2019.

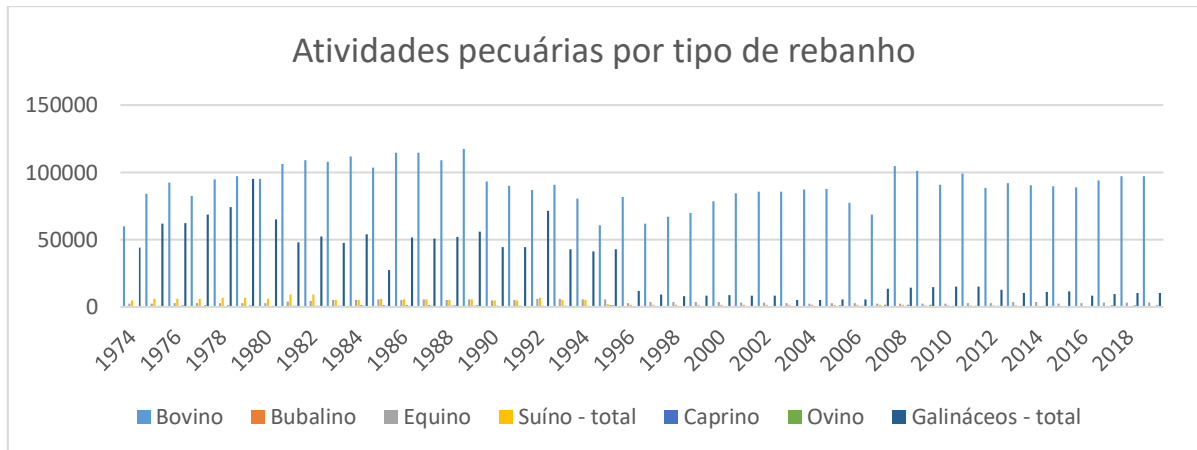


Fonte: IBGE (2021)

Os dados para criação de animais sendo caracterizada pela criação de ovinos, galináceos, bubalinos, suínos e destaca-se a criação de bovinos. A criação de gado

em relação ao tamanho do rebanho teve períodos de maior produtividade nos anos de 1980 a 1989 e retomada do crescimento em 2008, mantendo-se equilibrada até 2019, conforme indica o gráfico 9.

Gráfico 9 – Produção agrícola de lavouras temporárias por áreas plantada (em ha) no município de Macaé no período de 1988 a 2019.



Fonte: IBGE (2021)

Atualmente, as áreas das sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim estão ocupadas por pequenos sítios com menos de 2ha e por poucas propriedades de grande porte com até 2.800ha, onde se encontram áreas de pecuária, atividades agrícolas de subsistência, piscicultura e recreação. De acordo como Cadastro Ambiental Rural há um total de 125 propriedades rurais ocupando área de 185 km², equivalente a 88% dessa área.

A urbanização do município de Macaé concentrou-se no entorno da antiga Vila de Macaé. Somente após a década de 70 houve um crescimento populacional expressivo, impulsionando o crescimento urbano. Atualmente a área de expansão urbana se concentra nas áreas litorâneas em direção ao norte e ao sul (municípios de Carapebus e Rio das Ostras). Apenas no baixo curso da sub-bacia do rio Jurumirim encontra-se zonas urbanas, formadas por assentamentos irregulares e aglomerados subnormais, caracterizados pelo desordenamento urbano e falta de infraestrutura, destacada pelo modo do abastecimento de água, proveniente de poços ou nascentes e carro pipa e pela ausência de saneamento básico.

Conforme o mapeamento de uso e cobertura realizado pelo INEA (2018) encontram-se presentes as seguintes classes: Áreas Naturais Florestadas (diferentes níveis seccionais de Mata Atlântica entre outras); Áreas Naturais Não Florestadas

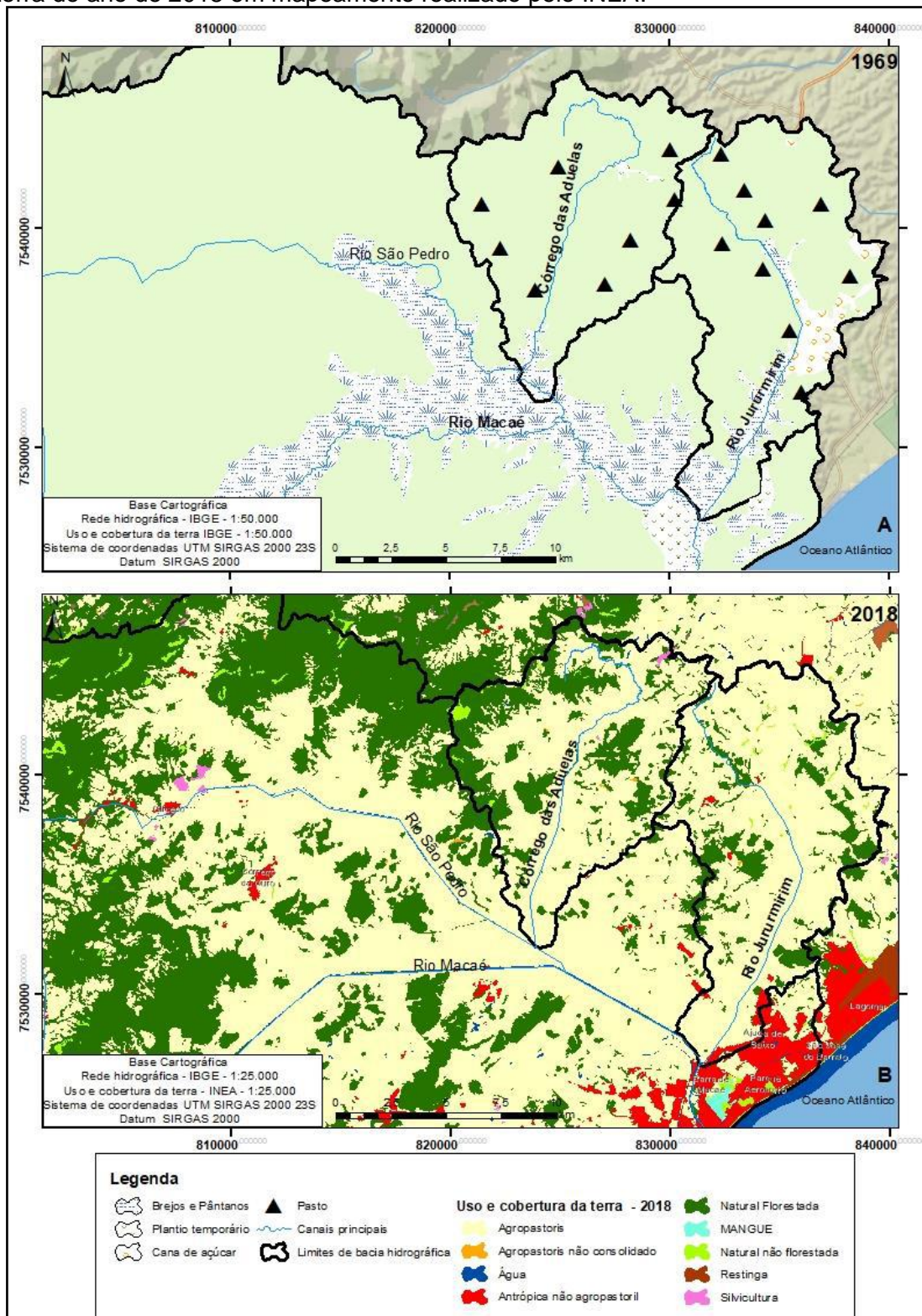
(Cordões arenosos, afloramentos rochosos, dunas, campos de altitude, entre outras.); Áreas Antrópicas Agropastoris (Diferentes tipos de cultivos, áreas de pastagem, entre outras.); Áreas Antrópicas Não Agropastoris (Áreas urbanas de diferentes níveis de densidade de ocupação, áreas de mineração, solo exposto, entre outras.); Silvicultura (Prioritariamente Eucalipto); Áreas Antrópicas Agropastoris Não Consolidada (no mapeamento de uso e cobertura realizado em 2008 eram áreas de floresta) . Segundo o mapeamento há o predomínio da classe Áreas Antrópicas Agropastoris (76%). O Remanescente de cobertura vegetal de Mata Atlântica é representando pela classe Áreas Naturais Florestadas ocupam apenas 22% das sub-bacias. O mapeamento de uso e cobertura da terra e a respectiva distribuição das classes é melhor elucidada na figura 24 e na tabela 10.

