



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



**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO E CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO
RIO MACABU COM FOCO NO MONITORAMENTO E PROJETOS DE
REABILITAÇÃO**

ISABELA BELMIRA SANTOS GIAROLA

Rio de Janeiro

2020

Isabela Belmira Santos Giarola

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO E CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO
RIO MACABU COM FOCO NO MONITORAMENTO E PROJETOS DE
REABILITAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, como requisito necessário à obtenção do grau de Mestra em Geografia.

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

Rio de Janeiro

2020

Giarola, Isabela Belmira Santos

Avaliação do comportamento e condição geomorfológica do rio Macabu com foco no monitoramento e projetos de reabilitação / Isabela Belmira Santos Giarola – Rio de Janeiro, 2020.

183 f.

Orientadora: Mônica dos Santos Marçal

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2020.

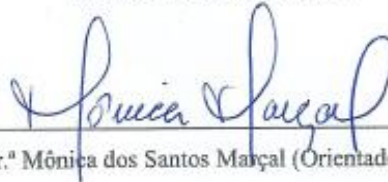
1. Estilos Fluviais. 2. Condição Geomorfológica. 3. Geomorfologia Fluvial.

ISABELA BELMIRA SANTOS GIAROLA

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO E CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA
DO RIO MACABU COM FOCO NO MONITORAMENTO E PROJETOS DE
REABILITAÇÃO**

Aprovada em 10/ 02/ 2020

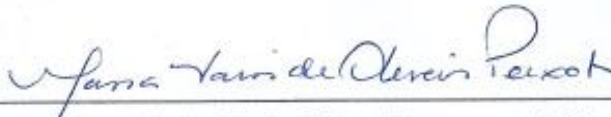
BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dr.ª Mônica dos Santos Marçal (Orientadora – UFRJ)



Prof.ª Dr.ª Adriana Filgueira Leite (Departamento de Geografia/UFF)



Prof. Dr.ª Maria Naise de Oliveira Peixoto (Departamento de Geografia/UFRJ)



Prof. Dr. Ricardo Gonçalves César (Departamento de Geografia/UFRJ)

Dedicação especial a Deus, minha avó Leontina e a meus pais Luiz e Neusa, com amor!

AGRADECIMENTOS

Concluindo essa etapa tão importante em minha vida, só tenho que agradecer por todo apoio que obtive dos que compartilharam comigo esta jornada.

À Agência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e ao Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana pelo financiamento da pesquisa com recursos da cobrança pelo uso da água. À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro pela concessão da bolsa de Mestrado Nota 10.

Agradeço a Deus por permitir que a minha vontade também fosse a Sua, “tudo é do Pai toda honra e toda glória, é Dele a vitória alcançada em minha vida”. Aos meus pais Luiz e Neusa por todo amor, carinho e apoio, a vocês dedico esse trabalho. Com vocês eu aprendi tudo que sei hoje e sem vocês eu simplesmente não sou nada. À minha irmã Natália pelo constante incentivo e por ser o espelho para cada um dos meus passos. À minha Maria por ser tão companheira em todas as horas, me acolhendo e dando amor desde o dia que decidi que queria ir para longe e estudar na UFRJ.

À minha avó Leontina Belmira que está ao meu lado mesmo tendo partido, penso em você a todo momento e a saudade que sinto só aumenta, nosso amor ecoa na eternidade. Ao meu avô José Ermilindo (*in memoriam*) pelas orações e por ter me ensinado tantos valores, saudade e mais saudade, a sua bonequinha venceu. À minha vovó Lelete pelas orações e por todo amor e carinho. Aos meus tios Levina e Santos por me receberem na casa de vocês e me tratarem como filha. À minha família, Santos e Giarola, pois sei o quanto torce por mim.

Agradeço à minha orientadora, Mônica dos Santos Marçal, por ter me recebido de braços abertos em seu grupo de pesquisa, serei eternamente grata pelos ensinamentos ao longo dos últimos dois anos. Sou grata aos meus orientandos Camila Ignez e Pedro Frotté, tenho certeza que aprendi muito mais com vocês do que ensinei, obrigada por confiarem no meu trabalho e por todo suporte. Aos meus companheiros de jornada acadêmica e do Grupo de Pesquisa Geomorphos/UFRJ, especialmente aos que não cessaram em dá aquela força nos trabalhos de campo: Pedro Frotté, Adão Osdayan, Pedro Chagas e Cecília Vasques.

Aos meus amigos do “SENAI” que são, sem dúvida, essenciais em minha vida, o que seria de mim sem meus amigos! Ao José (Pandinha), Daih e Betinho, aos quais compartilho minhas vitórias e angústias. Aos demais amigos, e não menos importantes, pelas experiências compartilhadas e por poder contar com vocês para o que der e vier.

É por vocês estarem ao meu lado que mais um sonho realizei: serei mestra! “Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer” - Mahatma Gandhi.

Por vezes sentimos que aquilo que fazemos
não é senão uma gota de água no mar.
Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.
Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

Fatores sociais, físicos, econômicos e culturais são fundamentais para estudos relacionados às bacias hidrográficas, pois os canais fluviais apresentam uma gama de ambientes. Desta forma, buscando fazer a classificação e analisar o comportamento e caráter de rios, tem sido utilizado na geomorfologia fluvial a metodologia dos Estilos Fluviais (River Styles Framework®) proposta por Brierley e Fryirs (2005), voltada para a gestão dos recursos hídricos. Essa metodologia é dividida em quatro estágios de análise, sendo eles: i) identificação e classificação dos Estilos Fluviais ao longo do rio; ii) avaliação da condição geomorfológica; iii) avaliação do potencial de recuperação da bacia; e iv) gestão do rio, priorizando uma gestão eficiente para monitoramento e projetos de reabilitação. Na bacia hidrográfica do rio Macabu, o primeiro estágio foi elaborado por Santana (2019), sendo que o presente estudo dará continuidade, realizando o segundo estágio: avaliação da condição geomorfológica. A pesquisa foi desenvolvida na bacia hidrográfica do rio Macabu que integra a Região Hidrográfica IX do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, que apresenta um quadro histórico intenso de intervenções antrópicas. Os resultados mostram que o sistema fluvial do rio Macabu apresenta um intenso grau de degradação ambiental, através dos impactos negativos da criação de áreas de pastagem para gado e, conseqüentemente, retirada da cobertura vegetal; agricultura de subsistência; atividade açucareira que desde o século XVIII modifica a paisagem da região; reestruturação socioespacial devido ao descobrimento do petróleo na Bacia de Campos; extração mineral; construção da barragem pela antiga Companhia de Eletricidade Fluminense; transposição do rio Macabu para a bacia hidrográfica do rio Macaé e obras de retificação pelo antigo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS). Contudo, apesar de todas as mudanças nas características naturais dos canais fluviais estudados, tudo indica que os ajustes geomorfológicos (material do leito, configuração do vale e controle) ocorridos em sete Estilos Fluviais, menos no Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, canalizado, são esperados para um rio. Mesmo operando em condições de estado não naturais, os canais resistem e se ajustam. Assim, os resultados são imprescindíveis para uma gestão de rios eficiente, tomada de decisão através de áreas prioritárias para monitoramento e projetos de reabilitação.

Palavras-chave: Estilos Fluviais; Condição Geomorfológica; Geomorfologia Fluvial.

ABSTRACT

Social, physical, economic and cultural factors are fundamental for studies related to hydrographic basins, as the river channels present a range of environments. Thus, seeking to classify and analyze the behavior and character of rivers, the River Styles Framework® methodology proposed by Brierley and Fryirs (2005) has been used in fluvial geomorphology, being a proposal aimed at the management of rivers a resources. This methodology is divided into four stages of analysis, namely: i) identification and classification of Fluvial Styles along the river; ii) assessment of the geomorphic condition; iii) assessment of the basin's recovery potential; and iv) river management, prioritizing efficient management for monitoring and rehabilitation projects. In the hydrographic basin of Macabu River, the first stage was developed by Santana (2019), and this study will continue IT, carrying out the second stage: assessment of the geomorphic condition. The research was developed in the hydrographic basin of Macabu River that integrates the IX Hydrographic Region of Baixo Paraíba do Sul and Itabapoana, which presents an intense historical picture of anthropic interventions. The results show that the hydrographic basin presents an intense degree of environmental degradation, through the negative impacts of the pasture areas creation for cattle and consequently removal of the vegetation cover, subsistence agriculture, sugar activity that since the 18th century has modified the landscape of the region , socio-spatial restructuring due to the discovery of oil in the Campos Basin, mineral extraction, construction of the dam by the former Companhia de Eletricidade Fluminense, the transposition of the Macabu River to the Macaé River hydrographic basin and the rectification works by the former National Department of Sanitation Works. However, despite all the changes in the natural characteristics of the studied river channels, everything indicates that the geomorphological adjustments (bed material, valley configuration and control) that occurred in seven River Styles, except in the laterally unconfined Valley, continuous channel, channeled, are expected for a river. Even operating in unnatural state conditions, the channels resist and adjust themselves. Thus, the results are essential for efficient river management, decision making through priority areas for monitoring and rehabilitation projects.

Keywords: River Styles; Geomorphic Condition; Fluvial Geomorphology.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Macabu	21
Figura 2 – Unidades geológicas da bacia hidrográfica do rio Macabu	23
Figura 3 – Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Macabu	26
Figura 4 – Rio Macabu no trecho retificado e área de pastagem	31
Figura 5 – Rio Macabu entulhado e barragem de Sodrelândia	32
Figura 6 – Lagoa Feia vista da foz do canal da flecha	33
Figura 7 – Mapa de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Macabu	35
Figura 8 – Mapa dos Estilos Fluviais da bacia hidrográfica do rio Macabu	37
Figura 9 – Estágios da Metodologia dos Estilos Fluviais	43
Figura 10 – Árvore processual para identificação dos Estilos Fluviais	44
Figura 11 – Área de atuação do Comitê do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	48
Figura 12 – Mapa dos pontos visitados em trabalho de campo	53
Figura 13 – Procedimentos utilizados para implementação de seções transversais	56
Figura 14 – Procedimentos utilizados para monitoramento de seções transversais	57
Figura 15 – Localização dos 3 pontos de monitoramento de seções transversais	59
Figura 16 – Localização da seção transversal 1 do rio Macabu	60
Figura 17 – Localização da seção transversal 2 do rio Macabu	61
Figura 18 – Localização da seção transversal 3 do rio Macabu	62
Figura 19 – Figura 19 – Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme no trecho do alto curso do rio Macabu com BOA condição geomorfológica	69
Figura 20 – Perfil longitudinal do rio Santa Catarina.	70
Figura 21 – a) Assoreamento e formação de bancos de areia no rio Santa Catarina; b) Barragem irregular para recreação no rio Santa Catarina	71
Figura 22 – Rio Santa Catarina no trecho do EF-VC-CI	74

Figura 23 – Rio Macabuzinho no EF-VC-CI	76
Figura 24 – Perfil longitudinal do córrego Soledade	77
Figura 25 – Córrego Soledade no trecho do EF-VC-CI	78
Figura 26 – Leito do córrego Soledade	80
Figura 27 – Perfil longitudinal do córrego Cascata	81
Figura 28 – Cachoeira de Sodrelândia	83
Figura 29 – Perfil longitudinal do córrego Pedra Branca	86
Figura 30 – Perfil longitudinal do córrego Serrinha	86
Figura 31 – Córrego Serrinha em moderada condição geomorfológica	87
Figura 32 – Mapa da condição geomorfológica para o EF – Vale Confinado, Cabeceira Íngreme	90
Figura 33 – Rio Macabu e seu leito rochoso	92
Figura 34 – Rio Macabu no trecho do Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso	94
Figura 35 – Perfil longitudinal do rio Carucango	97
Figura 36 – Rio Carucango no Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso	98
Figura 37 – Perfil longitudinal do córrego Campista	100
Figura 38 – Córrego Campista no Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso	101
Figura 39 – Condição geomorfológica Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso	104
Figura 40 – Rio Macabu no Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies de inundação ocasionais no ano de 2003	106
Figura 41 – Rio Macabu no Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies de inundação ocasionais no ano de 2020	106

Figura 42 – Estilo Fluvial em moderada condição geomorfológica. a) Plantação de banana e eucalipto no alto curso do rio Macabu; b) Represa do rio Macabu para geração de energia elétrica	107
Figura 43 – Mapa da condição geomorfológica do EF Vale Confinado, Margem Controlada pelo Substrato Rochoso, Planície de Inundação	110
Figura 44 – Córrego Cascata no trecho do Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, canal contínuo canalizado	112
Figura 45 – Rio Macabu retificado no médio curso	115
Figura 46 – Rio Macabu retificado no baixo curso	115
Figura 47 – Trecho representativo do Lateralmente não confinado do rio Macabu com ocorrência de ilha e barras	116
Figura 48 – Estilo Fluvial em ruim condição geomorfológica. Ambas as figuras mostram trechos canalizados no baixo e médio curso do rio Macabu e a presença de feições geomorfológicas como barras laterais	117
Figura 49 – Perfil longitudinal do rio do Meio	120
Figura 50 – Rio do Meio retificado e a degradação ambiental	121
Figura 51 – Mapa da condição geomorfológica do EF Vale Lateralmente Não Confinado, Canal Contínuo, Canalizado	124
Figura 52 – Identificação dos dois trechos do rio Macabu pertencentes ao Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante, leito arenoso	125
Figura 53 – Macabu mostrando ilhas de areia e margens instáveis	126
Figura 54 – Estilo Fluvial em moderada condição geomorfológica. Ambas as figuras (a e b) são do rio Macabu na localidade do município de Conceição de Macabu, sendo evidente o pisoteio de gado, retirada da cobertura vegetal, instabilidade das margens, processos erosivos e deposição de sedimentos	127

Figura 55 – Condição geomorfológica do EF Vale Lateralmente não confinado, canal contínuo meandrante, leito arenoso	130
Figura 56 – Corte de estrada no Córrego Pedra Branca (canal entulhado)	132
Figura 57 – Rio do Meio totalmente degradado, com pouca vegetação ripárias, vários pastos e campos	132
Figura 58 – Mapa da condição geomorfológica do Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, preenchimento de vale	136
Figura 59 – Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso	138
Figura 60 – Rio Santa Catarina no Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso	140
Figura 61 – Mapa da condição geomorfológica do EF Vale Parcialmente Confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso	148
Figura 62 – Barragem e represa no distrito de Soledrândia	150
Figura 63 – Rio Macabu após as obras de transposição e barragem	150
Figura 64 – Rio Macabu com unidades geomorfológicas	151
Figura 65 – Trecho do córrego Cascata no trecho do Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso	153
Figura 66 – Mapa da condição geomorfológica do EF-VPCMCSR – Planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso	159
Figura 67 – Perfil longitudinal e condição geomorfológica do rio Macabu	162
Figura 68 – Mapa da Condição Geomorfológica BHRM	164

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos dos Estilos Fluviais da bacia hidrográfica do rio Macabu	39
Tabela 2 – Geoindicadores relevantes para avaliação da condição geomorfológica	52
Tabela 3 – Dados adquiridos para construção de banco de dados da BHRM	53
Tabela 4 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme no trecho do Rio Macabu	68
Tabela 5 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme no trecho do rio Santa Catarina	72
Tabela 6 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme no trecho do rio Macabuzinho	75
Tabela 7 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme no trecho do córrego Soledade	79
Tabela 8 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme no trecho do córrego Cascata	82
Tabela 9 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme no trecho do córrego Pedra Branca	85
Tabela 10 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme no trecho do córrego Serrinha	88
Tabela 11 – Tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso no trecho do rio Macabu	93
Tabela 12 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso no trecho do rio Macabu – médio curso	96
Tabela 13 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso no trecho do rio Carucango	99
Tabela 14 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso no trecho do córrego	

Campista	102
Tabela 15 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies de inundação ocasionais	108
Tabela 16 – Tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, Canal Contínuo, Canalizado – Córrego Cascata	113
Tabela 17 – Tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, Canal Contínuo, Canalizado – rio Macabu – trecho médio curso	118
Tabela 18 – Tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, Canal Contínuo, Canalizado – rio Macabu – trecho baixo curso	119
Tabela 19 – Tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, Canal Contínuo, Canalizado – rio Macabu – trecho rio do Meio	122
Tabela 20 – Tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante, leito arenoso – dois trechos rio Macabu	128
Tabela 21 – Avaliação da Condição Geomorfológica do Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, preenchimento de vale – Córrego Serrinha	133
Tabela 22 – Avaliação da Condição Geomorfológica do Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, preenchimento de vale – córrego Pedra Branca	134
Tabela 23 – Avaliação da Condição Geomorfológica do Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, preenchimento de vale – rio do Meio	135
Tabela 24 – Avaliação da Condição Geomorfológica do Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso – Trecho rio Macabuzinho	13
Tabela 25 – Avaliação da Condição Geomorfológica do Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso – Trecho rio Santa Catarina	142
Tabela 26 – Avaliação da Condição Geomorfológica do Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso – Trecho rio do	

Meio	144
Tabela 27 – Avaliação da Condição Geomorfológica do Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso – Trecho córrego Pedra Branca	145
Tabela 28 – Avaliação da Condição Geomorfológica do EF Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso – Trecho córrego Serrinha	144
Tabela 29 – Avaliação da Condição Geomorfológica do Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso – trecho rio Macabu	152
Tabela 30 – Avaliação da Condição Geomorfológica do Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso – trecho córrego Cascata	155
Tabela 31 – Avaliação da Condição Geomorfológica do Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso – trecho córrego Soledade	157

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Esquema de evolução para a região da lagoa Feia e planície costeira do rio Paraíba do Sul

24

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Temperatura máxima para a região entre os anos de 1981 a 2010	27
Gráfico 2 – Temperatura mínima para a região entre os anos de 1981 a 2010	27
Gráfico 3 – Precipitação acumulada para região entre os anos de 1981 a 2010	28
Gráfico 4 – Totais pluviométricos mensais da BHRM, período de 1968 a 2018	162

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
BHRM	Bacia Hidrográfica do rio Macabu
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
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
NA	Não Aplicável
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PNRH	Política Nacional de Recursos hídricos
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

I	INTRODUÇÃO	21
II	OBJETIVOS	24
	2.1 – Objetivo Geral	24
	2.2 – Objetivos Específicos	24
III	ÁREA DE ESTUDO	25
	3.1 – Contexto geológico e geomorfológico regional	27
	3.2 – Contexto climático	31
	3.3 – Histórico de uso e ocupação do solo	33
	3.4 – Estilos Fluviais da bacia hidrográfica do rio Macabu	41
IV	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL	46
	4.1 – Geomorfologia Fluvial	46
	4.2 – Metodologia dos Estilos Fluviais	47
	4.2.1 – Condição geomorfológica e Geoindicadores	49
	4.3 – Planejamento, manejo e gestão de rios	51
	4.3.1 – Reabilitação e recuperação de rios	53
V	METODOLOGIA	56
	5.1 – Geoindicadores relevantes para avaliar o comportamento e condição geomorfológica no sistema fluvial e as interferências antrópicas	56
	5.2 – Base de dados para geração de mapas	58
	5.2.1 – Mapa de uso e cobertura da terra	59
	5.2.2 – Mapa da condição geomorfológica	59
	5.3 – Monitoramento de seções transversais	60
IV	RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
	6.1 – Dinâmica fluvial atual: monitoramento de seções transversais	63
	6.2 – Geoindicadores para avaliação da condição geomorfológica	69
	6.2.1 – Avaliação da condição geomorfológica do Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme	63
	6.2.2 – Avaliação da condição geomorfológica do Estilo Fluvial Vale Confinado, Margem Controlado Pelo Substrato Rochoso	96
	6.2.3 – Avaliação da condição geomorfológica do EF Vale Confinado, Margem Controlada Pelo Substrato Rochoso, Planícies de Inundação Ocasionais	110

6.2.4 – Avaliação da condição geomorfológica do Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, Canal Contínuo, Canalizado	116
6.2.5 – Avaliação da condição geomorfológica do Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, Canal Contínuo, Meandrante, Leito Arenoso	130
6.2.6 – Avaliação da condição geomorfológica do Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, Preenchimento de Vale	136
6.2.7 – Avaliação da condição geomorfológica do Estilo Fluvial Vale Parcialmente Confinado, Margem Controlada Pela Forma em Planta, Leito Arenoso	142
6.2.8 – Avaliação da condição geomorfológica do Estilo Fluvial Vale Parcialmente Confinado, Margem Controlada Pelo Substrato Rochoso, Planícies Descontínuas, Leito Arenoso e/ou Rochoso	154
6.3 – Avaliação da Condição geomorfológica dos diferentes Estilos Fluviais	172
VIII CONCLUSÕES	170
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	172

I – INTRODUÇÃO

A interação dos seres humanos com os rios e suas águas se dá desde o estabelecimento das primeiras civilizações. Os rios desempenham papel fundamental e estruturante nos processos de desenvolvimento espacial dos aglomerados populacionais. Há registros na literatura de que essa interação se deu quando as primeiras civilizações viram os cursos d'água como recurso para o abastecimento, transporte e disposição de seus dejetos (TUCCI, 2003).

Ao longo de décadas, em muitos países a exemplo do Brasil, os rios sempre nortearam o desenvolvimento dos centros urbanos e foram determinantes no desenvolvimento das práticas rurais. No entanto, essa forma de interação entre os rios e a sociedade está sendo marcada por relações desiguais e transformações na paisagem, através do uso e ocupação da terra (MOUD *et al.*, 2018; LAVE *et al.*, 2019). As obras atualmente realizadas nos rios, com o propósito de buscar melhores condições de desenvolvimento urbano e rural (canalização, retificação, barramentos, transposição de bacia, poluição, dentre outras) são realizadas, em muitos casos, sem considerar as mudanças na dinâmica dos processos fluviais, a longo e médio prazo.

Atualmente, uma imensa parcela dos rios de todo o planeta opera sob condições ambientais totalmente diferentes daquelas antes das grandes interferências antrópicas (BRIERLEY; FRYIRS, 2005; LIMA; MARÇAL, 2016). Isso vem tornando a degradação dos rios alvo de diversas pesquisas voltadas para a avaliação da condição do sistema fluvial, ou seja, buscam informações para orientar projetos voltados à gestão dos rios e dos recursos hídricos.

Muitos autores (Park, 1981; Knighton, 1984; Brierley; Fryirs, 2005 e Kondolf; Piegay, 2016), avaliam a degradação dos rios a partir de dois conjuntos de intervenções antrópicas nos ambientes fluviais. As ocorridas diretamente nos canais fluviais com o objetivo de controlar as vazões, estabilizar margens e atenuar enchentes e que alteram a seção transversal, o perfil longitudinal, o padrão do canal, entre outras mudanças; e as ocorridas fora da área do canal, ou indiretas, referentes às mudanças no uso e cobertura da terra, desmatamento, agricultura não conservacionista.

Essas intervenções no sistema fluvial podem interferir na dinâmica espacial e temporal das condições hidrológicas em bacias hidrográficas, assim como na produção e distribuição de sedimentos ao longo do curso fluvial (DUNNE, 1991; BRAUD *et al.*, 2001;

REY, 2003, BARROS *et al.*, 2010; KONDOLF; PIEGAY, 2016 e MARÇAL *et. al* 2017). Nesse sentido, os estudos em geomorfologia fluvial e a evolução da paisagem são desenvolvidos para interpretar de que forma as interferências vêm alterando a dinâmica dos processos e, conseqüentemente, os ajustes dos ambientes físicos (LEOPOLD *et al.*, 1964; CHORLEY; KENNEDY, 1971; SCHUMM, 1981, BRIERLEY; FRYRIS, 2005; MARÇAL *et. al* 2017).

Destaca-se que o estudo dos processos geomorfológicos fluviais é fundamental para a compreensão de evolução dos sistemas fluviais, podendo ser analisado de forma conjunta a estrutura de funcionamento, o comportamento dos processos e em que condições vêm agindo o sistema, podendo inclusive ser observado a maneira como as interferências antrópicas modificam a dinâmica fluvial. Assim, avaliar o comportamento geomorfológico dos rios e saber em que condições vêm operando os processos fluviais, constitui-se a base para se compreender as interações geohidroecológicas fundamentais para o desenvolvimento dos ambientes fluviais.

Com isso, uma das formas para se analisar os ambientes fluviais e os processos associados têm sido a classificação de rios, onde na literatura acadêmica destacam-se inúmeras propostas (GALAY *et al.*, 1973; MOLLARD, 1973; KELLERHALS *et al.*, 1976; BRIERLEY; FRYIRS, 2005 e KONDOLF; PIEGAY, 2016). Ou seja, a classificação dos rios funciona como uma ferramenta que auxilia acadêmicos e gestores a melhor identificarem as estruturas de funcionamento dos diferentes ambientes fluviais e suas interações.

Mas, para se avaliar a condição geomorfológica dos processos fluviais, tem sido objeto de estudo por vários pesquisadores, na qual apresentam metodologias diversas, pautadas em fatores e condicionantes da paisagem. Dentre as metodologias existentes, destaca-se a dos Estilos Fluviais (River Styles Framework®) proposta por Brierley e Fryirs (2005). De acordo com os autores, a metodologia se divide em quatro estágios principais, onde o primeiro e o segundo visam a identificação dos diferentes segmentos do rio que apresentam estrutura e comportamento dos processos de forma similares; e a segunda irá, a partir dos diferentes estilos fluviais identificados, avaliar a condição geomorfológica em que vem operando os processos. As demais fases da metodologia são destinadas à análise da trajetória de evolução dos estilos fluviais e às formas de aplicação dos conhecimentos gerados à gestão dos rios.

Com base nesta metodologia, a pesquisa buscou compreender em qual condição geomorfológica o sistema fluvial do rio Macabu, localizado na IX Região Hidrográfica do

Baixo Paraíba do Sul ao norte do Estado do Rio de Janeiro, vem operando considerando todas as interferências antrópicas nos ambientes fluviais. Considera-se que a avaliação da condição geomorfológica do rio Macabu e seus afluentes ajudará na construção de um banco de dados sobre a estrutura de funcionamento dos processos fluviais e contribuir com ações de monitoramento ambiental mais eficientes e de fácil compreensão para os gestores ambientais.

Destaca-se que as grandes transformações na paisagem na área bacia do rio Macabu estão diretamente vinculadas ao modelo de desenvolvimento econômico da região Norte Fluminense, através da construção de grandes intervenções hidráulicas e modificação dos leitos fluviais com o propósito de drenar áreas (SOFFIATI, 2009; LEITE, 2019). As atividades açucareira e agropastoril têm sido uma das grandes responsáveis em alterar a paisagem através de desmatamento e, conseqüentemente, produção de sedimentos para os canais fluviais. Aliado a isso, tem-se a construção de grandes obras no sistema fluvial, entre as décadas de 1940 a 1980, para atender a demanda de água às atividades econômicas da região, dentre elas o represamento do rio Macabu, a captação de água do rio Macabu para a Bacia do rio Macaé e a retificação do rio Macabu e seus afluentes na área de planície fluvial.

Sendo assim, atualmente a bacia hidrográfica do rio Macabu, já apresenta cerca de 60% da sua área voltada para a atividades agropecuárias, causando implicações para o sistema fluvial como um todo. Com todo o histórico de intervenções nesse sistema fluvial se faz necessário realizar estudos que busquem compreender os rios e sua dinâmica de funcionamento e aplicá-los à gestão dos rios e de sua bacia hidrográfica.

II – OBJETIVO

2.1 - Objetivo Geral

A pesquisa visa avaliar o comportamento e a condição geomorfológica do rio Macabu a partir da aplicação da metodologia dos Estilos Fluviais proposta por Brierley e Fryirs (2005). Esta metodologia integra uma série de procedimentos que levará em consideração as características sobre a dinâmica atual do canal, em diferentes escalas espaciais e temporais. Será possível assim avaliar o comportamento atual e as condições em que operam os processos fluviais e propor medidas de monitoramentos sustentáveis voltados para os projetos de reabilitação e/ou preservação dos diferentes estilos fluviais.

2.2 - Objetivos específicos:

- 1 – *Avaliar o sistema fluvial e seu comportamento atual identificando as interferências naturais e antrópicas:* realizar análise temporal da evolução das feições geomorfológicas do sistema fluvial, considerando várias escalas de tempo, a fim de elaborar um plano de referência sobre sua condição atual e identificar as áreas mais sensíveis e prioritárias da bacia do rio Macabu para reabilitação e/ou recuperação;
- 2 – *Determinar e explicar a condição geomorfológica atual:* analisar as diferenças entre o sistema geomorfológico existente atualmente e o balanço natural do rio, visando estabelecer critérios de monitoramento, a partir dos cenários climáticos, hidrológicos, sedimentológicos e de vazão encontrados.

III - ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Macabu (BHRM) está inserida na porção norte do estado do Rio de Janeiro e configura-se como uma bacia tributária da Lagoa Feia, na região hidrográfica IX, do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana. Possui uma área de cerca de 1113 km², abrangendo os municípios de Campos dos Goytacazes, Carapebus, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, Santa Maria Madalena e Trajano de Moraes. A bacia hidrográfica situa-se entre a Região Serrana e a Região Norte Fluminense, tendo o rio Macabu suas nascentes nas escarpas da serra de Macaé e sua foz na Lagoa Feia.

O seu rio principal, o Macabu, é de sexta ordem de acordo com a hierarquia fluvial de Strahler (1954). Seu percurso se dá no sentido sudoeste-leste, onde percorre 138 quilômetros. A nascente está localizada na Serra de Macaé de Cima a 1.570 metros de altitude e a foz na Lagoa Feia. Seus principais afluentes da margem esquerda são os córregos Soledade, Pedra Branca e Serrinha e da margem direita os córregos Campista e Cascata e os rios Macabuzinho, Carucango, do Meio e Santa Catarina (Figura 1).

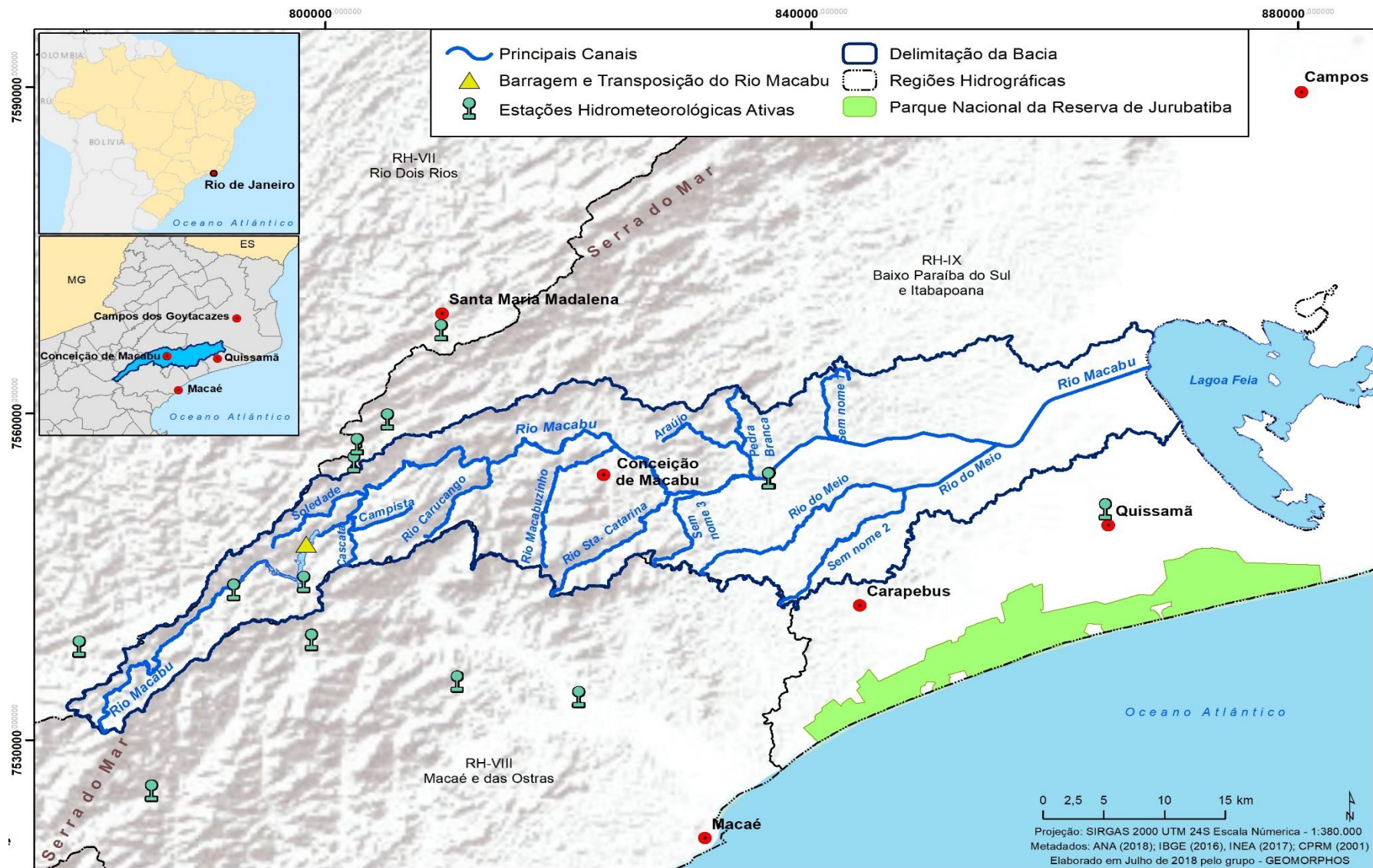


Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Macabu.

3.1 - Contexto Geológico e Geomorfológico Regional

De acordo com Heilbron; Eirado e Almeida (2016), o estado do Rio de Janeiro está incorporado, em quase toda a sua totalidade, no Cinturão Móvel Ribeira (conhecido como Faixa Ribeira), que corresponde a unidade geotectônica com rochas proterozoicas deformadas e metamorfozadas durante a orogênese brasileira a 720-590 Ma. Esse contexto geotectônico (Faixa Ribeira) é responsável por sustentar a Serra do Mar, que é considerada uma das principais feições de relevo do Estado do Rio de Janeiro (HEILBRON; EIRADO; ALMEIDA, 2016).

Ao longo da bacia hidrográfica do rio Macabu (BHRM) são encontradas formações geológicas compostas principalmente por rochas metassedimentares da unidade São Fidélis e rochas metabásicas do complexo Trajano de Moraes (Pré-cambriano).

O alto curso da bacia é constituído por rochas das unidades geológicas Trajano de Moraes, Granito Sana e São Fidélis; o médio curso pelas unidades Imbé, Depósitos Aluvionares, Depósitos Gravitacionais e São Fidélis; e o baixo curso marcado por Depósitos praias antigos, Depósitos Aluvionares, São Fidélis, Barreiras e Depósitos de pântanos e mangues (Figura 2).

Segundo Heilbron; Eirado e Almeida (2016), o Grupo São Fidélis aflora em uma faixa entre a escarpa da Serra do Mar e a planície costeira, que se estende da região metropolitana do Rio de Janeiro até o norte do Estado, sendo constituído por paragneisses metapelíticos com camadas ou lentes de outros metassedimentos e predominantemente por gnaisse kinzigítico. A suíte Trajano de Moraes tem cerca de quarenta e oito quilômetros e se estende da área urbana até Nova Friburgo, apresentando dois tipos litológicos principais: o primeiro contendo dioritos e tonalitos, e outro contendo granitos e granodioritos. Os Depósitos Gravitacionais, de acordo com os autores acima, são constituídos por blocos e matacões de grandes dimensões, de litotipos variados associados às encostas de elevado gradiente (Escarpas das serras do Mar, Mantiqueira e maciços costeiros). Os Depósitos praias antigos datam de 123.000 anos atrás (Pleistoceno), estando associados ao último evento transgressivo marinho e são constituídos principalmente por sedimentos arenosos associados à sedimentação praial/lagunar. Os depósitos de pântanos e mangues estão, muitas das vezes, associados a sistemas lagunares ou estuarinos, ocorrendo em zonas baixas. O Grupo Barreiras constitui uma cobertura sedimentar continental e marinha (ARAI, 2006) e se desenvolve ao longo do litoral brasileiro, se estendendo da região amazônica, por toda região

costeira norte e nordeste, até o estado do Rio de Janeiro e de idade datada do miocênica a pleistocênica inferior (SUGUIO; NOGUEIRA, 1999). E por fim, o Complexo Rio Negro que aflora no litoral sul fluminense e representa o magmatismo de arco de maior espessura e extensão areal no estado do Rio de Janeiro, formado por ortognaisses e granitoides (Figura 2).

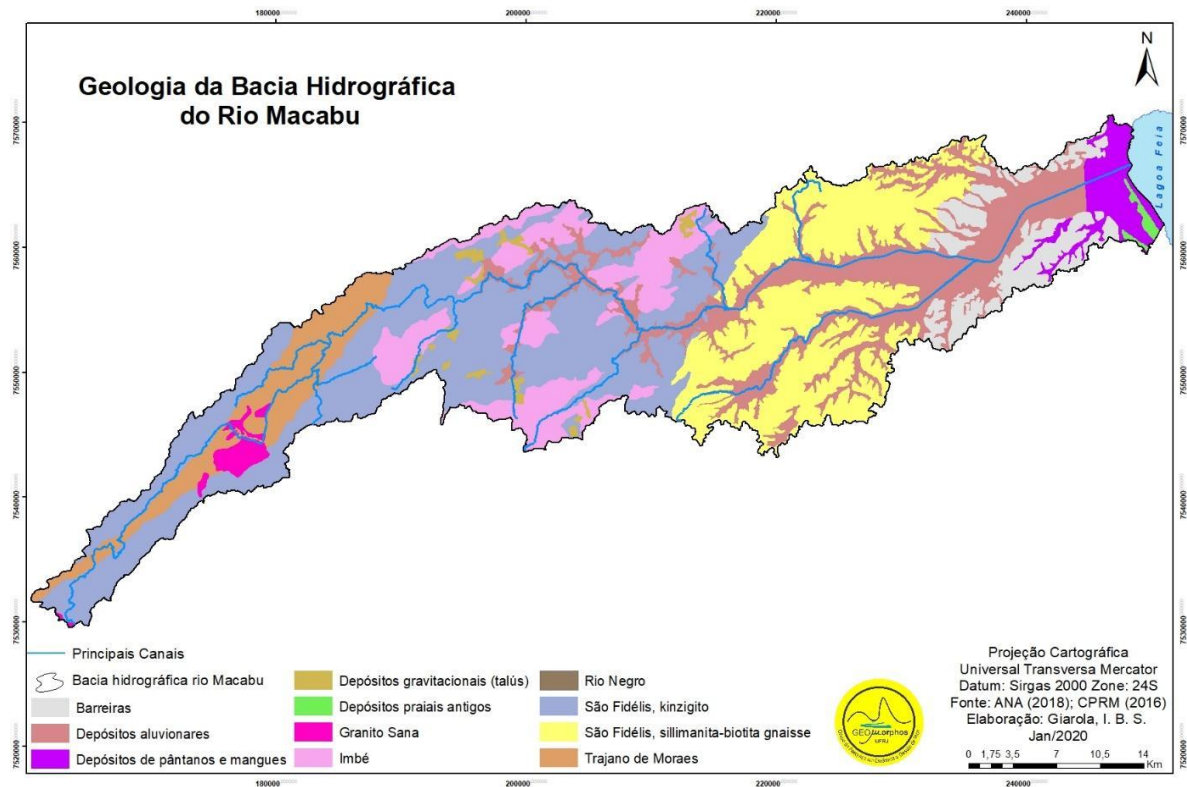


Figura 2 – Unidades Geológicas da BHRM. Fonte: HEILBRON; EIRADO; ALMEIDA (2016).







