



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

**CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA,  
SEDIMENTOLÓGICA E DA VEGETAÇÃO DE CANAIS  
EMBRÉJADOS NA BACIA CÓRREGO SANTA RITA,  
MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA (RJ)**

**ANDERSON DE SOUZA RIBEIRO**

*Prof<sup>a</sup> Orientadora: Dra. Maria Naíse de Oliveira Peixoto*  
*Prof. Co-orientador: Dr. Rafael Silva de Barros*

Rio de Janeiro  
Julho/2016

# **ANDERSON DE SOUZA RIBEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

***Prof<sup>a</sup> Orientadora: Dra. Maria Náise de Oliveira Peixoto***

***Prof. Co-orientador: Dr. Rafael Silva de Barros***

**Rio de Janeiro  
Julho de 2016**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ribeiro, Anderson de Souza

Caracterização geomorfológica, sedimentológica e da vegetação de canais embrejados na bacia Córrego Santa Rita, Município de Volta Redonda (RJ) / Anderson de Souza Ribeiro. -- Rio de Janeiro, 2016. 159 f.

R484c

Orientadora: Maria Naíse de Oliveira Peixoto.

Coorientador: Rafael Silva de Barros.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2016.

1. canais embrejados. 2. macrófita . 3. depósitos sedimentares quaternários. 4. bacia de drenagem. 5. Volta Redonda. I. Peixoto, Maria Naíse de Oliveira, orient. II. Barros, Rafael Silva de, coorient. III. Título.

**ANDERSON DE SOUZA RIBEIRO**

**CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA,  
SEDIMENTOLÓGICA E DA VEGETAÇÃO DE CANAIS  
EMBREJADOS NA BACIA Córrego Santa Rita,  
Município de Volta Redonda (RJ)**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovado em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA:

---

Dra. Maria Naíse de Oliveira Peixoto, Departamento de Geografia/UFRJ – Orientadora

---

Dr. Rafael Silva de Barros, Departamento de Geografia/UFRJ – Co-orientador

---

Dra. Carla Bernadete Madureira Cruz, Departamento de Geografia/UFRJ

---

Dra. Carla Maciel Salgado, Departamento de Geografia/UFF

## DEDICATÓRIA

A Deus, pela graça de ter me permitido concluir este trabalho.

Dedico também esta dissertação aos meus pais, João e Norma, por todo carinho e ensinamentos que me deram ao longo da minha vida, e principalmente por me incentivarem a lutar pelos meus sonhos.

Esta dedicatória se estende também à professora e orientadora Dr<sup>a</sup> Maria Naíse de Oliveira Peixoto, a quem devo a confiança em minha capacidade como pesquisador, além do estímulo ao desenvolvimento desta dissertação e fundamentais ensinamentos que contribuíram de forma incomensurável para a minha formação desde a graduação.

Ao meu amigo geógrafo Ricardo Borges, porque tivemos a oportunidade de estudar juntos desde o pré-vestibular e viver muitas experiências. Durante este período fizemos a mesma escolha de carreira, seguimos a mesma trilha, dividimos os mesmos sonhos e tivemos um ao outro para apoiar. Certamente, nesta caminhada aprendemos os significados das palavras amizade e cumplicidade.

“O temor do Senhor é o princípio do saber, mas os loucos desprezam a sabedoria e o ensino”.

Provérbios 1:7

## AGRADECIMENTOS

Eu agradeço

Aos meus pais, João e Norma, que me educaram com amor, se dedicaram à minha educação como ser humano, e deram apoio incondicional em cada projeto. Aos meus irmãos e toda a minha família, pela compreensão para com a minha ausência e pelas palavras de incentivo.

Em especial à minha orientadora, Maria Naíse de Oliveira Peixoto, por ser uma referência como pessoa e como profissional, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta dissertação de mestrado. Só tenho a agradecer aos seus ensinamentos (pessoais e acadêmicos), orientações, palavras de incentivo, puxões de orelha, paciência e dedicação.

Aos companheiros da equipe do NEQUAT/UFRJ: Teófilo Filgueira, Simone Magalhães, Pedro Henrique Casimiro, João Casimiro, Priscila Linhares, Hugo Miller, Felipe Torres, Juliana Dias, Sarah Almeida, Touise Mori, Viviane Lima, Eduardo Mello, Patrícia Mota, Vitor Henrique e Susiane Machado, por toda ajuda disponibilizada no laboratório e em campo.

Ao Marcelo Pimentel, pela ajuda na elaboração do layout dos mapas presentes nesta dissertação.

Ao Fernando Pessoa, Fernando Cesário, Pedro Berruezo e Flávio, do NESAG/UFRJ, pelas discussões sobre a análise dos dados de vegetação e pela ajuda no seu processamento em laboratório.

Ao Prof. Dr. Claudio Limeira Mello, do Departamento de Geologia-IGEO/UFRJ, pelas orientações quanto à coleta dos testemunhos e valiosas discussões sobre o material coletado.

Ao professor Dr. Leonardo Borghi, do Departamento de Geologia-IGEO/UFRJ, por ceder à infraestrutura do Laboratório de Geologia Sedimentar (Lagesed-IGEO/UFRJ) para a realização das análises granulométricas.

Aos integrantes do Lagesed Thiago Carelli, Josiane Plantz e Douglas Rosa, pelo apoio na descrição litológica dos testemunhos, preparação das amostras para realização de análises de DRX e pelas valiosas discussões sobre os resultados. O pesquisador Thiago Carelli, em especial, contribuiu em diversas etapas da produção dos dados sedimentológicos, orientando e discutindo procedimentos, interpretações e colaborando na revisão crítica do texto. Agradeço também aos técnicos Roberto

Gomes de Lima e Romildo Oliveira Nascimento, do Lagesed, pelo auxílio na realização das análises granulométricas.

Também agradeço ao meu co-orientador, Prof. Dr. Rafael Barros, por me guiar na realização do mapeamento com uso de imagens, e aos integrantes do grupo ESPAÇO-IGEO/UFRJ Gil Azevedo, Paula Almeida, Marcus Vinícius, Rafael e Felipe pela disponibilidade para me atender a cada vez que precisei de ajuda.

Aos motoristas do Instituto de Geociências, Ednaldo, Eduardo e Manoel, pelo valiosíssimo auxílio em campo.

E finalmente à CAPES, pelo apoio financeiro que possibilitou o desenvolvimento desta dissertação de mestrado, nesta prestigiosa universidade, e à Universidade Federal do Rio de Janeiro, especificamente ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG/UFRJ), pelo apoio à execução e conclusão da pesquisa e pelo auxílio prestado pelos profissionais da sua secretaria, em especial pela secretária Carla, com sua eficiência e prontidão no atendimento aos alunos do programa.

## RESUMO

O objetivo do estudo foi realizar uma análise da vegetação, dos depósitos sedimentares e das modificações antrópicas nos canais embrejados da bacia Córrego Santa Rita, tributária do rio Paraíba do Sul em Volta Redonda (RJ), visando caracterizar a sua estrutura geobiofísica e estabelecer relações com o contexto geomorfológico em que estão inseridos. Pretendeu-se com estas análises identificar a existência de tipos distintos de canais embrejados, e deste modo produzir uma base de conhecimentos que permita reconhecer condições geomorfológicas de rios, segundo a metodologia desenvolvida por Brierley *et al.* (2002). Para tanto, foram realizados: o mapeamento de feições deposicionais quaternárias e a caracterização morfológica do vale e dos trechos de canais embrejados (largura, comprimento, forma em planta, profundidade do canal) nas sub-bacias selecionadas para análise; a caracterização da estrutura das partes aérea e radicular da vegetação presente nos canais embrejados; a caracterização sedimentológica dos depósitos identificados nos canais embrejados, relacionando-os à sedimentação quaternária regional; a identificação e espacialização das intervenções antrópicas relacionadas ao uso da terra sobre os canais embrejados. Os resultados obtidos permitiram identificar 3 padrões de brejos: o tipo 1, com predomínio do gênero *Typha*, caracterizado por depósitos de turfa bem desenvolvidos; o tipo 2, retificado, com predomínio de vegetação de menor porte (*Brachiaria*), e também de *Hedychium* e *Eleocharis*, associado a depósitos de turfa menos desenvolvidos e uma sedimentação com camadas alternadas de argila e areia, indicando as variações na energia dos fluxos; o tipo 3, com barragem, onde o aumento a elevação do nível d'água próximo à barragem pelo barramento favorece o desenvolvimento de *Typha*, e, na porção mais distante no trecho a montante, devido às condições de menor umidade, o predomínio de *Hedychium*, tendo sedimentação caracterizada pela presença de depósitos de turfa, argila e areia associados ora às retificações (pela escavação de calhas retilíneas), ora à manutenção das características dos brejos do tipo 1. Verificou-se que as maiores extensões de canais embrejados retificados ocorrem em áreas de pastagem, devido à utilização dos fundos de vale para o pastoreio, e que os canais embrejados com barragem estão inseridos predominantemente em áreas de pastagem e de cultivo, devido à necessidade de dessedentação animal e irrigação, sendo os canais embrejados do tipo 1 mais expressivos nas áreas de campo sujo, que correspondem a pastos abandonados ou com pouco manejo, o que possibilita o desenvolvimento da *Typha*. As análises efetuadas permitiram identificar que a instalação dos brejos em canais erosivos recentes provoca uma mudança na sua função, reduzindo o transporte de sedimentos para os canais coletores, além de aumentar a estocagem de água, e que as retificações observadas nos canais embrejados, ao removerem a *Typha*, determinam condições de maior energia em suas calhas, alterando esta função.

**Palavras chave:** canais embrejados, macrófita, depósitos sedimentares quaternários, bacia de drenagem, Volta Redonda

## ABSTRACT

The study evaluated the vegetation, sedimentary deposits and anthropic modifications of swamped channels aiming to establish a link between biophysical structure and geomorphologic framework on Santa Rita creek watershed, a tributary of Paraíba do Sul River located in Volta Redonda municipality, Rio de Janeiro State, Brazil. The purpose was to identify the existence of different types of swamped channels, producing a knowledge base that allows recognizing geomorphologic conditions of rivers, according to Brierley et al. (2002) approach. For this purpose were performed: i) quaternary depositional features mapping and morphological characterization of the valleys and swamped channels (e.g. width, length, plant shape, channel depth) at selected catchments; ii) a characterization of radicular and aerial structure of swamp vegetation; iii) sedimentological characterization of deposits identified in swamped channels and their relationships with regional scale quaternary sedimentation; iv) spatial analysis of anthropogenic interventions related to land use on the swamped channels. Three swamp patterns were identified: Type 1, the regular swamped channel, with predominance of *Typha* genus, characterized by well-developed peat deposits; Type 2, the straight swamped channels, with a predominance of *Brachiaria*, *Hedychium* and *Eleocharis*, associated to less-developed peat deposits with alternate layers of clay and sand due to energy flows variations; Type 3, the swamped channel with dam, where the increase of water level near the dam favors *Typha* development, and the lower humidity condition upstream favors the predominance of *Hedychium* far from the dam, with peat, clay and sand deposits related to trench excavations and/or the maintenance of the Type 1 swamp characteristics. The results produced show that the longest straight swamped channels occur predominantly in grazing areas and that the swamped channels with dam are located in both grazing and crop areas, due to the need for animal watering and irrigation. The Type 1 channels are slightly dominant in areas with “campo sujo” vegetation, due to abandoned or poorly managed pastures, favoring *Typha* development. The analysis carried out led to conclude that the swamped channels settled in recent erosive channels (gullies) affect their function, lowering sediment transport to the trunk rivers and increasing water storage; and that the straight swamped channels promote *Typha* removal, leading to less sediment retention conditions and changing the swamped channel function.