Tabela 10 – Distribuição percentual por classe de Uso e cobertura da terra.

Classes do Uso e Cobertura da terra	Área em km²
Áreas Naturais Não Florestadas	1,3
Áreas Naturais Florestadas	46
Áreas Antrópicas Agropastoris	160
Áreas Antrópicas Não Agropastoris	1,7
Áreas Antrópicas Agropastoris Não Consolidada	0,13
Restinga	0,03
Silvicultura	0,24
Água	0,13

Fonte: INEA (2018)

Figura 24 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra. Imagem A elaborada a partir das cartas topográficas da década de 60 (Macaé, Cabiúnas, Conceição de Macabu e Carapebus) se refere a distribuição de áreas de brejos e pântanos, pasto e áreas de cultivo, quando apenas o rio Jurumirim já estava retificado. Imagem B apresenta as informações de uso e cobertura da terra do ano de 2018 em mapeamento realizado pelo INEA.



Fonte: Elaborado pela autora.

A partir das informações e dados analisados foi elaborada a tabela 11 como proposição de espacialização das atividades desenvolvidas ao longo dos períodos de ocupação do norte fluminense, elencando as atividades e período provável de realização destas nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.

Tabela 11 – Distribuição percentual por classe de Uso e cobertura da terra.

	Baixada Campista – Bacia do rio Macaé	Sub-bacias do Córrego das Aduelas e do Rio Jurumirim
Século XVI	Extração de madeira (pau-brasil); agricultura de subsistência (arroz e mandioca).	
Século XVII	Extração de madeira e de cultivo de gêneros de primeira necessidade, envio para o Rio de Janeiro (crescimento urbano); café; pecuária; agricultura subsistência (arroz e mandioca); cana-de-açúcar.	
Século XVIII	- Extração de madeira; pecuária; Agricultura subsistência; arroz e mandioca); cana-de-açúcar.	
Século XIX	- Extração de madeira (jacarandá, araribá, canela, vinhático etc.); pecuária; agricultura de subsistência, (arroz e mandioca), milho e feijão e Cana (produção de açúcar e forrageira, para consumo animal), ênfase no café.	Extração de madeira; Pecuária, agricultura de subsistência, (arroz e mandioca), milho e feijão.
Século XX	- Extração de madeira; Pecuária; Cana; agricultura de subsistência (arroz e mandioca).	Extração de madeira; Pecuária; Cana de açúcar; agricultura de subsistência
Século XXI	- Extração de madeira; Pecuária; agricultura de subsistência.	Pecuária; agricultura de subsistência

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise histórica e espacial da área de estudo estabelece a premissa de que as formas alagadiças, características dos canais em vale preenchido, foi vista como um fator hostil e limitante a ocupação dessa área, impondo dificuldade de cultivo, transporte e deslocamento de pessoas e mercadorias. A distribuição das áreas de brejo e pântanos e de áreas destinadas às atividades agropastoris contidas nas cartas topográficas da década de 60 permitiu identificar um predomínio de pastagens na zona de domínio colinoso, enquanto nas áreas de planície fluvial não era possível o desenvolvimento de atividades agropastoris.

Vistos como adversários, o comportamento desses rios e da vegetação face ao regime de chuvas regional garantia a fertilidade do solo e a produção de cultivos típicos. O desejo de ampliação das áreas cultivo e de pastagens não considerou a sensibilidade e processos geomorfológicos e ecológicos deste ambiente que antes das intensas intervenções funcionava em equilíbrio. Como resultado, têm-se solo degradados dedicados a pecuária extensiva sem possibilidade de cultivo em larga escala sem a realização de mais intervenções.

6.3.2 Retificações

Entre o fim do século XIX até meados do século XX, duas foram as justificativas para a realização de obras de drenagem, retificação, dragagem e abertura de canais não só no norte fluminense como em outras regiões do Brasil. A primeira justificativa para tais modificações foi influenciada pelos progressos da revolução industrial com a introdução de máquinas a vapor, possibilitando a expansão dos pequenos engenhos em grandes usinas e assim suscitando o avanço das terras produtivas sob áreas alagadiças e a segunda, sob ótica sanitaria a fim de evitar a proliferação de doenças como a malária e febre-amarela (SOFIATI, 2013, VARGAS ET AL., 2009, CARNEIRO,2004).

As obras de retificação realizadas pelo DNOS no baixo curso da bacia do rio Macaé, iniciaram-se na década de 1940. A extinção DNOS e dos órgãos subsequentes responsáveis pelos dados desses empreendimentos dificulta o levantamento bibliográfico acerca do início, duração e extensão das obras. Assumpção (2012) identificou, baseado na análise da carta topográfica de 1969, a retificação do canal Jurumirim realizada em 1968 e que o ano de 2000 o trecho

retificado do canal se encontrava majoritariamente assoreado. Em função da extinção do órgão e da consequente perda de registros sobre as intervenções realizadas por ele, não foi possível identificar a data da retificação do córrego das Aduelas. Uma série de intervenções dessa natureza foram realizadas nos anos seguintes, na figura 26 observa-se a retificação dos canais não se restringiu aos canais principais e somam 277 km, representando 41% do total da drenagem da área de estudo.

As retificações dos trechos localizados em trechos identificados como brejos e pântanos próximos às confluências do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim conseguiram alterar os processos geomorfológicos, assim como nas áreas de planície do rio Macaé, extinguindo as áreas brejosas. A demanda pelo “enxugamento” dessas áreas estimulou a retificação de outros canais, avançado pelo médio e alto curso dessas sub-bacias.