A área que compreende na BHRM faz parte do litoral brasileiro onde registra-se a ocorrência de planícies litorâneas relativamente extensas associadas às desembocaduras, onde as variações quaternárias do nível do mar são consideradas condicionante da evolução destas áreas, sendo vinculada às oscilações eustáticas, representando a variação do espaço de acomodação, além do retrabalhamento feito pela ação das ondas e correntes oceânicas (COSTA, 2007).

A planície do rio Macabu está inserida nessa área de desembocadura do rio Paraíba do Sul, onde estudos realizados por Martin *et al.* (1993; 1997) sobre essa planície quaternária correspondem a duas gerações de depósitos arenosos: terraços marinhos pleistocênicos e os terraços marinhos holocênicos, sendo encontrados, também, no baixo curso do rio Macabu. Segundo os mesmos autores, a evolução da planície costeira do rio Paraíba do Sul sofreu

variações eustáticas, influenciando na construção de sua planície. Sendo assim, reconheceram o registro de cinco estágios evolutivos durante o Quaternário: uma transgressão inundando os vales entalhados da Formação Barreiras (123.000 anos AP), uma regressão formando terraços marinhos e estando associada ao máximo glacial (entre 18.000 a 15.000 AP), uma nova transgressão onde houve erosão dos depósitos pleistocênicos, estabelecimento de um sistema ilha-barreiras (7.000 anos AP) e rebaixamento marinho ligado ao retrabalhamento litorâneo por correntes e, conseqüentemente, retrabalhando os terraços marinhos holocênicos (5.100 anos AP).

Desta maneira, foi proposto por Silva (1987) um modelo evolutivo para a região da Lagoa Feia e planície costeira do rio Paraíba do Sul (Quadro 1), reconheceu que o rio Paraíba do Sul teria alcançado diretamente o oceano na região a leste da Lagoa Feia e a planície costeira teria sido afogada pelo último máximo eustático. No último estágio proposto por Silva (1987), ocorre o assoreamento da Lagoa Feia através do aporte fluvial, configurando na formação de deltas intralagunares na borda norte da lagoa.

Quadro 1 – Esquema de evolução para a região da Lagoa Feia e planície costeira do rio Paraíba do Sul, segundo Silva (1987) – modificado de Tomaz (2005).

Fase	Característica evolutiva	Idade (anos AP)	Esquema evolutivo	Fase	Característica evolutiva	Idade (anos AP)	Esquema evolutivo
A	Transgressão, com afogamento e erosão parcial dos sedimentos continentais da Fm. Barreiras, esculpindo falésias	-		D	Regressão, com formação de um novo sistema de cristas de praia, remanescente a sudoeste da Lagoa Feia, truncando o sistema formado na fase B.	15.000 (Martin et al., 1984)	
B	Regressão, com formação de cristas de praia paralelas à orientação das paleofalésias da Fm. Barreiras	-		E	Transgressão holocênica, causando o afogamento parcial do sistema de cristas de praia formado na fase anterior, dando origem a uma extensa paleolaguna e ao cordão transgressivo que trunca diversas lagunas a sul da Lagoa Feia. Nesta fase ocorre a mudança da desembocadura do rio Paraíba do Sul para a posição atual.	5.100 (idade do pico transgressivo) (Martin et al., 1984)	
C	Transgressão, com truncamento das cristas de praia formadas na fase anterior	120.000 (Martin et al., 1984)		F	Fase atual, com assoreamento da Lagoa Feia por sedimentação fluvial, como consequência do desenvolvimento de deltas intralagunares, que se desenvolvem principalmente na sua margem norte.	Pós 5.100	

O contexto geomorfológico em que se encontra a bacia hidrográfica do rio Macabu é caracterizado por escarpas da Serra de Macabu, áreas colinosas e extensas planícies sedimentares. O alto curso drena uma zona montanhosa marcada por vertentes íngremes, vales aprofundados, picos elevados e paredões rochosos das escarpas serranas e dos planaltos alçados, demarcados por um relevo muito acidentado. O médio-baixo curso da bacia drena uma extensa zona colinosa de baixa amplitude de relevo com vertentes suaves e vales amplos, numa paisagem típica das Baixadas Litorâneas, representando uma expressiva sedimentação fluvial, costeira ou flúvio lagunar junto à Lagoa Feia (DANTAS, 2000; SILVA, 2002; PRADO *et al.*, 2004).

Dantas (2000) define Domínios Geoambientais para o Estado do Rio de Janeiro, o domínio Geoambiental I é a Faixa Litorânea que corresponde ao mais extenso domínio do Estado, indo desde a Baixada de Sepetiba até a divisa com o Estado do Espírito Santo. Além do domínio I, tem-se o II, III, IV, V e VI. Esses seis domínios abrangem as unidades geoambientais presentes na BHRM, sendo elas: Escarpas Serranas, Escarpas Serranas Degradadas, Alinhamentos Serranos/ Degraus Estruturais, Domínio Montanhoso, Mar de Morros, Colinas Isoladas, Domínio de Colinas Dissecadas, Domínio Suave Colinoso, Planícies Aluviais, Planícies Flúvio-Lagunares e Tabuleiros (Figura 3).

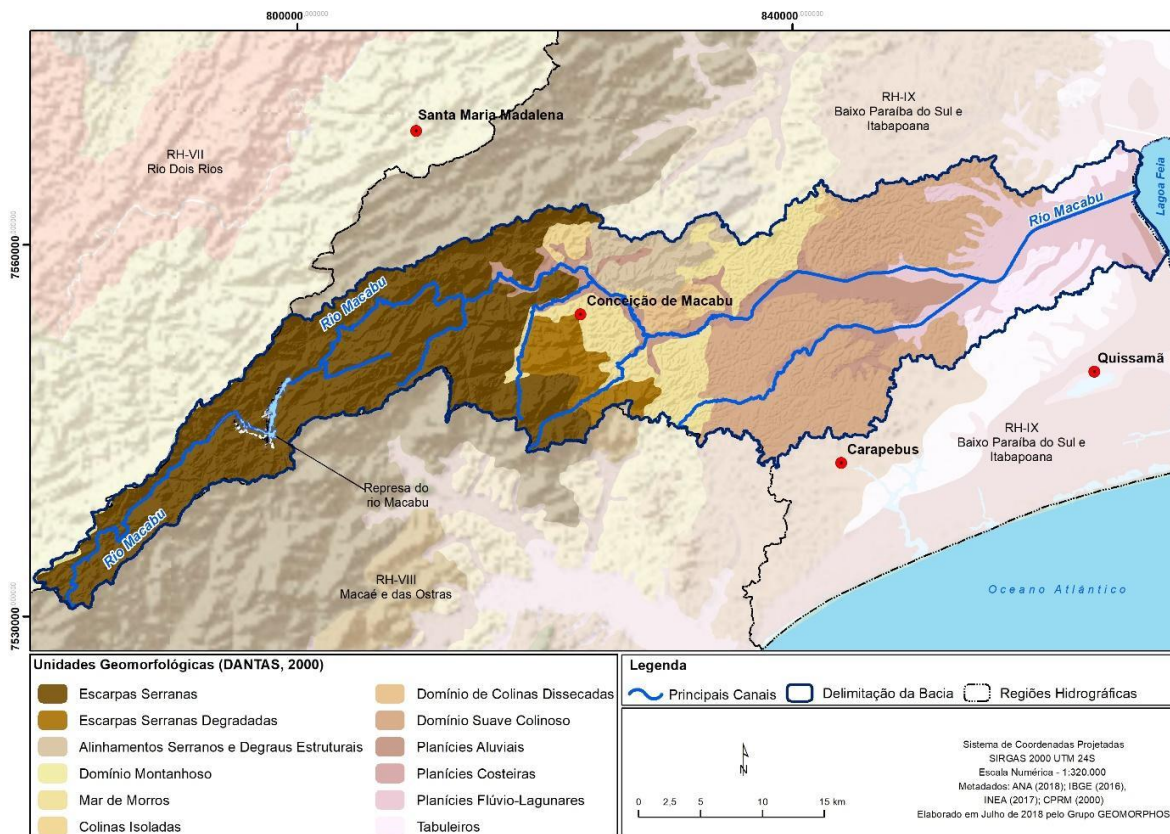


Figura 3 - Unidade Geomorfológicas da BHRM. Fonte: Dantas (2000).

3.2 - Contexto Climático

Segundo Prado *et al.* (2004), são encontrados os seguintes tipos de clima para a bacia hidrográfica do rio Macabu, de acordo com a classificação climática de Köppen: Aw – Clima tropical, com inverno seco; Cwa – Clima subtropical de inverno seco; e Am – Clima tropical úmido ou subúmido. A região localiza-se no domínio do clima Tropical (CONTI, 1979), situando-se de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2002) na zona climática Tropical do Brasil Central.

O clima da região é, predominantemente, tropical, subtropical e tropical úmido, tal configuração climática ocorre pela forte influência de tais fatores geográficos de formação do clima (NIMER, 1989) e se materializa em duas estações climáticas bem distintas: uma seca de curta duração e uma chuvosa condensada pelos totais elevados de precipitação (FREITAS; SANTOS, 2014). Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), através de dados das Normais Climatológicas do Brasil¹, as temperaturas máximas para

¹ A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define as Normais como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos”.

regiões ao entorno da BHRM são superiores a 27 °C (Gráfico I). Já a temperatura mínima para a região fica nos 10 °C no Município de Nova Friburgo no inverno (Gráfico II).

Gráfico I – Temperatura máxima para a região entre os anos 1981-2010. Fonte: INMET (2019).

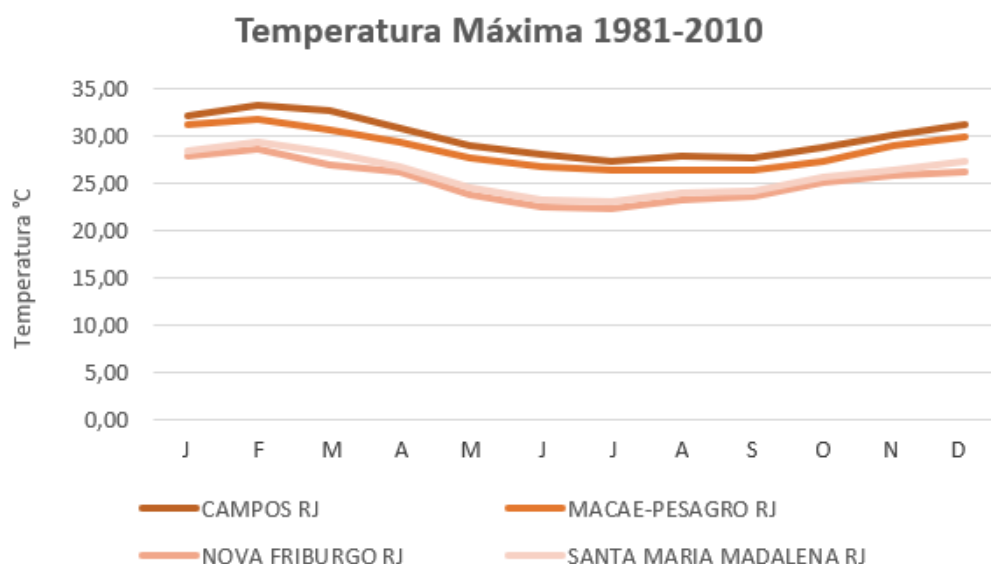
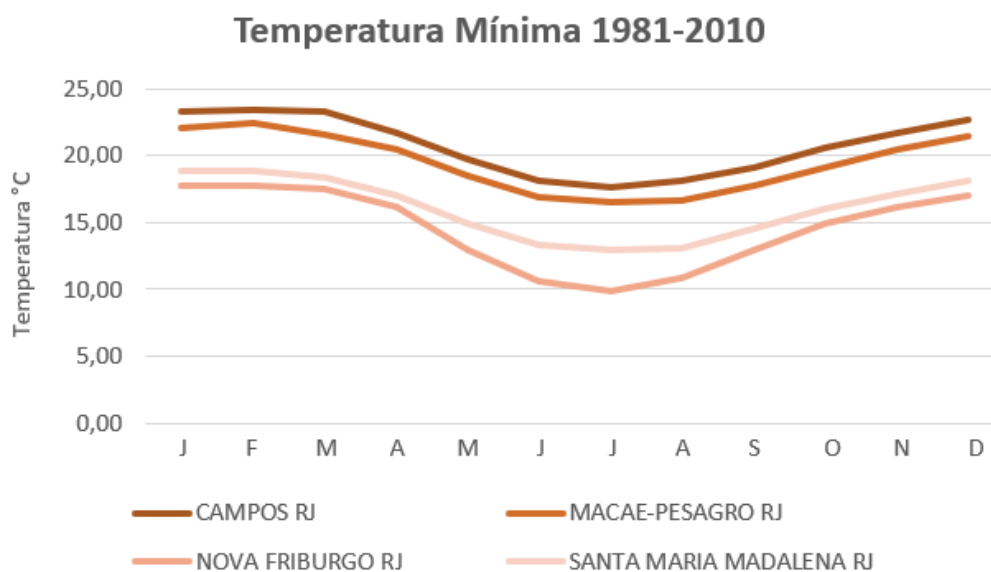
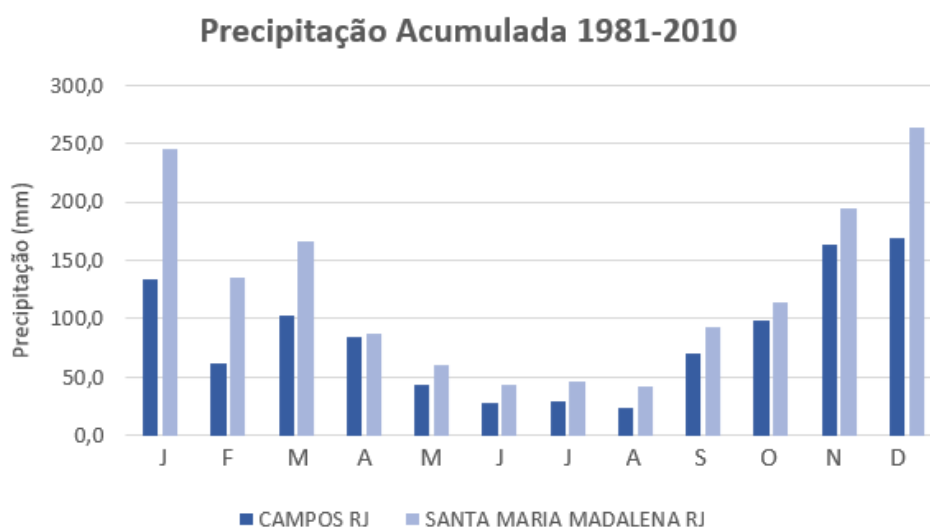


Gráfico II – Temperatura mínima para a região entre os anos 1981-2010. Fonte: INMET (2019).



De acordo com Freitas e Santos (2014), a BHRM possui um dos maiores índices pluviométricos da região, devido as condições impostas pela geologia e geomorfologia local da vertente litorânea da Serra do Mar. As massas de ar úmidas se encontram nessa vertente com as montanhas de florestas ombrófilas, causando o aumento de chuvas. Por esta razão, no domínio montanhoso, a precipitação anual supera valores de 2.500 mm, já as médias mensais podem ultrapassar os 250,0 mm (Gráfico III).

Gráfico III – Precipitação acumulada para a região entre os anos 1981-2010. Fonte: INMET (2019).



3.3 - Histórico de Uso e Ocupação do Solo

A área de estudo foi originalmente habitada por grupos humanos, caçadores e coletores, que se dividiam em diversas tribos nômades, sendo essas tribos denominadas de Sacurus (SILVA, 1997). Segundo o autor, esses grupos tribais foram chamados pelos primeiros exploradores de Sacurus, Saruçus ou Sucurus e, segundo o historiador Joaquim Norberto de Souza e Silva (Aldeias de Índios do Rio de Janeiro - 1854), deviam pertencer ao grupo dos guarus.

A área que hoje corresponde a bacia hidrográfica do rio Macabu (municípios de Conceição de Macabu, Macaé, Carapebus, Quissamã e Campos) foi concedida, em 1627, pela Coroa portuguesa, aos Sete Capitães, militares portugueses que lutaram na expulsão dos franceses da baía de Guanabara (Estudos Socioeconômicos dos Municípios do Estado do Rio

de Janeiro, 2016). Com o fracasso jesuíta, os índios retornaram ao vale do Macabu, iniciaram o processo de povoamento e o cultivo de café na região (KUPERMAN, 2018).

Segundo Soffiati (2005), a primeira tentativa de desenvolvimento na época do noroeste fluminense, seguindo os moldes europeus, se deu em extrair metais preciosos nos leitos dos rios e no subsolo, madeiras das florestas e peixes das águas, além de introduzir a agricultura, a criação de animais, a manufatura do açúcar, assim dinamizando o comércio e povoamento, sendo desmatadas as densas florestas ali existentes.

Em meados do século XIX foram criados portos fluviais, a estrada Macaé-Cantagalo e o ramal ferroviário Conde Araruama, criando assim vias de acesso à região e, conseqüentemente, contribuindo para o povoamento da região (CONCEIÇÃO; KUPERMAN, 2018). Um marco para a região foi a visita do naturalista inglês Charles Darwin em sua expedição pela América do Sul.

No Rio de Janeiro, o café teve seu ciclo iniciado na segunda metade do século XVIII e chegou no Norte Fluminense (atual noroeste fluminense) por volta de 1840, onde foi cultivado em áreas de colina e planícies. Entre os anos de 1850 e 1920 houve o primeiro ciclo econômico da região com as atividades pecuárias, o café e a cana-de-açúcar, denominado por Silva (2002) de “Ciclo Áureo do Norte Fluminense”.

De acordo com Cruz (2003), o café entra em decadência entre as décadas de 1930 e 1940 e desaparece como produto fundamental e a cana-de-açúcar se expande gradualmente para a região que antes era ocupada pelo café. Assim, vários pequenos engenhos artesanais de açúcar deram lugar aos engenhos centrais, usinas e grandes unidades de produção movidas a vapor (SOFFIATI, 2005).

Porém na segunda metade do século XX a produção de açúcar e álcool da região norte fluminense perdeu espaço para a produção de São Paulo, entrando em declínio por volta dos anos de 1980, tendo usinas e ferrovias abandonadas e conseqüentemente sendo substituídas por rodovias. Segundo Cruz (2003), houve uma crise generalizada na agroindústria açucareira gerada pela crise capitalista da época e também por conflitos no setor gerados pela desorganização dos mercados.

Na década de 1970 foi anunciado a descoberta de petróleo na Bacia de Campos, tendo em 1978 o primeiro poço produzido comercialmente (CRUZ, 2003). Surgiram assim, uma demanda alta por mão de obra, tendo a Petrobrás (empresa que explora o Norte Fluminense) mais de dez mil funcionários diretos, o que atraiu diversas pessoas para o complexo extrativista da região.

Com os ciclos do café, da cana-de-açúcar e do setor petrolífero, houve interesse em povoar a área que compreende a bacia hidrográfica do rio Macabu, surgindo a agropecuária. O povoamento e o desenvolvimento da região se deram pela cultura canavieira, trazendo o crescimento econômico e, conseqüentemente, modernização como rodovias e ferrovias.

Com o progresso, inicia-se o desmatamento, inundações e degradação dos solos na bacia hidrográfica. Assim, nas décadas de 1950 e 1960 foram feitas grandes intervenções no rio Macabu e seus principais afluentes. A indústria açucareira tinha suas instalações em planícies sedimentares de origem fluvial e marinha e, devido ao crescimento na produção, se viram em um entrave para expandir por causa dos inúmeros brejos e lagoas, sendo em 1935 reivindicado pela população e imprensa local ao governo obras de drenagem e saneamento que erradicassem a malária (SOFFIATI, 2005).

Assim, o extinto Departamento de Obras e Saneamento (DNOS) retificou diversos canais da BHRM (Figura 4) com o objetivo de drenar as superfícies para ampliação de áreas para cultivo da cana-de-açúcar, controle de inundações, eliminação da procriação dos mosquitos transmissores da malária e da febre amarela, facilitar/expandir a irrigação da cana-de-açúcar e pastagem (TOTTI; PEDROSA, 2006).

Mello e Vogel (2004, p. 88) reiteram sobre as atividades do DNOS:

As tarefas a serem executadas, com o objetivo de sanear os 17.000 Km² da baixada litorânea fluminense, eram múltiplas e complexas. Era preciso recuperar áreas periodicamente alagadas pelas marés; defender outras contra inundações recorrentes; dragar leitos de rios, riachos e córregos; retificar cursos d'água; assegurar a drenagem subterrânea dos alagadiços; construir polders, diques, pontes e viadutos; e, finalmente, abrir canais, (...) problemas dos mais comuns no litoral norte fluminense.



Figura 4 – Rio Macabu no trecho retificado e área de pastagem, foto tirada sentido ao montante da Lagoa Feia. Fonte: Acervo Grupo GEOMORPHOS/UFRJ (2018).

Segundo Leite (2013, p.12),

apesar de as canalizações terem tido por objetivo viabilizar a agricultura e a ocupação das terras, o que se verificou na realidade, foi o efeito oposto, pois os canais de drenagem foram rapidamente assoreados, fazendo com que fosse necessário um alto investimento em manutenção por meio de dragagens e desobstruções (BIDEGAIN *et al.*, 2002), normalmente não privilegiados pelas instâncias de gestão governamentais. Todas essas intervenções culminaram na completa alteração da dinâmica das vazões e da carga de sedimentos dos corpos hídricos, e logo, na resposta aos eventos pluviométricos que se tornaram cada vez mais catastróficos.

Nesta perspectiva, para Carneiro (2004, p.93)

Com inúmeras lagoas permanentes e temporárias, a Baixada Campista passou a ter terras ressecadas e em alguns locais salinizadas, sobretudo nos períodos de baixa pluviosidade, sem água suficiente para suprir as necessidades do novo modelo agrícola baseado na irrigação. Com o abandono das estruturas hidráulicas e da manutenção dos canais, as condições, já precárias, do sistema hidráulico se agravaram rapidamente. Nos períodos de seca, o baixo nível d'água do rio Paraíba do Sul impossibilita a adução de água para os canais, comprometendo o abastecimento das propriedades rurais. A forte redução da oferta de água para os canais tem também como consequência imediata o aumento do nível da poluição hídrica, já que os canais são receptores do lixo e do esgoto lançados na área urbana. 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.

Outras modificações no sistema fluvial da bacia são a construção da barragem pela antiga Companhia de Eletricidade Fluminense e a transposição do rio Macabu para a bacia

vizinha, a Bacia do rio Macaé, ambos entre 1949 e 1952. Foi construída uma represa para desviar as águas do rio Macabu para a bacia hidrográfica do rio Macaé, sendo feitas tubulações subterrâneas para geração de energia elétrica. A vazão proporcionada pela transposição é de aproximadamente 5,4 m³/s (FREITAS *et al.*, 2014).

Com a construção da barragem e o desvio de água, o rio Macabu praticamente desaparece (Figura 5) por cinco quilômetros, impedindo o fluxo natural do rio, sendo alimentado por seus pequenos afluentes e novamente ganhando vazão. Para Prado *et al.* (2004), essa modificação gera uma significativa redução da vazão do rio Macabu, fazendo que em no período de estiagem pluviométrica não exista água suficiente no reservatório para verter pela tomada d'água.

Por esta razão, o Rio Macabu, é conhecido como o único rio fluminense que nasce e “deságua duas vezes”, a primeira uma vez na Represa de Sodrelândia e outra na sua foz natural, na Lagoa Feia (FREITAS *et al.*, 2014). Segundo Oliveira (2007), houve com essas obras uma alteração significativa no regime hídrico do rio, tendo uma redução média de cerca de 24% da sua vazão, prejudicando toda a região a jusante da represa.



Figura 5 – (a) Rio Macabu entulhado de sedimentos, com a presença de vegetação típica de brejo, na localidade de Sodrelândia; (b) Barragem de Sodrelândia, com entulhamento de sedimentos e vegetação de médio e grande porte. Fonte: Acervo Grupo GEOMORPHOS/UFRJ (2018).

Na Lagoa Feia, onde se encontra a foz do rio Macabu, também foram feitas obras de engenharia hidráulica, sendo a primeira a construção da Barra do Furado em 1688 que se destina o escoamento das águas da Lagoa Feia e de outros sistemas para o oceano (LAMEGO, 1945).

A Lagoa Feia perdeu parte de sua área com as obras do DNOS a fim de drenar a baixada campista, onde inúmeras lagoas e brejos foram drenadas, ampliando assim a área agricultável e combatendo vetores epidêmicos, sendo grande parte destes brejos, lagoas e rios possuíam contato direto ou indireto com a Lagoa Feia (SOFFIATI, 1998).

A maior obra do DNOS na Lagoa Feia foi a construção do Canal das Flechas (Figura 6) em 1942, onde o objetivo era facilitar o escoamento das águas para o oceano, sendo um canal artificial com 13 km de extensão por 120 m de largura (VALPASSOS, 2004). Antes da obra, o escoamento até o oceano era feito pelo sistema natural de escoamento pelos rios da Onça, Novo, do Ingá, do Barro Vermelho e do Furado, que se uniam no Rio Iguaçu. Desta forma, o valor médio das cotas máximas das águas da lagoa reduziu em cerca de 80 cm e as cotas médias mínimas cerca de 90 cm (BIDEGAIN, 2002).



Figura 6 – Lagoa Feia vista da foz do Canal da Flecha, em 1982. Fonte – DNOS (Retirado de Soffiati, 2015).

Esse fato reflete no tamanho da Lagoa Feia ao longo dos anos, sendo que até o ano de 1949 ela era considerada a maior lagoa do Estado do Rio de Janeiro. Para Bidegain (2002), a Lagoa Feia apresentava 370 km² no período chuvoso, porém ano de 2002 a mesma lagoa estava reduzida a 160 km².

Assim, após todas essas intervenções antropogênicas que propiciaram benefícios para as regiões onde são realizadas, mencionadas acima, na drenagem não somente da BHRM, mas também em toda a baixada campista, há também sérios impactos negativos no sistema

fluvial, que modificaram e modificam a hidrogeomorfologia. Todas essas intervenções podem causar desequilíbrios ambientais, tais como o assoreamento dos canais fluviais, falta d'água para abastecimento humano, animal e irrigação para áreas cultivadas, modificação no comportamento natural do rio, perda de habitats naturais, aumento da erosão fluvial, alteração na velocidade dos fluxos, retirada da vegetação ripária, entre outros impactos. Desta maneira, faz-se necessário o estudo ambiental interdisciplinar para a implementação de projetos de monitoramento e reabilitação dessas áreas para assim recuperar essas áreas degradadas, mesmo que parcialmente.

Nos dias atuais, a economia de uma grande parte dos municípios que integram a BHRM está relacionada ao recebimento dos royalties do petróleo. A indústria petrolífera trouxe para a região novos processos espaciais de uso e ocupação da terra, havendo um reordenamento territorial e a economia passou a ser composta por essa nova atividade e outras complementares trazidas pelo crescimento populacional (SANTANA, 2019).

Desde a intensificação das atividades antrópicas com o ciclo do café no século XVIII até os dias atuais com a indústria petrolífera e a agropecuária, os processos de degradação do sistema fluvial da BHRM tendem a se agravar em termos das condições de “saúde” dos rios, pois a densidade populacional é cada vez maior pela busca de emprego, erosão, assoreamento e retirada da cobertura vegetal para abertura de pastos e campos, mudanças climáticas que estão ocorrendo mundialmente e etc.

De acordo com os resultados do Projeto Olho no Verde², do Instituto Estadual do Ambiente e INEA (Instituto Estadual do Ambiente), atualmente são realizadas na BHRM atividades agropecuárias (pastagem e agricultura de subsistência), as quais representam cerca de 60% da área. As florestas primárias e as secundárias representam cerca de 30% da bacia, sendo caracterizadas por remanescentes da Mata Atlântica (Figura 7).

² O projeto Olho no Verde faz o monitoramento da cobertura florestal e a identificação de áreas que sofreram desmatamento na Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. Disponível em inea.rj.gov.br/olho-no-verde/

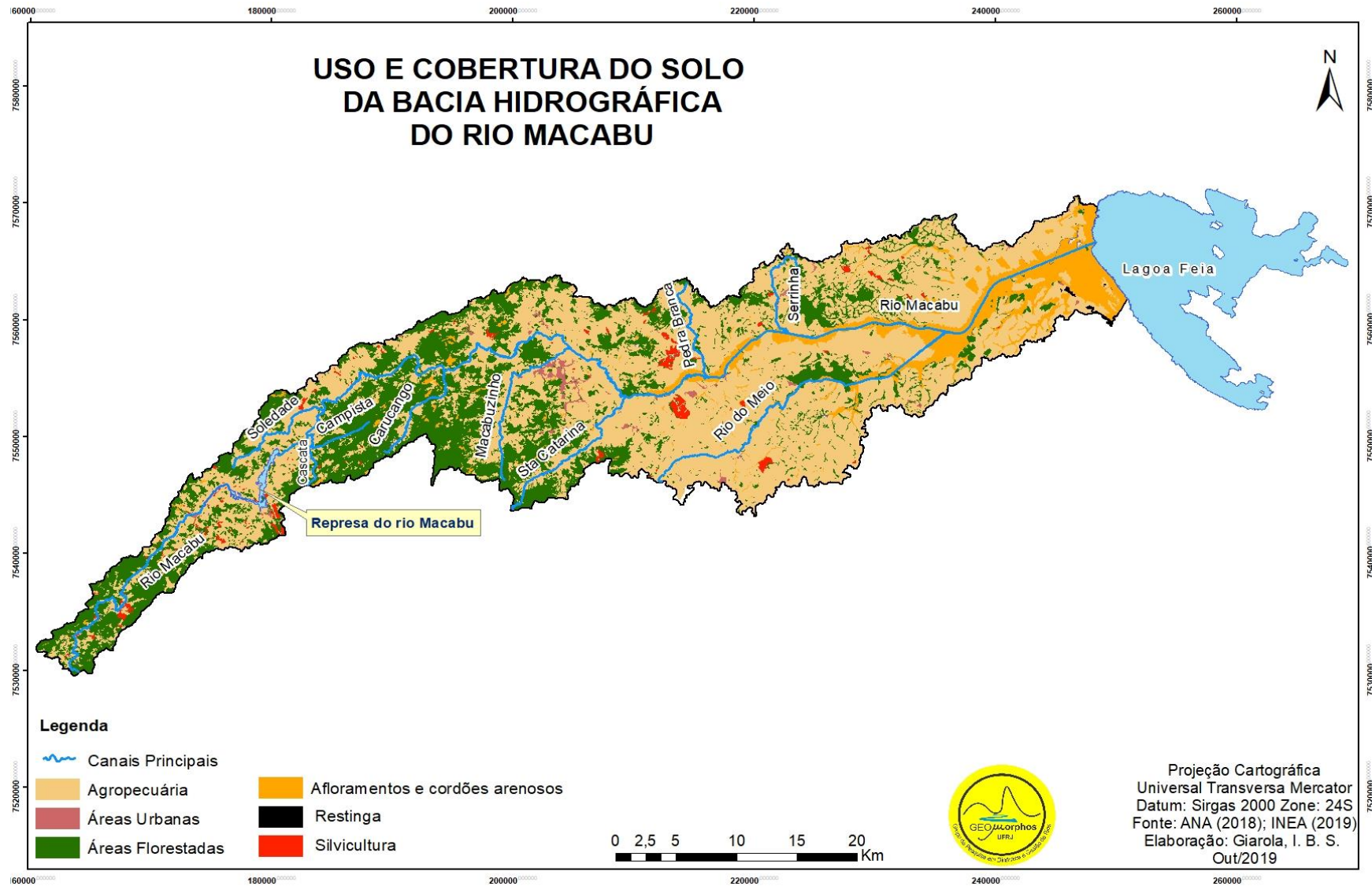
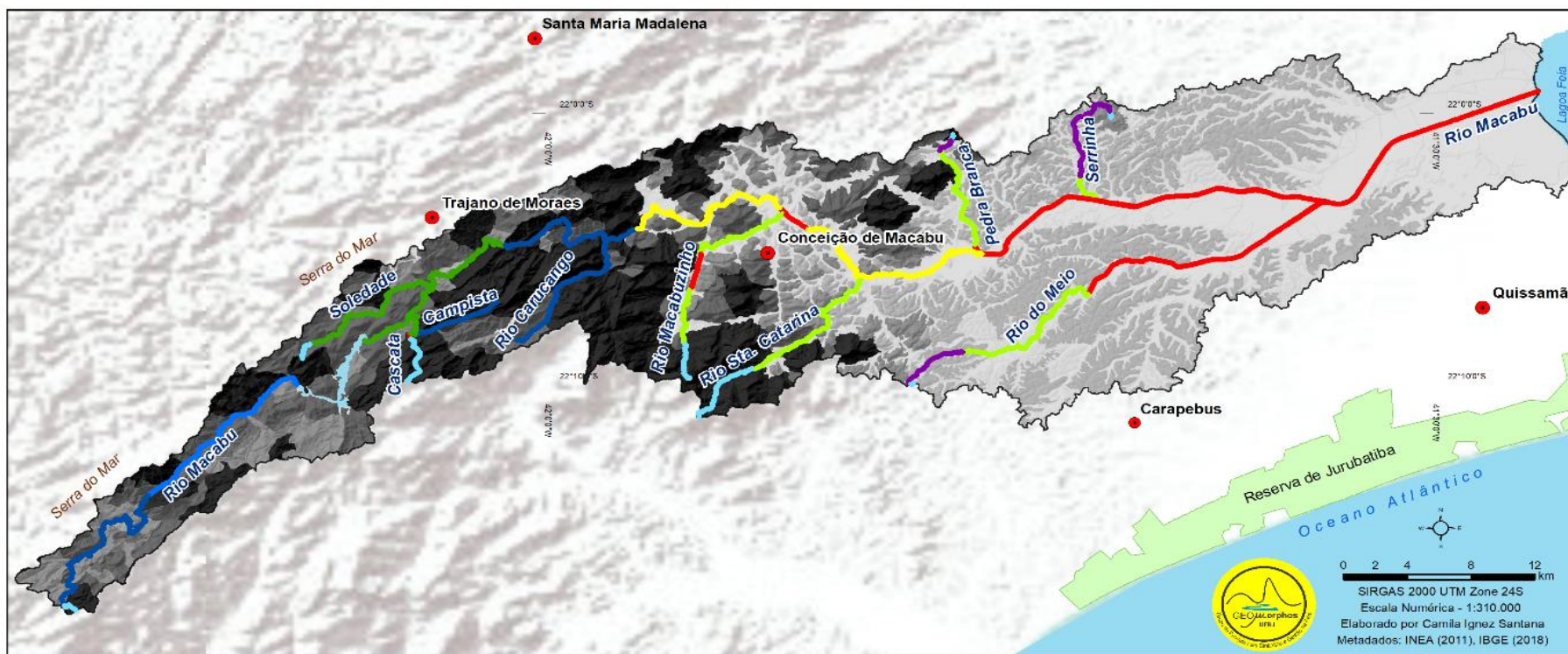


Figura 7 – Mapa de uso e cobertura do solo do sistema fluvial do rio Macabu.

3.4 – Estilos Fluviais da bacia hidrográfica do rio Macabu

No trabalho desenvolvido por Santana e Marçal (no prelo) foram identificadas oito diferentes Estilos Fluviais para a BHRM, Vale confinado, cabeceira íngreme; Vale confinado, margem controlada pelo substrato rochoso; Vale confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies de inundação ocasionais; Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, canalizado; Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante, leito arenoso; Vale lateralmente não confinado, preenchimento de vale; Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso e Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso. A identificação dessas tipologias fluviais é baseada na configuração do vale, na forma em planta do canal, nas feições geomorfológicas e no material do leito do rio (Figura 8 e Tabela 1).

Segundo Santana e Marçal (no prelo), o *Estilo Fluvial Vale Confinado, cabeceira íngreme* foi identificado nas áreas de nascentes em trechos montanhosos e escarpados com a declividade superior a 45%, onde o gradiente de canais e a relação de relevo são elevados. Esses trechos são os mais preservados da bacia, predominando as florestas primárias, remanescentes da Mata Atlântica na bacia. O Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso situa-se em domínios de relevo de morros e serras escarpadas e locais, onde a geomorfologia impõe forte controle na configuração do vale. No Vale Confinado margem controlada pelo substrato rochoso há predominância do uso do solo para a agricultura de subsistência, verificando-se a ocorrência de áreas destinadas à silvicultura.



ESTILOS FLUVIAIS (SANTANA; MARÇAL, 2019)

- | | |
|--|---|
| <p> Vale confinado, cabeceira íngreme (100%)</p> <p> Vale confinado, margem controlada pelo substrato rochoso (97,1%)</p> <p> Vale confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies de inundação ocasionais (85%)</p> <p> Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, canalizado (2,4%)</p> | <p> Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante, leito arenoso (7,6%)</p> <p> Vale lateralmente não confinado, canal descontínuo, vale preenchido (4,9%)</p> <p> Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso (18%)</p> <p> Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso (73,9%)</p> |
|--|---|

Legenda

- Planícies Fluviais
- Colinas
- Morros
- Serras Isoladas e Locais
- Serras Escarpadas
- Cidades
- Represa de Sodrelândia

Figura 8 – Mapa dos Estilos Fluviais da BHRM. Fonte: SANTANA; MARÇAL (no prelo).

Segundo Santana e Marçal (no prelo), *Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies ocasionais* é localizado no relevo típico de serras isoladas e locais, onde a variação altimétrica vai de 200 a 400 metros de altitude. Assim, o ajuste lateral nesse Estilo Fluvial é consideravelmente maior, se comparado aos anteriores, sendo possível verificar a formação de ilhas vegetadas, alternadas com blocos rochosos e corredeiras em um leito cascalhento e arenoso. A primeira tipologia verificada após a represa é o Estilo Fluvial Vale Parcialmente Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito arenoso e/ou rochoso, localizado na porção caracterizada pelas serras locais e isoladas, observando vertentes côncavas, tendo maior ajuste lateral do canal que, nesse trecho, apresenta sinuosidade mais elevada.