**Key words:** swamped channels, macrophyte, quaternary sedimentary deposits, watersheds, Volta Redonda.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVAS DO ESTUDO .....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL E METODOLÓGICA .....</b>	<b>24</b>
3.1	Abordagem dos Estilos Fluviais .....	24
3.2	Sensibilidade e Conectividade da Paisagem .....	28
3.3	Canais embrejados.....	31
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
4.1	Localização da área de estudo e vias de acesso.....	37
4.2	Reconhecimento e seleção dos canais embrejados .....	39
4.3	Caracterização geomorfológica .....	41
4.4	Caracterização da vegetação .....	43
4.5	Caracterização sedimentológica.....	46
4.6	Mapeamentos de cobertura e uso da terra .....	48
<b>5</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>52</b>
5.1	Contexto Geológico da Área de Estudo.....	52
5.2	Arcabouço Geomorfológico .....	56
5.3	Clima .....	61
5.4	Hidrografia.....	63
5.5	Histórico de Ocupação e Uso e Cobertura da Terra .....	67
<b>6</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>73</b>
6.1	Reconhecimento de tipos de canais embrejados na bacia Córrego Santa Rita .....	73
6.2	Condições de Pluviosidade e Temperatura .....	78
6.3	Córrego Santa Luzia I.....	84
6.3.1	Caracterização geomorfológica .....	84
6.3.2	Caracterização da Vegetação.....	87
6.3.3	Caracterização dos depósitos sedimentares.....	91
6.4	Córrego Santa Luzia II.....	95
6.4.1	Caracterização geomorfológica .....	95
6.4.2	Caracterização da Vegetação.....	99
6.5	Córrego do Peixe.....	109
6.5.1	Caracterização geomorfológica .....	109
6.5.2	Caracterização da Vegetação.....	112
6.5.3	Caracterização dos depósitos sedimentares.....	115
6.6	Distribuição espacial dos tipos de canais embrejados em relação ao uso e cobertura da terra na bacia Córrego Santa Rita.....	120
<b>7</b>	<b>DISCUSSÕES E CONCLUSÕES .....</b>	<b>128</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>135</b>
<b>ANEXO.....</b>		<b>147</b>
A	Temperatura e pluviosidade .....	147
B	Resultados dos ensaios de granulometria e classificação segundo Folk (1980) .....	150
C	Visualização das classes utilizadas no mapeamento de cobertura e uso da terra, em imagens aéreas e em fotografias de campo.....	153
D	Difratogramas de raios X da fração argila a forma orientada natural, glicolada e calcinada (aquecida).....	157

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 3.1: (A) ESTILOS DE RIO IDENTIFICADOS NA BACIA DO RIO BEGA, NEW SOUTH WALES, AUSTRÁLIA. OBSERVA-SE QUE HÁ DIFERENTES UNIDADES DE PAISAGEM (COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS), NAS QUAIS OCORREM VARIAÇÕES NO GRAU DE CONFINAMENTO DO VALE, PODENDO APRESENTAR UM OU MAIS ESTILOS DE RIOS, REPRESENTADOS PELAS CARACTERÍSTICAS DE SUA FORMA EM PLANTA E SEÇÃO TRANSVERSAL (UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS, DEPÓSITOS, VEGETAÇÃO). FONTE: BRIERLEY & FRYIRS (2000). (B) BASE CONCEITUAL DE RECONHECIMENTO DE ESTILOS FLUVIAIS. FONTE: ADAPTADO DE FRYIRS & BRIERLEY (2001); BRIERLEY *ET AL.* (2002); FRYIRS (2003) – MODIFICADO DE MELLO (2006).....26
- FIGURA 3.2: RECONHECIMENTO DE DIFERENTES CONDIÇÕES GEOMÓRFICAS PARA UM ESTILO DE RIO RECONHECIDO NA BACIA DO RIO BEGA, AUSTRÁLIA. NA TRAJETÓRIA DADA PELA LINHA VERTICAL OBSERVA-SE A POSSIBILIDADE DE CAMINHOS OU TENDÊNCIAS DISTINTAS EM RESPOSTA A PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS CANAIS FLUVIAIS. FONTE: ADAPTADO DE BRIERLEY *ET AL.*, 2002).. .....28
- FIGURA 3.3: FORMAS BIOLÓGICAS DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS (PEDRALLI, 1990). .....32
- FIGURA 3.4: MODELO CONCEITUAL DAS INTERAÇÕES ENTRE O MOVIMENTO DA ÁGUA, OS SEDIMENTOS E AS MACRÓFITAS AQUÁTICAS. NO PRIMEIRO CASO (A), HÁ POUCA VEGETAÇÃO E A VELOCIDADE DO FLUXO É ALTA, CONSEQUENTEMENTE A TURBIDEZ É ELEVADA E A LUMINOSIDADE É DIMINUÍDA. NO SEGUNDO CASO (B) OCORRE O INVERSO, POIS COM A ABUNDÂNCIA DE VEGETAÇÃO A VELOCIDADE DO FLUXO É BAIXA, CONSEQUENTEMENTE A TURBIDEZ É DIMINUÍDA E A LUMINOSIDADE É AUMENTADA (MODIFICADO DE MADSEN *ET AL.*, 2001).....34
- FIGURA 4.1: FLUXOGRAMA DAS ETAPAS E PROCEDIMENTOS ADOTADOS NA CARACTERIZAÇÃO DE CANAIS EMBREJADOS NA BACIA CÓRREGO SANTA RITA, VOLTA REDONDA (RJ).....36
- FIGURA 4.4: DETALHE DO MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE) E TIN (GRADE TRIANGULAR IRREGULAR) GERADO PARA BACIA CÓRREGO SANTA RITA, INTERPOLADOS COM A SHAPE DE LINHA DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS. ....42
- FIGURA 4.5: MATERIAIS ADOTADOS NA COLETA DA VEGETAÇÃO DO PONTO 1 DO CANAL EMBREJADO DA SUB-BACIA SANTA LUZIA II. A) GABARITO DE 50CM X 50CM PARA COLETA DA PARTE AÉREA DA VEGETAÇÃO, E AO LADO A VEGETAÇÃO ACONDICIONADA EM SACO PRETO; (B) GABARITO DE 15CM X 15CM PARA COLETA DO SISTEMA RADICULAR; (C) AMOSTRA DE RAIZ COLETADA.....44
- FIGURA 4.6: INTERFACE DO PROGRAMA SAFIRA MOSTRANDO A IMAGEM DA RAIZ ESCANEADA PASSANDO PELA ETAPA DE BINARIZAÇÃO E ESQUELETIZAÇÃO.....45
- FIGURA 4.7: JANELA DO SOFTWARE SAFIRA COM OS RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR.....46
- FIGURA 4.8: (A) COLETA MANUAL DO TESTEMUNHO NO PONTO 3 DO CANAL EMBREJADO QUE ESTÁ LOCALIZADO NA SUB-BACIA CÓRREGO DO PEIXE, UTILIZANDO UM TUBO DE PVC DE 50 MM DE DIÂMETRO; (B) TESTEMUNHO COM 70 CM DE MATERIAL DEPOSICIONAL RECUPERADO E ABERTO PARA A DESCRIÇÃO SEDIMENTOLÓGICA. ....47
- FIGURA 4.9: EXEMPLO DE UM TRECHO DA BACIA CÓRREGO SANTA RITA SEGMENTADO E CLASSIFICADO ATRAVÉS DE INTERPRETAÇÃO VISUAL NO SOFTWARE ECOGNITION. ....49

FIGURA 5.1: MAPA GEOLÓGICO DO SEGMENTO CENTRAL DA FAIXA RIBEIRA NA REGIÃO DAS BACIAS TERCIÁRIAS DE RESENDE E VOLTA REDONDA, NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, COM A LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO (BACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO SANTA RITA) (MODIFICADO DE HEILBRON <i>ET AL.</i> , 2004, IN: SANSON, 2006).....	53
FIGURA 5.2: MAPA GEOLÓGICO COM DETALHAMENTO DAS BACIAS NEOGÊNICAS E DOS DOMÍNIOS CRISTALINOS EM VOLTA REDONDA, NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, COM A DELIMITAÇÃO (EM PRETO) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTA RITA (MODIFICADO DE NEGRÃO, 2014). .....	54
FIGURA 5.3: BLOCO DIAGRAMA DO PERFIL GEOLÓGICO DA REGIÃO COSTEIRA DO SUDESTE DO BRASIL (BACIA DE SANTOS – SERRA DA MANTIQUEIRA), MOSTRANDO O PADRÃO ESCALONADO DE BLOCOS FALHADOS E BASCULADOS (ASMUS & FERRARI, 1978, IN SANSON, 2006). .....	55
FIGURA 5.4: COMPARTIMENTAÇÃO TOPOGRÁFICA DA REGIÃO DO MÉDIO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL. EM DESTAQUE A LOCALIZAÇÃO DA BACIA CÓRREGO SANTA RITA, VOLTA REDONDA (RJ) (SILVA ET AL., 2007).....	57
FIGURA 5.5: COMPARTIMENTAÇÃO TOPOGRÁFICA EM ESCALA 1:25.000 ELABORADA PARA A BACIA CÓRREGO SANTA RITA, TRIBUTÁRIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (PEIXOTO ET. AL., 2010).....	58
FIGURA 5.6: COLUNA ESTRATIGRÁFICA PARA O QUATERNÁRIO SUPERIOR COM SIGNIFICADO PARA REGIÃO DO MÉDIO VALE DO PARAÍBA DO SUL (MOURA E MELLO,1991).....	59
FIGURA 5.7: MODELO ESQUEMÁTICO DO REGISTRO SEDIMENTAR PRESERVADO NO DOMÍNIO DE BAIXA ENCOSTA NA REGIÃO DO MÉDIO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL, DESTACANDO OS PRINCIPAIS EVENTOS DA DINÂMICA EVOLUTIVA DOS SISTEMAS DE DRENAGEM E AS IDADES RADIOCARBÔNICAS (MELLO ET AL.,1995). .....	60
FIGURA 5.8: SÉRIE TEMPORAL DE 61 ANOS (1950-2010) DA PLUVIOSIDADE (MM) MENSAL DO POSTO VOLTA REDONDA (COSTA, 2013).....	63
FIGURA 5.9: BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTA RITA, TRIBUTÁRIA DA MARGEM NORTE DO RIO PARAÍBA DO SUL NO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA (RJ). .....	64
FIGURA 5.10: MAPA DE TIPOLOGIA DE CANAIS FLUVIAIS DA BACIA CÓRREGO SANTA RITA, VOLTA REDONDA (RJ), COM A LOCALIZAÇÃO DAS SUB-BACIAS CÓRREGO SANTA LUZIA I, SANTA LUZIA II E CÓRREGO DO PEIXE (MODIFICADO DE MELLO, 2006).....	66
FIGURA 5.11: VISÃO DA CSN E ÁREA DOS BAIROS PLANEJADOS, INSTALADOS NA PLANÍCIE DO RIO PARAÍBA DO SUL NO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA (RJ).....	70
FIGURA 6.1: GÊNEROS DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS IDENTIFICADOS EM CANAIS EMBREJADOS NA BACIA CÓRREGO SANTA RITA, VOLTA REDONDA (RJ). .....	75
FIGURA 6.3: RECONSTITUIÇÃO ESQUEMÁTICA DOS PERFIS TRANSVERSAIS, DECLIVIDADE, LARGURA DO VALE E FORMA DO CANAL EM PLANTA NA SUB-BACIA CÓRREGO SANTA LUZIA I, VOLTA REDONDA (RJ). .....	87
FIGURA 6.4: TESTEMUNHOS OBTIDOS DO CANAL EMBREJADO DA SUB-BACIA CÓRREGO DE SANTA LUZIA I, VOLTA REDONDA (RJ).....	92
FIGURA 6.5: PERFIS SEDIMENTARES DOS TESTEMUNHOS COLETADOS EM CANAIS EMBREJADOS NA SUB-BACIA SANTA LUZIA I, VOLTA REDONDA (RJ). .....	93