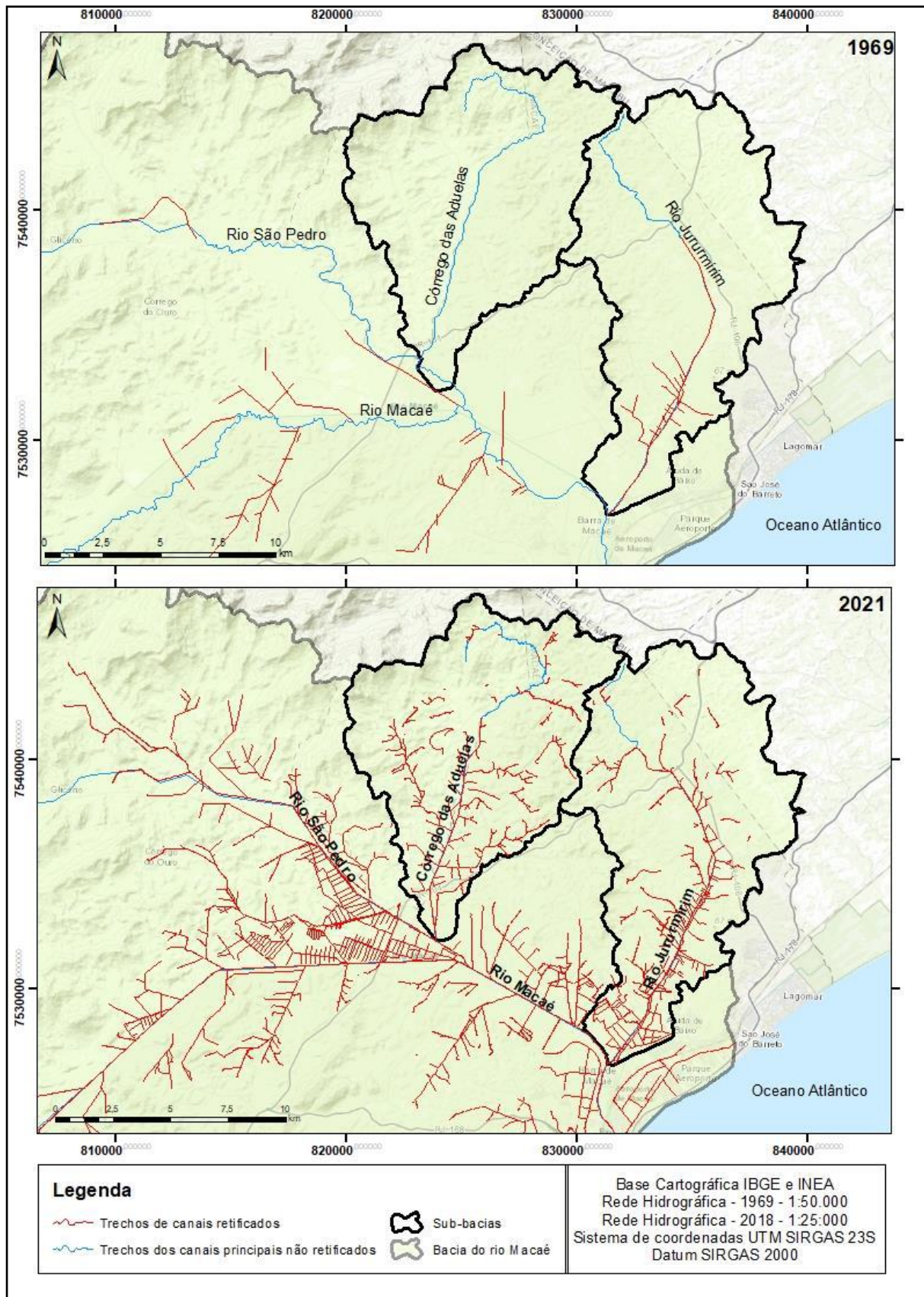
Entretanto, através de análise temporal de imagens do Google Earth, é possível observar que apesar do grande número de retificações e obras de manutenção o rio Jurumirim tende a retornar as suas características originais com predomínio de deposição de sedimentos. Assim como sinalizado por Assumpção (2012) sobre o assoreamento ocorrido no de 2000 no rio Jurumirim próximo à confluência, foi verificado a continuidade deste processo nos últimos anos conforme apresentado na figura 25. O córrego das Aduelas encontra-se ajustado a forma retificada sem presença de assoreamentos ao longo do canal principal.

Figura 25 – Assoreamento de trecho retificado no rio Jurumirim a 2 km da confluência com rio Macaé em 03/2007 e 02/2021.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 26 – Evolução da retificação de canais nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.



Fonte: Elaborado pela autora.

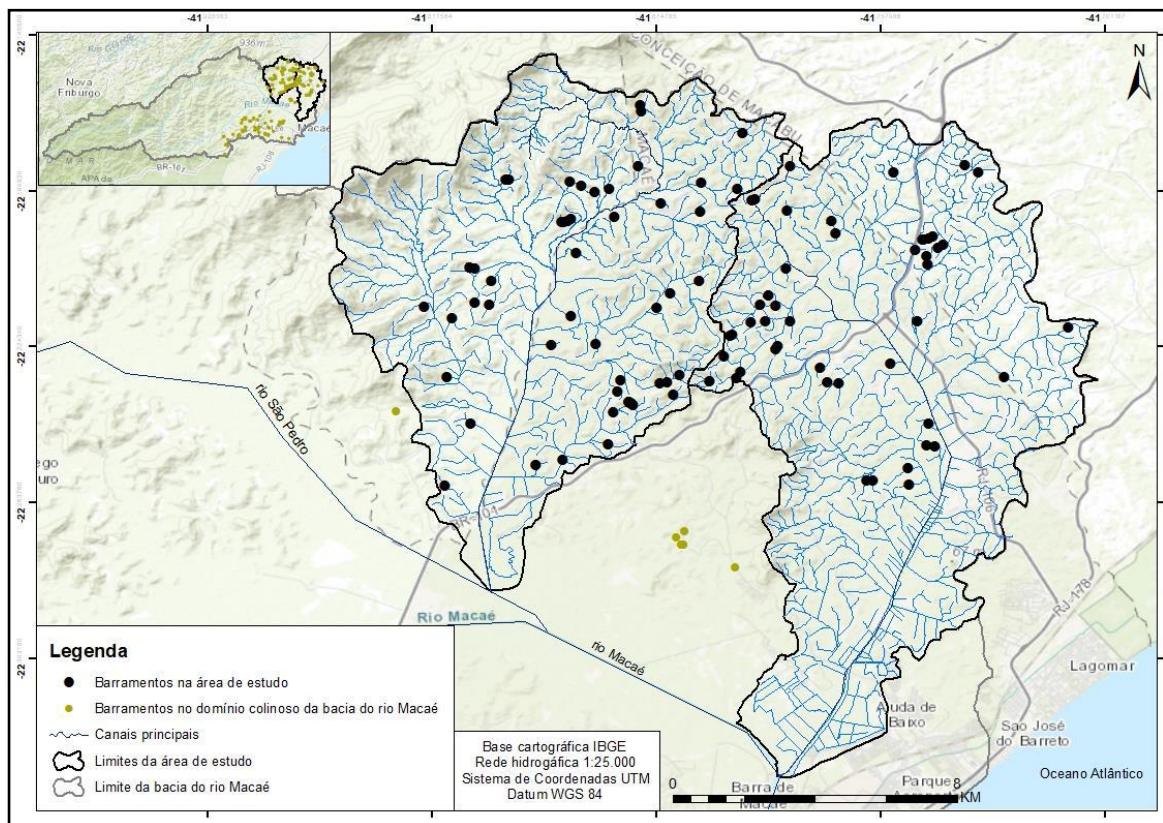
6.3.1 Barramentos

Segundo Sofiati (2013) a implementação de barramentos através da construção de diques ocorreu em paralelo às obras de retificação, dragagem e abertura de canais realizadas pelo DNOS. Após a década de 70, findada as obras de retificação dos canais, essas estruturas e sua manutenção foram abandonadas, agravando as condições, já precárias.

A implementação desses diques ocorre por iniciativa dos proprietários de terras situados juntos às margens de lagoas e visam atender as variações de disponibilidade de água que ocorrem nas estações seca e chuvosa. Os diques são construídos com a finalidade impedir o retorno das águas ao seu leito maior no período das cheias e nos “períodos de seca, no qual nível d’água bastante baixo, diversas captações que alimentam os canais ficam desafogadas, comprometendo o abastecimento das propriedades rurais” (SOFIATI, 2013, p 62).

Os barramentos e represamentos d’água ocorrem com frequência na rede de drenagem no domínio colinoso da bacia do rio Macaé, na qual foram identificados 163 barramentos (ARAÚJO, 2021). Esta intervenção constitui-se em um tipo de bloqueio antrópico que pode interromper a conectividade entre os ambientes fluviais, além de interromper o fluxo de água. Foram identificados 102 barramentos (figura 27), 53 destes localizam-se na sub-bacia do córrego das Aduelas e 49 na sub-bacia do rio Jurumirim.

Figura 27 – Barramentos nas sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim.



Fonte: Elaborado pela autora.

Do total dos 102 tipos de barramento mapeadas para as duas sub-bacias, 5 estão localizadas em canais fluviais classificados como EFV Confinado Cabeceira, 14 em canais retelinizados e 62 em canais classificados como EF Canais em vale preenchido e 21 destes barramentos não são observados na rede de drenagem do IBGE, em escala de 1:25.000. Essa forma de bloqueio foi predominantemente instalada em canais de primeira de ordem, sendo apenas 16 deles em canais de segunda ordem. Os barramentos foram construídos aproveitando a baixa declividade do leito fluvial e dos tributários de menor ordem hierárquica, próximos as nascentes e podem estar contribuindo, significativamente, para alteração no fluxo dos canais entre os tributários e os canais principais.