O *Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, canal contínuo, meandrante, leito arenoso* está encaixado em relevo mais plano, com altitude média de cerca de 20 metros, onde prevalecem os processos de sedimentação fluvial e a conectividade com as encostas e o controle lateral são menores. Sua forma em planta é caracterizada por um canal contínuo, único, meandrante e de alta capacidade de ajuste lateral, dada pela ausência de controles estruturais na margem. O Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, canal contínuo, canalizado, exerce controle lateral e sua conectividade com as encostas adjacentes também são baixos, com a ocorrência de amplas e extensas planícies. Sua forma em planta, entretanto, é caracterizada por um canal contínuo, único e de baixa sinuosidade devido a sua retificação na década de 1960 pelo DNOS.

O *Estilo Fluvial Vale Parcialmente Confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso*, localizado nas planícies fluviais e nas zonas colinosa. Há controle lateral exercido pelas colinas, porém esse não ocorre de maneira rígida, o que permite um elevado grau de ajuste lateral do canal e sugere que a dinâmica dos processos fluviais está condicionada pela forma em planta do canal. A forma em planta é caracterizada por canal único, sinuoso, contínuo, com a presença de barras laterais, longitudinais e ilhas arenosas. O Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, canal contínuo, vale preenchido foram identificados no rio do Meio e nos córregos Pedra Branca e Serrinha. Essa tipologia se forma fundo de vales lateralmente não confinados, nos quais os canais se encontram preenchidos de sedimentos, formando pântanos descontínuos os quais acumulam sedimento em suspensão (Tabela 1).

Tabela 1 – Atributos dos Estilos Fluviais da BHRM. Fonte: Santana; Marçal (no prelo).

Estilo Fluvial	Extensão (Km)	Elevação do Canal (m)	Largura do canal (m)	Geomorfologia	Declividade do vale	Forma em Planta	Unidades Geomorfológicas	Material do leito	Comportamento
<i>EF-VC cabeceira íngreme</i>	16	1570 - 1350	3	Escarpas	Montanhoso	N. A	Sem planície, degraus rochosos e blocos rochosos	Leito rochoso, matacões, cascalho 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
<i>EF-VC margem controlada pelo substrato rochoso</i>	45	1350 - 1080	54	Escarpas e Morros	Forte Ondulado	N. A	Terraços fluviais, afloramento do substrato rochoso, degraus rochosos, corredeiras e cascatas	Leito rochoso, matacões, cascalho, seixos e areia	Baixa capacidade de ajuste lateral e elevada estabilidade. Há heterogeneidade geomorfológica – depósito de talús ao longo das encostas do vale, trechos com terraços fluviais evidenciando a dissecação do relevo e alternância entre o afloramento do substrato rochoso e lençóis arenosos no leito do canal
<i>EF-VC margem controlada pelo substrato rochoso, planícies ocasionais</i>	15	1080 - 670	11,2	Serras Locais	Ondulado	N. A	Alvéolos e terraços fluviais, afloramento do substrato rochoso, degraus rochosos, corredeiras, lençóis de areia, ilhas vegetadas ocasionais	Leito rochoso e arenoso com matacões e blocos rochosos	Baixa capacidade de ajuste lateral, boa conectividade com as encostas e elevado poder de transporte de sedimentos. Formação de ilhas devido ao embarreamento ocasionado por blocos rochosos nas zonas mais amplas do vale. Presença de amplos alvéolos fluviais
<i>EF-VPC margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas,</i>	30	660 - 360	95	Serras Locais	Suave Ondulado	Canal único, sinuoso, propenso a poucos ajustes laterais	Cascatas, blocos rochosos, lençóis de areia, barras laterais, centrais e de pontal, ilhas vegetadas	Leito rochoso e arenoso	Feições do canal e a planície de inundação são retrabalhadas pelo fluxo de alta/média magnitude constantemente. Capacidade de ajuste lateral médio, transferência, produção e acúmulo de sedimentos

<i>leito rochoso e ou/arenoso</i>									
<i>EF-VLNC canal contínuo, meandrante, leito arenoso</i>	33	40 - 18	18	Morros e Colinas	Plano	Canal contínuo, alta sinuosidade, lateralmente instável	Barras de pontal e central, lençóis arenosos, planície de inundação contínua, paleocanais	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 de alta/média magnitude
<i>EF-VLNC canal contínuo, canalizado</i>	67	18 - 0	35	Planície Flúvio - marinha	Plano	Canal único, retificado, estabilidade imposta artificialmente	Planície contínua, barras laterais e longitudinais, paleocanais e pântanos	Areia	Baixa conectividade com as encostas adjacentes e alta estabilidade lateral imposta artificialmente. Potencial elevado de transporte de sedimentos em eventos de alta magnitude, devido a sua forma artificial que aumenta potencialmente o fluxo e potencial elevado de acúmulo de sedimentos em eventos de baixa magnitude, levando ao retrabalho das feições do canal fluvial
<i>EF-VPC margem controlada pela forma em planta, leito arenoso</i>	48	50 - 18	12	Planície Fluvial	Plano	Canal contínuo, alta sinuosidade, lateralmente estável	Planície contínua, barras de pontal, terraços fluviais e lençóis arenosos	Areia	Baixa conectividade com as encostas adjacentes, elevado potencial de acúmulo de sedimentos. Feições do canal são retrabalhadas frequentemente pelo fluxo de alta/média magnitude. Incisão vertical e dissecação do relevo evidenciado pela presença de terraços fluviais
<i>EF-VLNC canal contínuo, vale preenchido</i>	13	20 - 0	N. A	Colinas e Planícies Fluviais	Plano	Sem canal	Pântanos	Lama e areia	Amplos fundos de vale possibilitam a dissipação do fluxo d'água e de sedimentos. Enquanto os cortes de estrada propiciam o acúmulo de materiais suspensos e de carga. Assim, são formados pântanos intactos

IV - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO – CONCEITUAL

4.1 - Geomorfologia Fluvial

A Geomorfologia é uma ciência que estuda as formas e processos dos relevos da superfície terrestre. Segundo Leopold *et al.* (1964), a Geomorfologia é dada pela interação de elementos que moldam a superfície da Terra de acordo com os componentes e processos geológicos que formam a estrutura do relevo. Para Christofolletti (1980, p. 1) “há um relacionamento muito grande entre as formas e os processos; o estudo de ambos pode ser considerado como objetivo central desse ramo de conhecimento”.

Dentro da Geomorfologia há ramificações voltadas para diferentes componentes do relevo, sendo um deles a Geomorfologia Fluvial que tem seu possível surgimento na segunda metade do século XVIII com o reconhecimento de que os rios esculpiam seus próprios cânions, reconhecimento esse feito por James Hutton e John Plafair (WHOL, 2014). Segundo Marçal e Lima (2016, p. 18):

Foi um período com importantes contribuições de naturalistas sobre relatos e descrições das paisagens, dando ideia de como se desenvolvia o curso dos rios. Outros marcos sucessivos, na maneira de pensar os rios, tiveram reflexos no surgimento e desenvolvimento da geomorfologia fluvial.

Porém, já no século XV, Leonardo da Vinci (1452 – 1519) elucidou a primeira tentativa de expressar suas ideias sobre o curso dos rios: "as partes mais baixas de uma montanha são aquelas em que se unem os vales, e a parte mais baixa de um vale é o rio, que é a causa destes vales. Enfim, a parte mais baixa dos rios principais é o mar, onde os rios e seus afluentes repousam de sua peregrinação". Da Vinci, fez análises sobre os canais de drenagem e a erosão fluvial, ainda que influenciado por questões práticas de engenharia (CHORLEY; DUNN; BECKINSALE, 1965).

A Geomorfologia Fluvial baseia-se na interação entre formas e processos de canais fluviais em uma escala de espaço e tempo (CHARLTON, 2008). Os canais fluviais são, frequentemente, objetos de estudo em pesquisas geográficas, pois os mesmos podem ser considerados responsáveis pela esculturação da paisagem, podendo refletir o clima e a geologia, sendo utilizados como parâmetro para o diagnóstico do meio físico (SANTOS, 2008).

No final do século XX e nos primórdios do século XXI muitos estudos científicos que tratam de assuntos relacionados com a Geomorfologia Fluvial aumentaram consideravelmente em função da crescente degradação causada no ambiente e as consequências dessas perturbações antrópicas (Leopold *et al.*, 1964; Chorley e Kennedy, 1971; Schumm, 1981; Brierley *et al.*, 2005; SCHUM, 2005; Fryirs *et al.*, 2007, dentre outros).

As abordagens e técnicas da Geomorfologia têm possibilitado compreender os arranjos espaciais e os padrões de canais, a atuação dos processos fluviais, os fatores que condicionam a dinâmica fluvial e suas formas, tanto de ordem natural como antrópica e contribuindo para a investigação da configuração evolutiva da drenagem (MAGALHÃES JR; BARROS, 2020).

Assim, a Geomorfologia Fluvial dispõe de duas abordagens, uma baseada na busca do desenvolvimento como ciência e outra baseada na busca da compreensão e concepção de estratégias aplicadas (THORNE *et al.*, 2006). No século XX ela se desenvolve com a proposição de parâmetros morfométricos para a interpretação de bacias de drenagem com Horton (1945), Strahler (1952) e Schumm (1956). Em 1964, Leopold *et al.* iniciaram uma nova tendência com ênfase na geomorfologia dos processos, surgindo trabalhos baseados nos condicionantes climáticos ao longo do Quaternário. Já nos anos de 1970 e 1980, surgem estudos voltados para técnicas estatísticas e modelos matemáticos. E a partir da década de 1990, avançaram os estudos da Geocronologia e Geotecnologia, que passaram a contribuir para a expansão de horizontes na Geomorfologia Fluvial (MAGALHÃES JR; BARROS, 2020).

4.2 - Metodologia dos Estilos Fluviais (River Styles®)

A metodologia dos Estilos Fluviais (*River Styles*®) foi desenvolvida no ano de 2000 pelos australianos Gary Brierley e Kristie Fryirs, tendo como objetivo analisar o comportamento fluvial. Foi desenvolvida em parceria com a Agência Australiana de Conservação da Água (ACWC). Essa ferramenta de classificação 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).

Os Estilos Fluviais expressam uma metodologia de classificação de canais fluviais que permitem a identificação de segmentos de rio que possuem características geomorfológicas e hidrodinâmicas similares (LIMA; MARÇAL, 2013). É uma metodologia flexível, com etapas bem definidas e baseia-se em observações e interpretações geomorfológicas e hidrodinâmicas de um sistema fluvial (BRIERLEY; FRYIRS, 2005). Desta maneira, representa um mecanismo que serve como subsídio para que sejam implementadas práticas de gestão e restauração eficientes e programas de reabilitação de sistemas fluviais.

A metodologia dos Estilos Fluviais é dividida em quatro estágios principais de análise (Figura 9). O primeiro estágio corresponde à identificação, interpretação, classificação e mapeamento dos estilos fluviais ao longo do rio, ou seja, a forma em planta, as unidades geomorfológicas, geometria e o material do leito do rio. O segundo estágio trata da avaliação da condição geomorfológica, que permite a delimitação de geoindicadores e de informações que expressam a capacidade de ajuste do sistema fluvial e sua sequência evolutiva. O terceiro estágio corresponde à avaliação do potencial de recuperação da bacia e integra a análise dos fatores de controle e as pressões aos quais o sistema fluvial está sujeito, a avaliação da conectividade da bacia, bem como a construção de cenários futuros baseados em diferentes quadros de operação do sistema. E por fim, o quarto estágio diz respeito à gestão do rio que se baseia em diretrizes limitadas pelos estágios anteriores, priorizando uma gestão eficiente pautada no monitoramento e na avaliação da bacia.

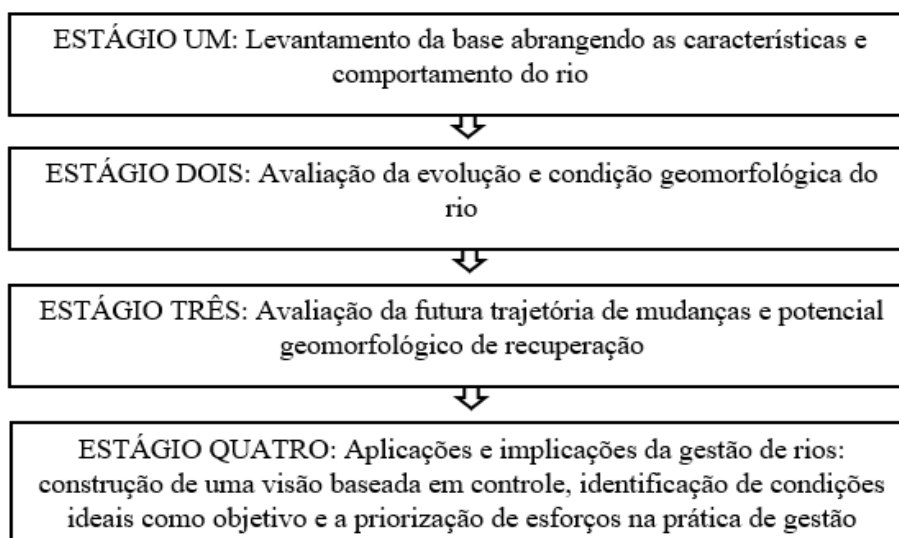


Figura 9 – Estágios da metodologia dos Estilos Fluviais. Fonte: Traduzido de Brierley e Fryirs (2005).

De acordo com Lima (2010), na metodologia dos Estilos Fluviais, 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). A análise na escala de canal elenca os parâmetros chaves do arcabouço metodológico dos Estilos Fluviais (Figura 10).

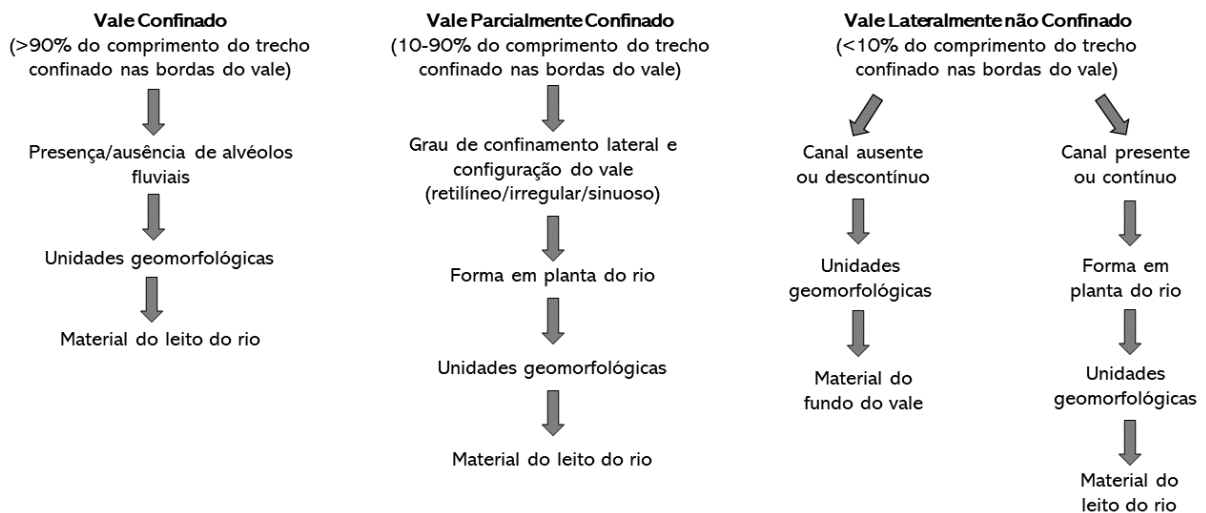


Figura 10 – Árvore processual para a definição dos Estilos Fluviais. Fonte: LIMA; MARÇAL, 2013).

Assim, reunindo informações através desses estágios ter-se-á uma base para interpretação de como o rio provavelmente será no futuro, permitindo identificar relações existentes dentro de um sistema fluvial (mudanças, ajustes, processos e comportamento). Desta maneira, a metodologia dos Estilos Fluviais representa um mecanismo para que sejam implantadas práticas de gestão eficientes e programas de reabilitação de rios que sejam efetivos e sustentáveis a longo prazo (MARÇAL *et al.*, 2017).

4.2.1 - Condição Geomorfológica e Geoindicadores

Até o final da década de 1990, as avaliações sobre a condição de um rio eram medidas pela qualidade da água e dados ecológicos, e tinham as variáveis físicas de sistemas aquáticos como importância secundária. Desta maneira, esses métodos focavam apenas em avaliar rapidamente e definir um status, impossibilitando interpretações de causa e efeito da condição de um sistema fluvial em um contexto histórico (CUNHA, 2019). Assim, foram formuladas

abordagens para avaliar a condição dos rios visando entender e interpretar a dinâmica e evolução fluvial, fornecendo informações sobre a sua trajetória.

Partindo desse pressuposto, surge a avaliação da condição geomorfológica de rios. Cabe ressaltar que avaliar o comportamento de um rio é diferente da avaliação geomorfológica. Por mais que às vezes as duas avaliações se sobreponham, os indicadores utilizados para medir a condição geomorfológica são totalmente diferentes dos utilizados apenas na classificação (FRYIRS, 2015).

Com o emprego da metodologia dos Estilos Fluviais, no estágio dois (avaliação da evolução e condição geomorfológica do rio), é possível identificar a diversidade inerente nas formas e processos dos rios, sendo evidente na escala local, de modo que um Estilo do Rio mapeado represente um resumo do caráter e comportamento na escala de semi detalhe, ou seja, na escala dos trechos dos rios (BRIERLEY; FRYIRS, 2005). Em muitos casos, essas diferenças podem refletir a variabilidade na condição geomorfológica de diferentes seções de um determinado estilo de rio, induzidas por distúrbios humanos, sejam eles diretos ou indiretos, no local ou fora do local.

É possível com aplicação do estágio dois identificar o registro de desvios de um estado natural ou esperado para aquele segmento do rio, explicando como a perturbação humana alterou o caráter e o comportamento do rio (BRIERLEY; FRYIRS, 2005). Segundo os autores acima citados, a condição geomorfológica é definida como a medida da capacidade de um rio em executar funções que são esperadas para esse rio dentro da configuração de vale em que ele está inserido, quanto mais longe esse rio estiver de sua condição de referência, pior será a sua condição geomorfológica (boa, moderada e ruim).

A condição geomorfológica é avaliada em termos de forma em planta do canal, atributos do canal e características do leito. A avaliação da “saúde do rio” constitui uma medida de suma importância para o processo de gestão de rios, pois fornece informações essenciais para a tomada de decisões ambientais. A condição geomorfológica de referência é aquela em que o rio opera em condições de integridade.

Essa diferenciação dos estados da condição em boa, moderada ou ruim é feita com base na análise de variáveis que permitam determinar a extensão de mudanças na função do rio que se distanciaram de uma referência ideal, sendo que essa referência esperada dada por um equilíbrio de função e estruturada de um sistema. Portanto, é preciso levar em consideração elementos que são relevantes para cada tipo de rio.

Essas variáveis medem pressão e respostas, ou seja, indicadores que apontam as mudanças ocorridas em um sistema em um determinado contexto evolutivo. Essas variáveis são denominadas de Geoindicadores (indicadores geomorfológicos) e devem ser escolhidos corretamente, pois fornecem informações de ajuste de um rio e uma ferramenta eficiente em práticas de gestão (CUNHA, 2019).

De acordo com FRYIRS (2005), são indicadores eficientes os que fornecem medidas do comportamento evolutivo de um sistema fluvial, a fim de determinar a distância de um comportamento esperado para determinado rio. Porém, com a entrada de perturbações provenientes das ações humanas, estas podem causar severas modificações no comportamento desse sistema.

Segundo Tavares; Cruz e Lollo (2007, p. 43), os Geoindicadores “baseiam-se em conceitos e procedimentos padrão podendo ser usados para evidenciar mudanças em ambientes fluviais, costeiros, Estudos Geográficos, desérticos, montanhosos, de geleiras, e outras áreas”. Eles têm como objetivo reunir ferramentas normativas no campo da geomorfologia, hidrologia, geoquímica, geofísica, sedimentologia e outras áreas, buscando avaliar os impactos ambientais, monitorando ecossistemas e inspecionando o desenvolvimento de atividades como mineração, silvicultura e construção (BERGER, 1997).

4.3 - Planejamento, Manejo e Gestão de Rios

Nas últimas décadas houve uma crescente preocupação em relação aos efeitos causados pelas atividades humanas no ambiente. Com a expansão e demanda agrícola e industrial a partir do século XIX, as taxas de consumo se elevaram a níveis, muitas das vezes, irreversíveis. São diversos os problemas ambientais decorrentes do consumo desenfreado, como a poluição dos canais fluviais por meio de lançamento e acúmulo de efluentes industriais e esgotos domésticos sem tratamento. Devido essas ameaças ao ambiente que é de suma importância ter dispositivos jurídicos/legais que possam contribuir para o planejamento e gestão (PINA; FERREIRA, 2010). Assim, no Brasil, principalmente na década de 1970, foram elaborados alguns marcos normativos e legais que fornecem iniciativas de gestão e proteção ambiental (MAGALHÃES JUNIOR; COTA; LEMOS, 2016).

Visando a proteção dos recursos naturais, foram elaboradas leis para o planejamento, manejo e gestão dos recursos hídricos, sendo, no Brasil, criado o primeiro Decreto Federal

nº 24.643, de 10 de julho de 1934, intitulado como Código das Águas que considera as águas como recursos naturais renováveis (SOUZA; DIAS, 2012). Contudo, esse decreto não possui instrumentos capazes de permitir uma gestão descentralizada dos recursos hídricos, sendo necessária a criação de novas leis.

No dia 8 de janeiro de 1997, data que é um marco institucional para o país, é estabelecida a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei das Águas (nº 9.433), que incorpora princípios e normas para a gestão de recursos hídricos, tendo as bacias hidrográficas como regiões naturais de abrangência e como unidade de gestão e planejamento (CALLISTO *et al.*, 2012). Sendo assim, formalizou-se a gestão participativa de bacias hidrográficas a partir de um modelo institucional centrado em instâncias decisórias colegiadas (Comitês de Bacia Hidrográfica).

Segundo a Agência Nacional das Águas (2019), a Lei das Águas estabeleceu instrumentos para a gestão dos recursos hídricos de domínio federal, criando um sistema nacional que integra União e estados, instalando comitês de bacias hidrográficas, unindo os poderes públicos nas três instâncias, usuários e sociedade na gestão, além de poder identificar conflitos pelo uso das águas.

De acordo com Maglio e Philippi Jr. (2005, p.663) o planejamento

é um processo e uma ferramenta utilizada para pensar e projetar o futuro, ela contribui para que as decisões sobre ações humanas não se baseiem na improvisação, Dessa forma, o planejamento coloca-se como uma tentativa do homem de viabilizar a sua intenção de governar o próprio futuro e se impor às circunstâncias a força e o peso da razão humana.

A BHRM faz parte do Comitê de Bacia da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, sendo este instituído pelo Decreto Estadual nº 41.720, de 03 de março de 2009, alterado pelo Decreto Estadual nº 45.584/2016. O comitê tem sua sede no município de Campos do Goytacazes – RJ e é um órgão colegiado integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento e Recursos Hídricos – SEGRHI, nos termos da Lei Estadual nº 3.239/1999.

Este comitê tem por objetivo promover a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos da Região Hidrográfica IX do Estado do Rio de Janeiro (região norte e noroeste) que abrange a região constituída pelas bacias hidrográfica do Muriaé, do Pomba, do Pirapetinga, do Córrego do Novato e Adjacentes, do Jacaré, do Campelo, do Cacimbas, do Muritiba, do Coutinho, do Grussaí, do Iquipari, do Açú, do Pau Fincado, do Nicolau, do Preto, do Preto Ururaí, do Pernambuco, do Imbé, do Córrego do Imbé, do Prata, do Macabu, do São Miguel, do Arrozal, da Ribeira, do Carapebus, do Itabapoana, do Guaxindiba, do

Buena, do Baixa do Arroz, do Guriri e por pequenas bacias da margem direita e esquerda do Baixo Paraíba do Sul.

Fazem parte da Região Hidrográfica IX os municípios de Quissamã, São João da Barra, Cardoso Moreira, Italva, Cambuci, Itaperuna, São José de Ubá, Aperibé, Santo Antônio de Pádua, Natividade, Miracema, Laje do Muriaé, Bom Jesus do Itabapoana, São Francisco do Itabapoana, Porciúncula, Varre-Sai, inseridos integralmente na Região, e ainda, parcialmente, os municípios de Trajano de Moraes, Conceição de Macabu, Carapebus, Santa Maria Madalena, Campos dos Goytacazes e São Fidélis (Figura 11).



Figura 11 – Área de atuação do Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana. Fonte: <http://www.cbhbaixoparaiba.org.br/>

4.3.1 - Reabilitação e Recuperação de rios

A literatura geomorfológica afirma que a rede de drenagem e a planície de inundação correspondem a sistemas abertos, cujas dinâmicas, formas e processos fluviais são interdependentes. A dinâmica natural de um curso d'água sem alterações antrópicas significativas leva à formação de uma grande variedade de núcleos biológicos, estruturas e

condições específicas que, em conjunto, determinam o ecossistema dos rios e das baixadas inundáveis (BINDER, 1998). A seleção natural do material de fundo e presença de soleiras e depressões são importantes para o desenvolvimento da fauna, porque são áreas propícias para alimentação, criação e proteção dos peixes (CUNHA, 2012).

Essa diversidade de ambientes pode ser alterada por diversas ações humanas, que podem se destacar pelas altas concentrações de sedimentos, o que provoca, conseqüentemente, o aumento da turbidez, a redução na penetração da luz solar e a diminuição da vegetação aquática submersa, a respiração deficiente dos peixes e invertebrados aquáticos, a redução da fertilidade e a deterioração dos recursos pesqueiros comerciais e de lazer (ARAÚJO *et al.*, 2014).

Para reverter este quadro, diversas técnicas são aplicadas na recuperação dessas áreas. Entretanto, muitos projetos não obedecem às características naturais dos locais de intervenção e acabam apenas solucionando pontualmente e, de maneira paliativa, os impactos encontrados. Neste sentido, o manejo deve ser pensando no âmbito da bacia hidrográfica e não apenas na planície aluvial (DOWS; GREGORY, 2014).

No mundo, diversos países têm desenvolvido técnicas de recuperação de canais fluviais degradados, com destaque para os trabalhos realizados na Alemanha, Inglaterra, Portugal, Estados Unidos, dentre outros. O *Natural Resource Conservation Service* (NRCS) iniciou estudos sobre técnicas de estabilização das margens do Lago Michigan, o artigo foi publicado em 1938 (GRAY; LEISER, 1982) e o trabalho consistia no uso de cançadas vivas, que são barragens feitas de ramos e estacas vivas.

Segundo Stevaux e Latrubesse (2017), as técnicas de restauração são compreendidas entre passivas, quando se dirigem aos fatores que evitam a restauração, ou ativas, quando são feitas ações para acelerar a recuperação. As técnicas de recuperação passiva podem ser exemplificadas pelo restabelecimento natural das zonas ripárias e a restauração do regime do fluxo. Por outro lado, as técnicas de restauração ativa podem ser realizadas através da estabilização geomorfológica dos canais por meio da recuperação de meandros, redimensionamento do canal e restauração do canal. Isto é possível através da instalação de estruturas dissipadoras, defletores e que possibilita a disposição de soleiras e depressões.

A exemplo disso, as técnicas de Bioengenharia são as mais eficientes em propostas de renaturalizações de rios por utilizarem provenientes de plantas vivas e mortas, é a técnica flexível de engenharia para mitigar problemas ambientais, tais como encostas erodidas e

desestabilizadas, margens de rios, sistemas de trilhas, aterros sanitários, etc (ARAÚJO *et al.*, 2014).

No rio Isar na Bavária, o State Office of Water Management Munich reabilitou o rio no ano de 2000, a fim de retirar os diques de concreto, que proporcionaram mais espaço ao rio, aumentando a sua capacidade de retenção de água e evitando, assim, enchentes a jusante. O concreto removido foi utilizado como substrato para o desenvolvimento de novos habitats, que contribuíram com a melhoria das funções ecológicas do rio (GARCIAS; AFONSO, 2013).

Outro exemplo é o do rio Tâmsa Sul da Inglaterra, onde foram feitas obras para construção de duas grandes estações de tratamento de esgotos e foi viabilizado um incinerador para dar a destinação final aos sedimentos resultantes do tratamento de esgoto e gerar energia para as respectivas estações de tratamento (GARCIAS; AFONSO, 2013). Segundo esses autores, no rio Cheonggyecheon, na Coréia Do Sul, foi fundado um grupo de que fez a reabilitação com a demolição das estruturas de concreto e criação de uma estação de suprimento de água, a implementação de tratamento de efluentes, a execução de projetos de paisagismo e iluminação, obras de controle de cheias, além do retorno do rio para o convívio da cidade.

Para Teiga (2003, p.25), a reabilitação refere-se ao “processo que conduz à recuperação total ou parcial de um estado perdido para o restabelecimento das capacidades funcionais”. Segundo Findlay (2006), a reabilitação de rios é representada por ações que possibilitem o retorno parcial das condições biológicas e físicas do rio à sua condição original. Para Tánago e Jalón (1998), o objetivo final de um processo de reabilitação devem prezar três importantes diretrizes: dar oportunidade ao rio para desenvolver a sua própria dinâmica e atentar aos processos de erosão e sedimentação variáveis com o tempo e com o regime de caudais, criar uma morfologia estável com esses processos, mas flexível dada a resposta incerta do sistema ribeirinho e potenciar uma heterogeneidade de formas e condições hidráulicas para favorecer a diversidade de habitats e espécies.

V – METODOLOGIA

5.1 – Geoindicadores relevantes para avaliar o comportamento e a condição geomorfológica no sistema fluvial e as interferências antrópicas

Para a avaliação da condição geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Macabu foram estabelecidos Geoindicadores relevantes para cada estilo fluvial encontrado na bacia, tomando como referência a metodológica de classificação e manejo de rios denominada Estilos fluviais (*River Styles Framework*) proposta por Brierley; Fryirs, (2005), além do trabalho de Fryirs (2015). Para a escolha dos Geoindicadores para essa pesquisa, levou-se em conta o ambiente de cada Estilo Fluvial, buscando fornecer informações confiáveis para diagnosticar a condição geomorfológica dos sistemas fluviais, permitindo avaliar se há ajustes ou mudanças de comportamento dos rios frente às perturbações antrópicas em escala local e regional.

Para isso foram escolhidos Geoindicadores com base nos atributos do canal, a forma em planta e características do leito. Os atributos do canal visam identificar o tamanho, forma, morfologia das margens, vegetação no fluxo e a estrutura da matéria orgânica. A forma em planta é a vista aérea (imagens de satélite e fotografias aéreas) do rio, possibilitando o mapeamento das feições fluviais e o caráter do leito que consiste em analisar o tamanho e classificação dos grãos, estabilidade do leito, diversidade hidráulica e regime de sedimentos. Desta maneira foram determinados os seguintes Geoindicadores para esse trabalho: tamanho do canal, forma do canal, morfologia das margens, vegetação no fluxo, matéria orgânica, declividade do canal, estabilidade lateral, conjunto de unidades geomorfológicas, vegetação ripária, atividade antrópica, tamanho e classificação dos sedimentos, estabilidade do leito e regime de sedimentos.

Assim, a partir da escolha dos Geoindicadores relevantes foram preenchidas tabelas (Tabela 2) com informações sobre os atributos do canal, canal em forma planta e caráter do leito, a fim de definir a condição geomorfológica de determinado seguimento do rio, sendo essa condição estabelecida em boa, moderada ou ruim.

Tabela 2 – Geoindicadores relevantes para avaliação da condição geomorfológica. Fonte: Adaptado de Fryirs (2015).

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, margem controlada pelo substrato rochoso - Trecho córrego Campista		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influencia nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?	SIM	BOA	
Forma	N.A			
Tamanho	N.A			
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	SIM	BOA	
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?	SIM	BOA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	BOA	

Foram realizados seis trabalhos de campo em diferentes pontos da bacia hidrográfica para a realização desta pesquisa (Figura 12), tentando seguir um intervalo de tempo de dois em dois meses. Assim, os trabalhos de campo foram realizados nos meses de dezembro 2018 e fevereiro, maio, junho, agosto e outubro do ano de 2019.

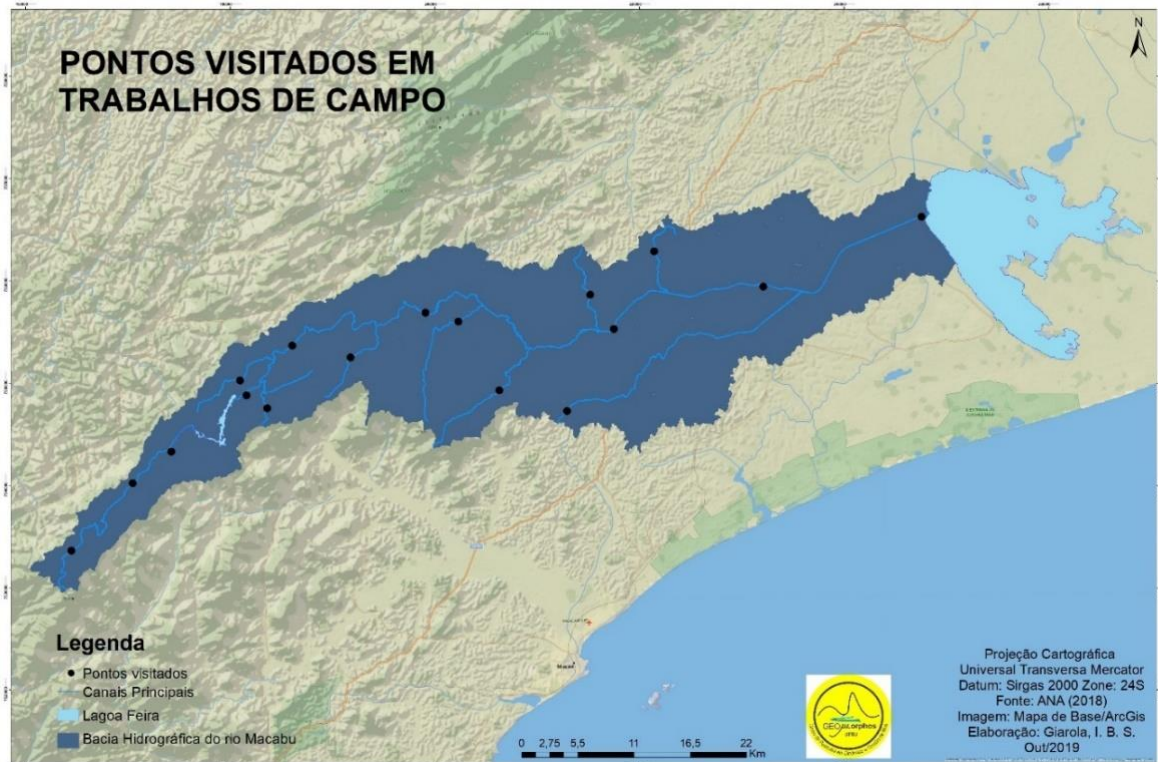


Figura 12 – Mapa dos pontos visitados em trabalhos de campo.

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 e IBGE) a fim de subsidiar as próximas etapas e a operacionalização da pesquisa. Assim, foi realizado um levantamento das informações disponíveis para a bacia do rio Macabu, sendo descritos abaixo as fontes e o detalhamento técnico dos dados utilizados e apresentados neste trabalho (Tabela 3).

Tabela 3 – Dados adquiridos para a construção de banco de dados da BHRM. (Fonte: Elaborado pela autora).

Tema	Escala	Informação	Fonte
Geologia	1:250.000	Mapa de geológico do estado do Rio de Janeiro	HEILBRON; EIRADO; ALMEIDA (2016).
Geomorfologia	1:100.000	Mapa de compartimentação geomorfológica do Rio de Janeiro	Bastos e Napoleão (2011) INEA/SEA

		proveniente do relatório “O estado do ambiente”	
Uso e cobertura da Terra	1:25.000	Mapa de uso e cobertura da terra (Projeto Olho Verde)	INEA (2019)
Hidrografia	1:25.000	Base hidrográfica ottocodificada contando das bacias litorâneas do RJ	ANA (2018)
Relevo (curvas de nível e ponto cotado altimétrico)	1:25.000	Base vetorial contínua do estado do Rio de Janeiro (BC25_RJ)	IBGE (2016)

5.2.1 – Mapa de uso e cobertura da terra

O mapa de uso e cobertura da terra foi processado pelo Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, através do INEA (Instituto Estadual do Ambiente), sendo a classificação de imagem feita por GEOBIA no software *Ecognition*. Segundo Francisco; Almeida (2012), o GEOBIA consiste em duas etapas metodológicas, sendo a primeira a segmentação, definida como o processo de divisão da imagem em grupos com características homogêneas que leva em conta fatores como compacidade, escala e suavidade; e a segunda como uma classificação, processo baseado em regras de decisão que revelam as propriedades de objetos expressas por seus atributos. Sendo que as edições, ajustes e confecção dos mapas foram realizadas no ArcMap.

O mapeamento foi realizado na escala 1:25.000, utilizando imagens dos anos de 2013, 2014 e 2015, realizado no âmbito do projeto Olho no Verde, em 2018. Sendo assim, foi retirado do site do INEA (disponível em <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries>) o *Shapefile* do uso e cobertura da terra, cortado somente para a área que compreende a bacia hidrográfica do rio Macabu e adicionada as classes/atributos: agropecuária, áreas urbanas, áreas florestadas, afloramentos e cordões arenosos, restinga e silvicultura.

5.2.2 – Mapas da condição geomorfológica

Para o mapa da condição geomorfológica foi utilizado os dados dos *Shapefile* da ANA (Agência Nacional das águas) dos principais canais de confluência com o rio Macabu no ano de 2018, usando uma base hidrográfica ottocodificada e imagem do ArcGis Base Map na escala de 1:25.000.

A delimitação dos trechos para boa, moderada e ruim condição geomorfológica foi feita no software ArcGis 10.5, apenas alterando a cor do trecho de acordo com a sua condição geomorfológica estabelecida.

5.3 – Monitoramento das Seções Transversais

O monitoramento das seções transversais no rio Macabu foi realizada como uma ferramenta para ajudar na identificação de mudanças e de ajustes nas formas das feições geomorfológicas do canal, para indicar a magnitude e frequência de atuação dos processos geomorfológicos aos quais o sistema fluvial está imposto e traçar suas características e comportamentos, o que pode contribuir na análise da caracterização e trajetória evolutiva de um rio.

Para esse monitoramento de seções transversais, foi utilizada a metodologia de Marçal (2013) e Fernandez, et.al., (2001), na qual avalia a da área e da forma do canal. Foram implantadas três seções transversais localizadas no alto, médio e baixo curso, respectivamente.

As medidas foram realizadas em dezembro 2018 e no ano de 2019 nos meses de fevereiro, maio, junho, agosto e outubro. Em dezembro iniciou-se o monitoramento, porém devido às dificuldades encontradas em campo, o monitoramento não foi realizado de forma contínua em todas as seções transversais.