FIGURA 6.7: RECONSTITUIÇÃO ESQUEMÁTICA DOS PERFIS TRANSVERSAIS, DECLIVIDADE, LARGURA DO VALE E FORMA DO CANAL EM PLANTA NA SUB-BACIA CÓRREGO SANTA LUZIA II, VOLTA REDONDA (RJ). .....	99
FIGURA 6.8: TESTEMUNHOS DO CANAL EMBREJADO DA SUB-BACIA SANTA LUZIA II, VOLTA REDONDA (RJ). .....	102
FIGURA 6.9: PERFIL SEDIMENTAR DO CANAL EMBREJADO COM BARRAGEM (TIPO 3) NA SUB-BACIA CÓRREGO DE SANTA LUZIA II, VOLTA REDONDA (RJ). .....	103
FIGURA 6.10: TESTEMUNHOS DO CANAL EMBREJADO DA SUB-BACIA SANTA LUZIA II, VOLTA REDONDA (RJ). .....	106
FIGURA 6.11: PERFIL SEDIMENTAR DO CANAL EMBREJADO RETIFICADO (TIPO 2) NA SUB-BACIA CÓRREGO DE SANTA LUZIA II, VOLTA REDONDA (RJ). .....	107
FIGURA 6.13: RECONSTITUIÇÃO ESQUEMÁTICA DOS PERFIS TRANSVERSAIS, DECLIVIDADE, LARGURA DO VALE E FORMA DO CANAL EM PLANTA NA SUB-BACIA CÓRREGO DO PEIXE, VOLTA REDONDA (RJ). .....	111
FIGURA 6.14: TESTEMUNHOS DO CANAL EMBREJADO DA SUB-BACIA CÓRREGO DO PEIXE, VOLTA REDONDA (RJ). .....	117
FIGURA 6.15: PERFIL SEDIMENTAR DOS TESTEMUNHOS COLETADOS EM CANAIS EMBREJADOS (TIPO 1) NA SUB-BACIA CÓRREGO DO PEIXE, VOLTA REDONDA (RJ). .....	118

## LISTA DE MAPAS

MAPA 4.1: MOSAICO DA LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. EM DESTAQUE AS PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO E A BACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO SANTA RITA (CONTORNO AMARELO) SITUADA AO NORTE DO MUNICÍPIO. ....	38
MAPA 4.2: MAPA DO RECONHECIMENTO DOS CANAIS EMBREJADOS E SELEÇÃO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS E PONTOS VISITADOS DURANTE A ETAPA DE CAMPO NA BACIA CÓRREGO SANTA RITA, VOLTA REDONDA (RJ). EM DESTAQUE AS SUB-BACIAS CÓRREGO SANTA LUZIA I, CÓRREGO SANTA LUZIA II E CÓRREGO DO PEIXE. ....	40
MAPA 6.1: MAPA DE FEIÇÕES DEPOSICIONAIS E CANAIS EMBREJADOS NA SUB-BACIA CÓRREGO SANTA LUZIA I, VOLTA REDONDA (RJ), COM A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS DOS MATERIAIS DEPOSICIONAIS. AS SETAS DESTACAM VOÇOROCAS ATIVAS. ....	85
MAPA 6.2: MAPA DE FEIÇÕES DEPOSICIONAIS E CANAIS EMBREJADOS NA SUB-BACIA CÓRREGO SANTA LUZIA II, VOLTA REDONDA (RJ), COM A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS DOS MATERIAIS DEPOSICIONAIS. ....	96
MAPA 6.3: MAPA DE FEIÇÕES DEPOSICIONAIS E CANAIS EMBREJADOS NA SUB-BACIA CÓRREGO DO PEIXE, VOLTA REDONDA (RJ), COM A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS DOS MATERIAIS DEPOSICIONAIS. ....	110
MAPA 6.4: MAPEAMENTO DE COBERTURA E USO DA TERRA COM BASE EM ORTOFOTOS DO ANO 2009 ELABORADO PARA A BACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO SANTA RITA , VOLTA REDONDA (RJ). ....	121

## LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1: VALOR PARA AVALIAR O GRAU DE CONCORDÂNCIA A PARTIR DO ÍNDICE KAPPA. .....	51
TABELA 5.1: QUANTIFICAÇÃO DAS SEÇÕES DE CANAL POR TIPO, COMPRIMENTO TOTAL DAS SEÇÕES DE CANAL EM QUILOMETROS E PORCENTAGEM EM RELAÇÃO AO COMPRIMENTO TOTAL DOS CANAIS DA BACIA Córrego Santa Rita , Volta Redonda (RJ) (Mello, 2006). .....	65
TABELA 6.1: ÁREA OCUPADA PELAS DIFERENTES FEIÇÕES DEPOSICIONAIS QUATERNÁRIAS E FEIÇÕES EROSIVAS NA BACIA Córrego Santa Luzia I, Volta Redonda (RJ). .....	84
TABELA 6.2: VALORES DE DENSIDADE, ÁREA BASAL, ALTURA E BIOMASSA DA PARTE AÉREA DA VEGETAÇÃO; E VOLUME, ÁREA SUPERFICIAL E NÚMERO TOTAL DE FIBRAS DAS RAÍZES IDENTIFICADAS NAS PARCELAS ANALISADAS NO CANAL EMBREJADO DE TIPO 1 DA SUB-BACIA Córrego Santa Luzia I, Volta Redonda (RJ). .....	88
TABELA 6.3: ÁREA OCUPADA PELAS DIFERENTES FEIÇÕES DEPOSICIONAIS QUATERNÁRIAS E FEIÇÕES EROSIVAS NA BACIA Córrego Santa Luzia II, Volta Redonda (RJ). .....	95
TABELA 6.4: VALORES DE DENSIDADE, ÁREA BASAL, ALTURA E BIOMASSA DA PARTE AÉREA; E VOLUME, ÁREA SUPERFICIAL E NÚMERO TOTAL DE RAÍZES DO CANAL EMBREJADO COM BARRAGEM DA SUB-BACIA Córrego Santa Luzia II, Volta Redonda (RJ). .....	100
TABELA 6.5: ÁREA OCUPADA PELAS DIFERENTES FEIÇÕES DEPOSICIONAIS QUATERNÁRIAS E FEIÇÕES EROSIVAS NA SUB-BACIA Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ). .....	109
TABELA 6.6: VALORES DE DENSIDADE, ÁREA BASAL, ALTURA E BIOMASSA DA PARTE AÉREA DA VEGETAÇÃO; E VOLUME, ÁREA SUPERFICIAL E NÚMERO TOTAL DE RAÍZES DO CANAL EMBREJADO DE TIPO 1 NA SUB-BACIA Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ). .....	113
TABELA 6.7: CLASSES DE COBERTURA E USO IDENTIFICADAS NAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICA SANTA LUZIA I, SANTA LUZIA II E Córrego do Peixe. .....	124
TABELA 6.8: CLASSES DE COBERTURA E USO IDENTIFICADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ). .....	122
TABELA 6.9: EXTENSÃO DOS CANAIS EMBREJADOS EM RELAÇÃO À EXTENSÃO TOTAL DA REDE DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ). .....	125
TABELA 6.10: MATRIZ DE CONFUSÃO DO ÍNDICE DE KAPPA GERADO PARA O MAPEAMENTO DE COBERTURA E USO DA TERRA ELABORADO PARA A BACIA HIDROGRÁFICA Córrego Santa Rita , Volta Redonda (RJ) COM BASE EM ORTOFOTOS DO ANO 2009. .....	127

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 5.1: CRESCIMENTO POPULACIONAL DE VOLTA REDONDA (RJ). FONTE: PMVR (2002).....	69
GRÁFICO 5.2: TAXA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL DO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA (RJ). FONTE: CASTRO (2004).....	69
GRÁFICO 6.1: PRECIPITAÇÃO MENSAL, MÉDIA DA TEMPERATURA MÍNIMA E MÉDIA DA TEMPERATURA MÁXIMA DO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA (RJ) DURANTE O PERÍODO DE JULHO/2014 A JUNHO/2015. EM DESTAQUE AS SETAS VERMELHAS INDICANDO AS CAMPANHAS DE COLETA. FONTE DOS DADOS: CPRM, LIGHT E ANA (DISPONÍVEL NO SITE HIDROWEB.ANA.GOV.BR/ACESSADO EM 01/01/2016).....	78
GRÁFICO 6.2: PRECIPITAÇÃO DIÁRIA, TEMPERATURA MÍNIMA DIÁRIA E TEMPERATURA MÁXIMA DIÁRIA DO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA DURANTE O PERÍODO DE OUTUBRO DE 2014 A DEZEMBRO DE 2014. EM DESTAQUE A SETA VERMELHA INDICANDO A DATA DA CAMPANHA DE COLETA (6 DE DEZEMBRO DE 2014). FONTE DOS DADOS: CPRM, LIGHT E ANA (DISPONÍVEL NO SITE HIDROWEB.ANA.GOV.BR/ACESSADO EM 01/01/2016). ....	79
GRÁFICO 6.3: PRECIPITAÇÃO DIÁRIA, TEMPERATURA MÍNIMA DIÁRIA E TEMPERATURA MÁXIMA DIÁRIA DO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA DURANTE O PERÍODO DE MAIO DE 2015 A JUNHO DE 2015. EM DESTAQUE A SETA VERMELHA INDICANDO A DATA DA CAMPANHA DE COLETA (24 DE JUNHO DE 2014). FONTE DOS DADOS: CPRM, LIGHT E ANA (DISPONÍVEL NO SITE HIDROWEB.ANA.GOV.BR/ACESSADO EM 01/01/2016).....	80
GRÁFICO 6.5: DADOS DE PLUVIOSIDADE TOTAL ANUAL DO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA (RJ). FONTE DOS DADOS: CPRM, LIGHT E ANA (DISPONÍVEL NO SITE HIDROWEB.ANA.GOV.BR/ACESSADO EM 01/01/2016).....	82
GRÁFICO 6.6: VARIAÇÃO DO NÚMERO DE FIBRAS DO SISTEMA RADICULAR DA VEGETAÇÃO DE BREJOS EM RELAÇÃO AO DIÂMETRO (GRÁFICOS A E C) E COMPRIMENTO (GRÁFICOS B E D) NOS MESES DEZEMBRO DE 2014 E JUNHO DE 2015 – SUB-BACIA CÓRREGO DO PEIXE, VOLTA REDONDA (RJ).....	90
GRÁFICO 6.7: VARIAÇÃO DO NÚMERO DE FIBRAS DO SISTEMA RADICULAR DA VEGETAÇÃO DE BREJOS EM RELAÇÃO AO DIÂMETRO (GRÁFICO A) E COMPRIMENTO (GRÁFICO B) NO MÊS JUNHO DE 2015 – SUB-BACIA CÓRREGO DO PEIXE, VOLTA REDONDA (RJ). ....	101
GRÁFICO 6.8: VARIAÇÃO DO NÚMERO DE FIBRAS DO SISTEMA RADICULAR DA VEGETAÇÃO DE BREJOS EM RELAÇÃO AO DIÂMETRO (GRÁFICOS A E C) E COMPRIMENTO (GRÁFICOS B E D) NOS MESES DEZEMBRO DE 2014 E JUNHO DE 2015 – SUB-BACIA CÓRREGO DO PEIXE, VOLTA REDONDA (RJ).....	114

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 4.1: FEIÇÕES DEPOSICIONAIS E EROSIVAS QUATERNÁRIAS MAPEADAS NA ÁREA EM ESTUDO. FONTE: PINTO (2009). .....	41
QUADRO 4.2: CLASSES DE COBERTURA E USO DA TERRA E SUAS RESPECTIVAS DEFINIÇÕES (DEL POSO,2011).....	49
QUADRO 6.1: RECONHECIMENTO DOS TIPOS DE CANAIS EMBREJADOS NA BACIA Córrego SANTA RITA , VOLTA REDONDA (RJ).....	74
QUADRO 6.2: CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PRINCIPAIS GÊNEROS ENCONTRADOS EM CANAIS EMBREJADOS NA BACIA Córrego SANTA RITA , VOLTA REDONDA (RJ). .....	76

## LISTA DE EQUAÇÃO

EQUAÇÃO 4.1:(1) EQUAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE CADA TRONCO;(2) EQUAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DA ÁREA BASAL TOTAL (SOARES <i>ET AL.</i> , 2006). .....	43
EQUAÇÃO 4.2: EQUAÇÃO DO CÁLCULO DE EXATIDÃO KAPPA (COHEN,1960).....	51

## 1 APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVAS DO ESTUDO

Os sistemas fluviais que integram a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul em seu médio curso estão inseridos em uma paisagem altamente modificada pelas atividades agropecuárias e industriais desenvolvidas ao longo dos últimos dois séculos. Estas atividades promoveram uma série de impactos nas redes de drenagem, evidenciados pela deterioração da qualidade e volume das águas, por alterações no regime hídrico e no aporte de sedimentos, pela instalação e/ou intensificação de processos erosivos nas áreas contribuintes e nos próprios canais fluviais, entre outros aspectos, os quais têm gerado transformações na estrutura e funcionamento dos sistemas hídricos.