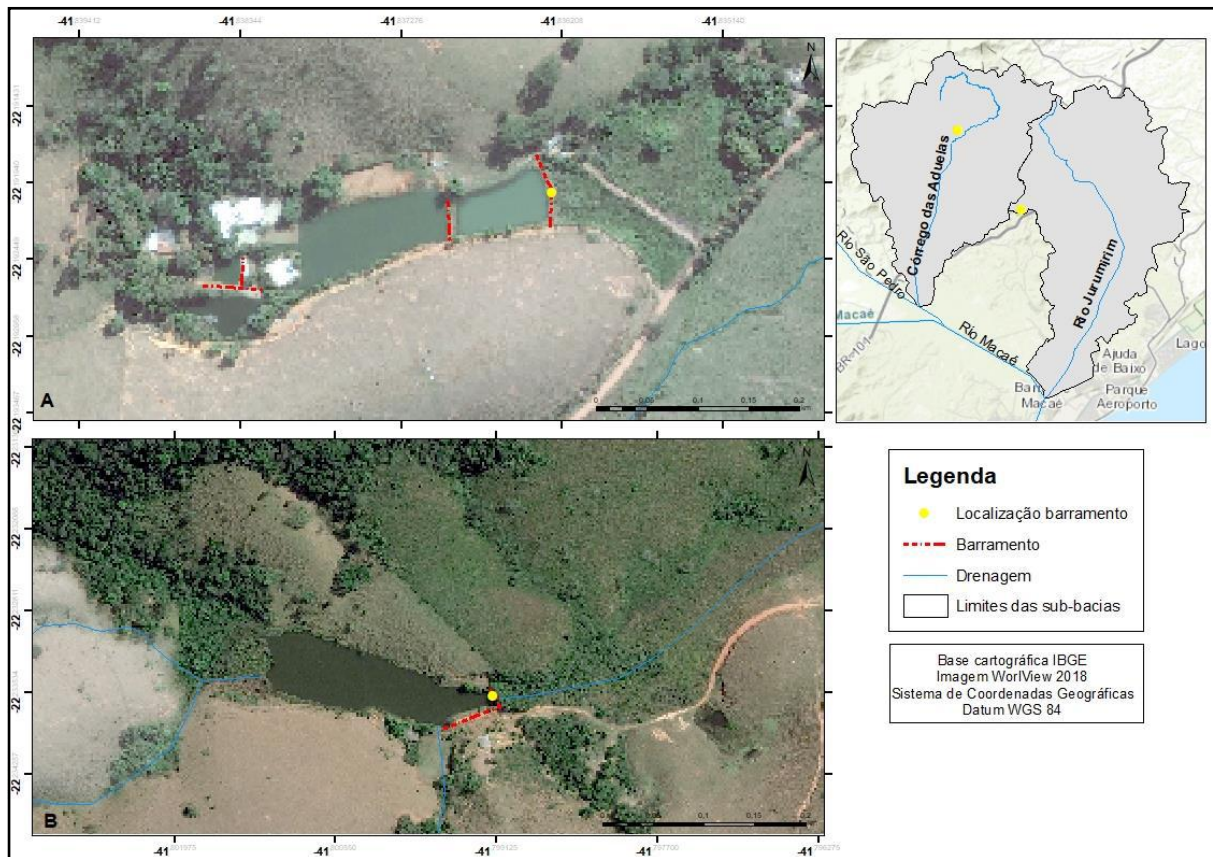
Os barramentos mapeados são construções de pequeno porte, construídas com terra (aproveitando as características argilosas do solo presente no local) formando trincheiras com tamanhos variados em função da finalidade a que se destina a água represada. As trincheiras possuem aproximadamente 8 a 100 metros de comprimento e altura máxima estimada de até 10 metros. Estas barreiras estão dispostas na linha de drenagem e interrompem o fluxo do canal, formando o represamento de água, cujo

comprimento total é de 4,1 km e a superfície total dos reservatórios representa 0,25 km.

Entre as finalidades a que se destinam esses bloqueios, podem ser de pequeno e grande porte e construídas para acessos ou trânsitos de pedestres entre as terras, e que funcionam também como bebedouros para o gado, e, em geral, não apresentam nenhum tipo de cobertura vegetal no seu entorno. E podem ainda ter como finalidade o acesso para estradas de terra secundária ou estradas de terra para trânsito de veículos nos interiores das propriedades. Os barramentos podem contribuir no abastecimento doméstico e criação de lagos para piscicultura, recreação e ornamentação de propriedades, e apenas 3 deles são apresentados como uso significativo. Em relação à contribuição dos barramentos para a drenagem das bacias, 32% (33) deles localizam-se em até 1 km de distância dos trechos sujeitos a inundação no baixo curso das sub-bacias (29 e 4 no baixo curso do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim respectivamente).

Em relação a distribuição desses reservatórios por propriedade, 35 propriedades de grande a pequeno porte cadastradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) concentram 81 barramentos. Os 21 barramentos restantes estão localizados em áreas agropastoris conforme o mapeamento de uso e cobertura da terra, porém ainda não constam na delimitação de propriedades cadastradas no CAR. A figura 28 apresenta duas áreas localizadas dentro de propriedades rurais nas sub-bacias analisadas.

Figura 28 – Representação dos barramentos com ocorrência de represamento com represamento duas propriedades rurais, localizadas nas sub - bacias do córrego das Aduelas (A) e rio Jurumirim (B).



Fonte: Elaborado pela autora.

Na propriedade A, os barramentos foram realizados em canal de primeira ordem que deságua no córrego das Aduelas (Figura 28A). Nesta propriedade utilizada para veraneio foram construídos cinco barramentos, quatro podem ser observados na figura 28A. O represamento do canal fluvial ocorre junto à encosta de baixa declividade onde, a partir deste ponto, apresenta pouca mudança de altitude entre os reservatórios de água subsequentes. De montante para a jusante do canal, os dois primeiros barramentos estão entre as linhas de cotas 20 metros e 10 metros, apresentando 23 e 41 metros de comprimento, respectivamente. Já a terceira barragem, que está abaixo da linha de cota de 10 metros, com 30 metros de comprimento, seguida do quarto barramento no nível de cota inferior a 10 metros, apresentam 57 metros de extensão. As superfícies dos reservatórios possuem 0,0002 km², 0,0008 km², 0,0041 km² e 0,0017 km², respectivamente (Figura 27A). A área da nascente apresenta vegetação secundária densa e bem delimitada, com árvores de

médio e baixo porte. Mais próximo das áreas do médio curso do canal ocorrem áreas alagadiças, onde o canal expande-se pela planície de inundação. A extensão dessas planícies é limitada pela construção de estrada de terra para acesso às demais áreas da propriedade e estradas secundárias. Nota-se que tais as alterações no canal provocam a desconexão do tributário com o canal principal.

Na propriedade rural B (Figura 28B), localizada na sub-bacia do rio Jurumirim, o barramento ocorre no canal de segunda ordem e recebe o fluxo de quatro canais de primeira ordem diretamente na área do reservatório. Está localizada na linha de cota de 30 metros, favorecida pela mudança de altitude, levemente acentuada nos canais do entorno. O barramento tem comprimento de 75 metros e a superfície do reservatório é de 0,009 km². Considerando o comprimento do canal, da nascente até o seu barramento (576 metros), o seu perfil longitudinal pode ser observado em quatro diferentes partes, considerando-se a declividade: a primeira, observa-se que a declividade do canal contribui para o escoamento e incisão do vale; na segunda parte, a declividade é quase plana com predomínio da deposição; na terceira parte há o reservatório (um segundo tipo de deposição); e na quarta e última parte, o canal se expande por todo o fundo do vale.