Em cada seção transversal foram colocadas estacas fixas nas margens do rio. Para isso, foram abertos buracos um na margem direita e outro na esquerda com uma cavadeira, foi colocado o em nível sob as estacas para verificação das inclinações em planos através do aplicativo de medidas do Iphone da Apple e posteriormente tensionado uma corda nas estacas (Figura 13a, b e c).



Figura 13 – Procedimentos utilizados para implantação de seções transversais. Fonte: autora.

Após a corda esticada foram tomadas as medidas da calha fluvial até a lâmina d'água, em intervalos de 50 em 50 cm e as medidas da profundidade do canal foram feitas com trena e/ou com canos de PVC graduados. A velocidade do fluxo foi medida em 3 pontos do canal (margem esquerda, centro e margem direita) com o uso de um molinete da Global Water Instruments modelo FP311 para a obtenção da velocidade média. Os dados foram planilhados no software Excel 2013 e obteve-se a vazão multiplicando-se a velocidade de fluxo média pela área da seção transversal (Figura 14a e b) e depois realizada a medida da vazão do canal através da velocidade do fluxo encontrada e da área da seção transversal, que compreende a seção molhada, nos pontos selecionados para a seção. As figuras foram obtidas com os softwares ArcGIS 10.3 e Corel Draw 2018.

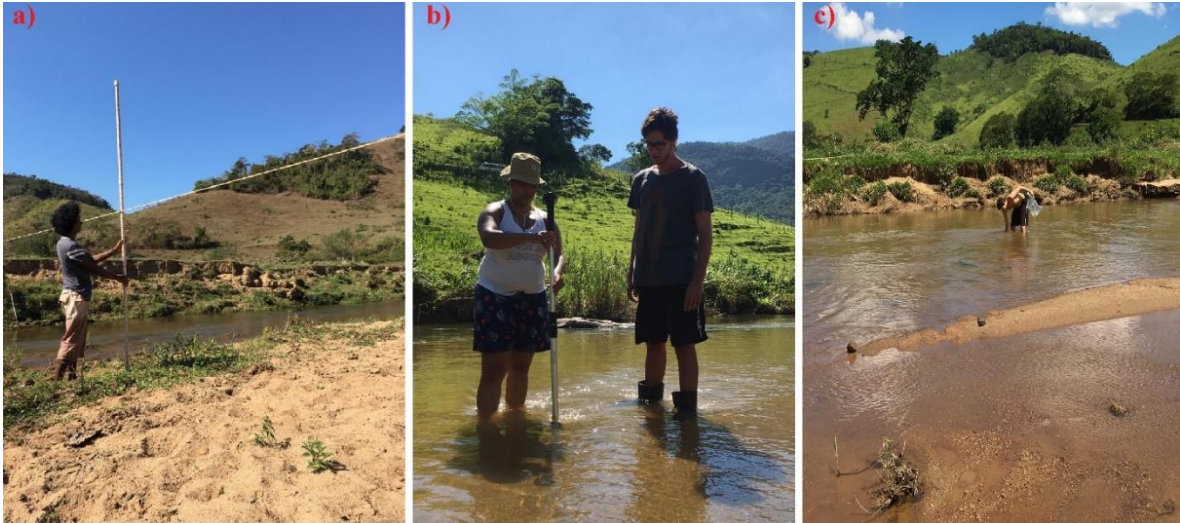


Figura 14 – Procedimentos utilizados para monitoramento de seção transversal. Fonte: autora.

A fim de caracterizar o regime pluvial nos meses chuvosos, foram obtidos os índices pluviométricos das estações “Avenida Amaral Teixeira”, “Arranchadouro” e “Serrinha”. As estações foram selecionadas através do uso da ferramenta *Create Thiessen Polygons* do software *ArcGIS 10.3*, que permitiu indicar a área de influência de cada estação no entorno da bacia. Todas essas estações são de responsabilidade do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), assim, os dados foram obtidos através deste portal.

6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 – Dinâmica fluvial atual: monitoramento de seções transversais

A magnitude e a frequência dos processos geomorfológicos, sejam naturais ou de origem antrópica, em um sistema fluvial refletem as características de fluxo e material sedimentar e resultam no ajustamento e alteração de variáveis no canal, como largura, profundidade, velocidade, rugosidade e concentração de sedimentos, em uma dada seção transversal (MARÇAL, 2013). Nesse sentido, a análise de seções transversais é imprescindível na identificação de mudanças e de ajustes nas feições geomorfológicas dos canais fluviais, sendo um indicativo importante sobre magnitude e frequência de atuação dos processos geomorfológicos, aos quais o sistema fluvial está imposto.

Assim, o monitoramento da morfologia dos canais possibilita compreender a medida das tendências deposicionais ou de erosão dos canais fluviais e permite, com isso, que seja traçado suas características e comportamento. Destaca-se que as seções transversais são técnicas de medidas importantes na interpretação dos controles da morfologia de um sistema fluvial e podem auxiliar na caracterização da trajetória de evolução de um rio, uma vez que permite a interpretação dos processos fluviais contemporâneos e pretéritos (MARÇAL, 2013).

Os pontos de monitoramento foram escolhidos de acordo com os Estilos Fluviais, definidos para o rio Macabu, estando cada seção transversal posicionada em um Estilo Fluvial diferente (Figura 15).

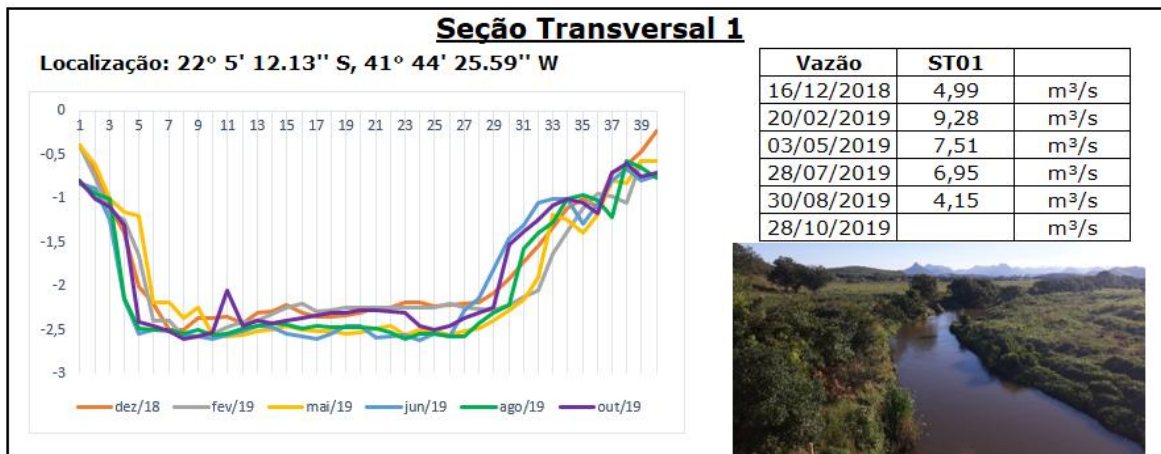


Figura 16 – Seção Transversal 1 – localizada no *Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, canalizado* no rio Macabu: gráfico e tabela para os perfis transversais; foto do trecho de levantamento. Fonte: Elaborado pela autora.

Outro fator que indica a tendência a esses processos citados é o aumento da área da seção. Tal característica não é esperada para trechos em planícies amplas e simétricas como este, uma vez que nos baixos cursos dos rios é esperado que os processos de sedimentação predominem, porém a retificação desse trecho e a dinâmica ambiental da bacia contribuem para tal.

Os dados da Sala de Situação do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) para a estação “Serrinha” demonstram que os totais mensais de precipitação foram de 8,8 mm, 188,79 mm e 34,7 mm, para os meses de dezembro de 2018, fevereiro e abril de 2019, respectivamente. É possível correlacionar esses dados com os valores obtidos para a vazão (3,25; 9,25 e 7,51 m³/s, em ordem de levantamento), permitindo inferir que nos períodos de chuvas mais intensas, o tempo de escoamento na calha fluvial tende a ser diminuído, dada a baixa sinuosidade desse trecho. Tal característica tende a acentuar os processos erosivos, pois, nesse contexto, o canal não dispõe de elementos que contribuem para a redução da velocidade e da energia do fluxo na calha fluvial.

A seção transversal 2 (Figura 17) também apresentou a mesma tendência, porém de forma mais acentuada. Localiza-se no *Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante, leito arenoso*, onde verifica-se baixa conectividade com as encostas adjacentes, alto grau de liberdade lateral, elevado potencial de acúmulo de sedimentos.

Entre os levantamentos de dezembro de 2018 e agosto de 2019, ocorreram dois eventos meteorológicos extremos em 21 de fevereiro de 2019 e 28 de abril de 2019, com índices

pluviométricos de 40,8 mm e ventos fortes, respectivamente. A seção está afixada em um meandro e observou-se o colapso da margem esquerda (margem côncava) e a sedimentação na margem direita. O colapso da margem criou um degrau na calha fluvial, que impactou diretamente nas medições.

Verificam-se predominância de processos erosivos e deposicionais intensos nas duas margens.

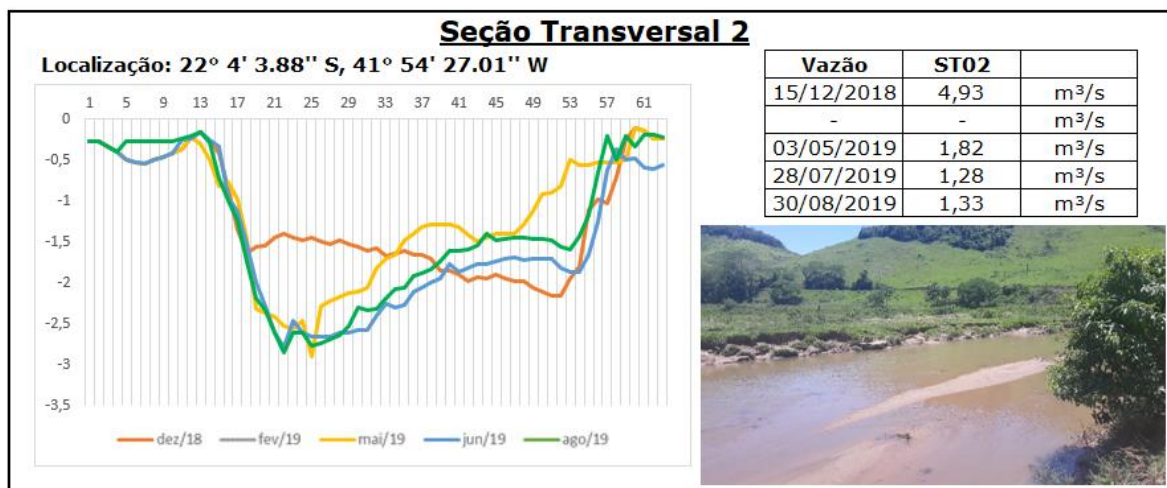


Figura 17 – Seção Transversal 2 – localizada no *Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante, leito arenoso* no rio Macabu: gráfico e tabela para os perfis transversais; foto do trecho de levantamento. Fonte: Elaborado pela autora.

No que tange as vazões medidas, verificaram-se valores de 4,85 m³/s para o mês de dezembro de 2018 e 1,82 m³/s para o início de maio de 2019. Esses valores também são correlacionáveis aos índices pluviométricos obtidos para a estação “Arranchadouro” (85,55 mm e 34,07 mm, respectivamente), porém esse trecho apresentou valores mais moderados quando comparados à seção transversal 1. A sinuosidade mais elevada conferida pelos meandros constitui uma rugosidade na drenagem que diminui a energia do escoamento na calha fluvial. Entretanto, essa capacidade dos meandros não é suficientemente eficaz para diminuir os impactos *off site* da retificação do trecho mais a jusante em eventos de chuvas extremas.

A seção transversal 3 (Figura 18) está localizada em trecho do canal confinado, com a ocorrência de alvéolos ocasionais (onde se instalou a seção). Esse trecho apresenta maiores estabilidade e conectividade laterais, maior variação altimétrica e menor espaço lateral para dissipação de energia em eventos extremos, logo a tendência à processos erosivos é esperada e foi verificada.

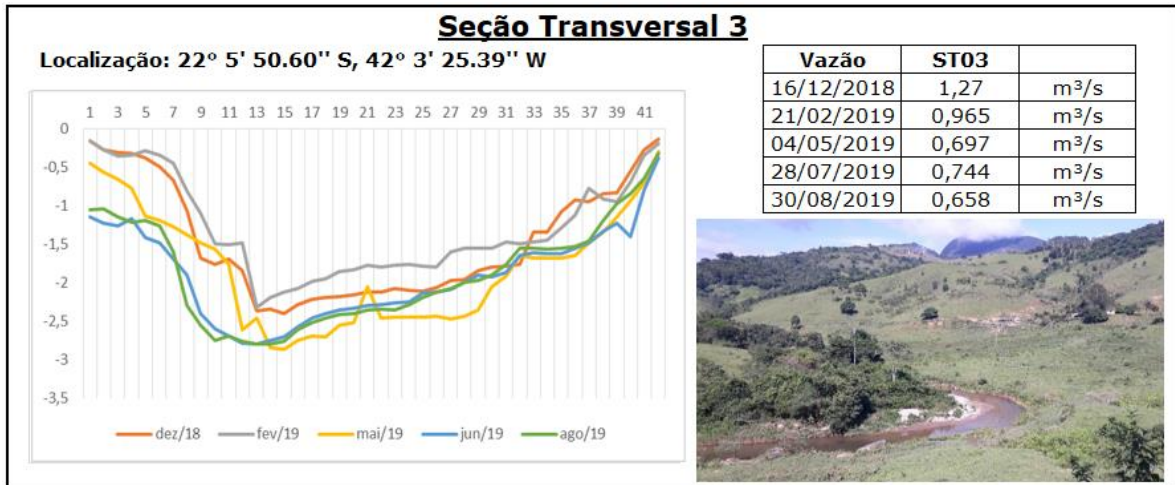


Figura 18 – Seção Transversal 3 – localizada no Estilo Fluvial *Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso* no rio Macabu: gráfico e tabela para os perfis transversais; foto do trecho de levantamento. Fonte: Elaborado pela autora.

Esse ponto de monitoramento está inserido no *Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso*, onde o canal é sinuoso, propenso a poucos ajustes laterais. As planícies de inundação são retrabalhadas pelo fluxo de alta/média magnitude constantemente e com capacidade de ajuste lateral médio, transferência, produção e acúmulo de sedimentos.

Essa seção está inserida no quadrante da bacia com maiores índices pluviométricos. Para dezembro de 2018, fevereiro e abril de 2019, obteve-se da estação “Avenida Amaral Teixeira” 149,68 mm, 129,13 mm e 41,95 mm. Os valores de vazão (1,09 m³/s, 0,96 m³/s e 0,70 m³/s) também são correlacionados ao regime de chuvas. Apesar dos maiores índices, os valores de vazão são mais sutis. Tal fato está possivelmente associado a uma captação de água existente um pouco mais a montante do ponto e à proximidade da Represa de Sodrelândia, que diminui drasticamente a conectividade longitudinal do fluxo de água e de sedimentos. Assim, o processo erosivo nesse trecho pode ser também associado a uma compensação isostática do sistema à sedimentação que ocorre mais a montante, que gera um déficit sedimentar a jusante (no trecho da seção).

No entanto, cabe destacar que as análises de monitoramento apresentadas são preliminares e se relacionam apenas a um curto período, mas que já podem mostrar informações de comportamento do canal, frente às variações de entrada de chuvas no sistema. Faz-se necessário a continuidade do monitoramento, ou seja, dentro de uma escala temporal

mais abrangente, para poder estabelecer com mais segurança e compreensão o que de fato vem ocorrendo no canal fluvial em relação aos processos geomorfológicos. Destaca-se que esse curto tempo de monitoramento pode indicar alterações que não expressam, de fato, o que está acontecendo com o comportamento dos processos. Com isso, considera-se aqui, apenas o início de um processo de monitoramento que será importante sua continuidade para além da apresentação do trabalho.

6.2 - Geoindicadores para avaliação da condição geomorfológica

Foi feita a organização das informações acerca da condição geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Macabu, que consistiu na elaboração das tabelas indicando os Geoindicadores de relevância para cada Estilo Fluvial estabelecido. Em seguida, houve montagem, aplicação e preenchimento das tabelas para cada estilo fluvial, de acordo com o trecho e estabelecendo a condição geomorfológica.

A escolha dos Geoindicadores buscou fornecer informações confiáveis para diagnosticar a condição geomorfológica dos sistemas fluviais, permitindo avaliar se há ajustes ou mudanças de comportamento dos rios frente às perturbações antrópicas em escala local e regional. São eles: tamanho do canal, forma do canal, morfologia das margens, vegetação no fluxo, matéria orgânica, declividade do canal, estabilidade lateral, conjunto de unidades geomorfológicas, vegetação ripária, atividade antrópica, tamanho e classificação dos sedimentos, estabilidade do leito e regime de sedimentos.

Para os canais fluviais da BHRM selecionados para a avaliação da condição geomorfológica, foram determinados os Geoindicadores para cada Estilo Fluvial, pois em cada um deles são encontradas particularidades, podendo estar em posições diferentes dentro da bacia hidrográfica, refletindo assim respostas distintas às condições impostas para cada ambiente. Ou seja, para determinado Estilo Fluvial, por exemplo, o parâmetro sinuosidade não é tão relevante, mas para outro é de suma importância, sendo necessário uma adaptação de acordo com o ambiente ao qual o Estilo Fluvial está inserido. Segundo Fryris (2015), a geometria do canal não seria interessante para rios com Estilo Fluvial com vale confinado, pois este geoindicador não forneceria sinal sobre a condição geomorfológica desse tipo de rio.

Assim, os Geoindicadores relevantes para essa pesquisa foram baseados no trabalho de Fryris (2015), mas seguindo as orientações sobre o ambiente em questão. A avaliação da condição geomorfológica foi realizada para os sete Estilos Fluviais identificados para o rio Macabu e seus principais afluentes (SANTANA; MARÇAL, no prelo). A seguir são apresentados os resultados referentes à condição geomorfológica para cada Estilo Fluvial da Bacia hidrográfica do rio Macabu.

6.2.1 - Estilo Fluvial Vale Confinado, cabeceira íngreme (EF-VC-CI)

O *Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme* é encontrado em sete canais fluviais diferentes da bacia e localizam-se no alto curso. São esses canais os rios Macabu, Santa Catarina e Macabuzinho e, nos córregos da Serrinha, Pedra Branca, Soledade e Cascata.

- *Localização e Descrição (Trecho rio Macabu)*

No rio Macabu, o trecho desse Estilo Fluvial encontra-se em suas nascentes, com relevos escarpados, declividade superior a 45% e elevação de 1570m a 1350m. É um trecho caracterizado por ter um leito rochoso, com rupturas de relevo que formam degraus rochosos e cascatas.

Nesse segmento do rio foi observado uma baixa capacidade de ajuste lateral e elevada estabilidade, por conta da ausência ou pouca sinuosidade do canal e leito rochoso. Há uma forte conectividade às encostas adjacentes, por não ter planícies de inundação e, tem como processo dominante alta capacidade de produção e transporte de sedimentos, por ter elevado poder de erosão e uma velocidade do fluxo considerável.

Todo o trecho é coberto por áreas florestadas, remanescentes de Mata Atlântica que, de acordo com a Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente (2002), haviam árvores compostas por jatobá-jataí (*Hymenea altissima*), sapopema (*Solanea monosperma*), canela abacate (*Nectandra puberula*), gameleira branca (*Ficus adhatodaefolia*), pindaíba (*Xylopia brasiliensis* e *Xilopia Grandifloral*), bicuíba (*Virola oleifesa*), entre outras.

A partir do mapeamento de uso e cobertura do solo realizado pelo Mapbiomas³ no ano de 2018, há predominância de florestas e áreas de pastagem, onde houve mudança significativa da década de 1980 para os dias atuais, pois essas florestas foram desmatadas para criação de pastos para expansão da pecuária extensiva e campos para a agricultura.

Assim, a vegetação ripária que vem sendo retirada pelas atividades antrópicas exerce inúmeras funções, no sentido de evitar a dificuldade de infiltração das águas no solo

³ Projeto MapBiomas – Coleção da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, de iniciativa que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG e ciência da computação, que utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma Google Earth Engine para gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil. A descrição completa do projeto encontra-se disponível em <http://mapbiomas.org>

(permeabilidade dos solos), o que pode acarretar na perda de nutrientes, podendo levar à infertilidade do solo e erosão, instabilidade das margens, protegem as nascentes e etc. Desta maneira, essa zona ripária sendo degradada prejudica funções hidrológicas e ecológicas, que são fundamentais para a manutenção da saúde ambiental e resiliência de uma bacia hidrográfica (PERT *et al.*, 2010).

Por ser uma área de florestas densas e em altas altitudes, o que dificulta o acesso, há pouca atividade de agropecuária, conseqüentemente, uma pequena taxa de desmatamento para abertura de pastos para criação de gado e agricultura. Em algumas áreas, observa-se que a atividade de plantação do café no início do século XX deu lugar a agricultura ou área de pasto.

- *Condição Geomorfológica (Trecho rio Macabu)*

Para definir a condição geomorfológica, levou-se em consideração alguns atributos do canal, a forma em planta e as características do leito. Foram selecionados os Geoindicadores, morfologia das margens, matéria orgânica, declividade do canal, estabilidade lateral, vegetação ripária, tamanho e classificação dos sedimentos, estabilidade do leito e regime de sedimentos, pois para o *EF-VC-CI* foram considerados os mais apropriados e que dão informações necessárias para diagnosticar a condição geomorfológica de acordo com as características desse ambiente fluvial e da dinâmica de seus processos.

Primeiramente, avaliou-se a declividade do canal e sua influência nos processos geomorfológicos ali atuantes, pois a alta altitude (1570 m) controla todos os processos geomorfológicos desses segmentos.

Observou-se na morfologia das margens que elas estão erodindo, devido a força do fluxo da água que é alta nesse trecho por conta da elevada declividade, sendo os sedimentos erodidos e transportados para jusante do canal, desempenhando importante papel no aumento da largura do canal e contribuindo para o incremento da carga de sedimentos. Para esse Estilo Fluvial, a taxa esperada condiz com o que foi analisado, tendo a distância média entre a margem direita e esquerda de aproximadamente três metros. No que tange a estabilidade lateral das margens, elas são frequentemente erodidas pela ação das águas, mas estão estáveis.

A vegetação ripária é densa ao longo de todo o trecho, com áreas florestadas ao entorno e existindo raríssima vegetação exótica. A vegetação ripária exerce uma importante

influência na dinâmica fluvial, pois pode controlar a resistência mecânica do solo e, consequentemente, a estabilidade do leito, morfologia do canal e armazenamento de sedimentos.

Quanto ao tamanho e classificação dos sedimentos, há presença de matacões com diâmetro de aproximadamente 300 mm, cascalho com diâmetro maior que 2 mm e areia grossa. Há estabilidade do leito, visto que é um leito rochoso. E o regime de sedimentos é dominado pelos processos de erosão e transporte, havendo uma alta taxa erosiva, visto que a configuração de vale dificulta a dissipação de energia. Esses sedimentos transportados pelo rio Macabu estão associados às características em que o ambiente do *EF-VC-CI* está inserido, ou seja, fatores como a velocidade média do fluxo, clima, cobertura vegetal, tipo de material fonte e vegetação ripária adjacentes influenciam no transporte desses sedimentos.

Assim, após a análise dos Geindicadores relevantes para o *Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira*, esse trecho do rio Macabu obteve uma BOA condição geomorfológica (Tabela 4 e Figura 19).



Figura 19 – *Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme* no trecho do alto curso do rio Macabu com BOA condição geomorfológica. Fonte: Google Earth (2020).

Tabela 4 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme no trecho do Rio Macabu.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, CABECEIRA ÍNGREME RIO MACABU – Trecho – ALTO CURSO		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influencia nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?		BOA	
Forma	Não se Aplica (N.A)	SIM		
Tamanho	N.A	SIM		
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	BOA	1 DE CADA 2 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	SIM	BOA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	BOA	

- *Localização e Descrição (Trecho rio Santa Catarina)*

O EF-VC-CI no trecho do rio Santa Catarina, afluente da margem direita do rio Macabu, tem uma extensão de 5,7 km dos 15 km totais do canal fluvial, nascendo na confluência das serras do São João e Sobra de Terras, em uma altitude de 710 m. Além de possuir leito rochoso, com formação de pequenas cachoeiras.

Nesse trecho do rio Santa Catarina há ausência de planícies de inundação, tendo-se maior conectividade do canal com as encostas. Por se desenvolver em áreas de serras escarpadas, há um controle estrutural, condicionando o rio a percorrer as linhas de falha das rochas e não ter tanta sinuosidade. Por causa disso, os processos dominantes são a produção e transporte de sedimentos, o que leva a um elevado poder de erosão das margens.

Os primeiros 2 km de extensão do rio são cobertos por áreas florestais, porém a jusante houve desmatamento dessas florestas para pequenos pastos, plantações e povoamento. Assim, no rio Santa Catarina, ainda não houve significativas alterações do uso e cobertura da terra (Figura 20).

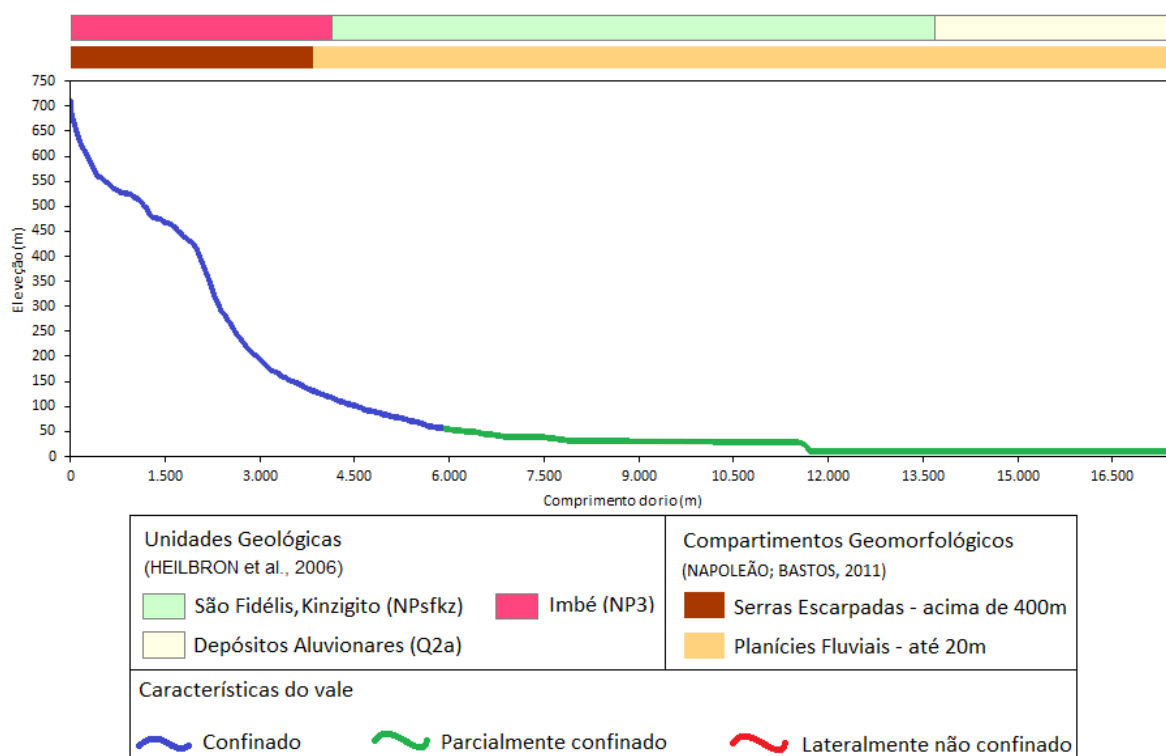


Figura 20 – Perfil longitudinal do rio Santa Catarina. Fonte – SANTANA (2018).

- *Condição Geomorfológica (Trecho rio Santa Catarina)*

Para definir a condição geomorfológica no trecho no rio Santa Catarina do ***Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme***, levou-se em consideração alguns atributos do canal, a forma em planta e as características do leito. Primeiramente, avaliou-se a declividade do canal e sua influência nos processos geomorfológicos ali atuantes, pois a alta declividade controla todos os processos geomorfológicos desses segmentos.

As margens do canal estão erodindo devido à alta velocidade do fluxo e os sedimentos erodidos são transportados para jusante. No que tange a estabilidade lateral das margens, elas são frequentemente erodidas pela ação das águas, mas em taxas esperadas para esse ambiente. A vegetação ripária é moderada, pois várias partes foram desmatadas para atividades agropecuárias. Quanto ao tamanho e classificação dos sedimentos, há presença de matações com diâmetro de aproximadamente 280 mm, cascalho com diâmetro maior que 2 mm e areia.

A atividade antrópica, nesse trecho, é voltada para agropecuária e atividades de lazer, devido às cascatas e paisagens serranas, que atraem turistas (Figura 21).



Figura 21 – a) Assoreamento e formação de bancos de areia no rio Santa Catarina; b) Barragem irregular para recreação no rio Santa Catarina. Fonte – Freitas (2014).

Há estabilidade do leito devido ele ser rochoso. O regime de sedimentos é dominado pelos processos de erosão e transporte, havendo uma alta taxa erosiva. Assim, após a análise dos vários Geoindicadores relevantes para o ***Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme***, esse trecho do rio Santa Catarina obteve uma BOA condição geomorfológica, apesar de apresentar os Geoindicadores vegetação ripária e atividade antrópica como moderada (Figura 22 e Tabela 5).



Figura 22 – Rio Santa Catarina no trecho do EF-VC-CI. Fonte – Google Earth (2020).

Tabela 5 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme* no trecho do *rio Santa Catarina*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, CABECEIRA ÍNGREME Trecho rio Santa Catarina		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influencia nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?		BOA	
Forma	N.A			
Tamanho	N.A			
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	SIM	MODERADA	
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?	SIM	MODERADA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	BOA	

- *Localização e Descrição (Trecho rio Macabuzinho)*

O EF-VC-CI, no trecho do rio Macabuzinho, possui uma extensão de 2,7 km do seu total de aproximadamente 20 km. Ele tem suas nascentes nas serras do Monte Cristo, Piabas e Boa Esperança, em uma altitude de 790 m. É o principal afluente do rio Macabu, abastecendo e desaguardo no município de Conceição de Macabu. Além de possuir leito rochoso, tendo como característica diversas cascatas.

Nesse segmento do rio Macabuzinho há ausência de planícies de inundação, ocorrendo uma elevada conectividade do canal com as encostas, baixa sinuosidade e forte controle estrutural, dado ao embasamento rochoso ao qual se desenvolve. Os processos dominantes são a produção e o transporte de sedimentos, devido a considerável velocidade do fluxo do canal.

EF-VC-CI nesse trecho é coberto por áreas florestadas remanescentes de Mata Atlântica em quase toda a sua totalidade, apenas nos metros finais desse Estilo Fluvial que está se iniciando processos de retirada dessa cobertura vegetal.

- *Condição Geomorfológica (Trecho rio Macabuzinho)*

Para definir a condição geomorfológica no trecho no rio Macabuzinho do ***Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme***, levou-se em consideração alguns atributos do canal, a forma em planta e as características do leito. Primeiramente, avaliou-se a declividade do canal e sua influência nos processos geomorfológicos ali atuantes.

Outro Geoindicador analisado foi a morfologia das margens do canal, sendo estas erodidas no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial. Para o Geoindicador matéria orgânica, foi constatado que sua estrutura é adequada para o Estilo Fluvial.

A vegetação ripária está presente ao longo do trecho, com pouca retirada da cobertura vegetal. Quanto ao tamanho e classificação dos sedimentos, há presença de matacões com diâmetro de aproximadamente 280 mm, cascalho com diâmetro maior que 2 mm e areia. A atividade antrópica, nesse trecho, é praticamente inexistente (Figura 23 e Tabela 6).



Figura 23 – Rio Macabuzinho no EF-VC-CI. Fonte: Google Earth (2020).

Tabela 6 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme* no trecho do *rio Macabuzinho*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, CABECEIRA ÍNGREME Trecho rio Macabuzinho		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influencia nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?		BOA	
Forma	N.A			
Tamanho	N.A			
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	BOA	1 DE CADA 2 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	SIM	BOA	
Atividade Antrópica	N.A			
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	BOA	

- *Localização e Descrição (Trecho córrego Soledade)*

O córrego Soledade é afluente da margem esquerda do rio Macabu, nasce em um ambiente de cotas elevadas, na altitude de 1170 m em relevo escarpas serranas da região. É um trecho caracterizado por ter um leito rochoso, com rupturas de relevo que formam degraus rochosos e cascatas, percorrendo nas unidades geomorfológicas (conforme Heilbron *et al.* 2006) de São Fidélis, Kinzigito e Trajano de Moraes. Os seus primeiros 1200 m é um canal com vale confinado, sendo denominado de *Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira trecho córrego Soledade*. Seu perfil longitudinal (Figura 24) é convexo, demonstrando que a distribuição de energia nos canais não é uniforme e apresenta concentração de taxa de trabalho em alguns pontos que expressam maior potencial erosivo (SANTANA, 2018).

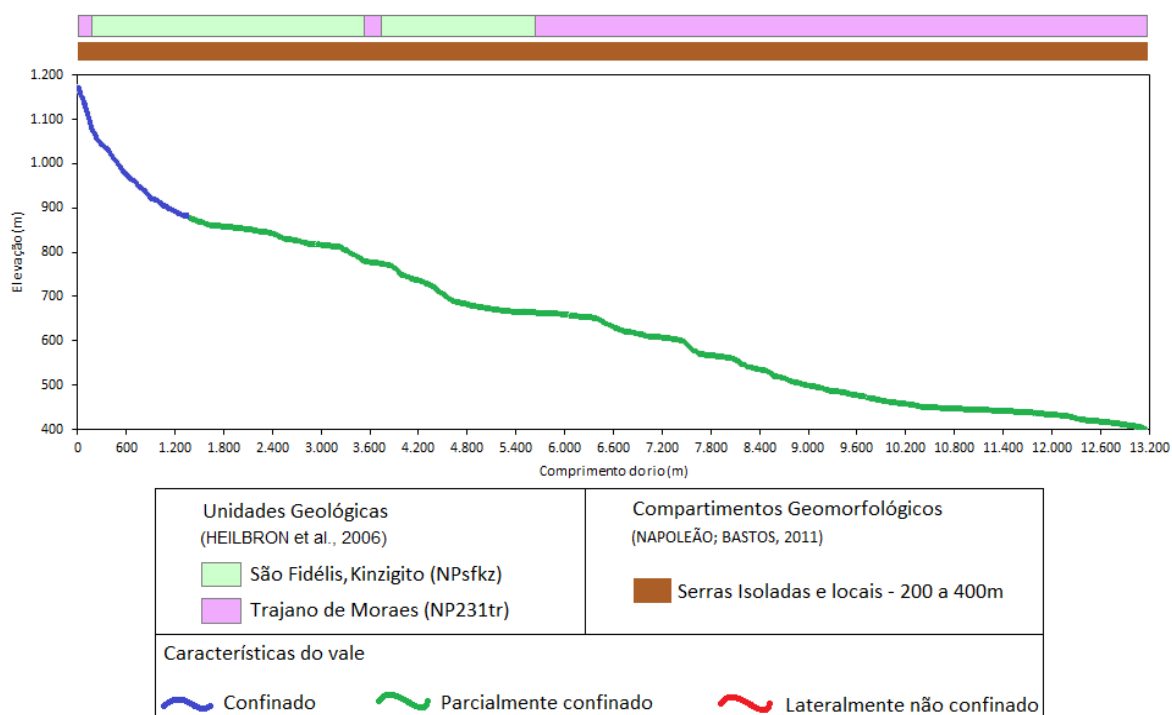


Figura 24 – Perfil longitudinal do córrego Soledade. Fonte – SANTANA (2018).

Nesse segmento do córrego foi observado uma baixa capacidade de ajuste lateral e elevada estabilidade, por conta da ausência ou pouca sinuosidade do canal e leito rochoso. Há uma forte conectividade às encostas, por não ter planícies de inundação. Possui alta capacidade de produção e transporte de sedimentos, por ter elevado poder de erosão e uma velocidade do fluxo considerável.

Esse trecho do córrego Soledade tem alguns pontos cobertos por áreas florestais, porém encontra-se em processo de retirada dessa cobertura vegetal para a atividade agropecuária.

- *Condição geomorfológica (Trecho córrego Soledade)*

Observou-se a morfologia das margens, elas estão erodindo devido a força do fluxo da água que é alta nesse trecho por conta da elevada declividade. Para esse Estilo Fluvial a taxa esperada condiz com o que foi analisado, tendo a distância média entre a margem direita e esquerda aproximadamente três metros. No que tange a estabilidade lateral das margens, elas são frequentemente erodidas pela ação das águas, mas estão estáveis. Em eventos extremos de chuva, pode-se ter alto potencial erosivo, pois a configuração confinada do vale dificulta a dissipação de energia.

A vegetação ripária está sendo retirada para o plantio principalmente de banana e eucalipto (Figura 25) e criação de pastos para gado. Fato este de grande preocupação, pois a vegetação ripária exerce funções essenciais para a dinâmica fluvial, no sentido de controlar a estabilidade das margens e nutrição do solo.

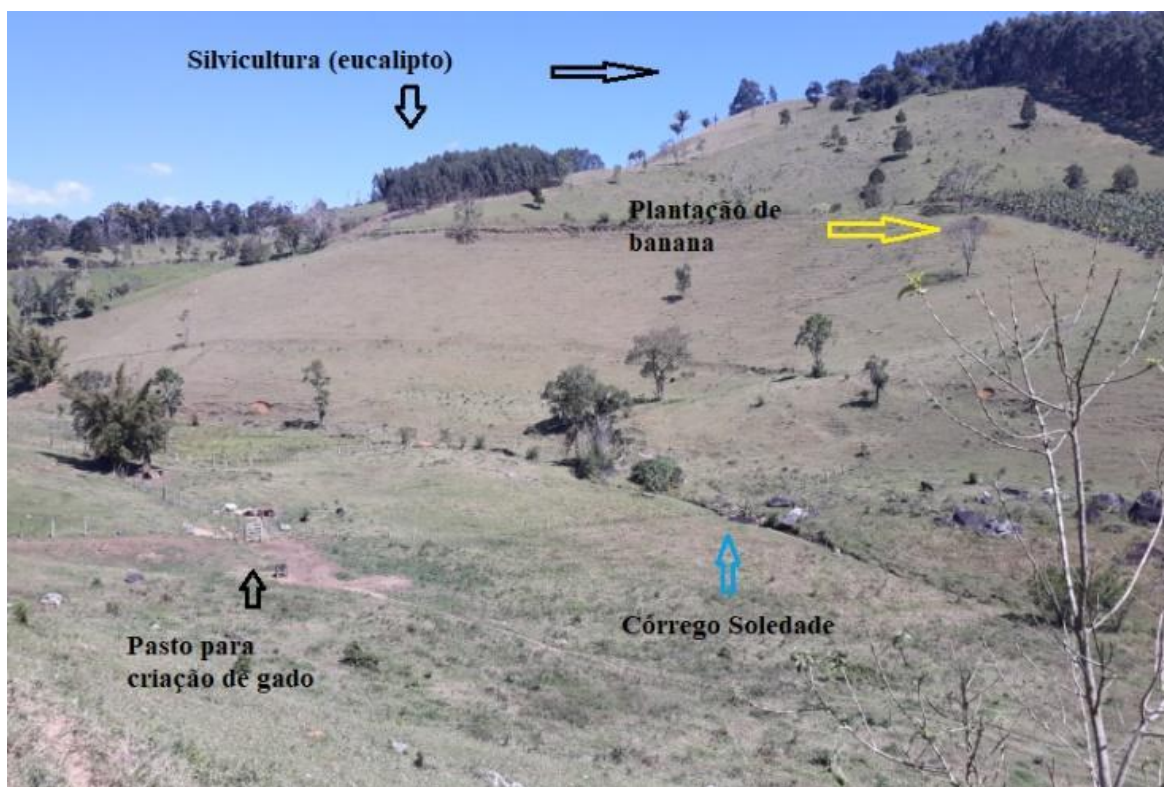


Figura 25 – Córrego Soledade no trecho do EF-VC-CI. Fonte: Google Earth (2020).