Entretanto, estas transformações têm operado sobre um arcabouço geomorfológico-sedimentar caracterizado, também, por intensas transformações ocorridas ao longo dos últimos milhares de anos (Período Quaternário), evidenciadas por registros de episódios erosivos/deposicionais de grande magnitude que apresentam estreita relação com a morfologia atual das encostas e fundos de vale (MOURA, 1990; MOURA & MELLO, 1991; MOURA *et al.*, 1991). Os diferentes níveis de sedimentação fluvial (terraços e planícies fluviais), as feições de entulhamento das cabeceiras de drenagem por sedimentos alúvio-coluviais e as feições erosivas canalizadas (voçorocas) instaladas nos vales e reentrâncias entulhadas, além dos brejos formados ao longo da rede de drenagem, constituem marcas características desta paisagem em franco processo de transformação.

A reconstituição destes eventos erosivos e deposicionais e sua ordenação no tempo, a caracterização dos depósitos e solos a eles associados, assim como a definição das suas relações com a geometria do relevo e o seu papel na deflagração dos processos erosivos atuais, foram alvo de pesquisas geomorfológicas e estratigráficas desenvolvidas pelo Núcleo de Estudos do Quaternário & Tecnógeno - NEQUAT ao longo das décadas de 1980 e 1990, que fomentaram e foram apoiadas pela elaboração de diversas teses e dissertações (MEIS & MOURA, 1984; MOURA, 1990; SILVA, 1991; MELLO, 1992; AFONSO, 1993; PEIXOTO, 1993; SALGADO, 2004; BARROS & PEIXOTO, 2007). A continuidade das investigações conduzidas a partir desta base de conhecimentos voltou-se à elucidação das inter-relações entre feições deposicionais e dinâmica dos processos erosivos, fluviais e tecnogênicos mais recentes (CASTRO, 2004; MELLO, 2006; PINTO, 2009; BARROS, 2009; DEL

POZO, 2011; PEIXOTO *et al.*, 2010), considerando seu papel na conectividade entre encostas e canais nas bacias hidrográficas e o caráter de rede que lhe é inerente, e subsidiando avaliações do balanço sedimentar (PELECH, 2013) e de riscos ambientais (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

A partir da constatação do ritmo acelerado de intervenções sobre as bacias hidrográficas, especialmente no município de Volta Redonda (RJ), durante as últimas décadas, e da multiplicidade de processos erosivos e deposicionais gerados em diferentes segmentos fluviais, torna-se necessário investigar as variações espaciais no comportamento dos rios e sua atuação na erosão, estocagem e transferência de sedimentos para os coletores principais. Deste modo, o presente trabalho tem como foco principal a análise das transformações ocorridas em canais fluviais embrejados tributários do Rio Paraíba do Sul, buscando identificar suas características morfológicas, vegetacionais e deposicionais, bem como os tipos de intervenções a que vêm sendo submetidos, considerando o seu papel, reconhecido por Pinto (2009) e Del Pozo (2011), na retenção de sedimentos provenientes das encostas e da instalação de canais erosivos nos eixos de drenagem.

Na região do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (MVPS), a erosão canalizada e os escorregamentos de encostas constituem os principais processos responsáveis pela evolução das encostas e pela dinâmica de entalhe e sedimentação nos fundos de vale durante o Holoceno, estando regidos por controles climáticos e/ou neotectônicos (MOURA, 1990; SILVA, 1991; MELLO, 1992; PEIXOTO, 1993). Figuram, ainda hoje, entre os principais processos geomorfológicos atuantes em grande parte das bacias de drenagem contribuintes do Paraíba do Sul, estando, indiscutivelmente, vinculados às alterações provocadas pelas atividades humanas ao longo dos últimos dois séculos na região.

Neste aspecto, convém destacar que, até meados do século XX essas alterações estiveram associadas, primordialmente, à ocupação inicial através do desmatamento e do cultivo do café, e posteriormente à introdução das pastagens para a pecuária, cujos registros sedimentares foram identificados tanto no domínio de encostas (Aloformação Carrapato) como fluvial (Aloformação Resgate) – reconhecidos como depósitos tecnogênicos (MOURA, 1990; MOURA & MELLO, 1991; MELLO *et al.*, 1995). No entanto, a partir de 1950, o processo de urbanização alavancado pela construção da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) em Volta

Redonda, na década de 1940, provocou uma série de mudanças nas áreas urbanas e rurais, com grande expansão das cidades situadas ao longo da Rodovia Presidente Dutra (BR-116).

Castro (2004) e Mello (2006) apontam alguns dos efeitos diretos e indiretos desta expansão em Volta Redonda, mencionando os processos erosivos em cortes e aterros e sua possível contribuição para o assoreamento dos canais, bem como a recepção de cargas poluidoras (efluentes industriais e esgotamentos domésticos) responsável pela significativa degradação dos recursos hídricos de superfície, que se manifesta não apenas no coletor principal – o rio Paraíba do Sul – mas também ao longo dos seus tributários.

Entretanto, a forte concentração urbana e industrial ao longo do rio Paraíba do Sul e o fato deste constituir o principal manancial hídrico na região do Médio Vale têm acarretado na convergência do foco das políticas públicas e dos meios de informação para o controle de atividades poluidoras primordialmente no próprio rio Paraíba do Sul, dando-se ainda pouca atenção às bacias hidrográficas tributárias neste trecho da bacia, especialmente àquelas de menores dimensões. O risco cada vez mais evidente de acidentes passíveis de comprometer temporariamente a qualidade e disponibilidade das águas do rio Paraíba do Sul já aponta, porém, para a necessidade de definir estratégias alternativas de abastecimento de água para municípios que utilizam o rio Paraíba como manancial exclusivo ou principal (CASTRO, 2004; COELHO, 2012; entre outros). Em Volta Redonda esta situação mostra-se especialmente importante devido ao crescimento intenso da demanda por abastecimento – atualmente, quase que exclusivamente dependente do rio Paraíba do Sul – e à poluição dos rios.

O presente estudo se justifica, assim, pela necessidade de entendimento da dinâmica hidrossedimentar associada às condições de estrutura e funcionamento dos canais fluviais em bacias formadoras da rede de drenagem nos domínios colinosos do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, básico para o planejamento de bacias hidrográficas. Espera-se que as informações geradas sobre a estocagem de sedimentos nos canais embrejados, pouco disponíveis na literatura nacional e particularmente nos estudos que vêm sendo realizados no MVPS, possam auxiliar no direcionamento de ações, projetos e programas de manutenção, recuperação e uso sustentável dos recursos hídricos.

Esta base de informações se mostra relevante, pois os canais embrejados chegam a representar mais de 50% (em extensão) da rede de drenagem em bacias hidrográficas tributárias do Rio Paraíba do Sul, conforme documentado por Mello (2006), especialmente naquelas significativamente afetadas por processos erosivos canalizados. Devido à expansão de cultivos, pastagens, construções urbanas e obras de infraestrutura sobre as áreas embrejadas, os brejos têm sofrido diversos impactos, com repercussões que necessitam ser avaliadas no tocante à quantidade e qualidade das águas superficiais. Deste modo, além da contribuição científica sobre o conhecimento dos fluxos e materiais em transferência no sistema bacia hidrográfica, fundamental para a compreensão do quadro de transformações geomorfológicas e hidrológicas verificado na região em estudo e sua diversidade espacial, a pesquisa busca fornecer subsídios para a conservação e reabilitação dos corpos hídricos em uma região estratégica para o abastecimento hídrico da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, podendo contribuir com informações e dados relevantes não só para os organismos gestores de bacia, como para as comunidades que fazem uso das águas dos rios afluentes do Paraíba do Sul.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa é realizar uma análise da vegetação e dos depósitos presentes em canais embrejados do Médio Vale do rio Paraíba do Sul, tendo como recorte a bacia Córrego Santa Rita, tributária do rio Paraíba do Sul em Volta Redonda (RJ), visando caracterizar a sua estrutura biofísica e estabelecer relações com o contexto geomorfológico em que estão inseridos.

Para tanto, o estudo tem como objetivos específicos:

- caracterizar e analisar a morfologia dos vales onde se encontram os canais embrejados, através de mapeamento de feições deposicionais quaternárias;
- analisar a vegetação presente nos canais embrejados, através da caracterização da estrutura das partes aérea e radicular;
- caracterizar sedimentologicamente os depósitos identificados nos canais embrejados, relacionando-os à sedimentação quaternária regional;
- identificar e espacializar as intervenções antrópicas relacionadas ao uso da terra sobre os canais embrejados.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL E METODOLÓGICA

O arcabouço conceitual e metodológico da pesquisa se apoia na classificação de rios denominada Estilos de Rio (*River Styles*) (BRIERLEY & FRYIRS, 1999), que propõe uma metodologia de reconhecimento de condições geomorfológicas de rios com base na identificação e caracterização do seu caráter e comportamento. Esta abordagem permite reconhecer trechos ou segmentos fluviais que respondem de modo diferenciado às mudanças ambientais, configurando a estrutura física da diversidade de *habitats* nos sistemas fluviais.

A sensibilidade e a conectividade da paisagem são conceitos vinculados a esta metodologia, uma vez que a interação entre os diferentes trechos da rede de drenagem, o grau de resistência às entradas de energia e a capacidade de recuperação frente às mudanças no ambiente associam-se ao caráter e funcionamento dos rios considerados dentro de uma perspectiva multiescalar.

Utilizando esta perspectiva, Del Pozo (2011) reconheceu a importância dos canais embrejados para a análise da conectividade dos sistemas fluviais, destacando de um lado a sua relação com a retomada erosiva nos fundos de vale, que gera novas linhas de drenagem com ampliação das áreas embrejadas, e, de outro, as intervenções que vêm sofrendo, pelo uso da terra, que podem modificar substantivamente seu papel no funcionamento das redes hidrográficas. Este aspecto fez com que Mello (2006) destacasse os brejos como uma feição possivelmente representativa de um “ponto de mutação” na trajetória de evolução dos sistemas fluviais durante o Holoceno no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul.