Com base no mapeamento e descrição dos barramentos identificados, observar-se que há um padrão na localização dessas intervenções e seus respectivos reservatórios, sendo a variação da declividade do canal um fator que pode ser considerado um controlador para sua implementação. Destaca-se, contudo, que esses barramentos estão se configurando em bloqueios na rede de drenagem que impedem o fluxo e a continuidade da dinâmica dos processos, característicos desse tipo de canais fluviais. Ou seja, alteram o comportamento dos processos e do fluxo dos canais e mudam a distribuição dos sedimentos, sobretudo os relacionados à deposição, característicos desse tipo de ambientes.

7 CONCLUSÃO

A proposta do presente estudo foi realizar uma caracterização do comportamento geomorfológico presente em canais na zona de domínio colinoso e na planície fluvial na bacia do rio Macaé, tendo como recorte específico as sub-bacias do córrego das Aduelas e do rio Jurumirim, no norte fluminense. Pretendeu-se identificar os padrões de canais das sub-bacias analisadas, buscando entender como realizar a identificação de canais fluviais classificados como canal em vale preenchido, fortemente descaracterizados pelas interferências antrópicas, e atualmente caracterizados pela fase de preenchimento de sedimentos.

A caracterização geomorfológica realizada possibilitou identificar 5 estilos fluviais. Apesar da proximidade e de certo grau de homogeneidade dos ambientes das duas sub-bacias, a escala de detalhe na qual foi realizada a caracterização da rede de drenagem possibilitou observar que os estilos fluviais existentes em cada uma das sub-bacias variam em função da influência da compartimentação geomorfológica.

Considerando as características singulares das sub-bacias, não foi possível seguir o mesmo padrão de classificação proposto por Brierley e Fryirs (2005). Optou-se pela generalização na classificação de determinados trechos de rios em razão da baixa frequência de ocorrência. A classificação aqui apresentada é mais representativa das características e comportamentos observados em campo, ou seja, a metodologia permite flexibilidade na classificação em áreas de domínio colinoso.

Outra questão proposta foi analisar elementos que indicassem evidências de mudanças, ajustes e/ou continuidade de funcionamento de seus processos nessas áreas mais baixas da bacia.

Verificou-se que apesar das diversas obras de retificação, além das realizadas pelo DNOS nos canais principais, essas intervenções não foram capazes de sozinhas realizarem a drenagem das áreas alagadiças. Os barramentos se configuram então como uma segunda intervenção para drenagem dessa área. Inseridos em sua maioria canais em vale preenchido no entorno de terrenos sujeitos a inundação, em áreas de pastagem e áreas de cultivo, atendem também ao abastecimento doméstico, à dessedentação animal e irrigação.

O número elevado de barramentos em relevo de domínio suave colinoso, tem se configurado um importante elemento de modificação dos processos fluviais, na paisagem da área estudo. Carneiro (2004) apontou que as intervenções realizadas

nos canais na porção rural da bacia resultam na forte redução da oferta de água no trecho urbano. A falta d'água continua a configurar como um dos principais problemas ambientais na região e, certamente, a distribuição das chuvas na região, o histórico de intenso desmatamento na área da bacia.

A conservação dos canais em vale preenchido pode contribuir para uma melhoria na qualidade das águas, devendo assim serem consideradas em projetos de manejo e gerenciamento dos recursos hídricos. É possível também que a manutenção desses canais favoreça a revegetação e possa configurar um ponto de partida para o aumento da diversidade de espécies deste ecossistema e para a ampliação das áreas florestadas. Este aspecto é de fundamental relevância tanto para as comunidades locais como para a região da bacia do rio Macaé, uma vez que grande parte destes canais constituem as nascentes dos córregos e rios, portanto, devem ser utilizados de forma sustentável.

REFERÊNCIAS

ADRIANA FILGUEIRA LEITE; MARCOS ANTÔNIO SILVESTRE GOMES. (Org.) **Dinâmica ambiental e produção do espaço urbano e regional no Norte Fluminense**. 1. ed. Campos dos Goytacazes: Essentia, 2013.

ADRIANO LUÍS HECK SIMON. **A dinâmica de uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara - Pelotas (RS)**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

ADRIANO LUÍS HECK SIMON; GRACIELI TRENTIN. **Elaboração de cenários recentes de uso da terra utilizando imagens do Google Earth**. Revista electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales. n. 116, 2009.

ALAN CARLOS VIEIRA VARGAS; RODRIGO TORRES LIMA; ROGER RANGEL COUTINHO; SÉRGIO OTÁVIO DE SOUZA. **Um breve olhar sobre o sistema de canais da Baixada Campista**. Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade, Taubaté, IPABHi, 2009.

ALBERTO RIBEIRO LAMEGO. **Anuário geográfico do Estado do Rio de Janeiro**. Nº11 – biblioteca do IBGE, 1958.

ALENTEJANO, P. R. R. **A evolução do espaço agrário fluminense**. UERJ. GEOgraphia -Ano 7 -NO 13 -2005.

ALINE GARCIA DOS SANTOS; MÔNICA DOS SANTOS MARÇAL; LUZIANE MESQUITA DA LUZ. **Mapeamento geomorfológico da zona costeira do município de macaé (RJ)**. V Simpósio Nacional de Geomorfologia I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM - RS, 2004.

ALMEIDA, J. **Geologia e recursos minerais da folha Macaé SF.24-Y-A-I, estado do Rio de Janeiro escala 1:100.000**. Organizador Luiz Carlos da Silva. – Belo Horizonte: CPRM, 2012.

ANA LÚCIA NUNES FERREIRA. **O município de Macaé: fortunas agrárias na transição da escravidão para o trabalho livre**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em História, UFF, 2001.

ANA MARIA DOS SANTOS; SONIA REGINA MENDONÇA. **A economia agrícola fluminense (1910–1920)**. Revista Rio de Janeiro, n. 18-19, 2006.

ANDRADE, S.F.; SANTOS, M.L.M. **Predição da fertilidade do solo do polo agrícola do Rio de Janeiro por meio de modelagem solo x paisagem**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.51, n.9, 2016.

ANDRÉ POLLY ASSUMPÇÃO. **Retificação de Canais Fluviais no Baixo curso da Bacia do Rio Macaé (RJ) - Uma Abordagem Geomorfológica**. Rio de Janeiro (Dissertação de Mestrado, Depto. Geografia/IGEO-UFRJ), 2009.

ANDRÉ POLLY ASSUMPÇÃO; MÔNICA DOS SANTOS MARÇAL. **Retificação dos canais fluviais e mudanças geomorfológicas na planície do rio Macaé (RJ)**. Revista de Geografia (UFPE), v. 29, n. 3, 2012.

ANTONIO CHRISTOFOLETTI. **Man's role in changing the face of the earth**. Chicago: The University of Chicago Press, 1966. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, v. 7, n. 13/14, 1967.

ANTONIO CHRISTOFOLETTI. **Análise de Sistemas em geografia**. Hucitec, EDUSP. São Paulo, 1979.

ANTONIO CHRISTOFOLETTI. **Geomorfologia**. Edgard Blucher, São Paulo, 1980.

ANTONIO CHRISTOFOLETTI. **Geomorfologia Fluvial**. Edgard Blucher, São Paulo, 1981.

ANTONIO CHRISTOFOLETTI. **Modelagem de sistemas ambientais**. Edgard Blucher, São Paulo, 1999.

ANTÔNIO GERMANDO MAGALHÃES JUNIOR; LUIZ FERNANDO DE PAULA BARROS. **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. Bertrand Brasil, 2020.

ARISTIDES ARTHUR SOFFIATI. **DNOS: Uma instituição mítica da República Brasileira**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v.7, nº 2. 2005.

ARISTIDES ARTHUR SOFFIATI. **Macaé em quatro tempos**. In: HERCULANO, S.; et al. (orgs.) *Impactos Sociais, Ambientais e Urbanos das Atividades Petrolíferas: o caso de Macaé (RJ)*. Niterói: Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Direito. 2011.