Quanto ao tamanho e classificação dos sedimentos, há presença de matacões com diâmetro de aproximadamente 290 mm, cascalho com diâmetro maior que 2 mm e areia grossa (Figura 26). Há estabilidade do leito, visto que é um leito rochoso. E o regime de sedimentos é dominado pelos processos de erosão e transporte.



Figura 26 – Leito do córrego Soledade. Fonte: Acervo Grupo Geomorphos/UFRJ (2018).

Mesmo com sinais de degradação, esse trecho ainda apresenta BOA condição geomorfológica após a análise dos Geoindicadores relevantes (Tabela 7), pois conta com vegetação ripária em diversos pontos, principalmente na cabeceira de drenagem e as margens do canal estão sendo erodidas, mas de maneira natural para um ambiente com alta declividade.

Tabela 7 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme* no trecho do *córrego Soledade*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, CABECEIRA ÍNGREME Trecho córrego Soledade		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influencia nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?		BOA	
Forma	N.A			
Tamanho	N.A			
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	BOA	1 DE CADA 2 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	SIM	MODERADA	
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?		MODERADA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	BOA	

- *Localização e Descrição (Trecho córrego Cascata)*

O córrego Cascata é afluente da margem direita do rio Macabu, tendo sua nascente na altitude de 1360 m. Com o desvio das águas do rio Macabu para o rio Macaé, o córrego Cascata tornou-se importante para a BHRM como um todo, pois contribui para o aumento da vazão do rio Macabu a jusante das obras de transposição de águas.

Esse trecho do córrego cascata possui leito rochoso, com rupturas de relevo que formam cachoeiras, percorrendo na unidade geomorfológica de São Fidélis, Kinzigito (HEILBRON *et al.* 2006). De acordo com o seu perfil longitudinal (Figura 27), é um córrego com cota elevada, se desenvolve em serras escarpadas e serras isoladas e tem energia não uniforme, indicando que em alguns pontos expressa maior potencial erosivo.

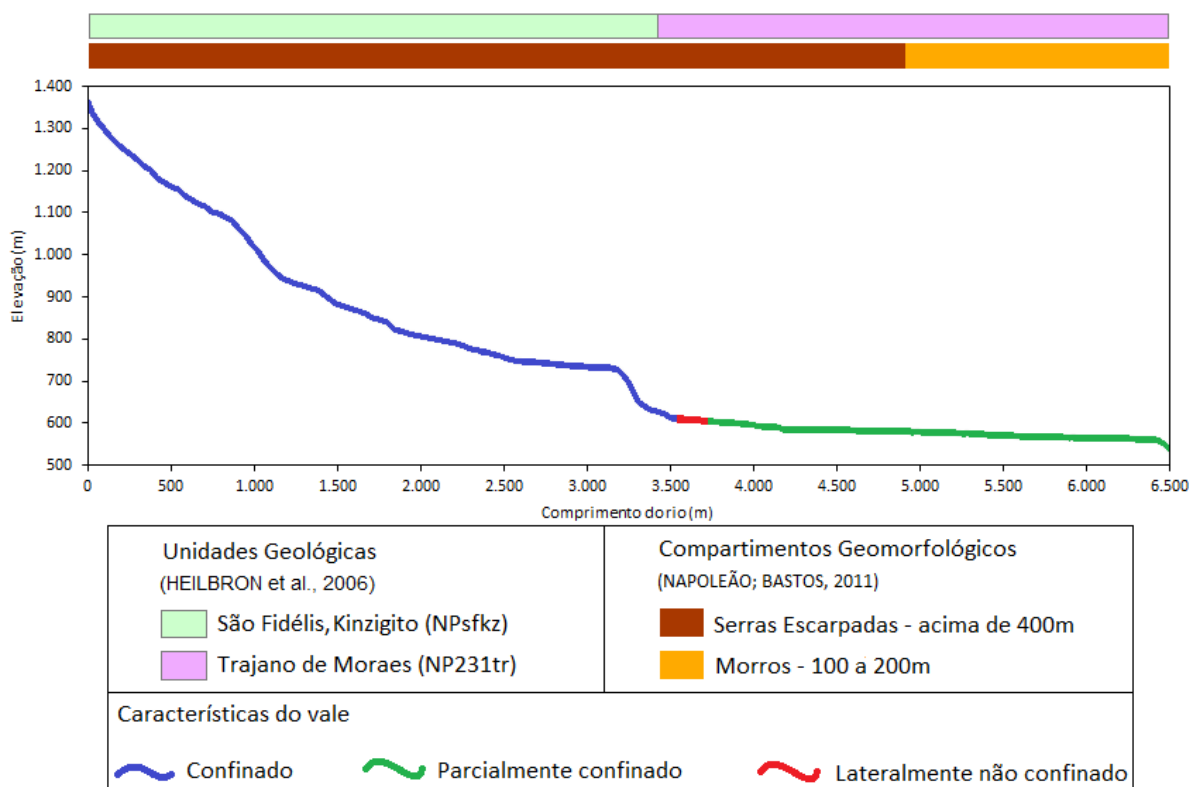


Figura 27 – Perfil longitudinal do córrego Cascata. Fonte – SANTANA (2018).

Como nos outros trechos desse Estilo Fluvial, esse segmento do córrego foi observado uma baixa capacidade de ajuste lateral e elevada estabilidade, por conta da ausência ou pouca sinuosidade do canal e leito rochoso. Há uma forte conectividade às encostas por não ter planícies de inundação.

- *Condição geomorfológica (Trecho córrego Cascata)*

As margens desse trecho erodem devido a força e velocidade do fluxo que é elevada nesse trecho por conta da alta declividade, tendo em média uma distância de 3 m entre as margens.

A vegetação ripária está sendo retirada para agricultura e áreas de recreação. Por esse trecho ser composto de cachoeiras (Figura 28) é um destino procurado por turistas, há também diversas pousadas, o que indireta ou diretamente acarreta degradação do ambiente, caso não haja um controle dos impactos ambientais.

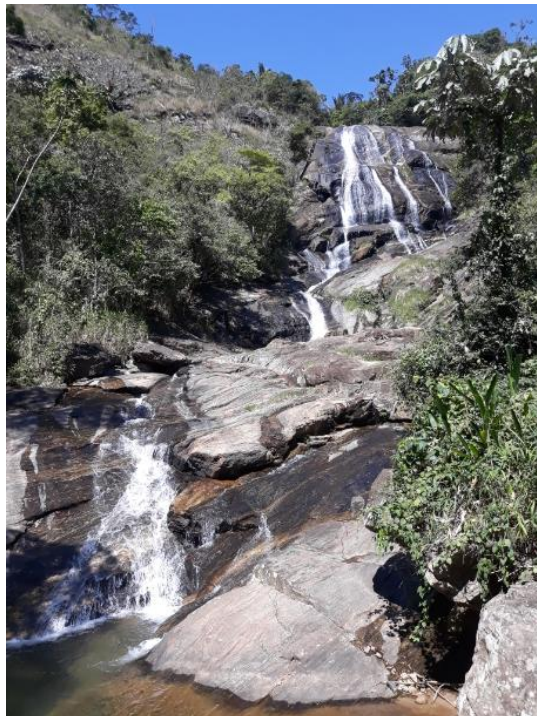


Figura 28 – Cachoeira de Sodrelândia. Fonte: Acervo Grupo Geomorphos/UFRJ (2018).

Quanto ao tamanho e classificação dos sedimentos, há presença de matacões com diâmetro de aproximadamente 300 mm, cascalho com diâmetro maior que 2 mm e areia grossa. Há estabilidade do leito, visto que é um leito rochoso, e o regime de sedimentos é dominado pelos processos de erosão e transporte.

Assim, apesar de partes desse trecho do córrego apresentarem áreas desmatadas e moderada atividade antrópica, os Geoindicadores selecionados apontam para uma BOA condição geomorfológica (Tabela 8).

Tabela 8 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme* no trecho do *córrego Cascata*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, CABECEIRA ÍNGREME Trecho córrego Cascata		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influencia nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?		BOA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	BOA	1 DE CADA 2 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	SIM	MODERADA	
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?		MODERADA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	BOA	

- *Localização e Descrição (Trecho córrego Pedra Branca)*

O córrego Pedra Branca é afluente da margem esquerda do rio Macabu, nasce em um ambiente de cotas baixas, na altitude de 200 m. É um trecho que possui leito rochoso e rupturas de declive em sua pequena extensão de aproximadamente 400 m e se desenvolve pela unidade geológica de Imbé, definida por Heilbron *et al.* (2006).

Seu perfil longitudinal possui uma concavidade (Figura 29), indicando dessa maneira que a taxa de trabalho nesse canal tende a estar melhor distribuída ao longo de seus comprimentos (SANTANA, 2018).

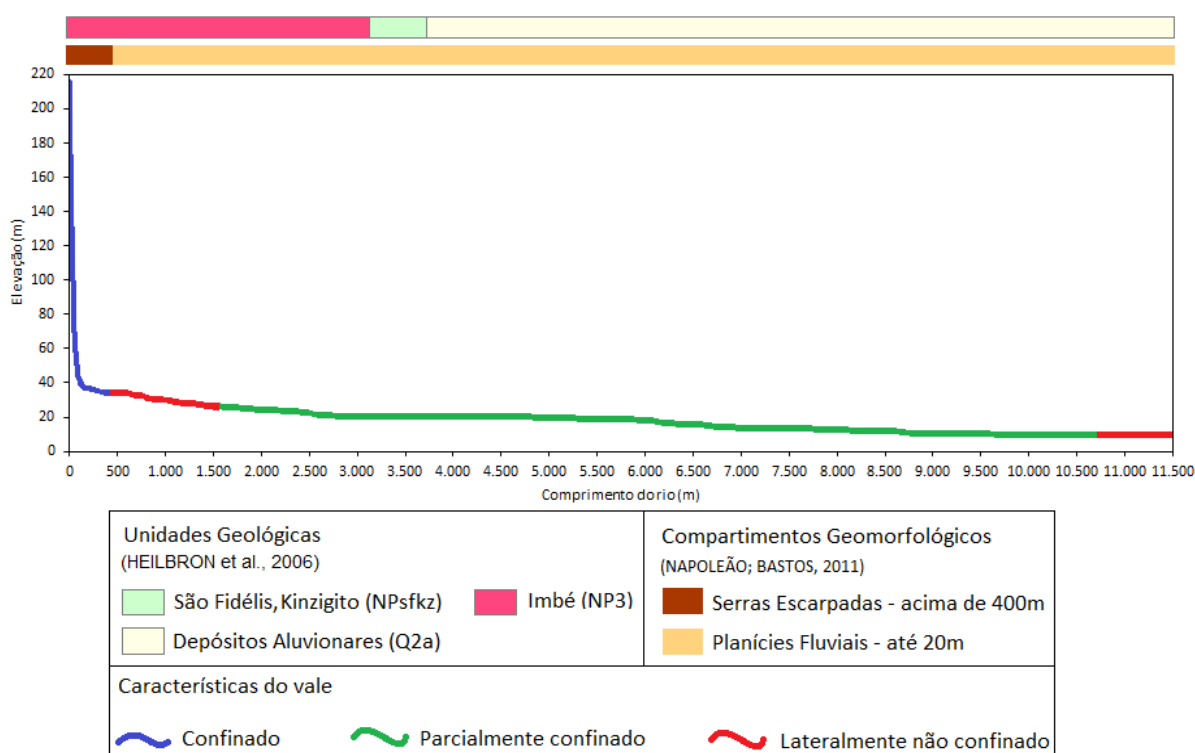


Figura 29 – Perfil longitudinal do córrego Pedra Branca. Fonte – SANTANA (2018).

É um trecho que tem baixa capacidade de ajuste lateral e elevada estabilidade, por conta da ausência ou pouca sinuosidade do canal e leito rochoso. Há uma conectividade às encostas por não ter planícies de inundação. Possui alta capacidade de produção e transporte de sedimentos, elevado poder de erosão e uma alta velocidade.

Existe vegetação ripária em abundância, porém há pontos que foram desmatados para a abertura de campos para cultivo de hortaliças.

- *Condição geomorfológica (Trecho córrego Pedra Branca)*

Observou-se a morfologia das margens, elas estão erodindo devido a força do fluxo da água que é alta nesse trecho por conta da elevada declividade. No que tange a estabilidade lateral das margens, elas são frequentemente erodidas pela ação das águas, mas estão estáveis.

A vegetação ripária está sendo retirada para o plantio principalmente de hortaliças e é o único trecho do córrego em que ainda há vegetação ripária, estando no baixo curso da bacia hidrográfica.

Há estabilidade do leito, visto que é um leito rochoso. E o regime de sedimentos é dominado pelos processos de erosão e transporte, devido a declividade.

Assim, mesmo havendo degradação existente por conta da agricultura, esse trecho ainda apresenta BOA condição geomorfológica (Tabela 9).

Tabela 9 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme* no trecho do *córrego Pedra Branca*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, CABECEIRA ÍNGREME Trecho córrego Pedra Branca		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influencia nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?		BOA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	BOA	1 DE CADA 2 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	SIM	MODERADA	
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?		MODERADA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	BOA	

- *Localização e Descrição (Trecho córrego Serrinha)*

O córrego Serrinha é afluente da margem esquerda do rio Macabu, nascendo em uma altitude de 140m, se desenvolvendo na unidade geológica de São Fidelis Silimanita - biotita gnaiss (HEILBRON *et al.*, 2006) e no compartimento geomorfológico de Morros, segundo Napoleão e Bastos (2011).

Esse trecho do córrego cascata possui leito rochoso e seu perfil longitudinal (Figura 30) é côncavo e tende a estar mais bem distribuída ao longo de sua extensão que é de aproximadamente 500 m.

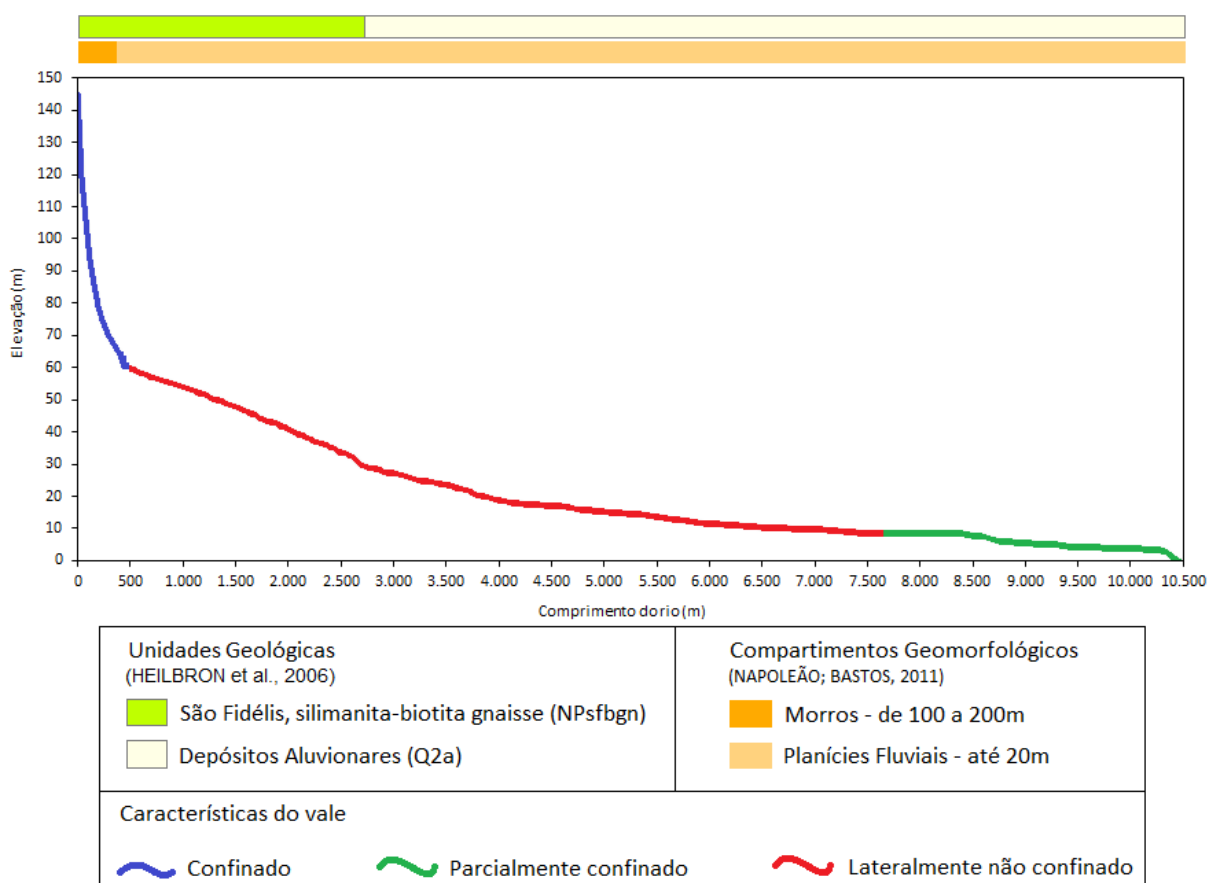


Figura 30 – Perfil longitudinal do córrego Serrinha. Fonte – SANTANA (2018).

Como nos outros trechos desse Estilo Fluvial, esse segmento possui uma baixa capacidade de ajuste lateral e elevada estabilidade, por conta da ausência ou pouca sinuosidade do canal e leito rochoso. Há uma forte conectividade às encostas, por não ter planícies de inundação.

- *Condição Geomorfológica (Trecho córrego Serrinha)*

As margens desse trecho podem estar erodindo com maior intensidade por conta da pequena quantidade de vegetação ripária ao longo de toda a extensão do córrego Serrinha, já que a cobertura vegetal exerce papel fundamental no controle dos processos erosivos. A retirada dessa vegetação se dá principalmente para abertura de campo para agricultura (Figura 31). Além disso, muito próximo ao córrego, há a rodovia 101 que liga o Rio de Janeiro a Vitória no Estado do Espírito Santos e pequenas estradas de terra.

Por conta da pouca vegetação ripária, há processos erosivos que podem culminar em aumento de sedimentos no canal fluvial, o que pode causar assoreamento. Cabe destacar que há uma lagoa artificial gerada para irrigação, havendo assim uma perda da vazão do canal a jusante.

É notório que esse segmento está bastante degradado e sofre com os impactos ambientais gerados pelas atividades antrópicas. Assim, os Geoindicadores selecionados apontam para uma MODERADA condição geomorfológica desse trecho do córrego Serrinha (Tabela 10).

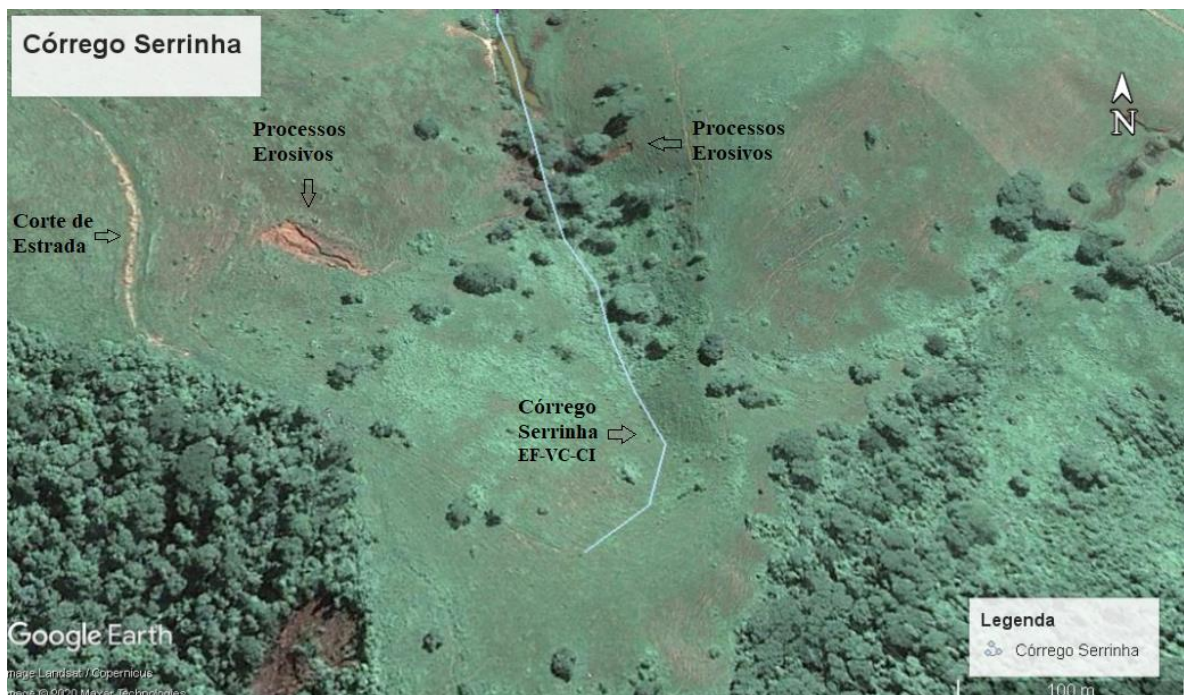


Figura 31 – Córrego Serrinha em MODERADA condição geomorfológica. Fonte: Google Earth (2020).

Tabela 10 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Confinado, Cabeceira Íngreme* no trecho do *córrego Serrinha*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, CABECEIRA ÍNGREME Trecho córrego Cascata		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influencia nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	SIM	MODERADA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?		MODERADA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	BOA	1 DE CADA 2 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	SIM	MODERADA	
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?		MODERADA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	SIM	MODERADA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	MODERADA	

Analisando todos os sete trechos do **EF- VC- CI**, observa-se que são trechos que, no geral, sofreram e sofrem poucas intervenções antrópicas, indicando que as mudanças geomorfológicas no caráter e comportamento dos canais são reversíveis, ou seja, após as perturbações impostas nesse sistema, ele tende a se ajustar e buscar um novo equilíbrio.

No trecho do córrego Serrinha, ocorrem intervenções com maior intensidade, pois a atividade agrícola é forte no baixo curso da BHRM, sendo que a cobertura vegetal foi retirada e há diversos pontos com processos erosivos, o que pode gerar maior produção de sedimentos e conseqüentemente maior sobrecarga para transportá-los.

Nos demais trechos, rio Macabu, rio Santa Catarina, rio Macabuzinho, córrego Pedra Branca, Cascata e Soledade, há menor degradação. A partir disso, para esse Estilo Fluvial a condição geomorfológica se diferenciou em dois pontos: o trecho do córrego Serrinha apresenta MODERADA condição geomorfológica e os demais trechos BOA condição geomorfológica (Figura 32).



Figura 32 – Mapa da condição geomorfológica para o EF – Vale Confinado, Cabeceira Íngreme.

6.2.2 - Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso (EF-VC-MCSR)

Pode-se diferenciar esse Estilo Fluvial e quatro trechos: dos rios Macabu (alto e médio curso) e Carucango e do córrego Campista. São trechos que estão localizados em domínios de relevo de morros e serras escarpadas e locais, favorecendo que a geomorfologia controle a configuração do vale.

- *Localização e Descrição (Trecho rio Macabu – alto curso)*

Nesse EF, o rio Macabu perpassa por um vale confinado e tem suas margens controladas pelo substrato rochoso. É caracterizado por ter altas altitude, em média 1300 m, percorrendo unidade geomorfológicas de Escarpas e Morros, com largura em média de 5,4 m. Possui um leito rochoso, com presença de matacões, cascalho, seixos e areia. Por sua extensão ocorre a formação de terraços fluviais, afloramento do substrato rochoso, corredeiras e cascatas.

- *Condição Geomorfológica (Trecho rio Macabu)*

Para definir a condição geomorfológica, levou-se em consideração alguns atributos do canal, a forma em planta e as características do leito. Foram selecionados os Geoindicadores morfologia das margens, matéria orgânica, declividade do canal, estabilidade lateral, vegetação ripária, tamanho e classificação dos sedimentos, estabilidade do leito e regime de sedimentos, de acordo com o ambiente em que esse Estilo Fluvial está inserido.

Primeiramente, avaliou-se a declividade do canal, que é forte ondulado e, sua influência nos processos geomorfológicos ali atuantes. Esse trecho possui baixa capacidade de ajuste lateral e elevada estabilidade, por conta do controle exercido pelo leito rochoso (Figura 33). Existe nesse trecho um forte controle estrutural, com vales estreitos e encaixados em vertentes de declividade acentuada e, por isso, os processos erosivos nas margens do canal são muito intensos.

Há uma heterogeneidade geomorfológica, como depósito de talús pelas encostas do vale, pontos com terraços fluviais e alternância entre o afloramento do substrato rochoso e lençóis arenosos no leito do canal.

A vegetação ripária está sendo retirada para a atividade agropecuária. Nesse trecho tem-se pequenos produtores rurais e agricultura de subsistência, verificando-se a ocorrência de áreas destinadas para a silvicultura.

Quanto ao tamanho e classificação dos sedimentos, há presença de matacões com diâmetro de aproximadamente 300 mm, cascalho com diâmetro maior que 2 mm e areia grossa e seixos com aproximadamente 50mm. O regime de sedimentos é dominado pelos processos produção e transferência, devido aos processos erosivos predominantes nesse trecho.



Figura 33 – Rio Macabu e seu leito rochoso. Fonte: Acervo Grupo Geomorphos/UFRJ (2018).

Assim, após a análise dos Geoindicadores relevantes para o Estilo Fluvial analisado, esse trecho do rio Macabu obteve uma BOA condição geomorfológica (Tabela 11), apesar de apresentar moderada condição para os Geoindicadores vegetação ripária e atividade antrópica.

Tabela 11 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Confinado*, margem controlada pelo substrato rochoso no trecho do *rio Macabu*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, margem controlada pelo substrato rochoso Trecho rio Macabu		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influência nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?	SIM	BOA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	SIM	MODERADA	
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?		MODERADA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	BOA	

- *Localização e Descrição (Trecho rio Macabu – médio curso)*

Nesse EF, o rio Macabu perpassa por um vale confinado e tem suas margens controladas pelo substrato rochoso. É caracterizado por ter alta altitude, em média 1300 m, percorrendo unidades geomorfológicas de Escarpas e Morros e com largura em média de 5,4 m.

Possui um leito rochoso, com presença de matações, cascalho, seixos e areia. Por sua extensão ocorre a formação de terraços fluviais, afloramento do substrato rochoso, corredeiras e cascatas.

- *Condição Geomorfológica (Trecho rio Macabu – médio curso)*

Avaliou-se a declividade do canal, que é forte ondulado. É um trecho que apresenta baixa capacidade de ajuste lateral e elevada estabilidade, por causa do controle exercido pelo leito rochoso. Sua forma em planta é marcada por um canal único e sinuoso com alta estabilidade lateral devido ao controle exercido pelo substrato rochoso.

A vegetação ripária está sendo retirada para agricultura de subsistência e por proprietários de pequenas propriedades rurais (Figura 34).



Figura 34 – Rio Macabu no trecho do *Estilo Fluvial Vale Confinado*, margem controlada pelo substrato rochoso. Fonte: Google Earth (2020).

São observados degraus rochosos com plano de falhas, corredeiras em leito rochoso e grande ocorrência de depósito de tálus nas encostas adjacentes. Quanto ao tamanho e classificação dos sedimentos, há presença de matacões com diâmetro de aproximadamente 300 mm, cascalho com diâmetro maior que 2 mm e areia grossa e seixos com aproximadamente 50 mm. O regime de sedimentos é dominado pelos processos de produção e transferência, devido aos processos erosivos predominantes nesse trecho.

Após a análise dos Geoindicadores relevantes para o Estilo Fluvial analisado, esse trecho do rio Macabu (médio curso), apresenta uma BOA condição geomorfológica (Tabela 12), apesar de apresentar moderada condição para os Geoindicadores vegetação ripária e atividade antrópica.

Tabela 12 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Confinado*, margem controlada pelo substrato rochoso no trecho do *rio Macabu – médio curso*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, margem controlada pelo substrato rochoso Trecho rio Macabu (médio curso)		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influencia nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?		BOA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	SIM	MODERADA	
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?	SIM	MODERADA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	BOA	

- *Localização e Descrição (Trecho rio Carucango)*

O rio Carucango é afluente direita do rio Macabu, que nasce na serra do Carucango e São Tomé, entre Conceição de Macabu e Trajano de Morais. Possui cerca de 1,1 km de extensão e a configuração do vale é confinado do seu início até a foz. Perpassa pelos compartimentos geomorfológicos, que vão de serras escarpadas a planícies fluviais (Figura 35) e pelas unidades geológicas de Imbé, São Fidelis, Kinzigito e Depósitos Gravitacionais.

Tem um leito rochoso, com presença de matacões, cascalho, seixos e areia. Por sua extensão ocorre a formação de terraços fluviais, afloramento do substrato rochoso, corredeiras e cascatas.

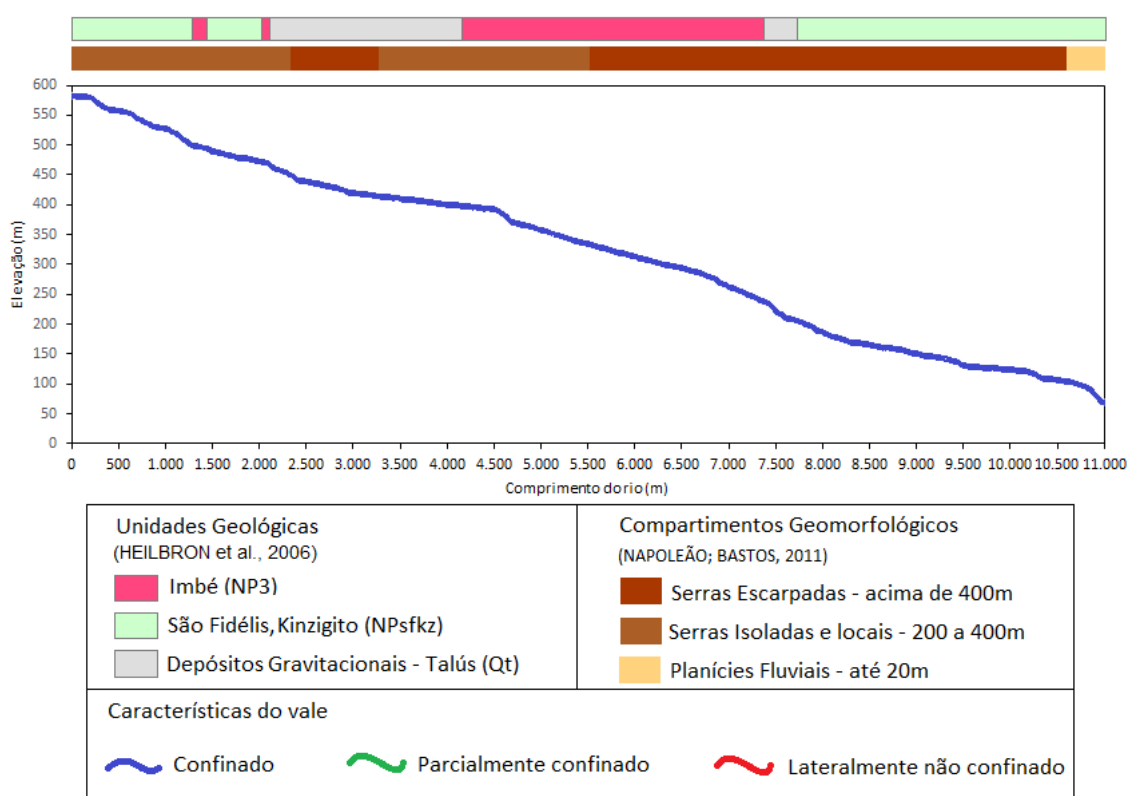


Figura 35 – Perfil longitudinal do rio Carucango. Fonte: SANTANA (2018).

- *Condição Geomorfológica (Trecho rio Carucango)*

O rio Carucango, apesar de ser pequeno em extensão, atrai um grande interesse turístico da população regional, pois seu curso é composto por corredeiras e cascatas que são utilizadas como área de recreação. O ponto mais famoso é a Cachoeira da Amorosa que é cercada por vales e residuais de Mata Atlântica. Porém, esse turismo causa impactos

negativos na paisagem, como o desmatamento de algumas áreas ao entorno do rio para implantação de dezenas de sítios, casas de veraneio, alguns bares e uma pousada.

Esse trecho possui baixa capacidade de ajuste lateral e elevada estabilidade, por conta do controle exercido pelo leito rochoso. Existe nesse trecho um forte controle estrutural, com vales estreitos e encaixados em vertentes de declividade acentuada. Há pontos com formação de terraços fluviais e alternância entre o afloramento do substrato rochoso e lençóis arenosos no leito do canal (Figura 36). O regime de sedimentos é dominado pelos processos de produção e transferência, devido aos processos erosivos predominantes nesse trecho.

A vegetação ripária está sendo retirada para a atividade agropecuária. Nesse trecho tem-se pequenos produtores rurais e agricultura de subsistência, verificando-se a ocorrência de áreas destinadas para a silvicultura.



Figura 36 – Rio Carucango no *Estilo Fluvial Vale Confinado*, margem controlada pelo substrato rochoso. Fonte: Google Earth (2020).

Assim, após a análise dos Geindicadores relevantes para o Estilo Fluvial analisado, esse trecho do rio Carucango obteve uma BOA condição geomorfológica (Tabela 13).

Tabela 13 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Confinado*, margem controlada pelo substrato rochoso no trecho do *rio Carucango*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, margem controlada pelo substrato rochoso Trecho rio Carucango		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influencia nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?	SIM	BOA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	SIM	MODERADA	
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?	SIM	MODERADA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	BOA	

- *Localização e Descrição (Trecho córrego Campista)*

O rio Campista é afluente direita do rio Macabu, que nasce na Serra da Tapera em Trajano de Moraes e percorre cerca de 5,2 km no ambiente deste Estilo Fluvial. É um contribuinte essencial do rio Macabu por ser o primeiro afluente após a barragem de Sodrelândia e a transposição para o rio Macaé.

Perpassa pelo compartimento geomorfológicos de Serras Escarpadas, em uma altitude de aproximadamente 1000 m e sob unidades geológicas de São Fidelis, Kinzigito e Trajano de Moraes (Figura 37). Seu perfil longitudinal é mais convexo, o que demonstra que a distribuição de energia nos canais não é uniforme e apresenta concentração de taxa de trabalho em alguns pontos que expressam maior potencial erosivo. Tem um leito rochoso, com presença de matações, cascalho, seixos e areia. Por sua extensão ocorre a formação de terraços fluviais, afloramento do substrato rochoso, corredeiras e cascatas.

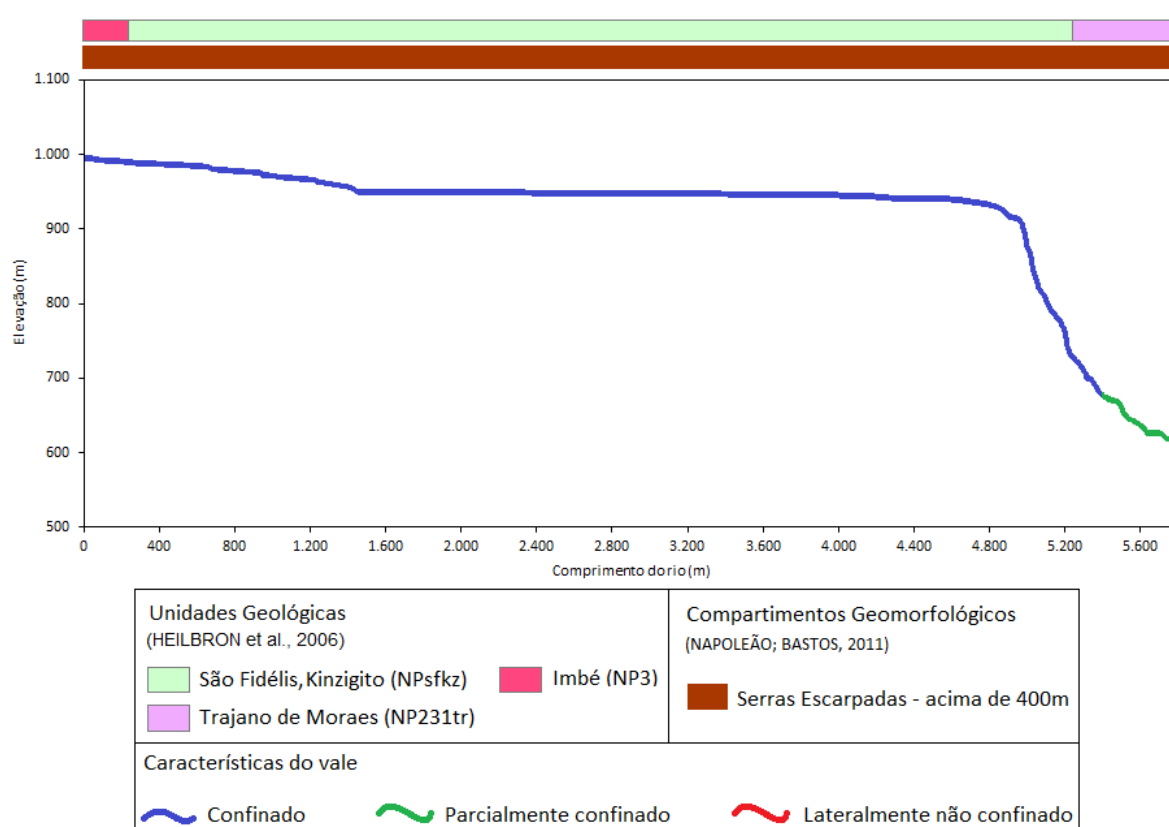


Figura 37 – Perfil longitudinal do córrego Campista. Fonte: SANTANA (2018).