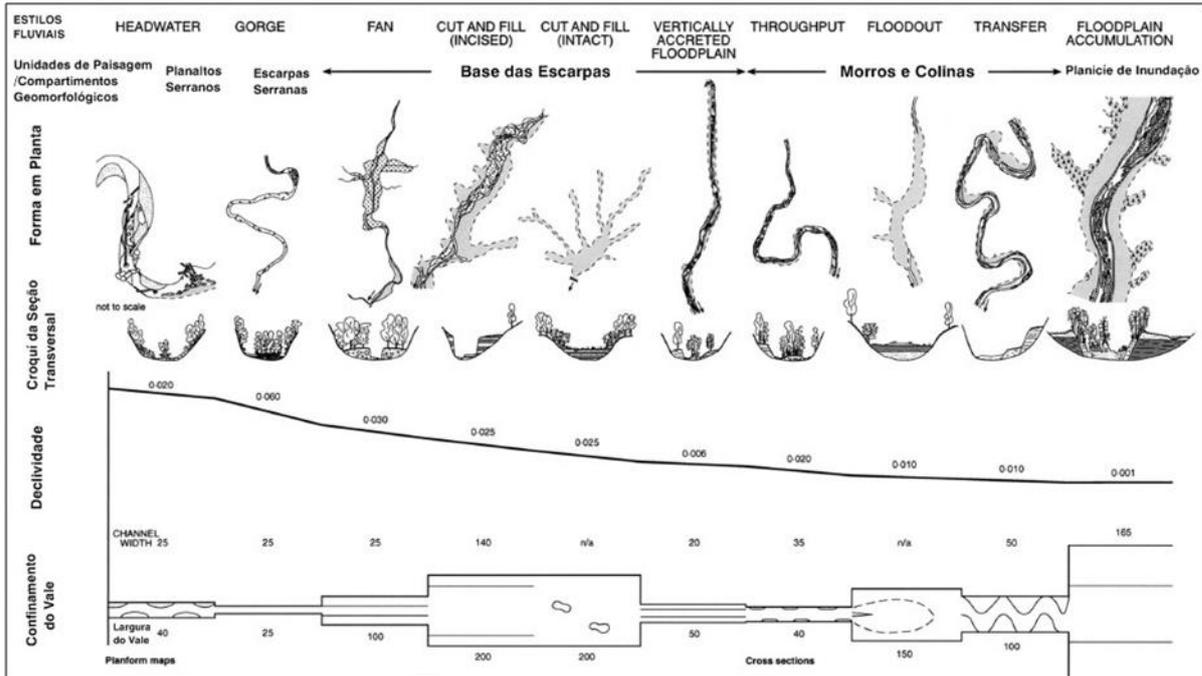
Neste sentido, será discutida neste capítulo a base conceitual e metodológica utilizada para o estudo dos brejos da bacia do Córrego de Santa Rita, em Volta Redonda (RJ).

#### 3.1 Abordagem dos Estilos Fluviais

Nos estudos sobre a classificação de rios, as primeiras abordagens propostas por Leopold & Woman (1957) enfatizavam as diferenças entre os tipos canais a partir da sua forma em planta. Esta perspectiva foi importante, abrindo caminho para que Rosgen (1994,1996) introduzisse a análise do comportamento dos rios, principalmente dos fatores ligados às funções hidráulicas e de transporte de sedimentos, fornecendo uma base para avaliar as interações ecológicas.

Adaptando o modelo de Rosgen, Brierley & Fryirs (1999) propuseram uma classificação denominada “Estilos de Rios” (*River Styles*), que consiste no reconhecimento de padrões de comportamento dos canais fluviais articulados com a estrutura física e a vegetação ripária. Segundo Brierley & Fryirs (2000) e Brierley *et al.* (2002), o estilo de rio é um trecho do rio que reúne unidades geomorfológicas cuja identificação e caracterização se baseia no caráter e no comportamento fluvial: o caráter reflete a estrutura do rio, abrangendo variáveis ligadas à cobertura vegetal e geometria de canal, entre outras; o comportamento está relacionado ao seu funcionamento, envolvendo as características hidráulicas.

Esta estrutura de análise e classificação de rios utiliza uma hierarquia de escalas espaciais interligadas (bacia hidrográfica, unidades de paisagem, estilos de rios e unidades geomórficas), em que as escalas mais amplas se relacionam às condições de contorno, e as escalas menos abrangentes ligam-se ao comportamento dos processos biofísicos (BRIERLEY *et al.*, 2002). Deste modo, partindo do reconhecimento de diferentes unidades da paisagem (padrão morfológico e fisiográfico de uma área), são identificados diferentes ambientes de vale na bacia hidrográfica (vales confinados, não confinados ou parcialmente confinados) e nestes, trechos de rio que possam ser individualizados pelas características de geometria de canal (forma em planta), estrutura da calha e o conjunto de unidades geomórficas relacionadas aos processos erosivos e deposicionais atuais e passados (Figura 3.1)



Estilos de Rios	Classificação de seções ou setores de rios com características do caráter e do comportamento contíguas e harmônicas.
Unidades da Paisagem	Refere-se à inserção do trecho nos domínios geomorfológicos (“ambientes” de escarpa, base de escarpamento, de planalto, colinoso e de planície, p. ex) e na bacia (localização no alto, médio ou baixo curso).
Ambiente de Vale	Identificação de tipos de vale distintos quanto ao grau de confinamento do canal, definido pela relação entre a largura do vale e do canal (canais confinados, parcialmente confinados, não confinados) e pela extensão de trechos de canal aluvial com/sem canais contínuos.
Caráter do Rio/ Forma do Canal	Descrito pela estrutura física do canal em cada seção de rio: forma em planta (simples ou composto; retilíneo ou meândrico); profundidade, largura e grau de estabilidade do canal; caracterização das unidades geomorfológicas do canal e dos materiais deposicionais associados.
Unidades Geomorfológicas dos Canais	Descrição da existência de unidades como: planícies de inundação e terraços fluviais (destacando a contiguidade e largura); níveis de base locais ( <i>knick points</i> ), degraus ou afloramentos na calha dos canais; poços e corredeiras; barras de pontal, diques marginais, tipo de bancos arenosos (alongados, largos ou compridos); tipo de vegetação ripária e áreas embrejadas ou com vegetação na calha do canal.
Comportamento do Rio	Identificado pela interação dos processos (hidrológicos, sedimentológicos e geomorfológicos) atrelados ao conjunto de unidades geomorfológicas de cada estilo fluvial.

**Figura 3.1:** (A) Estilos de Rio identificados na bacia do rio Bega, New South Wales, Austrália. Observa-se que há diferentes unidades de paisagem (compartimentos geomorfológicos), nas quais ocorrem variações no grau de confinamento do vale, podendo apresentar um ou mais estilos de rios, representados pelas características de sua forma em planta e seção transversal (unidades geomorfológicas, depósitos, vegetação). Fonte: Brierley & Fryirs (2000). (B) Base conceitual de reconhecimento de estilos fluviais. Fonte: Adaptado de Fryirs & Brierley (2001); Brierley *et al.* (2002); Fryirs (2003) – modificado de MELLO (2006).

Este arcabouço tem sido utilizado na gestão ambiental de rios na Austrália, propondo uma mudança de concepção na prática de conservação e reabilitação dos rios (BRIERLEY *et al.*, 2002). A avaliação das condições geomorfológicas dos rios inicia com a identificação do estilo fluvial, buscando perceber suas tendências de ajuste dentro dos ambientes de vale. Posteriormente é preciso reconstituir o quadro

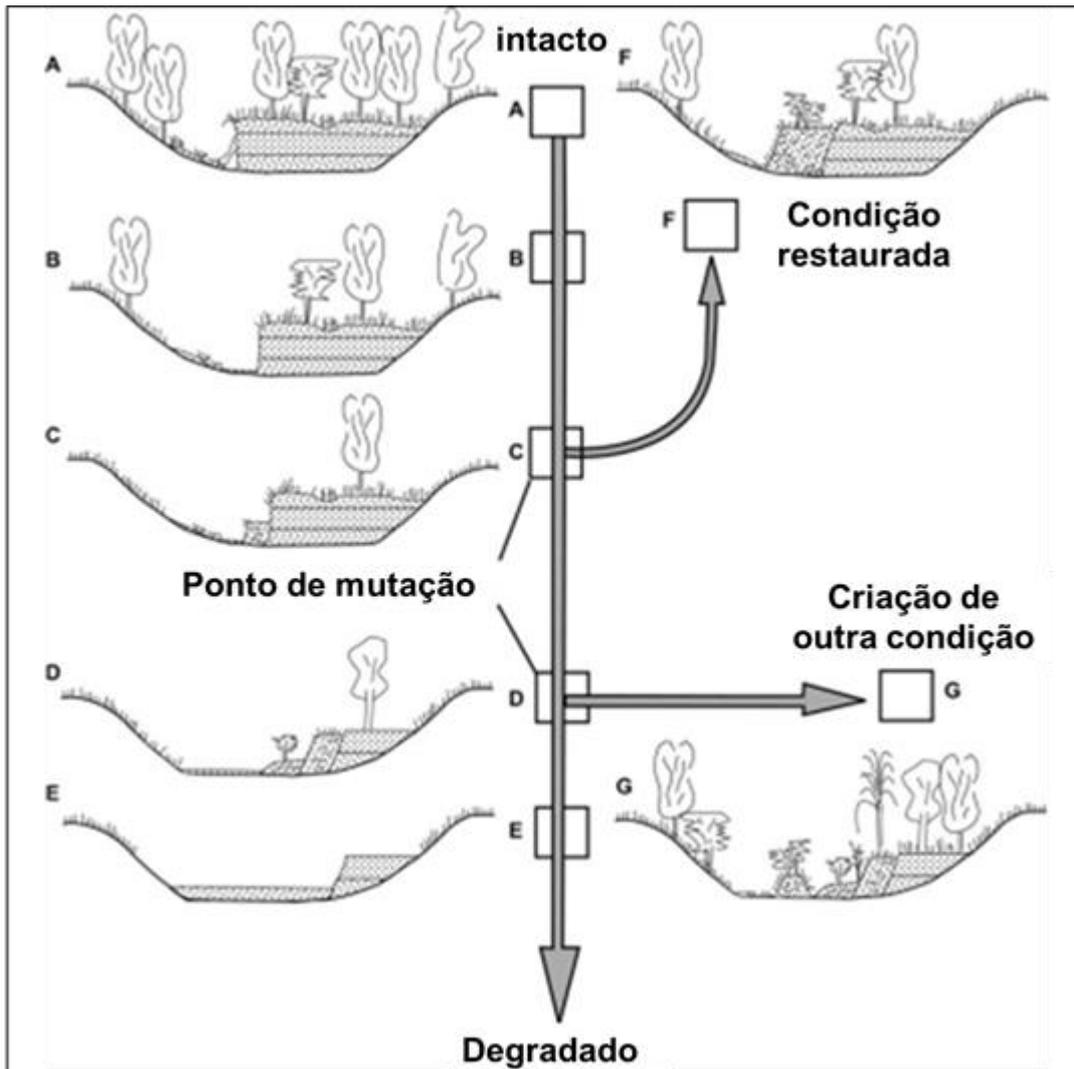
de evolução dos rios para verificar quais são as transformações geomórficas irreversíveis e estimar o quão distante este rio está das suas condições naturais<sup>1</sup>. Após estas etapas é possível, por fim, definir as condições geomorfológicas de cada estilo fluvial identificado na bacia de drenagem em estudo, construindo uma base explicativa e preditiva da evolução dos canais e, deste modo, fornecendo subsídios para a gestão dos recursos hídricos (FRYIRS, 2003). Brierley *et al.* (2002) sublinham que executar avaliações sobre as condições geomorfológicas dos rios sem considerar a sua trajetória de mudanças (transformações) proporciona uma base física insuficiente para a reabilitação fluvial.