ARISTIDES ARTHUR SOFFIATI. **As lagoas do Norte Fluminense: contribuição à história de uma luta**. Campos dos Goytacazes: Essentia Editora. 2013

AROLDO DE AZEVEDO. **O planalto brasileiro e o problema da classificação de suas formas de relevo**. Boletim Paulista De Geografia, v2, 1949.

ARTHUR N. STRAHLER. **Quantitative analysis of watershed Geomorphology**. Amer. Geoph. Union, v.38, 1957.

ARTHUR PRADO BARBOZA. **Estudo hidrológico de vazões máximas na bacia do rio Macaé**. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2014.

AZIZ NACIB AB'SABER. **Os domínios de natureza no Brasil, potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. M. **Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas.** Boletim Paranaense Geografia, Curitiba, v.16, n.17, 1965.

BIGARELLA, J.; MOUSINHO, M.; XAVIER, J. **Considerações a respeito da evolução das vertentes.** Boletim Paranaense de Geografia, Curitiba, v.16, n.17, 1965.

BIDEGAIN, P.; BIZERRIL C.; SOFFIATI A. **Lagoas do Norte Fluminense – Perfil Ambiental.** Rio de Janeiro: Semads, 2002.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphic Approach to Catchment Characterization: Implications for River Rehabilitation in Bega Catchment, New South Wales, Australia.** Environmental Management, Nova Iorque (EUA), v.25, n.6, 2000.

CAMILA IGNEZ SANTANA. **Análise do grau de confinamento do Rio Macabu (RJ) e principais afluentes como subsídio à definição dos Estilos Fluviais.** Monografia (Bacharelado em Geografia) - Departamento de Geografia, Instituto de Geociências (IGEO), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2018.

CARVALHO FILHO, A. D.; LUMBRERAS, J. F.; WITTERN, K. P.; LEMOS, A. L.; DOS SANTOS, R. D.; CALDERANO FILHO, B. & MOTHCI, E. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do Estado do Rio de Janeiro.** Embrapa Solos - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2003.

CASTRO, P.P.B.; MARAFON, G.J. **A inserção do município de Quissamã no complexo agroindustrial sucro-alcooleiro,** 2 GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 28, n. 2, 2003

CHESTER K. WENTWORTH. **A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments.** The Journal of Geology, v. 30, n. 5, 1922

CHORLEY, R. J., DUNN, A. J.; BECKINSALE, R. P. **The history of the study of landforms.** Or. The Development of Geomorphology. Vol. 1: Geomorphology Before Davis. Londres: Methuen & Co, 1965.

COSTA, L. A. M.; GOMES, B. S.; MOREIRA, C. R. D.; et al. **A Geologia das Folhas de Macaé e Cabiúnas.** Projeto Carta Geológica do Rio de Janeiro. DRM/TRISERVICE. Escala 1:50.000, 1982.

COELHO, A. L. N. **Geomorfologia Fluvial de Rios Impactados por Barragens.** Caminhos de Geografia, Uberlândia, MG, v. 9, n. 26, 2008.

CRUZ, J. L. V. **Projetos nacionais, elites locais e regionalismo: desenvolvimento e dinâmica territorial no Norte Fluminense.** Tese (Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Planeja- Mento Urbano e Regional, IPPUR) da Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ. 2003.

CRUZ, J. L. V. **Origem, natureza e persistência das desigualdades sociais no Norte Fluminense**. In: CARVALHO, A. M.; TOTTI, M. E. F. (Orgs.). Formação Histórica e Econômica do Norte Fluminense. 1 ed. Editora Garamond, Rio de Janeiro, 2006.

DOV NIR. **Man as a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology**. Jerusalém: Ketem Pub. House, 1983.

DAVID A. KNIGHTON. **Fluvial forms and processes**. Edward Arnold, 1984.

DAVID DREW. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. Trad. SANTOS, J. A. do. Bertrand, Rio de Janeiro, 1989.

DAVID R. MONTGOMERY. **Process domains and the river continuum**. *Jawra Journal of the American Water Resources*, 1999.

DAVID L. ROSGEN. **A classification of natural rivers**. *Catena*, Elsevier Science, B.V. Amsterdam, v. 22, 1994.

EDER RENATO MERINO; MARIO LUIS ASSINE; FABIANO DO NASCIMENTO PUPIM. **Estilos fluviais e evidências de mudanças ambientais na planície do rio Miranda, Pantanal**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 14, n. 2, 2013.

EDUARDO VIEIRA DE MELLO; MARIA NAÍSE PEIXOTO; TELMA MENDES DA SILVA; JOSILDA RODRIGUES DA SILVA DE MOURA. **Evolução da rede de drenagem e transformações tecnogênicas nos canais fluviais em Volta Redonda-RJ-Médio vale do Paraíba do Sul**. In: Congresso Brasileiro de estudos do Quaternário, v. 10, 2005.

DOWNS, P.; GREGORY, K. **River channel management: towards sustainable catchment hydrosystems**. Routledge, 2004.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Variação geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil**. Sete Lagoas, 2012.

ERTHAL, R. **Geografia histórica – considerações**. *GEOgraphia-UFF*, Ano V, Nº 9, 2003.

FARIAS, R. N. **De campo a cidade: urbanização e eutrofização artificial de um ecossistema aquático costeiro (Lagoa Imboassica, RJ)**. Macaé: UFRJ/ Macaé Prof. Aloísio Teixeira, 2018.

FERREIRA, M. A. V. A. **Injustiça ambiental associada à disposição final de resíduos sólido urbanos em Macaé/RJ – Do vazadouro em Águas Maravilhosas ao aterro sanitário na BR-101/ Macaé / RJ**, Dissertação de Mestrado – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – IFF, 2011.

FRYIRS, K. A. **(Dis) Connectivity in catchment sediment cascades: a fresh look at sediment delivery problem.** Earth Surface Processes and Landforms. v.38, 2003.

FRYIRS, K. A.; BRIERLEY, G. J.; PRESTON, N.; KASAI, M. **Buffers, barriers and blankets: The (Dis)connectivity of catchment-scale sedimentary cascades.** Catena, 70, 2007.

FRYIRS, K. A. **(Dis)connectivity in sediment cascades: A fresh look at the sediment delivery problem.** Earth Surface Processes and Landforms, State of Science Series, 38, 2013.

FRYIRS, K. A. **Developing and using geomorphic condition assessments for river rehabilitation planning, implementation and monitoring.** WIREsWater, 2(6), 2015.

GARY BRIERLEY; KIRSTIE FRYIRS.. **Tributary–trunk stream relations in a cut-and-fill landscape: a case study from Wolumla catchment, New South Wales, Australia.** Geomorphology 28, 1999.

GARY BRIERLEY; KIRSTIE FRYIRS. **Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework.** Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2005.

GLAUCIO JOSÉ MARAFON . **Transformações socioespaciais do rural fluminense.** In: 13 UERJ sem muros, Rio de Janeiro: UERJ, 2002.

GLAUCIO JOSÉ MARAFON; PEDRO PAULO DE CASTRO BARBOSA. **O papel do complexo agroindustrial suco-alcooleiro nas transformações socioespaciais do norte fluminense (1970-2000).** In: Glaucio José Marafon; Marta F Ribeiro. (Org.). Estudos de geografia Fluminense. 1ed.Rio de Janeiro: UERJ, v. 1, 2002.

MONICA HEILBRON; LUIZ GUILHERME EIRADO; JÚLIO ALMEIDA. **Mapa geológico e de recursos minerais do estado do Rio de Janeiro.** Escala 1:400.000 Belo Horizonte: CPRM. 2016.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico: Resultados do universo - Agregados por setores censitários.** 2010.

JECUPÉ, K.W. **A terra dos mil povos.** História indígena contada por um índio. São Paulo: Peirópolis, 1998.

JOHN M. BUFFINGTON, DAVID R. MONTGOMERY. **Geomorphic classification of rivers.** In: Shroder, J. (Editor in Chief), Wohl, E. (Ed.), Treatise on geomorphology. Academic Press, San Diego, CA, vol. 9, Fluvial Geomorphology, 2013.