- *Condição Geomorfológica (Trecho córrego Campista)*

Esse trecho possui baixa capacidade de ajuste lateral e elevada estabilidade, em razão do controle exercido pelo leito rochoso. Existe nesse trecho um forte controle estrutural, com vales estreitos e encaixados em vertentes de declividade acentuada. Há pontos com formação de terraços fluviais e alternância entre o afloramento do substrato rochoso e lençóis arenosos no leito do canal. O regime de sedimentos é dominado pelos processos produção e transferência, devido aos processos erosivos predominantes nesse trecho.

A vegetação ripária está sendo retirada para atividades agrícolas. Nesse trecho tem-se pequenos produtores rurais e agricultura de subsistência (Figura 38).

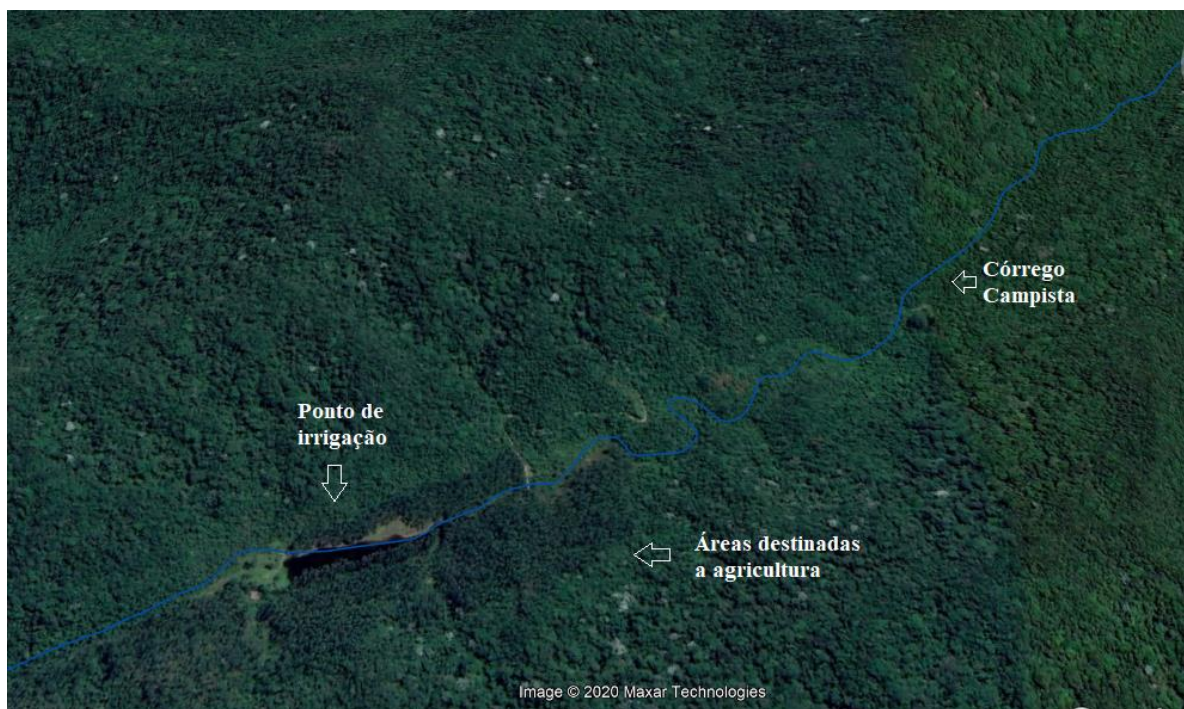


Figura 38 – Córrego Campista no Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso. Fonte: Google Earth (2020).

Assim, após a análise dos Geindicadores relevantes para o Estilo Fluvial analisado, esse trecho do córrego Campista obteve uma BOA condição geomorfológica (Tabela 14).

Tabela 14 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Confinado*, margem controlada pelo substrato rochoso no trecho do córrego Campista.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, margem controlada pelo substrato rochoso - Trecho córrego Campista		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influencia nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?	SIM	BOA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	SIM	BOA	
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?	SIM	BOA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	SIM	BOA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	BOA	

O trecho do alto curso do rio Macabu é marcado por serras escapadas que gera uma dificuldade em acessar o rio e, conseqüentemente, a ocupação humana das suas margens. Há algumas casas em poucos pontos desse trecho e a pecuária e agricultura são insignificantes.

O trecho do rio Campista é o mais preservado dos canais fluviais analisados na bacia do rio Macabu, há presença de áreas densas florestadas e a agropecuária existe, mas de forma remota.

O trecho do rio Carugango encontra-se no mesmo estado do rio Campista, com áreas florestadas e pouca perturbação urbana, exceto em algumas áreas pontuais em que há o cultivo de banana e criação de gado.

No trecho do médio curso do rio Macabu também há presença de áreas florestadas, porém não tão densas quanto nos outros trechos. A atividade agropecuária também é maior do que nos outros trechos desse Estilo Fluvial, mas não tão significativa.

Todos os trechos apresentam áreas florestadas e em bom estado de preservação. O resultado da condição geomorfológica apontou como BOA para todos os trechos (Figura 39).

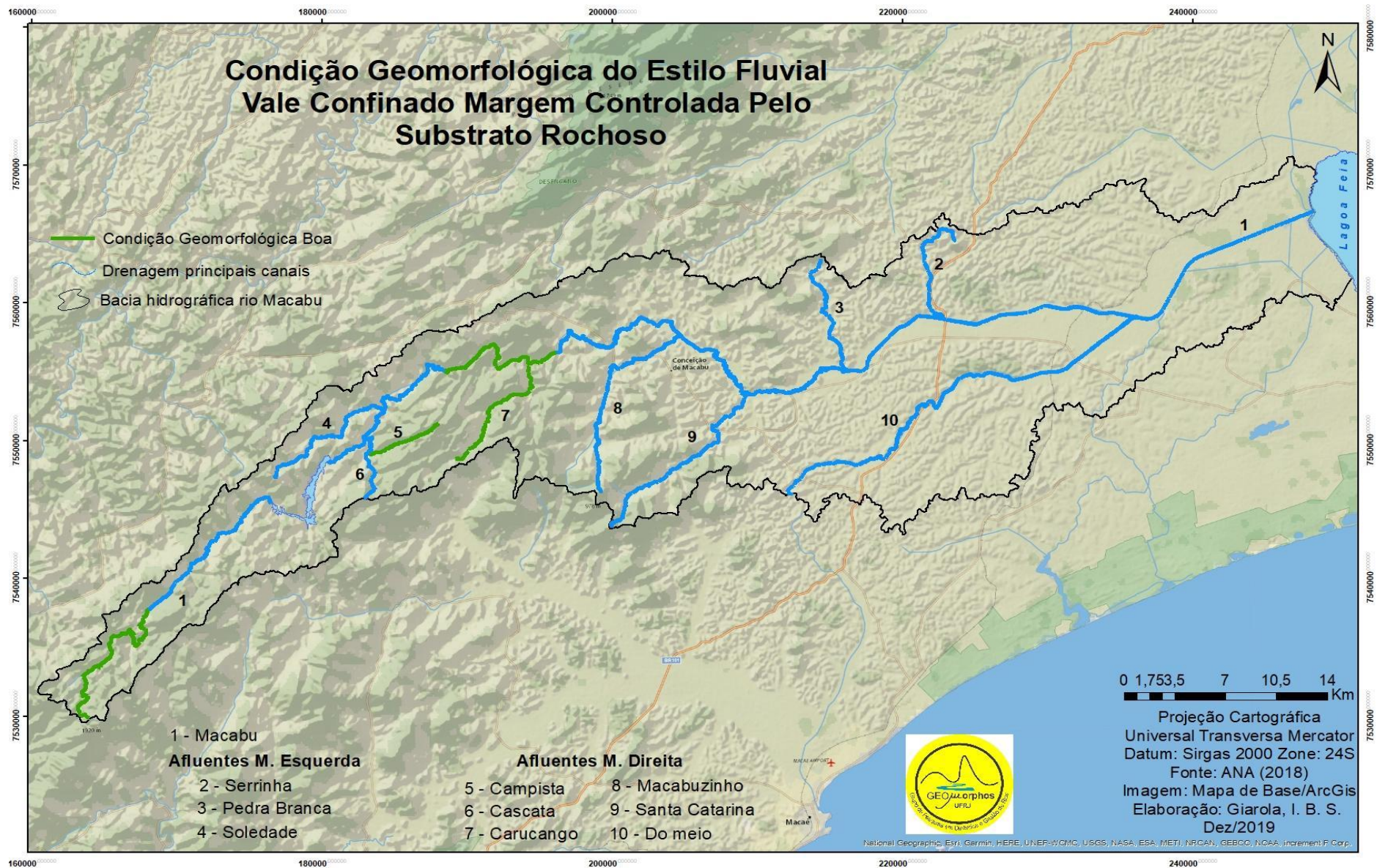


Figura 39 – Condição geomorfológica Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso.

6.2.3 - Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies de inundação ocasionais (EF-VC-MCSR-PIO)

É um Estilo Fluvial identificado em apenas um trecho do rio Macabu, no seu alto curso.

- *Localização e Descrição*

No EF-VC-MCSR-PIO, o rio Macabu é localizado no relevo típico de serras isoladas e locais. Assim, o ajuste lateral nesse Estilo Fluvial é consideravelmente maior, se comparado aos anteriores, sendo possível verificar a formação de ilhas vegetadas, alternadas com blocos rochosos e corredeiras em um leito cascalhento e arenoso.

É o seguimento anterior a barragem e a transposição e que possui um considerável aglomerado populacional, pastos para criação de gado e agricultura. Possui extensão de 15 km, uma elevação de 1080 m a 670 m e tendo a largura do canal 11,2 metros. A geomorfologia é marcada por serras locais, com declividade do canal ondulado, formando unidades geomorfológicas, como alvéolos e terraços fluviais, afloramento do substrato rochoso, degraus rochosos, corredeiras, lençóis de areia e ilhas vegetadas ocasionais. Além disso, esse trecho possui um leito rochoso e arenoso com matacões e blocos rochosos.

- *Condição Geomorfológica*

Para definir a condição geomorfológica, levou-se em consideração alguns atributos do canal, a forma em planta e as características do leito. Foram selecionados os Geoindicadores morfologia das margens, matéria orgânica, declividade do canal, estabilidade lateral, vegetação ripária, tamanho e classificação dos sedimentos, estabilidade do leito e regime de sedimentos.

A vegetação ripária é frementemente retirada por conta da agropecuária e expansão populacional, visto que a vegetação ripária exerce uma importante influência na dinâmica fluvial, pois pode controlar a resistência mecânica do solo e podendo evitar o assoreamento a jusante, esse trecho encontra-se em degradação ambiental. Ainda há a questão dos impactos causados a jusante pela criação da barragem e transposição das águas do rio Macabu.

Analisando as figuras 40 e 41, é possível comparar a área nos anos de 2003 e 2020, onde houve uma mudança no número de residências, de desmatamento e aumento da área agrícola em um ponto desse trecho.

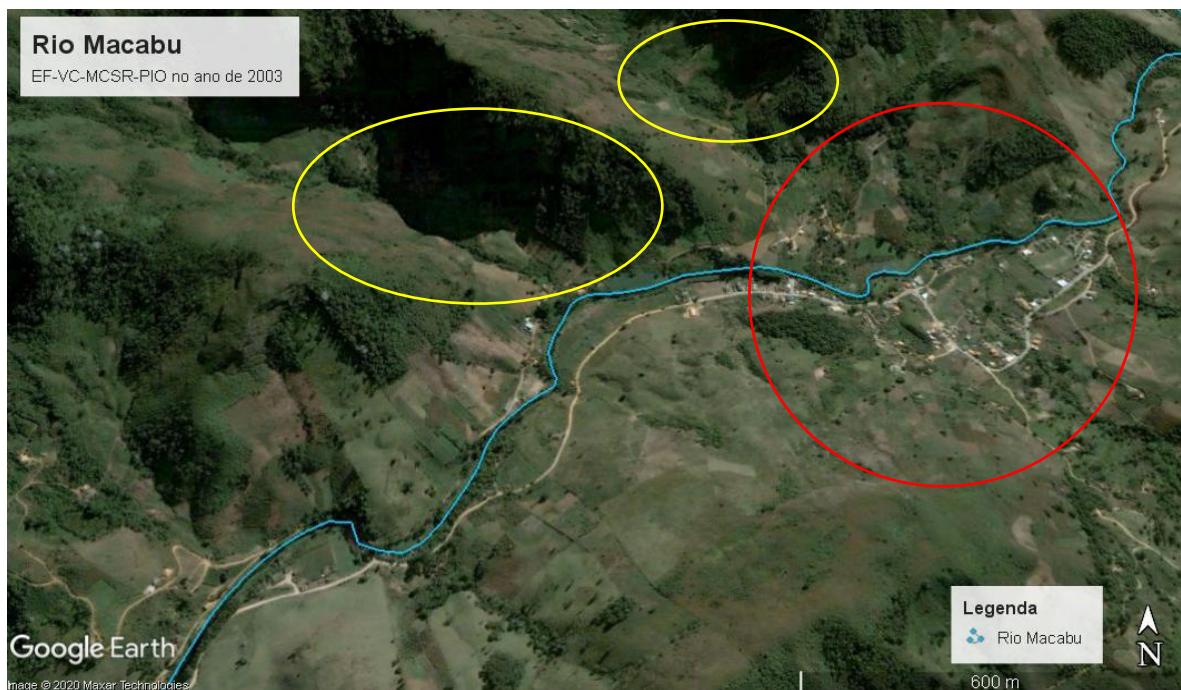


Figura 40 – Rio Macabu no Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies de inundação ocasionais no ano de 2003. Fonte: Google Earth (2003).



Figura 41 – Rio Macabu no Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies de inundação ocasionais no ano de 2020. Fonte: Google Earth (2020).

É um Estilo Fluvial marcado pela baixa capacidade de ajuste lateral, por causa do leito rochoso. Possui boa conectividade com as encostas e elevado poder de transporte de

sedimentos. Há formação de ilhas devido ao embarreamento ocasionado por blocos rochosos nas zonas mais amplas do vale e formação de amplos alvéolos fluviais.

Observou-se a morfologia das margens, elas estão erodindo devido a força do fluxo da água que é alta nesse trecho em virtude da elevada declividade, sendo os sedimentos erodidos e transportados para jusante do canal. Com a retirada da cobertura vegetal, as margens estão erodindo de maneira acentuada (Figura 42).

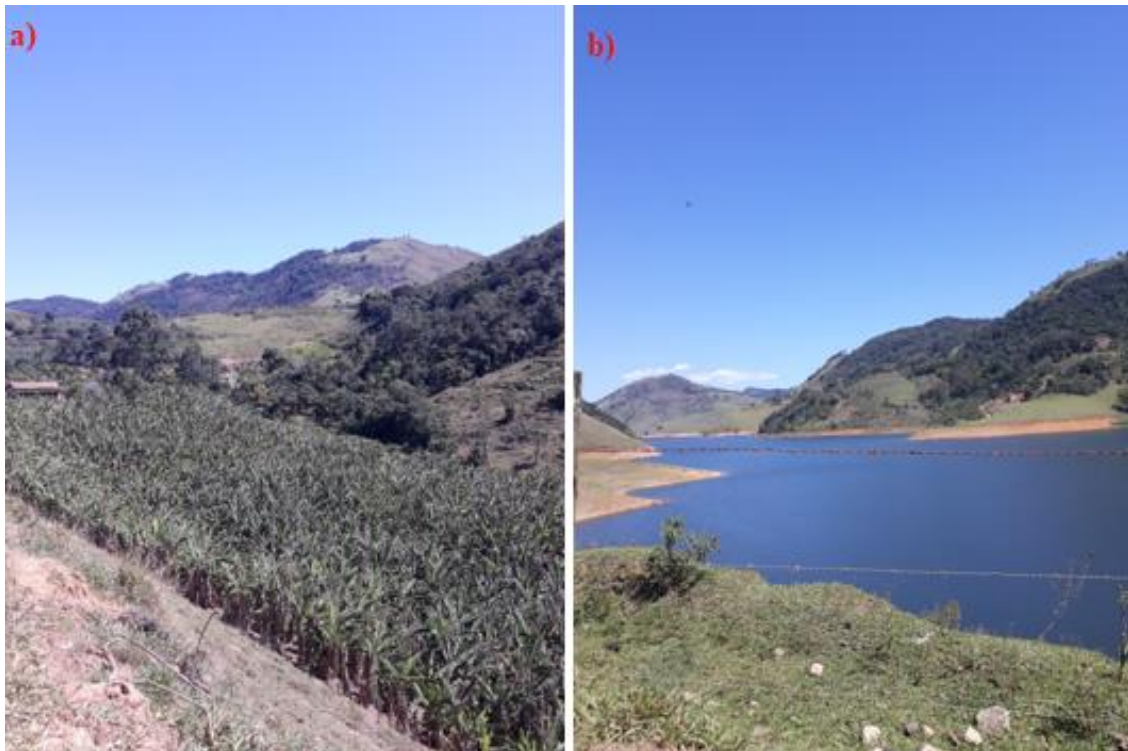


Figura 42 – Estilo Fluvial em moderada condição geomorfológica. a) Plantação de banana e eucalipto no alto curso do rio Macabu; b) Represa do rio Macabu para geração de energia elétrica. Fonte: Acervo Grupo Geomorphos (2018).

Assim, após a análise dos Geoindicadores relevantes, esse trecho do rio Macabu obteve uma MODERADA condição geomorfológica (Tabela 15).

Tabela 15 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies de inundação ocasionais*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE CONFINADO, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies de inundação ocasionais		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Declividade do canal	A declividade influencia nos processos geomorfológicos atuantes?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa esperada para esse Estilo Fluvial?	NÃO	MODERADA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?	NÃO	MODERADA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a declividade do trecho?	SIM	MODERADA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	MODERADA	
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?	NÃO	MODERADA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada para esse Estilo Fluvial?	NÃO	MODERADA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	MODERADA	

Essa área que necessita de atenção maior frente as perturbações humanas que estão ali sendo praticadas. Nas áreas de planície e terraços, há presença de pequenas propriedades rurais, criação de gado e plantações. Há também alguns pequenos povoados.

As margens do rio possuem pouca vegetação e alguns processos de erosão, devido a retirada da vegetação que ali existira. Há vários pontos de plantação de banana e eucalipto. Assim, apesar dos impactos ambientais causados pelos seres humanos, as mudanças geomorfológicas no caráter e comportamento do rio permanecem reversíveis.

Um fator importante é que no final desse Estilo Fluvial há uma obra no rio que é o represamento do mesmo e criação de uma hidroelétrica, além desses dois fatores, no mesmo ponto, há a transposição das águas do rio Macabu para o rio Macaé, fato já mencionado anteriormente.

Como resultado, o *Estilo Fluvial Vale Confinado, Margem Controlada pelo Substrato Rochoso, Planície de Inundação Ocasionalis* obteve MODERADA condição geomorfológica (Figura 43).



Figura 43 – Mapa da condição geomorfológica do *EF Vale Confinado, Margem Controlada pelo Substrato Rochoso, Planície de Inundação Ocasionais*.

6.2.4 – Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, canal contínuo canalizado (EF-VLNC-CCC)

O EF-VLNC-CCC pode ser localizado em cinco trechos dentro da BHRM, sendo no córrego Cascata e nos rios do Meio, Macabuzinho e Macabu (médio e baixo curso). Para o ambiente desse Estilo Fluvial, foram escolhidos os seguintes Geoindicadores para a avaliação da condição geomorfológica: tamanho do canal, forma do canal, morfologia das margens, vegetação no fluxo, atividade antrópica, estabilidade lateral, conjunto de unidade geomorfológicas, vegetação ripária, tamanho e classificação dos sedimentos, estabilidade do leito e regime de sedimentos.

- *Localização e Descrição (córrego Cascata)*

Nesse trecho, o córrego cascata tem cerca de 300 m, encontra-se sob a unidade geológica de Trajano de Moraes, com elevação média de 600 m e em relevo escarpado. Possui leito arenoso, a declividade do canal é plana, é um canal único, retificado e com estabilidade imposta artificialmente e a geomorfologia da área é caracterizada por planície flúvio-marinha, com formação de barras laterais e longitudinais, paleocanais e pântanos.

Esse trecho apresenta baixa conectividade com as encostas e estabilidade lateral imposta artificial com a canalização, sendo modificado ao longo dos anos para a plantação, pecuária e controle de inundações, sendo essa tipologia resultante de intervenções antrópicas no canal fluvial.

- *Condição Geomorfológica (córrego Cascata)*

Esse trecho apresentou controle lateral e baixa conectividade com as encostas adjacentes e formação de amplas e extensas planícies. É um canal de baixa sinuosidade por conta de sua retificação realizada pelo DNOS na década de 1960. Possui potencial elevado de transporte de sedimentos em eventos de alta magnitude, pois a sua forma artificial aumenta potencialmente o fluxo e o potencial elevado de acúmulo de sedimentos em eventos de baixa magnitude.

Quanto ao tamanho e classificação dos sedimentos encontrados no trecho, há predominância de grânulos, areia grossa, média e fina, com diâmetro aproximadamente de 2 mm.

A vegetação ripária foi praticamente toda retirada para a construção de casas e plantio (Figura 44). A expansão populacional foi e é facilitada por ser uma área com planícies, havendo maior potencial para a construção.

O regime de sedimentos se dá pelos processos de acumulação e transferência de sedimentos, e por ser um leito retificado há estabilidade do mesmo.



Figura 44 – Córrego Cascata no trecho do Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, canal contínuo canalizado. Fonte: Google Earth (2020).

Desta maneira, após a análise dos Geoindicadores relevantes, esse trecho do córrego Cascata obteve uma RUIM condição geomorfológica (Tabela 16).

Tabela 16 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, Canal Contínuo, Canalizado – Córrego Cascata*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE LATERALMENTE NÃO CONFINADO, CANAL CONTÍNUO, CANALIZADO – trecho córrego Cascata		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado? E o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	NÃO	RUIM	3 DE CADA 4 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	NÃO	RUIM	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa?	NÃO	RUIM	
Vegetação no fluxo	A estrutura da vegetação no fluxo é apropriada?	NÃO	RUIM	
<i>Canal em forma plana</i>				
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?	NÃO	RUIM	3 DE CADA 4 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a textura e declividade do trecho?	NÃO	RUIM	
Conjunto geomorfológicas unidades	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	RUIM	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	MODERADA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada?	NÃO	RUIM	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	MODERADA	

- *Localização e Descrição (rio Macabu – trechos médio e baixo curso)*

Os dois trechos estão inseridos nas unidades litológicas de depósitos aluvionares e depósitos de pântanos. Perpassam sob as unidades geomorfológicas de planícies aluviais, flúvio-lagunares e domínios suaves colinosos. Esse confinamento indica que o canal possui boa capacidade de ajuste lateral, em uma área de pastagem com declives suaves, característicos das Baixadas Litorâneas Fluminense. Ocorrem feições como ilhas arenosas e barras, o que é característico dessas zonas mais aplainadas, onde predominam os processos de sedimentação.

A largura média é de 35 m e a elevação de 18 a 0 m. O médio curso, nesse trecho, fica no município de Conceição de Macabu, estando muito degradado por causa das atividades agropecuárias e extração mineral.

- *Condição Geomorfológica (rio Macabu – trechos médio e baixo curso)*

A cobertura vegetal foi drasticamente retirada (Figura 45 e 46), no passado pelo cultivo de café e cana-de-açúcar e atualmente pela agropecuária. Ainda a retificação também implica no uso e cobertura da terra, visto vez que ela aumenta a área útil para pastagem e agricultura.



Figura 45 – Rio Macabu retificado no médio curso. Fonte – Google Earth (2020).



Figura 46 – Rio Macabu retificado no baixo curso. Fonte – Google Earth (2020).

A qualidade da água merece atenção pela poluição em grande escala, por causa do descarte de esgoto (FREITAS, 2014), há dragagem constante em diversos pontos e o pisoteio do gado pode estar acarretando o assoreamento do rio. A retificação do canal buscou reduzir

o problema das enchentes e controlar, através de sucessivas dragagens, o aporte sedimentar (Figura 47).

Verificou-se, nos dois trechos, baixa conectividade com as encostas adjacentes e alta estabilidade lateral imposta artificialmente. Potencial elevado de transporte de sedimentos em eventos de alta magnitude, devido a sua forma artificial que aumenta potencialmente o fluxo e o potencial elevado de acúmulo de sedimentos em eventos de baixa magnitude.

O leito é de composição arenosa, com constante retrabalhamento do material. Há vários pontos de extração de areia no decorrer dos trechos. A planície do rio apresenta várias feições geomorfológicas e alto grau de urbanização.

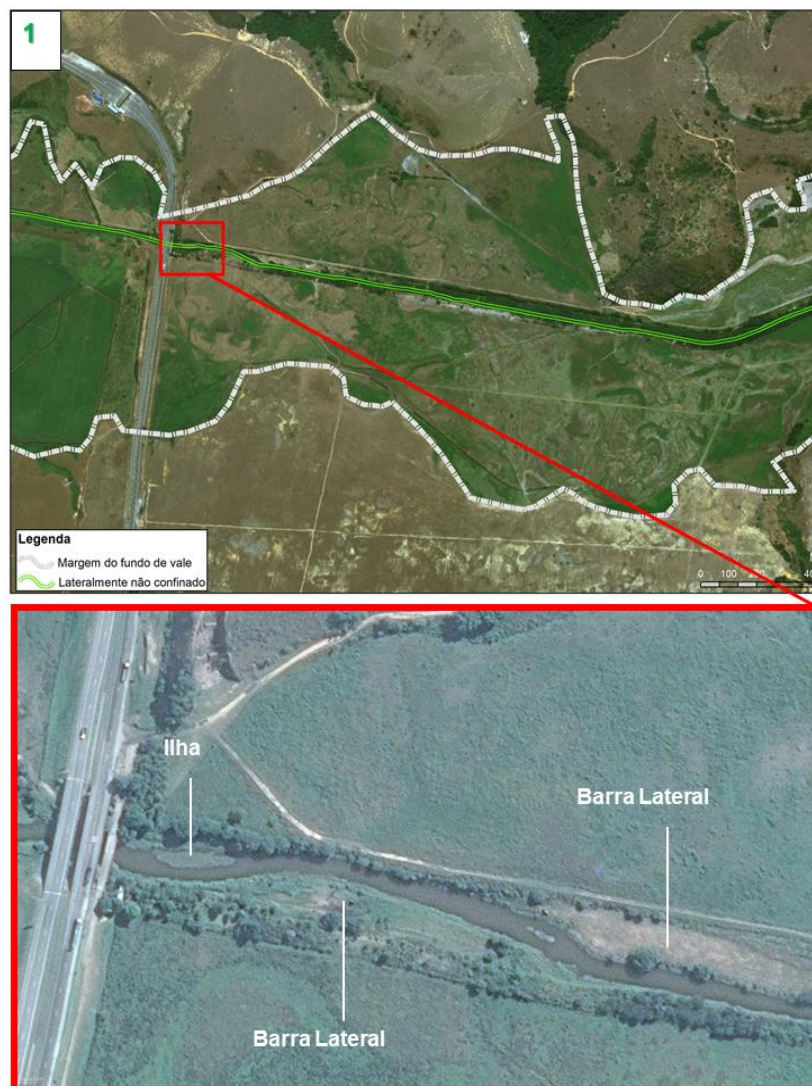


Figura 47 – Trecho representativo do Lateralmente não confinado do rio Macabu com ocorrência de ilha e barras. Fonte: ArcGIS Basemap e Google Earth (Elaboração – SANTANA, 2018).

O leito é de composição arenosa, com constante retrabalhamento do material. Há vários pontos de extração de areia no decorrer do trecho. A ausência de vegetação ripária leva as margens do rio a apresentarem alto grau de erosão. O regime de sedimentos é influenciado pelas ações antrópicas, como agropecuária e mineração. Há descarte de esgoto sem tratamento em todos os trechos. A planície apresenta uma série de feições geomorfológicas de abandono do canal, sendo as mais presentes são barras laterais e ilhas (Figura 48).



Figura 48 - Estilo Fluvial em ruim condição geomorfológica. Ambas as figuras mostram trechos canalizados no baixo e médio curso do rio Macabu e a presença de feições geomorfológicas como barras laterais. Fonte – Acerto Grupo Geomorphos/UFRJ (2018).

Assim, para os dois trechos retificados do rio Macabu, a condição geomorfológica teve como resultado RUIM (Tabelas 17 e 18).

Tabela 17 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, Canal Contínuo, Canalizado – rio Macabu – trecho médio curso*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE LATERALMENTE NÃO CONFINADO, CANAL CONTÍNUO, CANALIZADO – trecho rio Macabu (médio curso)		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado? E o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	NÃO	RUIM	3 DE CADA 4 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	NÃO	RUIM	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa?	NÃO	RUIM	
Vegetação no fluxo	A estrutura da vegetação no fluxo é apropriada?	NÃO	RUIM	
<i>Canal forma em planta</i>				
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?	NÃO	RUIM	3 DE CADA 4 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a textura e declividade do trecho?	NÃO	RUIM	
Conjunto geomorfológicas unidades	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	RUIM	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	MODERADA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada?	NÃO	RUIM	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	MODERADA	

Tabela 18 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, Canal Contínuo, Canalizado – rio Macabu – trecho baixo curso*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE LATERALMENTE NÃO CONFINADO, CANAL CONTÍNUO, CANALIZADO – trecho rio Macabu (baixo curso)		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado? E o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	NÃO	RUIM	3 DE CADA 4 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	NÃO	RUIM	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa?	NÃO	RUIM	
Vegetação no fluxo	A estrutura da vegetação no fluxo é apropriada?	NÃO	RUIM	
<i>Canal forma em planta</i>				
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?	NÃO	RUIM	3 DE CADA 4 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a textura e declividade do trecho?	NÃO	RUIM	
Conjunto geomorfológicas	unidades O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	RUIM	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	MODERADA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada?	NÃO	RUIM	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	MODERADA	

- *Localização e Descrição (rio do Meio)*

O rio do Meio é afluente da margem direita do rio Macabu, nasce no baixo curso da BHRM, em meio a grande degradação em que o ambiente está inserido por conta das atividades antrópicas, possui 3,2 km de extensão e aproximadamente 16 km no trecho desse Estilo Fluvial. Esse trecho percorre sob as planícies fluviais e na unidade geológica de depósitos aluvionares (Figura 49).

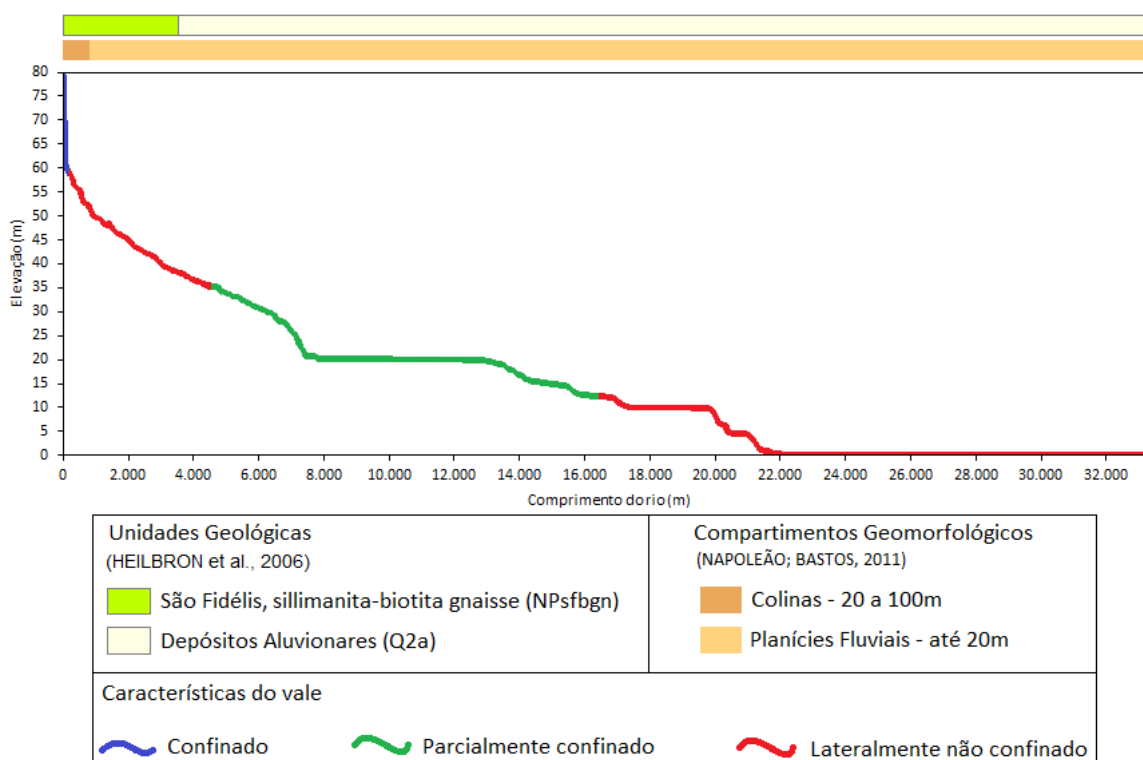


Figura 49 – Perfil longitudinal do rio do Meio. Fonte: SANTANA (2018).

- *Condição Geomorfológica (rio do Meio)*

O rio do meio é retificado no seu baixo curso até a confluência com o rio Macabu. Apesar dos benefícios das retificações de canais fluviais, há também alguns impactos que atingem direta e indiretamente o sistema fluvial. Um desses impactos pode ser o assoreamento, nesse sentido, há várias unidades geomorfológicas presentes nesses trechos (barras e ilhas) que são dragadas constantemente.

Além da retificação que tende a causar um aporte maior de sedimentos no rio, a vegetação ripária no trecho é praticamente inexistente (Figura 50). A agricultura e pecuária

têm grande expressividade e foram abertos campos e pastos extensos para criação de gado e para plantações, através da retirada da cobertura vegetal. Porém, desde o ciclo do café e da indústria açucareira na região que esse trecho sofre com as atividades antropogênicas.



Figura 50 – Rio do Meio retificado e a degradação ambiental. Fonte: Google Earth (2020).

Como nos outros trechos retificados desse Estilo Fluvial, o rio do Meio apresenta baixa conectividade com as encostas adjacentes e alta estabilidade lateral imposta artificialmente. Potencial elevado de transporte de sedimentos em eventos de alta magnitude, devido a sua forma artificial que aumenta potencialmente o fluxo e o potencial elevado de acúmulo de sedimentos em eventos de baixa magnitude, levando ao retrabalho das feições do canal fluvial.

O leito é de composição arenosa com vários pontos de extração de areia. O regime de sedimentos se dá pelos processos de acumulação e transferência de sedimentos e, por ser um leito retificado, há estabilidade dele.

A partir das informações acima relatadas, esse trecho foi diagnosticado com uma RUIM condição geomorfológica (Tabela 19).

Tabela 19 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale Lateralmente Não Confinado, Canal Contínuo, Canalizado – rio Macabu – trecho rio do Meio*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE LATERALMENTE NÃO CONFINADO, CANAL CONTÍNUO, CANALIZADO – trecho rio do Meio		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado? E o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	NÃO	RUIM	3 DE CADA 4 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	NÃO	RUIM	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa?	NÃO	RUIM	
Vegetação no fluxo	A estrutura da vegetação no fluxo é apropriada?	NÃO	RUIM	
<i>Canal forma em planta</i>				
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?	NÃO	RUIM	3 DE CADA 4 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a textura e declividade do trecho?	NÃO	RUIM	
Conjunto geomorfológicas unidades	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	RUIM	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	MODERADA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada?	NÃO	RUIM	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	MODERADA	

Os quatro trechos retificados da BHRM podem ser referidos como áreas onde as perturbações humanas ocorreram com muita intensidade, ocasionando mudanças geomorfológicas significativas no comportamento dos canais fluviais.

Em todos os trechos foram realizadas obras de canalização, pelo antigo DNOS, que trouxeram modificações artificiais. Assim sendo, provocaram alterações drásticas na forma e características dos canais, impondo novos ajustes dos processos geomorfológicos, modificando a sinuosidade e o tamanho da calha fluvial.

Os impactos dessa modificação natural do rio geram vários problemas na “saúde” do mesmo, como a perda da sinuosidade, diminuição da rugosidade do leito, alteração no regime das descargas, aumento de sedimentos, aumento da erosão de todos os canais da bacia hidrográfica, alteração do padrão de drenagem, dentre outros impactos.

Além de todos os impactos causados pela canalização, tem também a questão da agropecuária ser forte nesses trechos, o que gera desmatamento em larga escala e pisoteio de gado, gerando intensificação dos processos erosivos. Em diversos pontos observa-se a extração de areia, o que também altera a dinâmica de transporte e deposição de sedimentos.

Como resultado, apontou-se para uma condição RUIM geomorfológica para todos os trechos analisados (Figura 51).

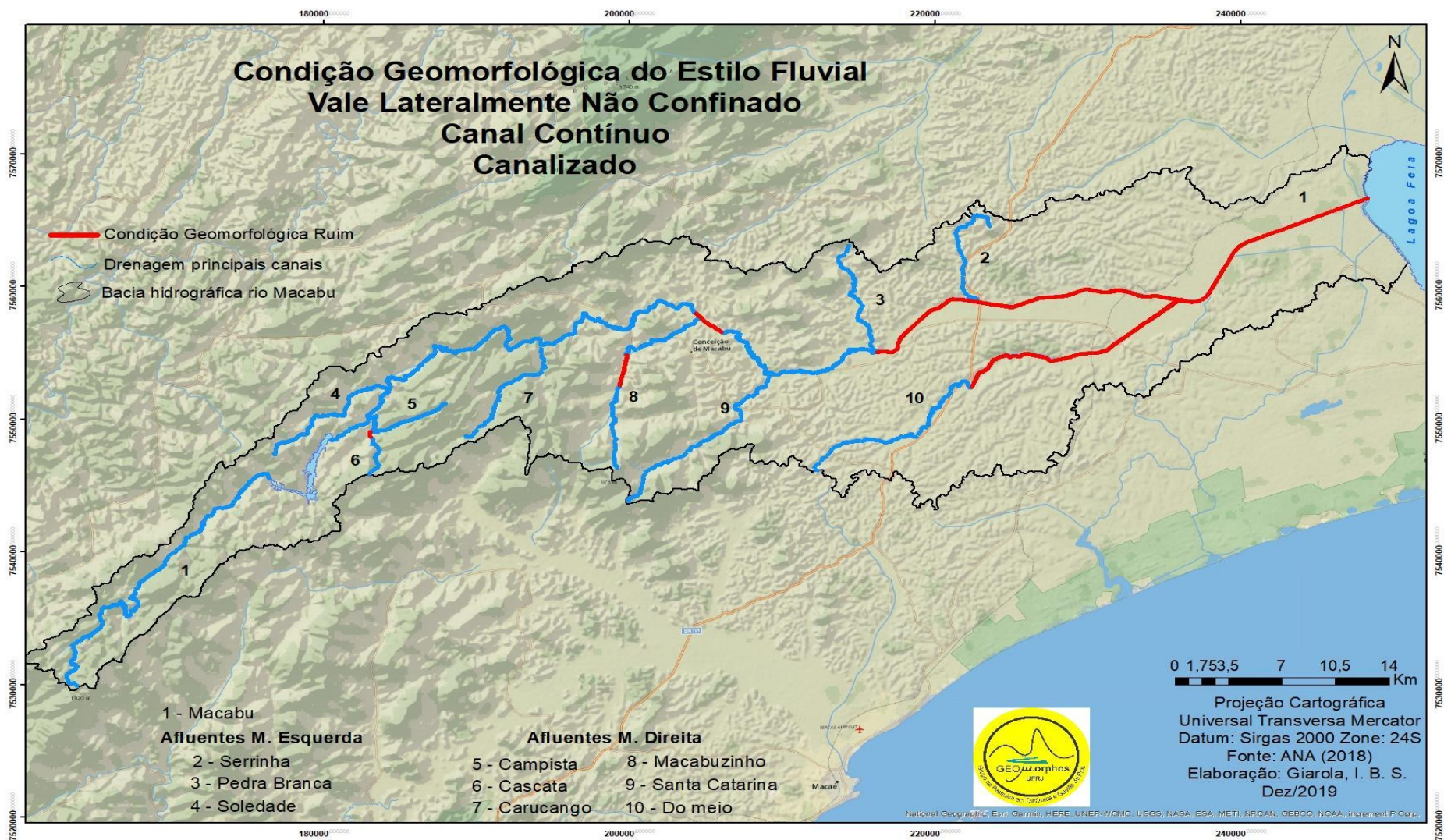


Figura 51 – Mapa da condição geomorfológica do EF Vale Lateralmente Não Confinado, Canal Contínuo, Canalizado.