Na Figura 3.2 (BRIERLEY *et al.*, 2002) observa-se um exemplo da aplicação desta abordagem metodológica para um Estilo de Rio com vale parcialmente confinado e planícies descontínuas controladas por afloramentos rochosos, na bacia do rio Bega, Austrália. Uma série de condições e pontos de recuperação potencial está representada, configurando possíveis tendências de transformação dos canais fluviais. Partindo da condição “intacta” (ponto A) existem condições boas, moderadas e pobres (representadas respectivamente pelos pontos B, C e D, no lado esquerdo da figura), refletindo mudanças ocorridas desde a colonização europeia. A extensão do distúrbio e os processos que ocorrem nos trechos adjacentes (especialmente a montante) determinam o provável caminho de ajustamento do trecho ou estilo de rio (lado direito da figura): o trecho pode se recuperar em direção a uma condição de restauração onde a estrutura geomórfica e a função são similares à condição intacta (ponto F), ou, se mudanças sistemáticas ou irreversíveis ocorrerem nas condições de contorno da bacia, o trecho/estilo irá se ajustar em direção a uma condição nova, criada (ponto G). Deste modo, estes pontos de transição observados na figura (pontos C e D) são considerados os pontos de mutação (*Turning Points*) entre diferentes condições geomorfológicas de reabilitação fluvial (BRIERLEY *et al.*, 2002).

Note-se que o ponto E representa uma condição de degradação tal que o rio perde suas funções. Esta trajetória de recuperação é utilizada para designar a condição apropriada a buscar nas estratégias de manejo fluvial.

---

<sup>1</sup> Para Brierley *et al* (2002) as referências a quadro “natural” ou “primitivo” correspondem às condições da paisagem no período anterior à colonização europeia da Austrália.



**Figura 3.2:** Reconhecimento de diferentes condições geomórficas para um estilo de rio reconhecido na bacia do rio Bega, Austrália. Na trajetória dada pela linha vertical observa-se a possibilidade de caminhos ou tendências distintas em resposta a processos de degradação dos canais fluviais. Fonte: Adaptado de BRIERLEY *et al.*, 2002).

Considerando-se este quadro de possibilidades torna-se importante discutir a sensibilidade dos canais às entradas (*inputs*) de energia no sistema fluvial, que pode variar em função do tipo e intensidade destes *inputs* e do seu tempo de duração, bem como das interações e conexões entre as partes que compõem o sistema.

### 3.2 Sensibilidade e Conectividade da Paisagem

O conceito de sensibilidade da paisagem foi introduzido por Brunnsden & Thornes (1979) para discutir como os sistemas geomorfológicos respondem às mudanças ambientais. Segundo Brunnsden (1990), a paisagem possui certa estabilidade, que pode ser alterada em função da distribuição temporal e espacial das forças perturbadoras e das forças de resistência no sistema geomorfológico. As

forças perturbadoras podem ter diferentes magnitudes e intensidades, e podem atuar de maneira isolada e independente ou em conjunto e em sequência, proporcionando diferentes comportamentos de mudanças nos sistemas, como apontam Brunsden & Thornes (1979), o que caracteriza sua diversidade e complexidade.

As forças de resistência são descritas na literatura como associadas à resistência de materiais (*strength resistance*), e interferem nas mudanças em função dos atributos e disposições (arranjos espaciais) dos materiais que compõem o sistema; à resistência morfológica (*morphological resistance*), que determina a concentração ou difusão da energia aplicada no sistema; à resistência estrutural (*structural resistance*), ligada à posição de um elemento do sistema em relação às tensões geradas (*stress*) e à capacidade do sistema transmitir impulsos de mudança; à resistência “de filtro” (*filter resistance*), referente às estruturas que controlam a entrada de energia no sistema geomorfológico, controle exercido através da difusão, armazenamento e absorção de energia; e à resistência do estado do sistema (*system state resistance*), que é a predisposição do sistema em resistir a mudanças em função do seu histórico.

O estado de resiliência corresponde ao grau de recuperação do sistema após a aplicação de força ou energia (tensão), ou seja, é a capacidade de um sistema recuperar o seu estado inicial após uma perturbação. Neste conceito, definido pelos ecologistas como resiliência (ORIAN, 1975; WESTMAN, 1978; HILL, 1987; BRUNSDEN, 2001), estão embutidos atributos, tais como: a elasticidade, determinada pela velocidade de recuperação; a amplitude, compreendida com a zona de mudança a partir do qual o sistema irá retornar ao seu estado inicial; e a maleabilidade, que indica o quão diferente o sistema está depois de passar por uma perturbação e retornar ao seu estado de equilíbrio. A partir destas considerações pode-se dizer que a estabilidade do sistema é medida pela razão entre a magnitude das forças perturbadoras e a magnitude e eficiência das barreiras para absorver os impactos causados pelas forças perturbadoras (BRUNSDEN, 2001).

As estruturas de resistência, citadas anteriormente, podem ser entendidas como estruturas morfológicas que atuam na transformação dos elementos da paisagem. Seus atributos e sua distribuição espacial são condicionantes essenciais da disposição de transmissão de matéria e energia. Estas condicionantes têm sido

alvo de estudos geomorfológicos, pois apontam aspectos da conexão entre os componentes da paisagem e os processos que lhes são atribuídos.

A circulação de matéria e energia dentro dos sistemas naturais há muito tempo vem sendo investigada por diferentes ramos da ciência. A noção de conectividade foi utilizada inicialmente na Ecologia, sendo introduzida na Geomorfologia através de estudos que ressaltam o intercâmbio ou as interrupções na transferência de matéria e energia nos sistemas de drenagem.

Neste contexto, Brunsden (2001) considerou a existência das seguintes condições na relação de conexão entre encostas e canais fluviais: condição acoplada (*coupled*), em que os elementos estão ligados, permitindo a livre transmissão de energia e matéria; condição desacoplada (*decoupled*), situação em que a transmissão de energia e matéria foi temporariamente interrompida; e condição não acoplada (*not coupled*), caso onde não há ligação entre as partes do sistema.

Ressaltando a perspectiva espacial, Harvey (2002) propõe que o sistema de drenagem pode apresentar conectividade de montante para jusante, relacionado à transferência de sedimentos, e de jusante para montante, ao envolver a propagação dos efeitos de mudanças de nível de base ao longo dos canais. Fryirs *et al.* (2007a) denominam este tipo de conectividade dentro da rede de canais como “longitudinal”, sendo a conectividade “lateral” referente à relação encosta-canal.

Segundo Harvey (2001; 2002) há diferentes escalas de atuação das estruturas de conectividade da paisagem, podendo ser destacadas: a escala zonal, caracterizada por interferências na transferência de sedimentos entre as principais zonas do sistema fluvial (zona fonte de sedimentos, ou de produção, zona de transporte e zona de deposição); a escala encosta/canal, que resalta a interação entre os processos erosivos; e a escala dos segmentos fluviais, que compreende o transporte de sedimentos entre trechos fluviais, e a estocagem no interior destes segmentos (trechos). Reconhecer que os trechos de um rio apresentam uma dinâmica hidrossedimentar própria e estão ligados a uma escala de conectividade específica significa considerar que estes trechos possuem atributos e comportamentos diferentes que devem ser evidenciados em estudos geomorfológicos que buscam a classificação de rios.

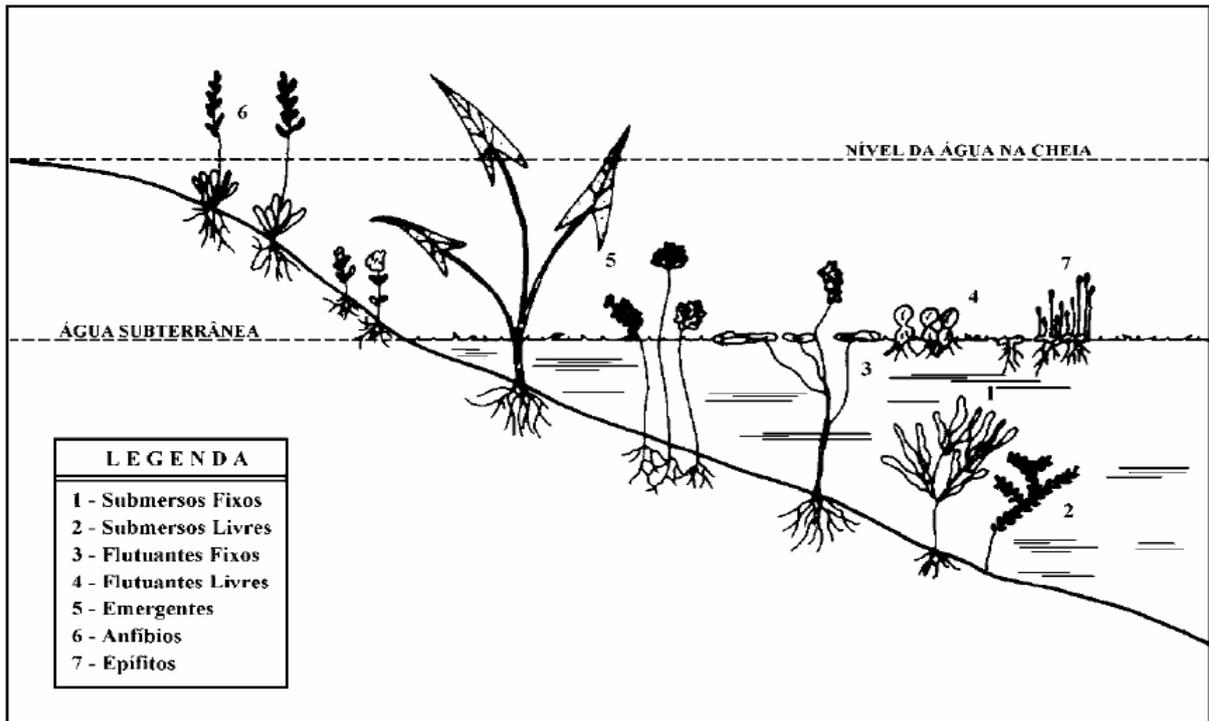
### 3.3 Canais embrejados

Os brejos são citados, desde o século XIX (ver, por exemplo, TYPOGRAPHIA LACERDINA, 1813), como relacionados a ambientes de solos alagados. O reconhecimento de solos saturados como principal atributo dos brejos (ACIESP, 1997; IBGE, 2004; GUERRA, 1993; OLIVEIRA, 1993), juntamente com a presença de uma vegetação natural própria (MOREIRA, 1990; FORNARI, 2001), vem sendo apresentada em diversos registros e estudos realizados no Brasil. Um dos mais conhecidos na literatura geomorfológica, por exemplo, é o que envolve o termo “brejos de altitude”, utilizado para designar formações florestais em terrenos encharcados, situadas em serras e planaltos da região semiárida do Brasil, são configurando “ilhas” com características climáticas e vegetações bastante atípicas dentro deste domínio (TABARELLI & SANTOS, 2004).

Nos estudos desenvolvidos por Mello (2006) e Peixoto *et al.* (2010) – fundamentados na abordagem dos estilos de rios (BRIERLEY & FRYIRS, 1999 e BRIERLEY & FRYIRS, 2000) o termo “canal embrejado” foi utilizado para definir segmentos de rios em que não é possível identificar claramente a calha do canal, o cujo espelho d’água (e seu fluxo) se encontra coberto por uma vegetação característica, ocorrendo nos vales fluviais com ou sem encaixamento da drenagem e ocupando antigos canais erosivos nas cabeceiras de drenagem.

Na estrutura deste tipo de canal, a vegetação tem um papel fundamental, segundo Del Pozo (2011), contribuindo para a conectividade hidrológica no sistema de drenagem. No estudo realizado por esta autora no município de Volta Redonda (RJ), identificou-se a retificação de vários trechos de canais embrejados, que é acompanhada da retirada de sua vegetação característica, alterando sua morfologia e seu papel na transferência de sedimentos.

A vegetação característica dos canais embrejados são as macrófitas. Segundo Cook (1996), as macrófitas aquáticas são vegetais que podem ser vistos sem o uso de instrumentos ópticos, com organismos capazes de realizar fotossíntese, permanente ou temporariamente emersas, submersas ou flutuantes, em corpos de água doce ou salobra. De acordo com Pedralli (1990), estes organismos podem ser classificados como submersos fixos, submersos livres, flutuantes livres, emergentes, anfíbios e epífitos (Figura 3.3).