JOSÉ CÂNDIDO STEVAUX; EDGARDO MANUEL LATRUBESSE. **Geomorfologia Fluvial.** São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

JÓSE CARNEIRO DA SILVA. **Memória sobre a Abertura de um Novo Canal para Facilitar a Comunicação entre a Cidade de Campos, e a Vila de S. João de Macaé.** Rio de Janeiro: J. Villeneuve e Comp, 1836.

JURANDYR LUCIANO SANCHES ROSS. **Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação.** Revista Do Departamento De Geografia, 4, 1985.

KENITIRO SUGUIO. **Geologia Sedimentar.** São Paulo: Editora Blücher, 2003.

KESSY ALMEIDA SILLMAN DA CUNHA. **Avaliação da condição geomorfológica e as principais interações ecológicas no sistema fluvial do rio Macaé (RJ).** Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019.

KONDOLF, G.M.; MONTGOMERY, D.R.; PIEGÁY, H.; SCHMITT, L. **Geomorphic Classification of Rivers and Streams.** In: KONDOLF, G.M. & PIEGÁY, H. Tools in Fluvial Geomorphology, 2003.

LAMEGO, A. **A Terra Goitacá à luz de documentos inéditos.** Tomo V. Niterói, RJ: Diário Oficial, 194

LAMEGO, A. **O Homem e o Brejo.** 1 ed. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia (CNG), 1945.

LAVE, R.; BIERMANN, C.; LANE, S. N. **Introducing Critical Physical Geography.** In: LAVE, R.;BIERMANN, C.; LANE, S. N. (editores) The Palgrave Handbook of Critical Physical Geography. Palgrave Macmillan, p. 3-20, 2018.

LESTER CHARLES KING. **A Geomorfologia do Brasil Oriental.** Revista brasileira de geografia, v.2, Ano XVIII, 1956.

LOUIS MARTIN, KENITIRO SUGUIO; JEAN MARIE FLEXOR. **As flutuações de nível do mar durante o quaternário superior e a evolução geológica de "Deltas" brasileiros.** Boletim de GeociênciasUSP (Publicação Especial), 1993.

LUCAS ARAÚJO COSTA. **Faciologia dos depósitos alúvio-coluviais quaternários do vale do rio Macabu, região Norte Fluminense.** Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

LUNA B. LEOPOLD; M. GORDON WOLMAN: **River channel patterns; braided, meandering and straight.** US Geological Survey professional paper, 282-B, 1957.

LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. **Fluvial Processes in Geomorphology.** San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1964.

LUDWIG VON BERTALANFFY. **Teoria Geral dos Sistemas.** Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.

LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P.E.F. da; PALMIERI, F.; CALDERANO, S.B.; BARUQUI, A.M.; PEREIRA, N.R.; NAIME, U.J.; LEMOS, A.L. **Macro pedoambientes da região Noroeste Fluminense - uma contribuição ao planejamento ambiental**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 21p

MARCELO EDUARDO DANTAS. **Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro**. Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. Brasília, CPRM, 2001.

MARCELO LOPES DE SOUZA. **Articulando ambiente, território e lugar: A luta por justiça ambiental e suas lições para a epistemologia e a teoria geográficas**. AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política, [S. l.], v. 2, n. 1, 2020.

MARCO ANTONIO DA SILVA MELLO, ARNO G. VOGEL. **Gente das Areias - História, meio- ambiente e sociedade no litoral brasileiro**. Niterói: EDUFF, 2004.

MARIA EUGÊNIA FERREIRA TOTTI; PAULO PEDROSA. **Região Norte Fluminense: terra de contrastes**. In: CARVALHO, A. M.; TOTTI, M. E. F. (orgs.). Formação Histórica e Econômica do Norte Fluminense. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2006.

MARIA ISABEL DE JESUS CHRYSOSTOMO. **Ideias em ordenamento, cidades em formação: a produção da rede urbana na província do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado apresentada ao curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, 2006.

MARIA ISABEL DE JESUS CHRYSOSTOMO. **Os rios e pântanos nas primeiras representações cartográficas da vila Campos dos Goitacazes: imaginação geográfica e disputas de poder (final do século XVIII até começos do XIX)**. CONFINS (PARIS), v. 31, 2017.

MELLO, M. A.S.; VALPASSOS, C. A. M. **O saneamento do Brasil: Seus efeitos sobre a pesca artesanal e o manejo dos ecossistemas da Lagoa Feia e da Lagoa de Maricá-RJ**. In: CADMA, 2004, Rio de Janeiro. I Congresso Acadêmico de Desenvolvimento e Meio Ambiente - CADMA. Rio de Janeiro: I Congresso Acadêmico de Desenvolvimento e Meio Ambiente, 2004.

MIALL, A.D. **The Geology of Fluvial Deposits**. Berlin: SpringerVerlag, 2006.

MÔNICA DOS SANTOS MARÇAL; LUZIANE MESQUITA DA LUZ. **Geomorfologia aplicada a classificação de unidades de paisagem na bacia do rio Macaé - Litoral Norte Fluminense**. In: Simpósio Brasileiro De Geografia Física Aplicada, 2003, Rio De Janeiro. SBGFA, 2003.

MÔNICA DOS SANTOS MARÇAL. **Análise das mudanças morfológicas em seções transversais ao Rio Macaé/RJ**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.14, n.1, (Jan-Mar) p.59-68, 2013.

MÔNICA DOS SANTOS MARÇAL.; GARY BRIERLEY.; RAPHAEL NUNES DE SOUZA LIMA. **Using geomorphic understanding of catchment-scale process**

relationships to support the management of river futures: Macaé basin, Brazil. Applied Geography, v. 84, 2017.

MONICA KLEINA; EDUARDO VEDOR DE PAULA; LEONARDO JOSÉ CORDEIRO SANTOS. **Análise comparativa dos Estilos Fluviais do rio Sagrado (Morretes/PR) para os anos de 2006 e 2011.** Revista Geografar, v. 9, n. 1, 2014.

MUNIZ, J. F. E. **A Expansão Urbana de Macaé: uma análise a partir das ações dos Agentes Sociais no espaço.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Macaé, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação, 2019.

NATHÁLIA SILVA DUARTE; MÔNICA DOS SANTOS MARÇAL. **Conectividade da Paisagem na Bacia do Rio Sana (RJ): Relação entre Áreas de Captação Efetiva e Tipos de Bloqueios.** Rev. Bras. Geomorfol. (Online), São Paulo, v.18, n.4, 2017.

NASCIMENTO, R. L. P. **O impacto da Petrobras no município de Macaé: uma análise da mudança urbana e na estrutura do emprego.** Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional). UFRJ/Ippur, Rio de Janeiro, 1999.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. **Calculation of monthly and annual 30- year standard normals.** Geneva, WMO Technical document, n. 341; WCDP, n. 10, 1989.

PASCHOAL, L.G; SIMON, A. L.H., CUNHA, C.M.L. **Geomorfologia antropogênica e sua inserção em pesquisas brasileiras.** Geographia Meridionalis v. 01, n. 01, 2015.

PAULO CÉSAR DA COSTA GOMES. **Quadros geográficos: Uma forma de ver, uma forma de pensar.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017.

PAULO ROBERTO FERREIRA CARNEIRO. **Água e conflito na Baixada dos Goytacazes.** REGA – Vol. 1, no. 2, 2004.

PATRÍCIA GARCIA COSTA; ANTÔNIO PEREIRA MAGALHÃES JUNIOR. **Estilos Fluviais de Fundos de Vale no Quadrilátero Ferrífero: o caso do Ribeirão do Gaia.** Revista Espinhaço, UFVJM, v. 4, n. 2, 2016.

PHILIP N. OWENS. **Conceptual models and budgets for sediment management at the river basin scale.** Journal of Soils and Sediments, 5(4), 2005.

PIZARRO, J. S. A. **Memórias históricas do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1820.