6.2.5 – Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante, leito arenoso (EF-VLNC-CC-M-LA)

- *Localização e Descrição*

Foram identificados dois trechos do rio Macabu pertencentes ao EF-VLNC-CC-M-LA, ambos próximo ao município de Conceição de Macabu e separados apenas por um trecho retificado (Figura 52). Possuem uma extensão de 33 km, em uma elevação que varia de 40 a 18 m, com declividade plana, o leito é arenoso e a forma em planta é caracterizada por um canal contínuo, com alta sinuosidade e lateralmente instável.

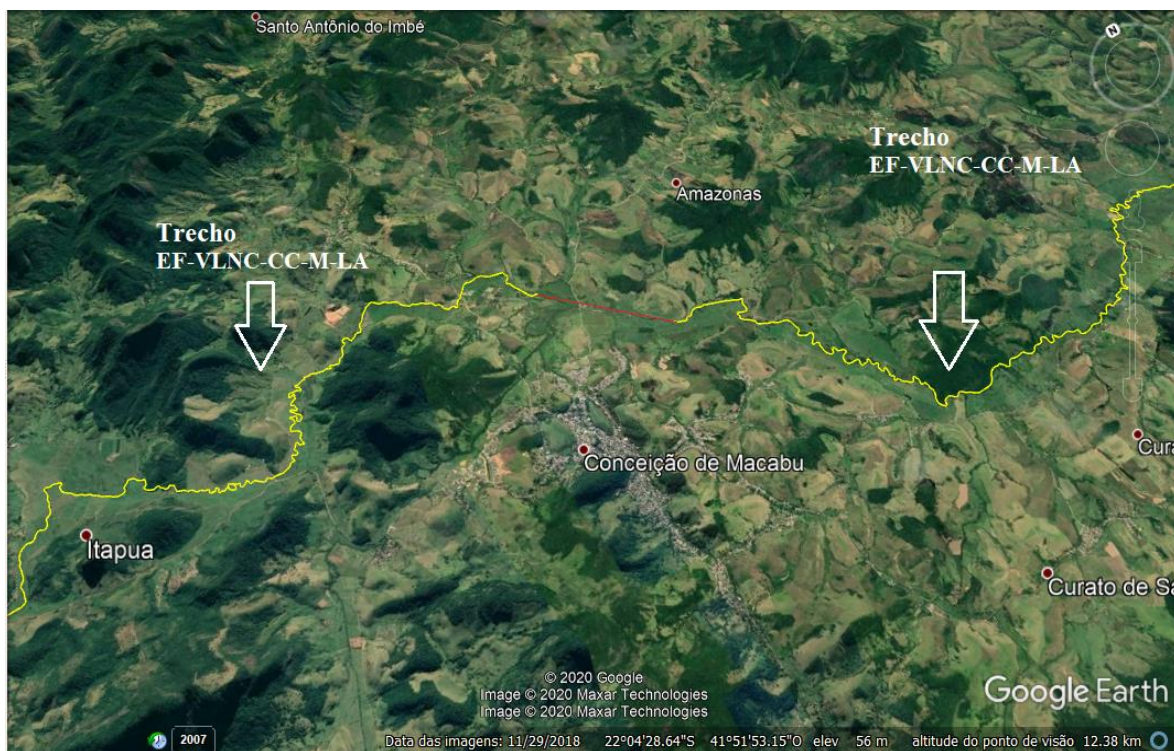


Figura 52 – Identificação dos dois trechos do rio Macabu pertencentes ao Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante, leito arenoso. Fonte – Google Earth (2020).

Para o ambiente desse Estilo Fluvial, foram escolhidos os seguintes Geoindicadores para a avaliação da condição geomorfológica: tamanho do canal, forma do canal, morfologia das margens, vegetação no fluxo, atividade antrópica, estabilidade lateral, conjunto de unidade geomorfológicas, vegetação ripária, tamanho e classificação dos sedimentos, estabilidade do leito e regime de sedimentos.

- *Condição Geomorfológica*

Os dois trechos apresentam baixa conectividade com as encostas adjacentes, alto grau de liberdade lateral e elevado potencial de acúmulo de sedimentos. Feições do canal são retrabalhadas frequentemente pelo fluxo de alta/média magnitude. O alto grau de liberdade lateral se dá pelas extensas planícies em que o rio Macabu perpassa e o elevado potencial de acúmulo de sedimentos é possível por ser uma área em que a velocidade do fluxo é menor e a tendência de ambientes assim é ter como processo dominante o depósito de sedimentos. A sinuosidade do canal também é influenciada pela velocidade do fluxo e pela geomorfologia existente no trecho. Desta maneira, há retrabalhamento desses sedimentos que resulta na formação de barras de pontal e central, lençóis arenosos, planície de inundação contínua e paleocanais (Figura 53).



Figura 53 – Rio Macabu mostrando ilhas de areia e margens instáveis. Fonte: Google Earth (2020).

As margens desses trechos são lateralmente instáveis por conta ao alto grau de liberdade do rio (Figura 54a). Por toda a extensão dos trechos pode-se ver que a pecuária é muito expressiva na área, havendo pastos e gado percorrendo a planície do rio Macabu (Figura 54b).



Figura 54 - Estilo Fluvial em moderada condição geomorfológica. Ambas as figuras (a e b) são do rio Macabu na localidade do município de Conceição de Macabu, sendo evidente o pisoteio de gado, retirada da cobertura vegetal, instabilidade das margens, processos erosivos e deposição de sedimentos. Fonte: Acervo Grupo Geomorphos/UFRJ (2019).

Quanto a vegetação ripária, é notório que ela foi retirada ao longo dos séculos para os setores agrícolas e pecuários, por todos os dois trechos.

O sedimento predominante é areia, sendo subdivida em grânulos, areia grossa, média em fina, com tamanho aproximadamente de 2 mm. Em alguns pontos, tem-se a presença de vegetação no fluxo, como galhos e troncos vindo de pontos a montante.

Portanto, após a análise e interpretação dos Geoindicadores, para os dois trechos do EF-VLNC-CC-M-LA, foi estabelecida uma MODERADA condição geomorfológica (Tabela 20).

Tabela 20 – Avaliação da Condição Geomorfológica com a tabela de atributos do *Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante, leito arenoso – dois trechos rio Macabu.*

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE LATERALMENTE NÃO CONFINADO, canal contínuo, meandrante, leito arenoso		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado? E o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	SIM	MODERADA	3 DE CADA 4 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	SIM	BOA	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa?	NÃO	MODERADA	
Vegetação no fluxo	Há vegetação no fluxo?	NÃO	MODERADA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Atividade Antrópica	Há presença de atividade antrópica?	NÃO	RUIM	3 DE CADA 4 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral é adequada dada a textura e declividade do trecho?	NÃO	RUIM	
Conjunto geomorfológicas unidades	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	RUIM	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais em diferentes unidades geomorfológicas são apropriadas para o tipo de rio?	SIM	MODERADA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada?	NÃO	MODERADA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	SIM	MODERADA	

Os dois trechos foram afetados por perturbações humanas, mas as mudanças geomorfológicas no caráter e no comportamento do rio são reversíveis. Há extração de areia, criação de gado, plantações de milho, café, banana e eucalipto. Além disso, esses trechos são próximos às áreas urbanas, recebendo esgoto doméstico e agrotóxicos que são jogados nas plantações e, conseqüentemente, são transportados pelo rio.

Nesses trechos, são de algumas feições geomorfológicas, como planícies, meandros abandonados, barras laterais, diques, ilhas, dentre outras. Com o desencadeamento de processos erosivos devido a retirada da cobertura vegetal e do pisoteio de gado, tem-se a predominância de deposição de sedimentos, pois o rio encontra-se meandrante e sinuoso, tendendo-se ao processo de deposição.

Com base na tabela de atributos elaborada para esse Estilo Fluvial, o resultado aponta para uma condição MODERADA em todos os trechos analisados (Figura 55).

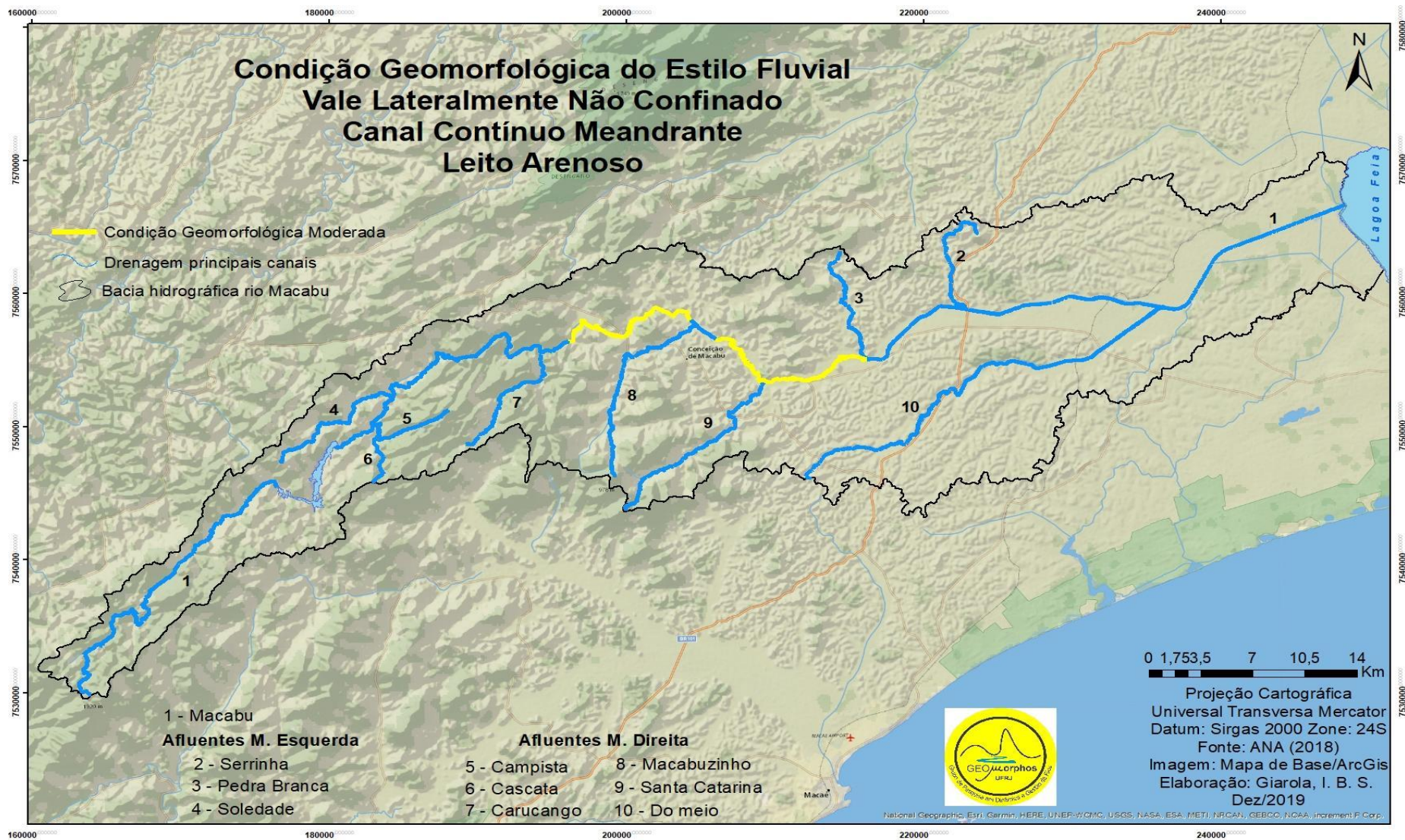


Figura 55 – Condição geomorfológica do EF Vale Lateralmente não confinado, canal contínuo meandrante, leito arenoso.

6.2.6 – Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, preenchimento de vale (EF-VLNC-PV).

- *Localização e Descrição*

O EF-VLNC-PV pode ser encontrado em três trechos da BHRM, nos córregos Pedra Branca e Cascata e no rio do Meio. Eles são situados no baixo curso da bacia e o uso e cobertura de ambos é destinado à agropecuária. Historicamente são áreas que sofreram e sofrem com a degradação ambiental existente desde os tempos mais remotos, com o ciclo do café e da cana-de-açúcar.

A declividade desses canais é plano, com geomorfologia de Colinas e Planícies Fluviais, a forma em planta é sem canal, pois são canais entulhados por causa da característica pantanosa. Possui leito composto por lama e areia e com elevação que varia de 20 a 0 m.

- *Condição Geomorfológica*

Para definir a condição geomorfológica foram selecionados os Geoindicadores relevantes para esse Estilo Fluvial, são eles a morfologia das margens, matéria orgânica, declividade do canal, estabilidade lateral, vegetação ripária, estabilidade do leito, regime de sedimentos, atividade antrópica e forma e tamanho do canal.

Assim, nota-se que os três trechos possuem características muito semelhantes. São compostos por amplos vales, o que gera uma dissipação do fluxo d'água e de sedimentos, ou seja, o entulhamento e o preenchimento dos canais fluviais. Há cortes de estrada que tender a ajudar no acúmulo de sedimentos em suspensão e de carga, formando pântanos (Figura 56).

Esse Estilo Fluvial formado por pântanos descontínuos é rico em matéria orgânica, propiciando a manutenção do fluxo base em épocas de seca (MARÇAL *et al.*, 2017). A vegetação ripária foi praticamente toda retirada, indicando que esses canais podem ter sido totalmente impactados com essa ação, pois cobertura vegetal influencia diretamente no aporte sedimentar.

Há a ocorrência de relevos suaves ondulados e pelas planícies flúviomarinhas, o que favorece a urbanização e criação de gado. Tem-se vários cortes de estradas que passam pelos canais fluviais, ocasionando entulhamento deles a montante.

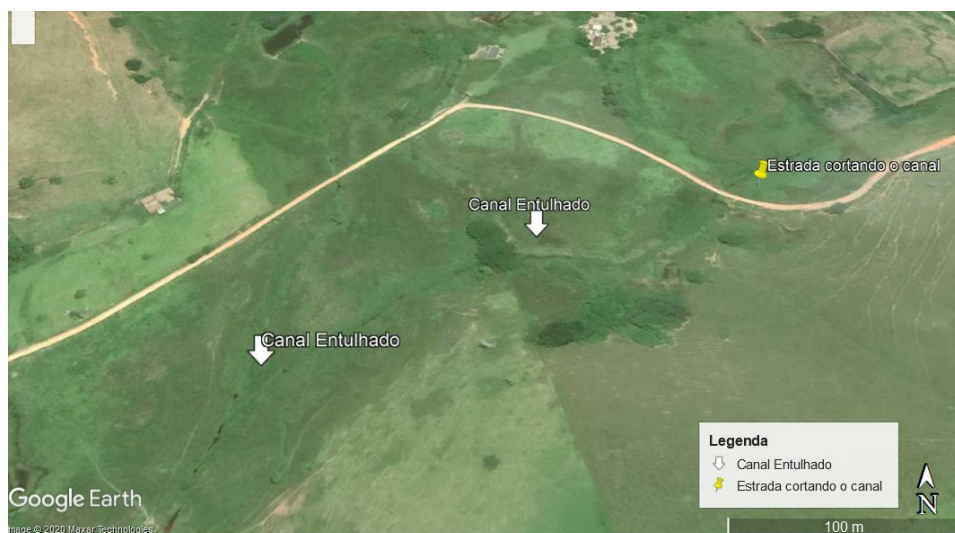


Figura 56 - Corte de estrada no Córrego Pedra Branca (canal entulhado). Fonte: Google Earth (2020).

Assim, são trechos marcados fortemente por atividades antrópicas, mas as mudanças geomorfológicas no caráter e comportamento dos canais fluviais permanecem reversíveis. Há grande quantidade de pastos para criação de gado em pequenas e grandes fazendas, com plantações (Figura 57) e extração de areia. Esses trechos são afluentes que atuam diretamente na confluência com os trechos retificados do rio Macabu e por isso podem refletir no comportamento deles todas essas alterações artificiais com as canalizações.



Figura 57 - Rio do Meio totalmente degradado, com pouca vegetação ripárias, vários pastos e campos. Fonte – Google Earth (2020).

Desse modo, após a aplicação e análise dos Geoindicadores relevantes para esse Estilo Fluvial, a condição geomorfológica, para esses três trechos, foi considerada MODERADA (Tabela 21, 22 e 23 e Figura 58).

Tabela 21 – Avaliação da Condição Geomorfológica do *Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, preenchimento de vale – Córrego Serrinha*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE LATERALEMENTE NÃO CONFINADO, PREENCHIMENTO DE VALE Trecho – Córrego Serrinha		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado, dada a área da bacia, o regime de sedimentos predominante e o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	SIM	MODERADA	4 DE CADA 5 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	SIM	MODERADA	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa? Sinais de deterioração incluem margens verticais ou rebaixadas ao longo do trecho?	NÃ O	RUIM	
Vegetação no fluxo	A estrutura da vegetação no fluxo é apropriada?	NÃ O	MODERADA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?	SIM	BOA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Atividade antrópica	N.A	NÃ O	RUIM	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Conjunto unidades geomorfológicas	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados? As unidades-chave estão presentes?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃ O	RUIM	
<i>Características do leito</i>				
Estabilidade do leito	N.A			1 DE CADA 1 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	NÃ O	MODERADA	

Tabela 22 – Avaliação da Condição Geomorfológica do *Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, preenchimento de vale – córrego Pedra Branca*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE LATERALEMENTE NÃO CONFINADO, PREENCHIMENTO DE VALE Trecho – Córrego Pedra Branca		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado, dada a área da bacia, o regime de sedimentos predominante e o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	SIM	MODERADA	4 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	SIM	MODERADA	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa? Sinais de deterioração incluem margens verticais ou rebaixadas ao longo do trecho?	NÃO	RUIM	
Vegetação no fluxo	A estrutura da vegetação no fluxo é apropriada?	NÃO	MODERADA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?	SIM	BOA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Atividade antrópica	N.A	NÃO	RUIM	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Conjunto unidades geomorfológicas	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados? As unidades-chave estão presentes?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	RUIM	
<i>Características do leito</i>				
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	NÃO	MODERADA	1 DE CADA 1 DEVE SER RESPONDIDA SIM PARA BOA CONDIÇÃO

Tabela 23 – Avaliação da Condição Geomorfológica do *Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, preenchimento de vale – rio do Meio*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE LATERALMENTE NÃO CONFINADO, PREENCHIMENTO DE VALE Trecho – rio do Meio		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado, dada a área da bacia, o regime de sedimentos predominante e o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	SIM	MODERADA	4 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	SIM	MODERADA	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa? Sinais de deterioração incluem margens verticais ou rebaixadas ao longo do trecho?	NÃ O	RUIM	
Vegetação no fluxo	A estrutura da vegetação no fluxo é apropriada?	NÃ O	MODERADA	
Matéria orgânica	A estrutura da matéria orgânica é apropriada?	SIM	BOA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Número de canais	N.A			2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade lateral	N.A			
Atividade antrópica	N.A	NÃ O	RUIM	
Conjunto unidades geomorfológicas	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados? As unidades-chave estão presentes?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃ O	RUIM	
<i>Características do leito</i>				
Estabilidade do leito	N.A			1 DE CADA 1 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	NÃ O	MODERADA	



Figura 58 – Mapa da condição geomorfológica do *Estilo Fluvial Vale lateralmente não confinado, preenchimento de vale*.

6.2.7 – Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso (EF-VPC-MCPFP-LA)

O EF-VPC-MCPFP-LA é identificado em seis diferentes trechos, sendo eles no córrego Cascata, córrego Serrinha, rio do Meio, rio Santa Catarina e rio Macabuzinho (dois trechos). Todos os trechos juntos têm uma extensão total de 48 km.

- *Localização e Descrição (rio Macabuzinho)*

O rio Macabuzinho está em uma elevação que varia de 50 a 18 m, a largura em média do canal é de 12m, a declividade é plana, a forma em planta é marcada por canais contínuos, com barras de pontal, terraços fluviais e lençóis arenosos.

O material do leito é composto por areia e a geomorfologia dos dois trechos é constituída por planície contínua, barras de pontal, terraços fluviais e lençóis arenosos.

- *Condição Geomorfológica (rio Macabuzinho)*

Para definir a condição geomorfológica foram selecionados os Geoindicadores relevantes para esse Estilo Fluvial, são eles a morfologia das margens, matéria orgânica, declividade do canal, estabilidade lateral, vegetação ripária, estabilidade do leito, regime de sedimentos, atividade antrópica e forma e tamanho do canal.

O trecho se desenvolve em uma planície contínua e colinas, que por ter um relevo plano facilitou a abertura de pastos e campos para a agropecuária. É uma área bem degradada, pois a cobertura vegetal foi severamente retirada, havendo raríssimos pontos de áreas florestadas (Figura 59). Além da cobertura vegetal substancialmente modificada, entre esses dois trechos há um segmento que foi retificado, assim, influencia no comportamento tanto do trecho a montante, como no trecho a jusante do EF-VPC-MCPFP-LA.

O regime de sedimentos se dá pelo acúmulo de sedimentos, por causa da velocidade do fluxo ser menor nesses trechos. Foi constatado que há baixa conectividade com as encostas adjacentes, onde as feições do canal são retrabalhadas frequentemente pelo fluxo de alta/média magnitude. Incisão vertical e dissecação do relevo culminam na presença de terraços fluviais.

Há controle lateral exercido pelas colinas, porém esse não ocorre de maneira rígida, o que permite um elevado grau ajuste lateral do canal e sugere que a dinâmica dos processos fluviais está condicionada pela forma em planta do canal.

O leito é arenoso e apresenta instabilidade e as margens também são instáveis. A atividade antrópica, como dito anteriormente, é de grande expressividade.



Figura 59 – Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso. Fonte: Google Earth (2020).

Após a análise dos Geoindicadores selecionados, os dois trechos do rio Macabuzinho obtiveram uma MODERADA condição geomorfológica (Tabela 24).

Tabela 24 – Avaliação da Condição Geomorfológica do *Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso – Trecho rio Macabuzinho*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE PARCIALMENTE CONFINADO margem controlada pela forma em planta, leito arenoso - Trecho rio Macabuzinho		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado, dada a área da bacia, o regime de sedimentos predominante e o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	SIM	MODERADA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	SIM	MODERADA	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa? Sinais de deterioração incluem margens verticais ou rebaixadas ao longo do trecho?	NÃO	MODERADA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral do canal é apropriada dada a textura e a declividade do trecho?	NÃO	MODERADA	4 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Atividade antrópica	Há presença de atividade antrópica?	NÃO	MODERADA	
Conjunto geomorfológicas unidades	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados? As unidades-chave estão presentes?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	RUIM	
<i>Características do leito</i>				
Estabilidade do leito	A estabilidade lateral do canal é apropriada dada a textura e a declividade do trecho?	NÃO	MODERADA	1 DE CADA 2 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	NÃO	MODERADA	

- *Localização e Descrição (rio Santa Catarina)*

O rio Santa Catarina está em uma elevação que varia de 50 a 18 m, a largura em média do canal é de 12m, a declividade é plana, a forma em planta é marcada por canais contínuos, com barras de pontal, terraços fluviais e lençóis arenosos. O material do leito é composto por areia e a geomorfologia dos dois trechos é constituída por planície contínua, barras de pontal, terraços fluviais e lençóis arenosos.

- *Condição Geomorfológica (rio Santa Catarina)*

Para definir a condição geomorfológica foram selecionados os Geoindicadores relevantes para esse Estilo Fluvial, são eles a morfologia das margens, declividade do canal, estabilidade lateral, vegetação ripária, estabilidade do leito, regime de sedimentos, atividade antrópica e forma e tamanho do canal.

Como nos trechos do rio Macabuzinho, o rio Santa Catarina desenvolve em uma planície contínua e colinas, que por ter um relevo plano facilitou a abertura de pastos e campos para a agropecuária. É uma área bem degradada, pois a cobertura vegetal foi severamente retirada, havendo raríssimos pontos de áreas florestadas (Figura 60).



Figura 60 – Rio Santa Catarina no Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso. Fonte: Google Earth (2020).

O regime de sedimentos se dá pelo acúmulo de sedimentos, sendo um canal que possui baixa conectividade com as encostas adjacentes, onde as feições do canal são retrabalhadas frequentemente pelo fluxo de alta/média magnitude. Incisão vertical e dissecação do relevo culmina na presença de terraços fluviais.

Há controle lateral exercido pelas colinas, que facilita o ajuste lateral do canal e sugere que a dinâmica dos processos fluviais está condicionada pela forma em planta do canal. O leito é arenoso e apresenta instabilidade e as margens também são instáveis. Assim, para esse trecho a condição geomorfológica foi MODERADA (Tabela 25).

Tabela 25 – Avaliação da Condição Geomorfológica do *Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso – Trecho rio Santa Catarina*

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE PARCIALMENTE CONFINADO margem controlada pela forma em planta, leito arenoso - Trecho rio Santa Catarina		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
Atributos do canal				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado, dada a área da bacia, o regime de sedimentos predominante e o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	SIM	MODERADA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	SIM	MODERADA	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa? Sinais de deterioração incluem margens verticais ou rebaixadas ao longo do trecho?	NÃO	MODERADA	
Canal forma em planta				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral do canal é apropriada dada a textura e a declividade do trecho?	NÃO	MODERADA	4 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Atividade antrópica	Há presença de atividade antrópica?	NÃO	MODERADA	
Conjunto unidades geomorfológicas	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados? As unidades-chave estão presentes?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	RUIM	
Características do leito				
Estabilidade do leito	A estabilidade lateral do canal é apropriada dada a textura e a declividade do trecho?	NÃO	MODERADA	1 DE CADA 2 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	NÃO	MODERADA	

- *Localização e Descrição (Córregos Serrinha, Pedra Branca e rio do Meio)*

Esses três trechos estão localizados no baixo curso da BHRM e como nos outros trechos desse Estilo Fluvial estão em uma elevação que varia de 50 a 18 m, a largura em média do canal é de 12m, a declividade é plana, a forma em planta é marcada por canais contínuos, com barras de pontal, terraços fluviais e lençóis arenosos. O material do leito é composto por areia e a geomorfologia dos dois trechos é constituída por planície contínua, barras de pontal, terraços fluviais e lençóis arenosos.

- *Condição Geomorfológica (Córregos Serrinha, Pedra Branca e rio do Meio)*

Para definir a condição geomorfológica foram selecionados os Geoindicadores relevantes para esse Estilo Fluvial, são eles a morfologia das margens, declividade do canal, estabilidade lateral, vegetação ripária, estabilidade do leito, regime de sedimentos, atividade antrópica e forma e tamanho do canal.

Todos os três trechos estão apresentando alto grau de degradação, onde a retirada da vegetação foi feita de forma agressiva para o sistema fluvial. Essas áreas podem ser referidas como áreas onde as perturbações humanas ocorreram com muita intensidade, ocasionando mudanças geomorfológicas significativas no comportamento dos canais fluviais.

A atividade agropecuária é expressiva, o que gera desmatamento em larga escala e o pisoteio de gado, gerando intensificação dos processos erosivos. Em diversos pontos observa-se a extração de areia, o que também altera a dinâmica de transporte e deposição de sedimentos.

Como resultado, apontou-se para uma condição MODERADA geomorfológica para todos os trechos analisados (Tabelas 26, 27 e 28).

Tabela 26 – Avaliação da Condição Geomorfológica do *Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso – Trecho rio do Meio.*

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE PARCIALMENTE CONFINADO margem controlada pela forma em planta, leito arenoso - Trecho rio do Meio		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado, dada a área da bacia, o regime de sedimentos predominante e o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	SIM	MODERADA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	SIM	MODERADA	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa? Sinais de deterioração incluem margens verticais ou rebaixadas ao longo do trecho?	NÃO	MODERADA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral do canal é apropriada dada a textura e a declividade do trecho?	NÃO	MODERADA	4 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Atividade antrópica	Há presença de atividade antrópica?	NÃO	MODERADA	
Conjunto unidades geomorfológicas	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados? As unidades-chave estão presentes?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	RUIM	
<i>Características do leito</i>				
Estabilidade do leito	A estabilidade lateral do canal é apropriada dada a textura e a declividade do trecho?	NÃO	MODERADA	1 DE CADA 2 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	NÃO	MODERADA	

Tabela 27 – Avaliação da Condição Geomorfológica do *Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso – Trecho córrego Pedra Branca.*

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE PARCIALMENTE CONFINADO margem controlada pela forma em planta, leito arenoso - Trecho córrego Pedra Branca		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado, dada a área da bacia, o regime de sedimentos predominante e o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	SIM	MODERADA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	SIM	MODERADA	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa? Sinais de deterioração incluem margens verticais ou rebaixadas ao longo do trecho?	NÃO	MODERADA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral do canal é apropriada dada a textura e a declividade do trecho?	NÃO	MODERADA	4 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Atividade antrópica	Há presença de atividade antrópica?	NÃO	MODERADA	
Conjunto geomorfológicas unidades	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados? As unidades-chave estão presentes?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	RUIM	
<i>Características do leito</i>				
Estabilidade do leito	A estabilidade lateral do canal é apropriada dada a textura e a declividade do trecho?	NÃO	MODERADA	1 DE CADA 2 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	NÃO	MODERADA	

Tabela 28 – Avaliação da Condição Geomorfológica do *Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso – Trecho córrego Serrinha.*

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE PARCIALMENTE CONFINADO margem controlada pela forma em planta, leito arenoso - Trecho córrego Serrinha		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado, dada a área da bacia, o regime de sedimentos predominante e o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	SIM	MODERADA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	SIM	MODERADA	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa? Sinais de deterioração incluem margens verticais ou rebaixadas ao longo do trecho?	NÃO	MODERADA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral do canal é apropriada dada a textura e a declividade do trecho?	NÃO	MODERADA	4 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Atividade antrópica	Há presença de atividade antrópica?	NÃO	MODERADA	
Conjunto unidades geomorfológicas	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados? As unidades-chave estão presentes?	SIM	MODERADA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	RUIM	
<i>Características do leito</i>				
Estabilidade do leito	A estabilidade lateral do canal é apropriada dada a textura e a declividade do trecho?	NÃO	MODERADA	1 DE CADA 2 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	NÃO	MODERADA	

Em suma, os trechos desse Estilo Fluvial podem ser classificados como áreas onde as perturbações humanas ocorrem e ocorreram de maneira degradadora, porém as mudanças geomorfológicas no caráter e comportamento dos corpos hídricos permanecem reversíveis.

As localidades em que esses trechos estão inseridos são marcadas por pequenos povoados e propriedades rurais, onde a agropecuária e a extração mineral estão presentes com intensidade. Como já dito anteriormente, essas atividades humanas provocam impactos nos canais e modificam os processos fluviais ali existentes, fazendo com que eles tenham que se ajustar ao novo comportamento.

Todos os trechos estão inseridos em uma superfície de aplainamento de baixadas litorâneas, onde desenvolvem-se em planícies fluviais e zonas colinosas. A forma em planta dos canais é marcada pela sinuosidade, com unidades geomorfológicas, tais como barras laterais, longitudinais, diques marginais, terraços e ilhas, sendo os processos fluviais totalmente influenciados/condicionados pela forma em planta dos canais.

Assim, para esse Estilo Fluvial, a condição geomorfológica apresentou-se como MODERADA (Figura 61).



Figura 61 – Mapa da condição geomorfológica do *EF Vale Parcialmente Confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso.*

6.2.8 – Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso (EF-VPC-MCPSR-PC-LRA)

/O Estilo Fluvial EF-VPC-MCPSR-PC-LRA foi identificado na porção caracterizada pelas serras locais e isoladas do relevo da BHRM. São observadas vertentes côncavas, assim como nos Estilos Fluviais anteriores, porém a relação com o vale ocorre de forma diferente, uma vez que é verificada planície fluvial assimétrica e descontínua, possibilitando maior ajuste lateral do canal que, nesse trecho, apresenta sinuosidade mais elevada.

Além disso, no canal são observadas feições geomorfológicas deposicionais, tais quais barras de pontal e ilhas vegetadas, que se intercalam com blocos rochosos. Dessa forma, o leito se alterna ao longo do trecho, ora se observa leito rochoso, com a presença de blocos e pequenas quedas de água, ora se observa leito arenoso, com a formação de barras e maior sinuosidade do canal.

- *Localização e Descrição (trecho rio Macabu)*

O trecho do rio Macabu desse Estilo Fluvial está localizado a jusante das obras de transposição das águas para o rio Macaé e da barragem para geração de energia elétrica. Está situado em Serras Locais, com declividade variando de suave a ondulado e Leito rochoso e arenoso. Há presença de Cascatas, blocos rochosos, lençóis de areia, barras laterais, centrais e de pontal e ilhas vegetadas ao longo de sua extensão.

- *Condição Geomorfológica (trecho rio Macabu)*

Para definir a condição geomorfológica foram selecionados os Geoindicadores relevantes para esse Estilo Fluvial, são eles a morfologia das margens, declividade do canal, estabilidade lateral, vegetação ripária, estabilidade do leito, regime de sedimentos, atividade antrópica e forma e tamanho do canal.

O rio Macabu praticamente some nesse trecho por conta da transposição e barragem a montante (Figura 62), havendo apenas um filete de água (Figura 63).



Figura 62 – Barragem e represa no distrito de Soledrândia. Fonte: Acervo Grupo Geomorphos/ UFRJ (2020)

Esse fato gera inúmeros impactos negativos para o sistema fluvial (hidrologia e ecologia) como um todo e para a sociedade. O sistema fluvial é afetado no sentido de ter que se ajustar e buscar um equilíbrio para sustentar tantas modificações, a fauna e a flora podem ser extintas e a sociedade sofre com o abastecimento de água para consumo, como ocorre em todo os vilarejos e pequenos municípios ali existentes.



Figura 63 – Rio Macabu após as obras de transposição e barragem. Fonte: Acervo Grupo Geomorphos/UFRJ (2018).

O rio Macabu volta a ter vazão maiores apenas quilômetros a jusante com a contribuição de seus principais afluentes, principalmente o córrego Cascata. Assim, começa a apresentar feições do canal e a planície de inundação são retrabalhadas pelo fluxo de alta/média magnitude constantemente, com capacidade de ajuste lateral médio, transferência, produção e acúmulo de sedimentos (Figura 64).



Figura 64 – Rio Macabu no trecho do Estilo Fluvial, com unidades geomorfológicas presentes. Fonte – Acervo Grupo Geomorphos/UFRJ (2018).

A vegetação ripária é frequentemente afetada por conta da pecuária, havendo muito pisoteio de gado tanto nas planícies e terraços, quanto dentro do próprio canal. É perceptível assim, que diversos pontos do trecho tiveram a cobertura vegetal retirada pelos usos antecedentes do solo ao decorrer dos últimos 3 séculos.

Há ajuste lateral do canal devido a planície fluvial possuir uma característica assimétrica e descontínua. O leito do rio apresenta intercalação, ora é rochoso e ora é arenoso com maior sinuosidade. Devido a essa heterogeneidade do leito, os sedimentos são classificados em areia (grossa, média e fina), grânulos, matacões e blocos rochosos.

Após a análise e interpretação dos Geoindicadores, foi diagnosticado para esse trecho uma MODERADA condição geomorfológica (Tabela 29).

Tabela 29 – Avaliação da Condição Geomorfológica do *Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso – trecho rio Macabu*.

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE PARCIALMENTE CONFINADO, Margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso – trecho rio Macabu		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA A	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado? E o caráter da vegetação? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	SIM	BOA	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa?	NÃO	MODERADA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Número de canais	O trecho tem o número correto de canais posicionados corretamente no vale?	SIM	BOA	5 DE CADA 6 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Sinuosidade do canal	A sinuosidade do canal é apropriada, dada a textura e a declividade do trecho?	SIM	BOA	
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral do canal é apropriada dada a textura e a declividade do trecho?	NÃO	MODERADA	
Conjunto unidades geomorfológicas	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados?	SIM	BOA	
Vegetação ripária	A continuidade e a composição da vegetação da margem são quase naturais com poucas espécies exóticas?	NÃO	MODERADA	
Atividade Antrópica	A atividade antrópica	NÃO	MODERADA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais são apropriadas?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada?	NÃO	MODERADA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio e a sua posição na bacia?	NÃO	MODERADA	

- *Localização e Descrição (trecho córrego Cascata)*

O trecho do córrego Cascata fica nos últimos metros do córrego antes de desaguar no rio Macabu. Está situado em Serras Locais, com declividade variando de suave a ondulado e Leito rochoso e arenoso. Há presença de Cascatas, blocos rochosos, lençóis de areia, barras laterais, centrais e de pontal e ilhas vegetadas ao longo de sua extensão.

- *Condição Geomorfológica (trecho córrego Cascata)*

Foram utilizados para definição da condição geomorfológica Geoindicadores relevantes para esse Estilo Fluvial, são eles a morfologia das margens, declividade do canal, estabilidade lateral, vegetação ripária, estabilidade do leito, regime de sedimentos, atividade antrópica e forma e tamanho do canal.

É um trecho com pouquíssima cobertura vegetal, com pastos e campos para cultivo, o que culminou na retirada da vegetação ripária. E se desenvolve em uma ampla planície fluvial, facilitando o cultivo agrícola e criação de gado (Figura 65). Essas planícies são retrabalhadas pelo fluxo de alta/média magnitude constantemente, apresentando uma capacidade de ajuste lateral intermediária, com transferência, produção e acúmulo de sedimentos.