**Figura 3.3:** Formas biológicas das macrófitas aquáticas (PEDRALLI,1990).

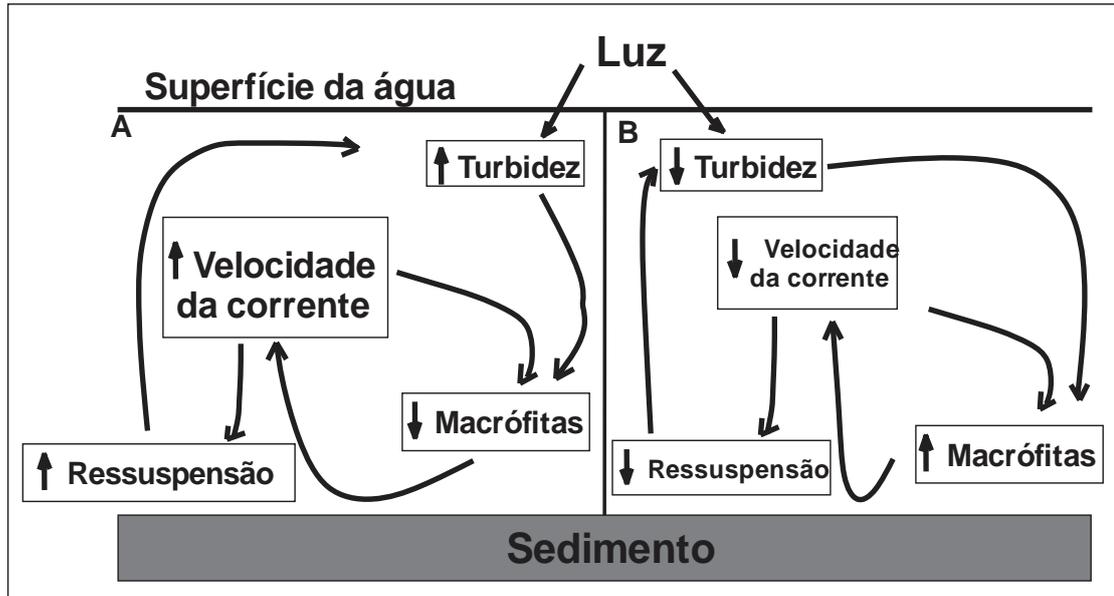
O crescimento e a dispersão desta vegetação são regulados por fatores bióticos e abióticos (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2000; CAMARGO *et al.*, 2003). O fator biótico principal refere-se à competição por nutrientes, que afeta negativamente o crescimento, a sobrevivência ou a fecundidade da população de uma determinada espécie (BEGON *et al.*, 1996; HENRY-SILVA & CAMARGO, 2000). Já o fator abiótico concerne à posição geográfica, que determina abundância de água e nutrientes, radiação solar e temperatura (HAI *et al.*, 2006). Esteves & Barbosa (1986) atribuem aos lançamentos de efluentes domésticos e industriais e/ou ao uso de fertilizantes em áreas agrícolas a responsabilidade pelo crescimento acelerado de determinados tipos de macrófitas em ambientes aquáticos.

Nos estudos sobre os ambientes aquáticos, as macrófitas têm recebido maior atenção a partir da década de 1960, devido às funções que desempenham no meio e pela biodiversidade intrínseca (THOMAZ & BINI, 2003). Diversas pesquisas têm reconhecido, ao longo dos últimos anos (MURPHY, 1988; ESTEVES, 1998; SCREMIN-DIAS *et al.*, 1999; THOMAZ & CUNHA, 2010), as funções ecológicas das comunidades de macrófitas, que contribuem com a ciclagem de nutrientes, a proteção e estabilização de margens e servem de abrigo para reprodução e recurso alimentar para os organismos aquáticos, incluindo peixes, aves e insetos.

Outros estudos (SEIDEL, 1971; WOLVERTON *et al.*, 1975; BRIX & SCHIERUP, 1989; CROWDER, 1991; GUILIZZONI, 1991; RAI *et al.*, 1995; CHANDRA *et al.*, 1993, MIRETZKY *et al.*, 2004; MISHRA & TRIPATHI, 2008) reconhecem o potencial das macrófitas na remoção de metais pesados de áreas contaminadas e de efluentes. Segundo Rai *et al.* (1995), cada espécie de macrófitas tem uma sequência preferencial de acúmulo de metais (Fe > Pb > Mn > Cr > Cu > Cd, por exemplo), incorporando-os no seu sistema através dos processos de absorção e adsorção. Além disso, esta vegetação contribui com a ciclagem de nutrientes (N, P e K), fixando sedimentos no sistema radicular e mantendo a interação com os microrganismos (GUNNISON & BARKO, 1989; BARKO *et al.*, 1991).

Segundo Madsen & Warncke (1983) e Barko & James (1997) os efeitos positivos das macrófitas, por intermédio da estabilização dos sedimentos e controle da ressuspensão, tem provocado a redução da turbidez da água e da carga excessiva de fósforo, impactando positivamente a qualidade da água dos corpos hídricos. Madsen *et al.* (2001) apresentam um modelo conceitual ressaltando que onde há abundância de macrófitas a velocidade dos fluxos d'água é menor, o que é fundamental para a redução da taxa de turbidez e luminosidade (Figura 3.4).

Embora fique evidente a importância das macrófitas para a saúde do meio ambiente, Marcondes *et al.* (2003) destacam que o crescimento acelerado da sua biomassa pode gerar alguns problemas como: a eutrofização e o déficit de oxigênio, a geração de gases ácidos que alteram a qualidade da água, e problemas sociais e econômicos ligados à obstrução de diversas formas de recreação, navegação, irrigação, abastecimento de cidades e indústrias, geração de energia e à invasão das culturas irrigadas (PEDRALLI, 1990; ESTEVES, 1998; THOMAZ *et al.*, 1999).



**Figura 3.4:** Modelo conceitual das interações entre o movimento da água, os sedimentos e as macrófitas aquáticas. No primeiro caso (A), há pouca vegetação e a velocidade do fluxo é alta, consequentemente a turbidez é elevada e a luminosidade é diminuída. No segundo caso (B) ocorre o inverso, pois com a abundância de vegetação a velocidade do fluxo é baixa, consequentemente a turbidez é diminuída e a luminosidade é aumentada (Modificado de MADSEN *et al.*, 2001).

Por fim, cabe frisar que por conta da degradação das matas ciliares, do desvio de cursos d'água para as atividades agropecuárias, da poluição direta e indireta causada pela população, dos aterramentos com fins imobiliários, entre outros processos, as comunidades de macrófitas encontram-se ameaçadas (BOVE *et al.*, 2002). Desta forma, é necessário realizar mais levantamentos das espécies endêmicas de cada região, estudos sistemáticos sobre suas funções no meio ambiente, e legislação que proteja estas formações vegetais e o contexto ecológico em que se inserem.

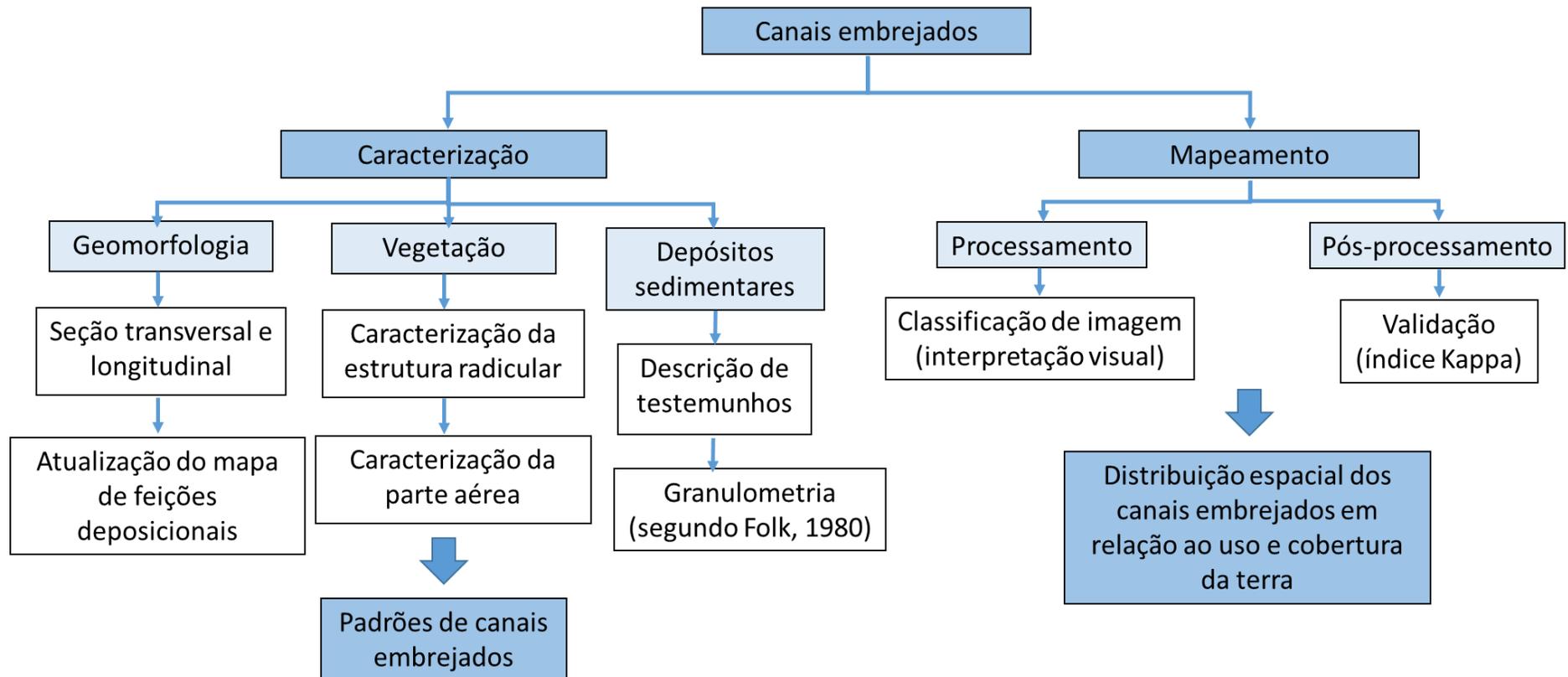
#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada neste trabalho consiste em uma adaptação da abordagem utilizada por Brierley & Fryirs (2000) para identificação de estilos de rios. Esta metodologia compreende uma análise multiescalar, que envolve a caracterização das condições de contorno – relacionadas ao contexto da bacia e do ambiente de vale – além da própria estrutura (forma, largura, profundidade, materiais presentes no leito, etc.) e funcionamento (processos hidrológicos, geomorfológicos, sedimentológicos) dos canais, e já vem sendo aplicada, de modo conjugado à abordagem morfoestratigráfica, nos estudos desenvolvidos pelo NEQUAT/UFRJ em Volta Redonda, conforme já mencionado anteriormente. Devido ao foco do estudo, procurou-se incorporar a esta abordagem outros métodos que permitissem o melhor conhecimento das características da vegetação e da sedimentação associada aos canais embrejados, assim como de suas alterações pelo manejo do solo.

Como primeira etapa da pesquisa, foi realizado um reconhecimento dos canais embrejados existentes na bacia Córrego Santa Rita, selecionada para estudo, buscando-se identificar diferenciações nas suas características. Este reconhecimento foi efetuado com base nas descrições dos trabalhos anteriormente produzidos para a área de estudo, utilizando mapas temáticos, imagens de satélite e principalmente no percurso pelas áreas embrejadas, em campo, com identificação da vegetação presente, e permitiu identificar tipos distintos de canais embrejados.