RAPHAEL NUNES DE SOUZA LIMA. **Conectividade dos ambientes fluviais: Implicações para avaliação da sensibilidade do sistema de drenagem da bacia do rio Macaé (RJ).** Dissertação - Mestrado em Geografia, Rio de Janeiro: UFRJ/IGEO/PPGG, 2010.

RAPHAEL NUNES DE SOUZA LIMA; EMILY APARECIDA FERREIRA BRANDÃO.; MÔNICA DOS SANTOS MARÇAL. **Definição dos Estilos Fluviais na sub-bacia do rio São Pedro (RJ). Uma abordagem Geomorfológica ao Planejamento dos Recursos Hídricos.** Monografia (Bacharelado em Geografia) - Departamento de Geografia, Instituto de Geociências (IGEO), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2007.

RAPHAEL NUNES DE SOUZA LIMA; MÔNICA DOS SANTOS MARÇAL. **Avaliação da Condição Geomorfológica da Bacia do rio Macaé–RJ a partir da Metodologia de Classificação dos Estilos Fluviais.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 14, n. 2, 2013.

REBECCA LAVE; MATTHEW W. WILSON; ELIZABETH S. BARRON; CHRISTINE BIERMANN; MARK A. CAREY; CHRIS S. DUVALL; LEIGH JOHNSON; K. MARIA LANE; NATHAN MCCLINTOCK; DARLA MUNROE; RACHEL PAIN; JAMES PROCTOR; BRUCE L. RHOADS; MORGAN M. ROBERTSON; JAIRUS ROSSI; NATHAN F. SAYRE; GREGORY SIMON; MARC TADAKI; CHRISTOPHER VAN DYKE. **Intervenção: Geografia Física Crítica** (Intervention: Critical Physical Geography). Espaço Aberto, PPGG - UFRJ, Rio de Janeiro, v. 9, n.1, 2019.

RIBEIRO, A. S. **Caracterização geomorfológica, sedimentológica e da vegetação de canais embrejados na bacia Córrego Santa Rita, Município de Volta Redonda (RJ).** Dissertação - Mestrado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia Rio de Janeiro, 2016.

RICHARD J CHORLEY. **Geomorphology and general systems theory.** U.S. Geological Survey Professional Paper, n. 500B, 1962

RICHARD J CHORLEY. **A geomorfologia e a teoria dos sistemas gerais.** Not. Geomorfol., Campinas, v.11 n.21, 1971.

RICHARD J CHORLEY; BARBARA A. KENNEDY.A. **Physical Geography: A Systems Approach**, London: Prentice Hall, 1971

ROBERT E HORTON. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology.** Bulletin of the Geological Society of America 56, 2 75-3 70, 1945.

RODRIGO CORREIA DOS SANTOS. **Geomorfologia fluvial do rio São João (RJ): processos, ajustes e mudanças.** Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019.

SAINT-HILARIE, A. **Viagem pelo Distrito dos Diamantes e Litoral do Brasil.** São Paulo: Nacional. 1941.

SALES, V.C. **Geografia física, natureza, sociedade.** Humboldt - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, e57381, 2021.

SANTANA, C. I.; MARÇAL, M. S. **Identificação de Estilos Fluviais na bacia do rio Macabu (RJ) a serem aplicados na gestão dos recursos hídricos.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 4, 2020.

SAYD, J. **O meio ambiente como definidor de fronteiras e centralidades no estuário do rio Macaé.** III Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo, 2014.

SCHUMM, S. A. **Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey.** Geological Society of America Bulletin, v. 67, n. 5, 1956.

SCHUMM, S.A. **Evolution and response of the fluvial system, sedimentologic implications.** SEPM Spec. Publ., 1981.

SCHUMM, S.A. **Patterns of aluvial rivers.** In: Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 13: 5-27. 1985.

STANLEY A. SCHUMM. **Effect of Sediment Characteristics on Erosion and Deposition in Ephemeral-Stream Channels.** U. S. Geol. Surv. Prof. Paper. 352-C, 1961.

STANLEY A. SCHUMM. **The fluvial system.** Wiley, New York, 1977.

SILVA, L. C. **Reconfiguração do Norte Fluminense a partir dos anos 70: a chegada do petróleo e suas consequências na dinâmica de crescimento regional.** Revista Plurais 1 (2), 2006.

TALITA FLORÊNCIO ARAÚJO, **Caracterização da Morfologia Fluvial em Compartimento de Domínio Colinoso na baixada da Bacia do Rio Macaé (RJ): subsídio à Classificação dos Estilos Fluviais.** Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 2021.

TELMA MENDES DA SILVA. **A Estruturação Geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro.** Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SOFFIATI, A. **Histórico Socioecológico: Aspectos Históricos das Lagoas do Norte do Estado do Rio de Janeiro.** In: ESTEVES, F. A. (ed.). Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

SOFFIATI, A. **Propostas de desenvolvimento para o Norte-noroeste Fluminense em perspectiva histórica.** VÉRTICES, v. 7, n. 1/3, 2005.

SOFFIATI, A. **Os canais de navegação do século XIX no Norte Fluminense.** Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v. 1 n. 2, jul./ dez. 2007.

SOFFIATI, A. A. **Chuvas e estiagens na ecorregião de São Tomé: o caso da Baixada dos Goytacazes.** Historia Caribe Vol. X No. 26 (Enero-Junio 2015).2015.

SOFFIATI NETO, A. A. **O nativo e o exótico: perspectivas para a história ambiental na ecorregião Norte-Noroeste fluminense entre os séculos XVII e XX.** Rio de Janeiro: UFRJ. 1996.

SOUZA, JONAS. O. P. **Modelos, de evolução da dinâmica fluvial em ambiente semiárido–bacia do açude do sacco, Serra Talhada, Pernambuco.** Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2014.

SOUZA, P.A., MARÇAL, M.S. **Hidrossedimentologia e Conectividade do Rio Macaé, Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Revista Geo UERJ, Rio de Janeiro, n.27, 2015, p. 176-201.

STRAHLER, A.N. **Physical Geography.** John Wiley and Sons, Inc, New York, 1952.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J.J. **Ambientes Fluviais.** Florianópolis; Editora da UFSC: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1990.

SUMMERFIELD, M.A. **Global Geomorphology: an introduction of the study of landforms.** Essex, Longman Scientific & Technical, 1991.

TAVARES, J. H. S. **Estudo de disponibilidade hídrica do baixo curso do Rio Macaé-RJ utilizando modelagem computacional.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Campus Macaé. Macaé, RJ, 2011.

THORNE, C. R.; HEY, R. D.; NEWSN, M. D. **Applied Fluvial Geomorphology for River Management.** Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Inundações e Drenagem Urbana.** In: Carlos E. M. Tucci e Juan Carlos Bertoni. (Org.). Inundações Urbanas na América do Sul. Porto Alegre: ABRH GWP, v. 1. 2003.

VALPASSOS, C. A. B. **Pescadores, ambientalistas, fazendeiros e sanitaristas: o drama social das perturbações ecológicas em torno da Lagoa Feia – RJ.** Monografia (Ciências Sociais). Universidade Estadual do Norte Fluminense. 2004.

VALTER CASSETI. **Elementos de Geomorfologia.** Goiânia: Editora da UFG, 1994

VANDA DE CLAUDINO SALES. **Geografia, sistemas e análise ambiental: abordagem crítica.** GEOUSP: Espaço e Tempo (Online), n. 16, 2004.

VANESSA SILVEIRA BARRETO CARVALHO; PAULINA MARIA PORTO SILVA CAVALCANTI. **Formação de Ozônio Troposférico na Região de Macaé-RJ.** XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Fortaleza. Ceará. Brasil, 2004.

VIKTOR BORISOVICH SOTCHAVA. **O estudo de geossistemas.** Revista IG-USP, v. 16, 1977.

WILLIAM MORRIS DAVIS. **O ciclo geográfico**. Boletim Campineiro de Geografia, v. 3, n. 1, 2013

WORSTER, Donald. **Para fazer história ambiental**. Estudos Históricos, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, 1991.