Figura 65 – Trecho do córrego Cascata no trecho do Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso. Fonte: Google Earth (2020).

Como no rio Macabu, no córrego Cascata acontece um ajuste lateral do canal devido a planície fluvial possuir uma característica assimétrica e descontínua. O leito do rio apresenta intercalação, ora é rochoso e ora é arenoso com maior sinuosidade. Devido a essa heterogeneidade do leito, os sedimentos são classificados em areia (grossa, média e fina), grânulos, matacões e blocos rochosos.

Após a análise e interpretação dos Geoindicadores, foi diagnosticado para esse trecho uma MODERADA condição geomorfológica (Tabela 30).

Tabela 30 – Avaliação da Condição Geomorfológica do *Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso – trecho córrego Cascata.*

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE PARCIALMENTE CONFINADO, Margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso – trecho córrego cascata		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	SIM	BOA	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa?	NÃO	MODERADA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Número de canais	O trecho tem o número correto de canais posicionados corretamente no vale?	SIM	BOA	5 DE CADA 6 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Sinuosidade do canal	A sinuosidade do canal é apropriada?	SIM	BOA	
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral do canal é apropriada dada a textura e a declividade do trecho?	NÃO	MODERADA	
Conjunto unidades geomorfológicas	O conjunto, padrão e a condição das unidades geomorfológicas são apropriados?	SIM	BOA	
Vegetação ripária	A composição da vegetação da margem é quase natural com poucas espécies exóticas?	NÃO	MODERADA	
Atividade Antrópica	Há presença da atividade antrópica?	NÃO	MODERADA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais são apropriadas?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada?	NÃO	MODERADA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada?	NÃO	MODERADA	

- *Localização e Descrição (córrego Soledade)*

Nesse trecho, o córrego Soledade tem 1,2 km aproximadamente, se desenvolve em compartimentos geomorfológicos de serras isoladas e locais, sob litologia de Trajano de Moraes e São Fildélis, kinzigito. A declividade do canal varia de suave a ondulado e Leito rochoso e arenoso. Há presença de Cascatas, blocos rochosos, lençóis de areia, barras laterais, centrais e de pontal e ilhas vegetadas ao longo de sua extensão.

- *Condição Geomorfológica (córrego Soledade)*

Para definir a condição geomorfológica foram selecionados os Geoindicadores relevantes para esse Estilo Fluvial, são eles a morfologia das margens, declividade do canal, estabilidade lateral, vegetação ripária, estabilidade do leito, regime de sedimentos, atividade antrópica e forma e tamanho do canal.

Apresentar feições do canal e a planície de inundação é retrabalhada pelo fluxo de alta/média magnitude constantemente, com capacidade de ajuste lateral médio, transferência, produção e acúmulo de sedimentos.

A vegetação ripária é frequentemente afetada por conta da pecuária, havendo muito pisoteio de gado tanto nas planícies e terraços, quanto dentro do próprio canal. Há ajuste lateral do canal devido a planície fluvial possuir uma característica assimétrica e descontínua. O leito do rio apresenta intercalação, ora é rochoso e ora é arenoso com maior sinuosidade. Devido a essa heterogeneidade do leito, os sedimentos são classificados em areia (grossa, média e fina), grânulos, matações e blocos rochosos.

Apesar da atividade antrópica estar interferindo na cobertura vegetal e assim nos processos de erosão, transporte e deposição de sedimento, a análise e interpretação dos Geoindicadores, a avaliação da condição geomorfológica foi BOA para o trecho analisado (Tabela 31).

Tabela 31 – Avaliação da Condição Geomorfológica do *Estilo Fluvial Vale parcialmente confinado, margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso – trecho córrego Soledade.*

GEOINDICADORES RELEVANTES/ESTILO FLUVIAL	VALE PARCIALMENTE CONFINADO, Margem controlada pelo substrato rochoso, planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso – trecho córrego Soledade		CONDIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	AFIRMATIVAS
<i>Atributos do canal</i>				
Tamanho	O tamanho do canal é apropriado? O canal está conectado funcionalmente as ocasionais planícies de inundação?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Forma	A forma do canal é apropriada ao longo do trecho?	SIM	BOA	
Morfologia das margens	As margens estão erodindo no lugar certo e a taxa certa?	NÃO	MODERADA	
<i>Canal forma em planta</i>				
Número de canais	O trecho tem o número correto de canais posicionados corretamente no vale?	SIM	BOA	5 DE CADA 6 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Sinuosidade do canal	A sinuosidade do canal é apropriada, dada a textura e a declividade do trecho?	SIM	BOA	
Estabilidade lateral	A estabilidade lateral do canal é apropriada?	NÃO	MODERADA	
Conjunto unidades geomorfológicas	O conjunto das unidades geomorfológicas do fluxo e da planície são apropriados?	SIM	BOA	
Vegetação ripária	A composição da vegetação da margem é quase natural com poucas espécies exóticas?	NÃO	MODERADA	
Atividade Antrópica	Há atividade antrópica?	NÃO	MODERADA	
<i>Características do leito</i>				
Tamanho e classificação dos sedimentos	O tamanho do grão, a classificação e a organização de materiais são apropriadas?	SIM	BOA	2 DE CADA 3 DEVEM SER RESPONDIDAS SIM PARA BOA CONDIÇÃO
Estabilidade do leito	A estabilidade do leito é adequada?	NÃO	MODERADA	
Regime de sedimentos	A função de armazenamento/ transporte de sedimentos do trecho é apropriada para o estilo do rio?	NÃO	MODERADA	

Os trechos podem ser classificados como os trechos que sofreram perturbações humanas de forma significativa, exceto o trecho do córrego Soledade que apresenta condição de preservação em bom estado.

Alguns trechos apresentam relevo com serras locais, florestadas e conseqüentemente com maior dificuldade de serem urbanizadas, justificando de tal forma que as mudanças geomorfológicas no caráter e comportamento do rio permanecem reversíveis.

O trecho do Córrego Soledade apresenta diversas planícies de inundação ao longo do seu percurso, porém com poucas casas, sítios ou pequenas propriedades rurais. Os trechos do córrego Cascata e do rio Macabu já apresentam povoados, presença de agropecuária e cortes de estrada. O do córrego Cascata é logo a jusante de uma retificação no canal, o que reflete os impactos causados pelo mesmo. Já o rio Macabu nessa localidade sofre com as conseqüências do represamento e barragem para geração de energia elétrica e com a transposição de suas águas para o rio Macaé. Assim, as águas praticamente somem, voltando a ser abastecido por seus afluentes a jusante.

A partir da tabela de atributos elaborada para o Estilo Fluvial, o resultado para a condição geomorfológica se diferenciou em dois trechos. Apontaram para uma condição geomorfológica BOA no trecho do Córrego Soledade e condição geomorfológica MODERADA para os trechos do rio Macabu e Córrego Cascata (Figura 66).



Figura 66 – Mapa da condição geomorfológica do *EF-VPCMCSR – Planícies descontínuas, leito rochoso e/ou arenoso.*

6.3 – Avaliação da Condição Geomorfológica dos diferentes Estilos Fluviais

A avaliação da condição geomorfológica foi feita para o rio Macabu e seus principais afluentes, a partir de cada Estilo Fluvial e com base nos geoindicadores. A partir da análise das tabelas e mapas elaborados e dos parâmetros regionais que ajudaram a entender a condição geomorfológica como estão atualmente, identificou-se que a maioria dos pontos que sofreram e/ou sofrem maior degradação ao longo do sistema fluvial do rio Macabu e se desviam do comportamento esperado, situam-se em zonas de planícies fluviais nos *Estilos Fluviais: Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, canalizado; Vale lateralmente não confinado, canal contínuo, meandrante, leito arenoso; Vale lateralmente não confinado, preenchimento de vale; e Vale parcialmente confinado, margem controlada pela forma em planta, leito arenoso.*

Já as melhores condições geomorfológicas foram encontradas nos *Estilos Fluviais: Vale confinado, cabeceira íngreme e Vale confinado, margem controlada pelo substrato rochoso*, áreas essas de cabeceira de drenagem, com altitudes mais elevadas e densamente florestadas, o que dificulta a urbanização.

A zona intermediária do sistema fluvial do rio Macabu é marcada por um relevo ondulado e de planícies fluviais, que por sua característica de relevo mais plano, facilitou o processo de expansão urbana e conseqüentemente da atividade agropecuária. Há assim, diversos trechos dos canais com alta degradação e expondo todos os impactos ambientais negativos que são gerados, o que implica em uma condição geomorfológica MODERADA ou RUIM.

Atualmente, os canais fluviais estudados sofrem pressões antrópicas pela utilização das extensas terras ao seu redor. Como dito anteriormente, a BHRM tem cerca 60% de suas terras destinadas a pastagem e agricultura. Além do predomínio da agropecuária ao longo dos séculos, muitas modificações ocorreram, como as já citadas retificações, dragagem, obras de transposição de águas, extração mineral, poluição e barragem para geração de energia elétrica. Portanto, áreas florestadas passaram a ser campos e pastagem para a expansão da pecuária e áreas destinadas a agricultura também perderam espaço para a pastagem, sendo que vários trechos que antes eram destinados a pastagem, hoje se transformaram em solo exposto, de acordo com o Projeto Map Biomas. O solo exposto atualmente, reflete no abandono de lavouras improdutivas e áreas de pastagem que foram abandonadas sem haver recuperação da área afetada por anos por essas atividades.

O crescimento urbano também influencia na condição geomorfológica dos canais, o município de Conceição de Macabu, por exemplo, praticamente dobrou o número de habitantes da década de 1980 para atualmente, contando com cerca de 23.228 habitantes em 2019 e uma densidade demográfica de 61,08 hab/km² no ano de 2010 (IBGE, 2019).

Apesar da pecuária ter tomado espaço da agricultura nas últimas décadas, ainda é forte essa atividade por toda a bacia, tendo como cultivo, o de café, cana de açúcar, banana, coco e cítricos. Sendo que, nas áreas de relevo mais planos, há o plantio mecanizado do agronegócio visando abastecer os municípios da região. Pode-se avaliar que o sistema fluvial do rio Macabu passou por processos intensos de urbanização, o maior município, Conceição de Macabu, como citado anteriormente, possui menos de trinta mil habitantes, não havendo grandes centros urbanos, porém a agropecuária extensiva é expressivamente alta, o que degrada crescentemente a natureza, tendo-se consequências enormes para o sistema fluvial, que desde o abastecimento humano até a perda da fauna e flora.

É justamente nessas áreas que foram identificadas as zonas mais afetadas pelas atividades antrópicas desordenadas na bacia, pois vem sofrendo com as mudanças no uso e cobertura do solo desde a cultura do café e da agricultura canavieira no século XVIII. No século XX, passou por grandes mudanças nos canais fluviais, com a retificação de diversos trechos do rio Macabu e do Meio, que alteram o comportamento dos mesmos. A retificação desses rios foi apontada como solução para evitar inundações e para drenar áreas alagadas para expansão da agropecuária, porém sana-se somente pontualmente a questão da inundação, pois apenas se transfere para outro ponto da bacia esse problema.

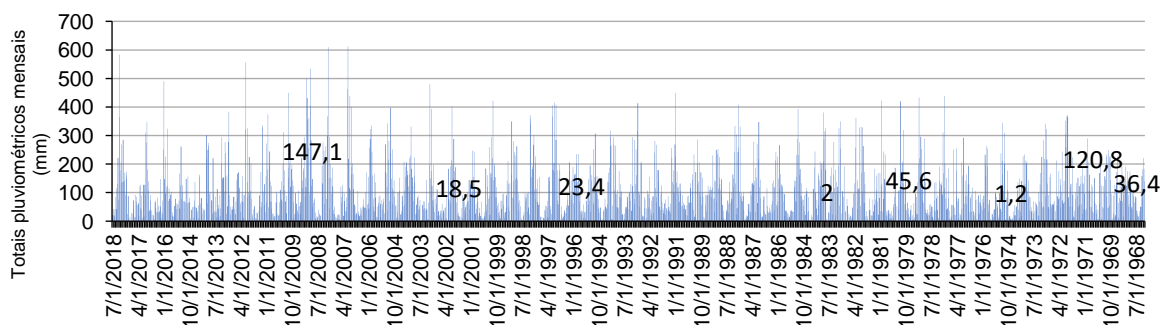
Observa-se por todo o sistema fluvial um elevado potencial de modificação nos processos fluviais, no que tange a geração de sedimentos e pressão sobre os canais, uma vez praticamente todos os Estilos Fluviais não possuem mais cobertura vegetal, por conta da já referida utilização das terras para pastagem e agricultura, tornando os seus solos mais propensos a processos erosivos.

Apesar de cada Estilo Fluvial ter suas particularidades, devido estarem inseridos em diferentes ambientes, quase todos eles apresentam retirada da cobertura vegetal, apenas se limitando a pequenas porções a montante. Nas zonas intermediárias há pequenas faixas de áreas florestadas, mas no geral a vegetação foi praticamente toda desmatada.

Através do monitoramento das seções transversais, mesmo que em uma escada temporal pequena, em três diferentes Estilos Fluviais, foram analisadas séries históricas e atuais de estações fluviométricas e a vazão do rio Macabu durante o período monitorado.

Demonstram, assim, na década de 1960 pós obras de retificação, transposição e barragem do rio Macabu, a vazão era menor registrada e gradualmente foi recuperando sua vazão com o passar dos anos (Figura 67), podendo indicar que o rio se ajustou frente as modificações que lhe foram impostas.

Gráfico IV – Totais pluviométricos mensais da BHRM, período de 1968 a 2018.



Dados: Agência Nacional de Águas (2019). Fonte – Santana; Marçal (no prelo).

Observando da análise do perfil longitudinal do rio Macabu juntamente com a sua condição geomorfológica, constata-se que 40% dos canais apresentaram MODERADA, 30% BOA e 30% RUIM condição geomorfológica (Figura 67).

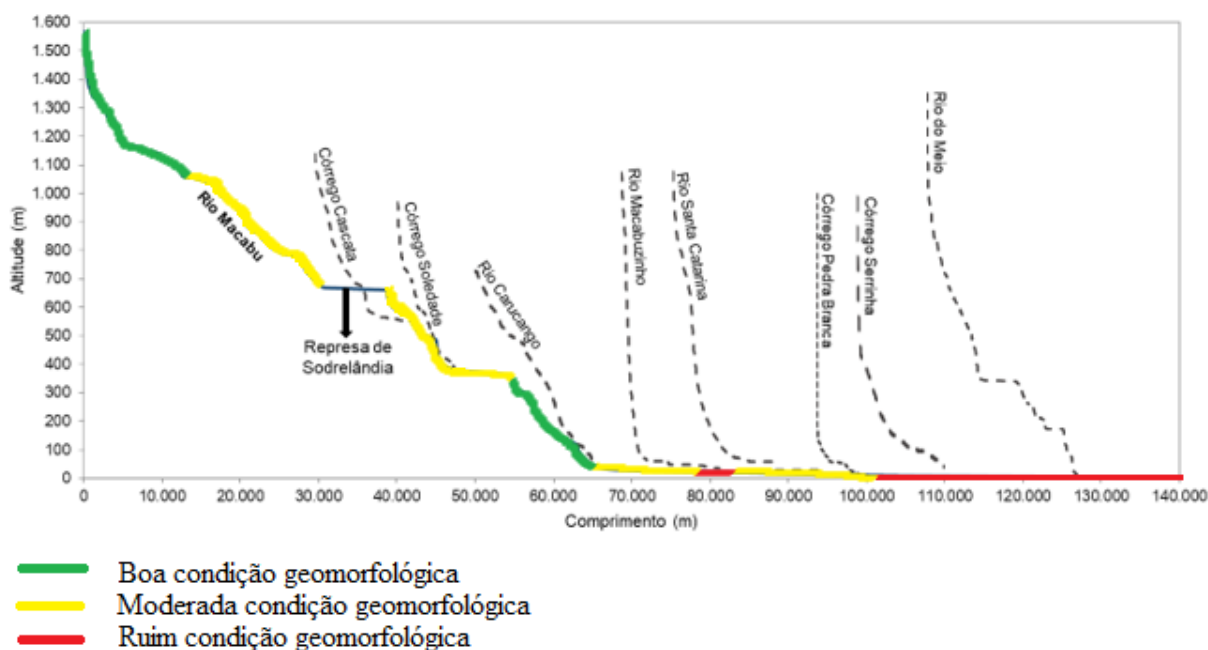


Figura 67 – Perfil longitudinal e condição geomorfológica do rio Macabu. Fonte – Elaborado pela autora.

Em linhas gerais, após a avaliação da condição geomorfológica, para todos os Estilos Fluviais da BHRM, há indícios de sérios danos ao sistema fluvial, foi constatada uma degradação ambiental imposta pelas atividades antrópicas para atender as demandas econômicas da história do Norte Fluminense e pela modificação hídrica causada pela construção da Represa de Sodrelândia e na transposição das águas do Macabu para o rio Macaé. Essas intervenções no sistema fluvial, é caracterizada pela trajetória evolutiva dos ajustes que refletem nos Estilos Fluviais de maneira diferenciada.

Assim, há diversos trechos que merecem atenção especial para ações de gestão e manejo, o que ajudaria a minimizar esses impactos negativos e condicionando um ambiente favorável para o rio se ajustar as perturbações. Falar em acabar com essas perturbações é impossível, visto que a agropecuária é uma atividade importante economicamente para a região, mas sim diminuir os impactos causados pelas atividades no Antropoceno.

Com isso, o mapa gerado com a espacialização da condição geomorfológica para o sistema fluvial do rio Macabu (Figura 68), indica que 70% dos canais apresentam relativamente boa/moderada condição geomorfológica, com algumas áreas que necessitam maior atenção, principalmente as moderadas. Esse mapa, pode facilitar que o gestor entenda e identifique as áreas que necessitam ou não de projetos de reabilitação e monitoramento, pois através da condição geomorfológica é possível organizar informações da dinâmica fluvial. Assim, essa estrutura da dinâmica do rio Macabu e seus principais afluentes podem dá um direcionamento de trechos quem possam a ser monitorados.

Contudo, o mapa com a identificação da condição geomorfológica é um ensaio para tomadas de decisão, pois é preciso agregar/contemplar informações biológica e hidrológicas para que haja uma interação, critérios que envolvam a realidade financeira e cultural de cada ambiente e, assim, possa-se indicar pontos que sejam prioritários para projetos de reabilitação e monitoramento.

É importe ressaltar que projetos de reabilitação devem considerar de cursos d'água de cabeceira que precisam se manter preservados para melhor funcionamento do sistema fluvial e levar em consideração que há trechos que foram muito modificados e que a reabilitação se torna inviável economicamente. Nesse sentido, há algumas abordagens internacionais, de cunho geomorfológico, de projetos de reabilitação: a de Brierley; Fryirs (2000), Rosgen (1994, 2006), Ojeda *et al.* (2008) e a metodologia francesa dos Systèmes d'Evaluation de la Qualité, todas elas visando a melhoria do estado fluvial.

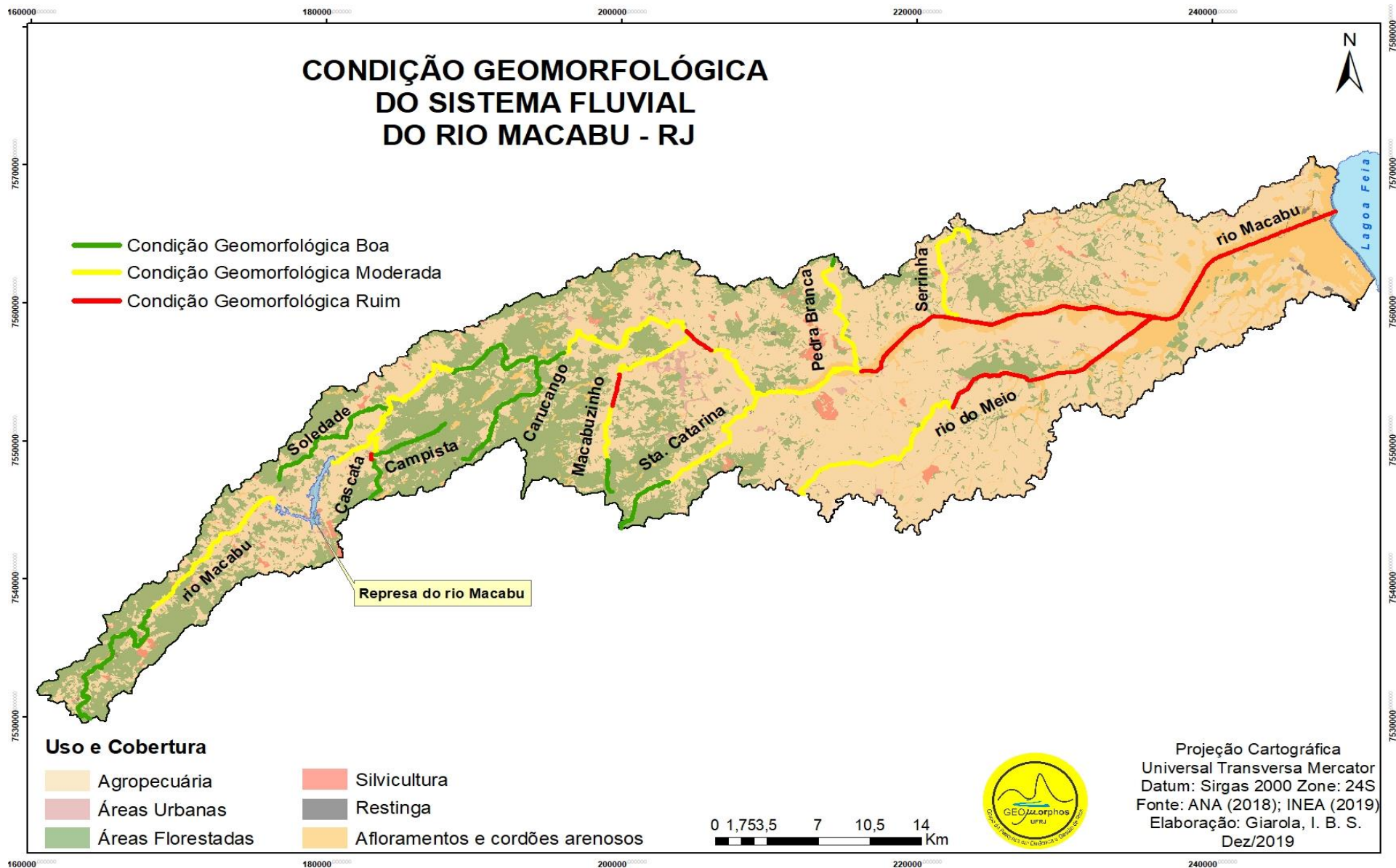


Figura 68 – Mapa da Condição Geomorfológica do sistema fluvial do rio Macabu.

VIII – CONCLUSÕES

Os resultados apresentados na pesquisa foram baseados na aplicação dos dois primeiros estágios, ou etapas, da metodologia dos Estilos Fluviais (Brierley; Fryirs, 2005) na BHRM. Essas etapas estão relacionadas à identificação dos diferentes estilos fluviais no sistema fluvial, e com a avaliação da condição geomorfológica em que estão operando esses segmentos identificados. A metodologia corresponde a uma ferramenta de classificação de rios e mostrou-se bastante eficiente nas respostas e condução da pesquisa proposta.

Foram identificados oito Estilos Fluviais com características e comportamento dos processos fluviais operando de forma distintas e em condições diversas. Destaca-se que um dos controles locais importantes na identificação dos estilos fluviais foi a composição do leito dos rios e das unidades geomorfológicas geradas. A declividade na área da bacia também se impõe como controle regional importante na operacionalização dos processos fluviais.

As intervenções antrópicas, ao longo de vários séculos, na BHRM vêm condicionando e impondo ajustes na dinâmica dos processos fluviais, sobretudo em relação a quantidade de sedimentos que o sistema recebe nos leitos fluviais. As intervenções diretas como as canalizações, podem estar sendo responsáveis por vários dos ajustes nos ambientes fluviais. Mas, sem dúvida, a construção da barragem e do represamento do rio Macabu a sua montante, associado a transposição de água para a bacia hidrográfica vizinha, são as que impõe fortes mudanças na dinâmica atual dos processos fluviais.

Ou seja, o contínuo e atual uso da terra pela atividade agropastoril vem descaracterizando a paisagem da área da bacia e contribuindo, ainda mais, a comprometer a dinâmica dos processos fluviais com aporte de sedimentos para os fundos dos vales. E isso deve ser um dos motivos que rios vêm operando em sua grande parte, como Condição Geomorfológica Moderada. Mas, apesar desse cenário de contínuo processo de degradação das áreas da bacia, há também possibilidades de que com manejo se consiga reabilitar a condição geomorfológica de vários dos trechos considerados críticos na bacia, sobretudo os relacionados às condições ecológicas dos ambientes fluviais que dependem da boa estrutura geomorfológica do rio. Assim, medidas de manejos importantes podem ser pensadas, no sentido de buscar condição geomorfológica adequada aos ambientes fluviais identificados.

Destaca-se que os ajustes e comportamento dos processos fluviais ocorrem nos canais fluviais e são evidentes em vários estilos fluviais identificados, sobretudo no EF-VPC meandrante. Porém, os resultados alcançados com as avaliações dos geoindicadores para cada ambiente fluvial identificados indicam a manutenção moderada da estrutura geomorfológica do sistema fluvial do rio Macabu. O mapa da condição geomorfológica do sistema fluvial do rio Macabu aponta áreas importantes a serem monitoradas, visando a gestão e integridade geomorfológica dos diferentes ambientes fluviais na bacia.

Importante que se estabeleçam projetos de monitoramentos que ajudem a identificar (1) as taxas de desmatamento na região, principalmente pela atividade de agropecuária, o que gera comprometimento das funções geomorfológicas do rio Macabu e de toda a bacia, por parte da perpetuação de práticas inadequadas; (2) o comportamento das vazões em pontos estratégicos para o funcionamento total do sistema fluvial; (3) o comportamento das chuvas e sua distribuição, colocando-se estações pluviométricas. Estas são algumas das medidas em que se pode contribuir de forma mais sistemática na preservação e conservação dos diferentes ambientes fluviais na área da BHRM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAI, M. A Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. *Geologia USP. Série Científica*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.

ARAÚJO, G. H. Gestão ambiental de áreas degradadas – 11ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

BARROS, L. F. P., BARROS P. H. C. A., MAGALHÃES Jr. AP. 2010. Condicionamento litológico e tectônico na morfometria da bacia do Rio Conceição - Quadrilátero Ferrífero/MG. *Revista de Geografia (Recife)* 1: 207-222.

BERGER A. R. Assessing Rapid Environmental Change Using Geoindicators. *Environment Geology*, Springer, Berlin, v. 1, n. 32, p. 35–44, 1997.

BIDEGAIN, P. Lagoas do Norte Fluminense – Perfil Ambiental. Paulo Bidegain, Carlos Bizerril, Arthur Soffiati. Rio de Janeiro: Semads. 2002, 148p.

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, p 661-679, 2000.

_____ Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 398 pp. 2005.

CARNEIRO, P. R. F. Água e conflito na Baixada dos Goytacazes. *REGA – Vol. 1, no. 2*, p. 87-100, jul./dez. 2004.

CHARLTON, R.O. *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*. Routledge: London e New York, 2008. 234p. CHRISTOFOLLETTI, A. *Geomorfologia Fluvial*. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313 p.

CHRISTOFOLLETTI, A. *Geomorfologia Fluvial*. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313 p.

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.

CHORLEY, R.J.; KENNEDY, B.A. *Physical Geography: A Systems Approach*, London: Prentice Hall. 370. 1971.

COELHO, J. M. A. Desenvolvimento de indicadores de acompanhamento de obras de reabilitação. Dissertação de mestrado, engenharia civil. Universidade do Porto. 196p. 2009.

CONCEIÇÃO, R. B.; KUPERMAN, E. Atlas escolar geográfico municipal de Conceição de Macabu/RJ / Renato Batista da Conceição, Esther Kuperman. - 1. ed. - Rio de Janeiro: Imperial Editora, 2018. 77.

CONTI, J. B. Circulação Secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região leste nordeste de São Paulo. São Paulo, 1975. 82 p.

COSTA, L. A. Faciologia dos depósitos alúvio-colúviais 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. 54 p.

COSTA, P. G.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Estilos Fluviais de Fundos de Vale no Quadrilátero Ferrífero: o caso do Ribeirão do Gaia. *Revista Espinhaço (UFVJM)*, v. 4, n. 2, p. 13-24, 2016.

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 Planejamento Urbano e Regional, IPPUR) da Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ. 2003, 338 p.

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. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2006. cap. 2.

CUNHA, K. A. S. 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, 109 p.

DANTAS, M.E. 2000. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro. *Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro*. Brasília, CPRM, 63p.

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

FRANCISCO, C. N.; ALMEIDA, C. M. Data Mining Techniques and Geobia Applied to Land Cover Mapping. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON GEOGRAPHIC OBJECT-BASED IMAGE ANALYSIS, 4. (GEOBIA), 2012, Rio de Janeiro. São José dos Campos: INPE, 2012. p. 89-94. On-line. I

FERNANDEZ, O. V. Q.; REBELATTO, G. E.; SANDER, C. Análise Quantitativa de Seções Transversais em Canais Fluviais. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.2, n.1, p. 85-92, 2001.

FINDLAY, C. S. Estimating the 'critical' distance at which adjacent land-use degrades wetland water and sediment quality. Landscape Ecology, v.19, 2006.

FREITAS, L. N., SANTAS, K. P., 2014. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Rio Macabu. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, 8 (2), 101-126. 2014.

FREITAS, L. N.; FERREIRA, M. I.P.; PINHEIROS, K.; MELLO, D. S.; OLIVEIRA, V. P. S. Barragem e transposição do Rio Macabu: conflitos gerados pelo uso da água e a integração de bacias hidrográficas no gerenciamento de recursos hídricos. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v.8 n.2, p. 57-75, jul./dez. 2014.

FRYIRS, K.; BRIERLEY, G. J.; PRESTON, N.; KASAI, M. Buff ers, barriers and blankets: The (Dis)connectivity of catchment-scale sedimentary cascades. Catena, 70, p. 49-67, 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, p. 30-46, 2013.

_____ Developing and using geomorphic condition assessments for river rehabilitation planning, implementation and monitoring. WIREsWater, 2(6), p.649-667, 2015.

GARCIAS, C. M.; AFONSO, J. A. C. Revitalização de rios urbanos. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais. v.1, n.1, 131-144 p. 2013.

GRAY, D.H e LEISER, A.T. Biotechnical Slope Protection and Erosion Control. Nova York. VanNortrand Reinhold, 1982.

HEILBRON, M.; EIRADO, L. G.; ALMEIDA, J. Mapa geológico e de recursos minerais do estado do Rio de Janeiro. Belo Horizonte: CPRM. 2016.

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

KLEINA, M.; DE PAULA, E. V.; SANTOS, L. J. C. Análise comparativa dos Estilos Fluviais do rio Sagrado (Morretes/PR) para os anos de 2006 e 2011. Revista Geografar, v. 9, n. 1, p. 27-44, 2014.

KONDOLF, G. M.; PIÉGAY, H. Tools in fluvial geomorphology. John Wiley & Sons, 2003.

KNIGHTON, A. D. Fluvial forms and processes. Edward Arnold, 1984, 218p.

LAMEGO, A. R. O Homem e o Brejo. 1 ed. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia (CNG), 1945. 204p.

LEITE, A. F. Dinâmica ambiental e produção do espaço urbano e regional no Norte Fluminense- Campos dos Goytacazes (RJ): Essentia Editora, 2013. 168p.

LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. Fluvial Process in Geomorfology. W.F. Freeman & Co. San Francisco, pp.552. 1964

LIMA, R. N. S. 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.

LIMA, R. N. S.; BRANDÃO, E. A. F.; MARÇAL, M. S. 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.

LIMA, R. N. S.; MARÇAL, M. S. 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.

OLIVEIRA, V. P. S. Plano Diretor Participativo de Conceição de Macabu: diagnóstico do meio ambiente urbano e rural. Campos dos Goytacazes, ago. 2007.

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

MAPBIOMAS. Coleção 3, Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. 2015. Disponível em <http://mapbiomas.org/>. Acessado em 12 de março 2020.

MARÇAL, M. S.; BRIERLEY, G.; LIMA, R. Using geomorphic understanding of catchment-scale process relationships to support the management of river futures: Macaé basin, Brazil. *Applied Geography*, v. 84, p. 23-41, 2017.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. Hidrogeomorfologia: Formas, processos e registros sedimentares fluviais. 1ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 516 p. 2020.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; COTA, G. E. M.; LEMOS, R. S. Contradições e desafios para a proteção de mananciais hídricos em Minas Gerais - os casos das áreas de proteção especial de Vargem das Flores e Serra Azul – Região Metropolitana de Belo Horizonte. *Caminhos de Geografia Uberlândia* v. 17, n. 60 Dezembro/2016 p. 89–104.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M. 1993. As flutuações do nível do mar durante o quaternário superior e a evolução geológicas de "Deltas" brasileiros. *Bol. Geoc. - USP, São Paulo, Publicação especial*, 15:1-186.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J.M.L.; FLEXOR, J.M. 1997. Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Belo Horizonte, CPRM, 104p

MERINO, E. R.; ASSINE, M. L.; DO NASCIMENTO PUPIM, F. Estilos fluviais e evidências de mudanças ambientais na planície do rio Miranda, Pantanal. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 14, n. 2, 2013.

NIMER, E. Clima e região sudeste. In: Geografia do Brasil. Rio de Janeiro. IBGE, 1971. 1979.

PRADO, R. B.; FERRAZ, R. P. D.; FIDALGO, E. C. C.; GONÇALVES, A. O.; DANTAS, M.; SILVEIRA, M. D. M. L.; DOURADO, F. Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Hidrográfica do Rio Macabu, RJ. Embrapa Solos, 2004.

MAGLIO, I.C.; PHILLIPI JR.; A. Planejamento ambiental: metodologia e prática de abordagem. IN: PHILIPPI JR., A. (ed.) Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri (SP): Manolo, 2005.

MELLO, M. A. S., VOGEL, A. G. Gente das Areias - História, meio- ambiente e sociedade no litoral brasileiro. Niterói: EDUFF. 2004 (No Prelo), 405p.

MELLO, E. V.; PEIXOTO, M. N.; SILVA; T. M.; MOURA, J. R. 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.

MERINO, E. R.; ASSINE, M. L.; DO NASCIMENTO PUPIM, F. Estilos fluviais e evidências de mudanças ambientais na planície do rio Miranda, Pantanal. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 14, n. 2, 2013.

PERT, P.L.; BUTLER, J.R.A.; BRODIE, J.E.; BRUCE, C.; HONZAK, M.; KROON, F.J.; METCALFE, D.; MITCHELL, D.; WONG, G. A catchment-based approach to mapping hydrological ecosystem services using riparian habitat: a case study from the Wet Tropics, Australia. Ecological Complexity, v.7, p.378-388, 2010.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no Brasil e no mundo. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. (org.). Águas doces do Brasil. São Paulo: Escrituras, 1999a.p. 1-36.

ROSGEN, D.L. A classification of natural rivers. Catena, Elsevier Science, B.V. Amsterdam, v. 22. p. 169-199. 1994.

SANDER, C.; Fábio Luiz WANKLER, F. L.; EVANGELISTA, R. A.; SANTOS, M. L FERNANDEZ, O, V. Intervenções antrópicas em canais fluviais em áreas urbanizadas: rede de drenagem do igarapé caranã, Boa Vista/RR. Acta Geográfica, v. 6, n. 12, 2012.

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. Submetido à publicação.

SANTANA, C. I. 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. 54 p.

SANTOS, R. C. 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, 135 p.

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, p. 597- 646, 1956.

SCHUMM, S. A. Evolution and response of the fluvial system, sedimentologic implications. The Society of Economic Palaeontologists and Mineralogists, Special Publ. no.31, 19-29. 1981.

SELLES, I. M. et al. Revitalização de Rios-orientação técnica. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001.

SILVA, C.G. Complexo deltaico do rio Paraíba do Sul. I Symp. Regional Geology, RJ-ES, SBG, Rio de Janeiro, pp. 229-346. 1987.

SILVA, T. M. A Estruturação Geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro. 2002. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 265 p.

SOFFIATI, A. Histórico Socioecológico: Aspectos históricos das lagoas do norte do estado do Rio de Janeiro In: ESTEVES, Francisco de Assis. Ecologia das lagoas costeiras. Macaé: NUPEM, 1998.

SOFFIATI, A. Propostas de desenvolvimento para o Norte-noroeste Fluminense em perspectiva histórica. VÉRTICES, v. 7, n. 1/3, jan./dez. 2005. 18 p.

SOFFIATI, A. DNOS: Uma instituição mítica da República Brasileira. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v.7, nº 2. Nov/2005, 16 p.

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

SILVA, Herculano Gomes da; GOMES, Marcelo Abreu. Macabu: A história até 1900. Conceição de Macabu: Gráfica Macuco, 1997.

STRAHLER, A.N. *Physical Geography*. John Wiley and Sons, Inc, New York. 643p. 1952.

SUGUIO, K.; NOGUEIRA, A. C. R. Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. *Revista Geociências*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 461-479, 1999.

TÁNAGO, M.G.; JALÓNJ, D.G. Restauración de ríos y Ribeiras. Coedición: Fundación Conde DEL Valle De Zalazar, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 1998.

TAVARES, A. B.; CRUZ, S. P.; LOLLO, J. A. Geoindicadores para a caracterização de estado de diferentes ambientes. *Estudos Geográficos*, Rio Claro, 5(2): 42-57, 2007.

TEIGA, P. Reabilitação de ribeiras em zonas edificadas. Porto: Tese de Mestrado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 290 p. 2003.

THORNE, C. R.; HEY, R. D.; NEWSN, M. D. *Applied Fluvial Geomorphology for River Management*. Nova Iorque: John Wiley & Sons. 384 p. 2006.

TOMAZ, E. A. Mapeamento de paleocanais ao longo da planície costeira do rio Paraíba do Sul e plataforma continental da bacia de Campos e sua possível relação com a evolução do canyon Almirante Câmara. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de mestrado, 89 p. 2005.

TOTTI, M. E. F.; PEDROSA, P. 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. cap. 1.

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, 2003, v. 1, p. 45-150.

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. 70 p. 2004.

VIEIRA, S.; WILSON-JR., G. Hidráulica Fluvial. COPPE/UFRJ, v. II, 256 p. Rio de Janeiro, 2005.

WOHL, E.; BLEDSOE, B. P.; JACOBSON, R. B.; POFF, N. L.; RATHBURN, S. L.; WALTERS, D. M.; WILCOX, A. C. The natural sediment regime in rivers: broadening the foundation for ecosystem management. *BioScience*, 65(4), p. 358-371, 2014.