Posteriormente, foi realizada a seleção de trechos de canais representativos dos tipos identificados para a análise detalhada de suas características geomorfológicas, vegetacionais e deposicionais, utilizando alguns critérios formulados previamente. A caracterização geomorfológica abrangeu a realização de seções transversais ao vale e o mapeamento de feições geomorfológicas quaternárias; a análise da vegetação compreendeu a caracterização da parte aérea (altura, diâmetro, densidade, biomassa seca) e do sistema radicular (comprimento, diâmetro, densidade); a caracterização dos depósitos sedimentares envolveu a descrição de testemunhos e análises granulométricas, entre outras.

Em outro eixo importante do estudo, correspondente à análise espacial das modificações nos canais embrejados da bacia, foi realizado o mapeamento de uso e cobertura da terra (Figura 4.1). Os procedimentos adotados nestas etapas são descritos a seguir.



**Figura 4.1:** Fluxograma das etapas e procedimentos adotados na caracterização de canais embrejados na bacia Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ).

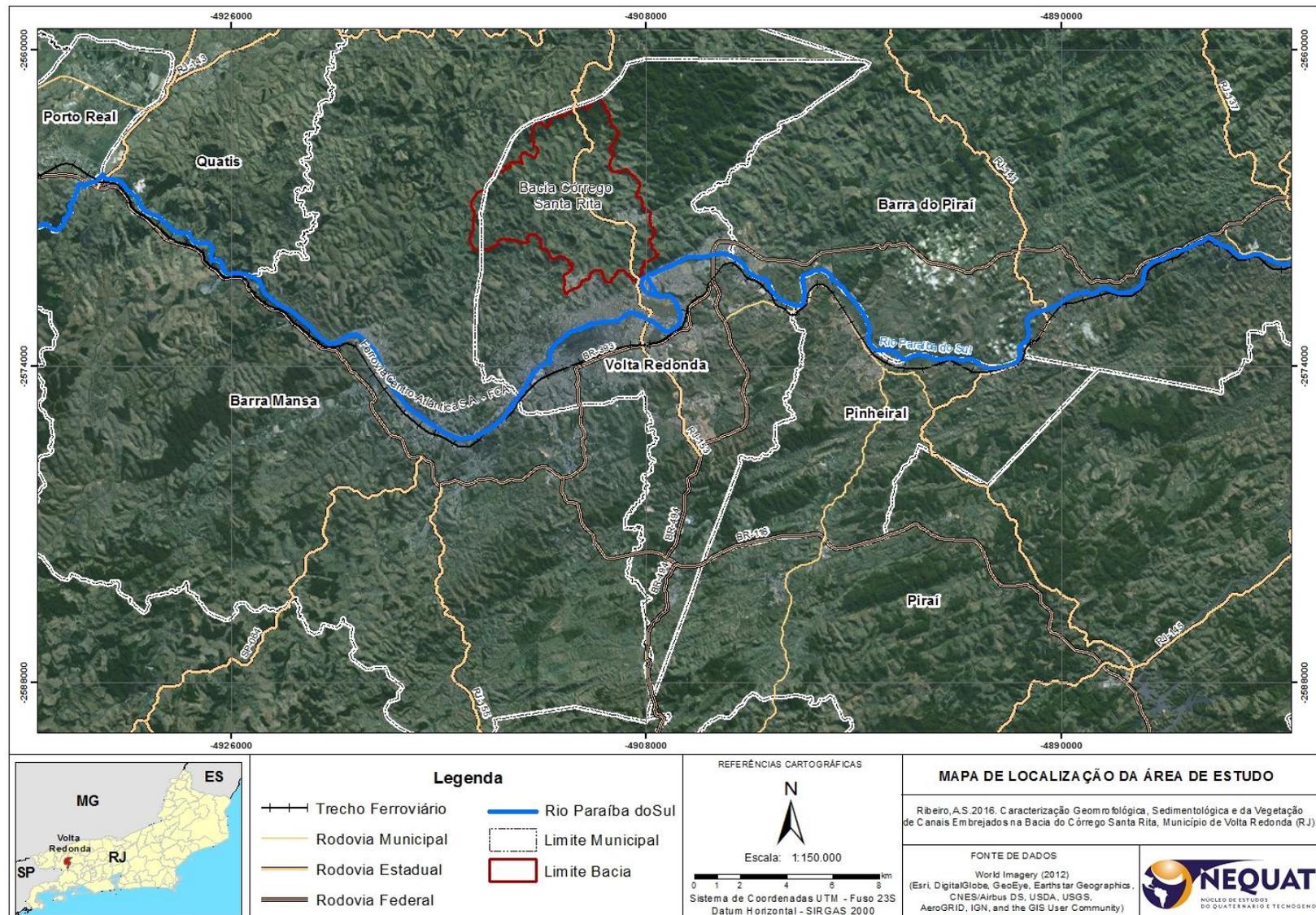
#### **4.1 Localização da área de estudo e vias de acesso**

O município de Volta Redonda está situado na região do Médio Vale do Paraíba do Sul, possui uma extensão territorial de 182,8 km<sup>2</sup> (IPPU-VR, 2015). Este território é compreendido pelas coordenadas geográficas 22°23' a 22°40' de latitude Sul e 44° a 44°12' de longitude Oeste e estabelece limites com os municípios de Barra Mansa, Barra do Piraí, Piraí e Pinheiral.

Neste município selecionou-se a bacia hidrográfica Córrego Santa Rita, por ser representativa de bacias com alto índice de esvaziamento dos fundos de vale e cabeceiras de drenagem. Esta bacia, afluenta do Rio Paraíba do Sul em sua margem Norte, possui uma área de 31,6 km<sup>2</sup>, que abrangem uma série de atividades econômicas representativas da região. O Mapa 4.1 mostra a área da bacia (contorno marrom) localizada na parte Norte do município de Volta Redonda.

A principal via de acesso ao município é rodovia BR 116 ou Rodovia Federal Presidente Dutra, que liga as metrópoles Rio de Janeiro e São Paulo. A rodovia Lúcio Meira (BR-393), que liga o município ao norte da região sudeste e a rodovia Engenheiro Alexandre Drable (RJ-157), que passa por Bananal (após a divisa com São Paulo passa a se chamar SP-64) e Barra Mansa, também são importantes vias de acesso a Volta Redonda.

Em Volta Redonda, a rodovia dos metalúrgicos (VRD-001) é uma importante via de ligação entre o centro de Volta Redonda e rodovia Presidente Dutra. A BR 494, que liga o município de Volta Redonda às zonas industriais de Minas Gerais, é a principal via de acesso na área de estudo (bacia Córrego Santa Rita), cortando – a de Norte a Sul. Outras vias não pavimentadas dão acesso à parte oeste da bacia.



**Mapa 4.1:** Mosaico da localização do município de Volta Redonda no Estado do Rio de Janeiro. Em destaque as principais vias de acesso e a bacia hidrográfica Córrego Santa Rita (contorno amarelo) situada ao norte do município.

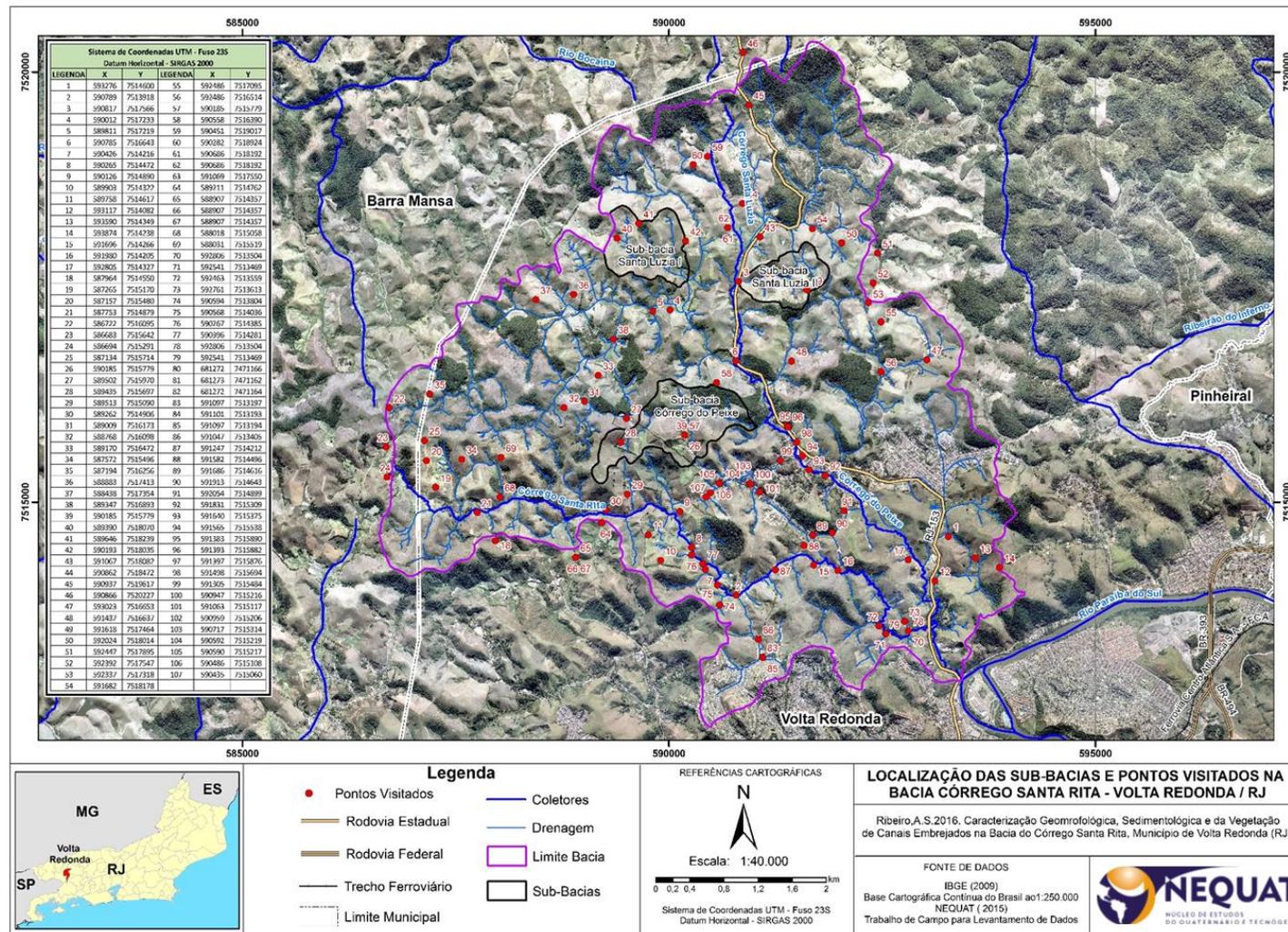
## 4.2 Reconhecimento e seleção dos canais embrejados

Inicialmente foi realizado um levantamento dos dados, mapeamentos e bases cartográficas disponíveis em estudos anteriores. Analisou-se todo o material, com ênfase nos mapeamentos de tipos de rios elaborados por Mello (2006) e Peixoto *et al.* (2010), e em trabalhos de campo realizou-se o reconhecimento dos tipos de canais embrejados a partir dos diferentes padrões de estrutura dos canais, vegetação e transformações resultantes da ação antrópica. Os pontos reconhecidos em campo foram marcados com GPS Garmim.

A identificação e distinção dos gêneros de macrófitas mais recorrentes em canais embrejados foram realizadas com a colaboração dos Professores Marcelo Trindade do Nascimento (Laboratório de Ciências Ambientais/UENF), Márcia Aguiar de Barros (Laboratório de Palinologia, Deptº de Geologia, IGEO/UFRJ) e comparação com a literatura disponível, tais como, Pavanelli (2007), Herbário de la Universidad Pública de Navarra (2007), Grace (1988), Grace (1985), Mc-Naughton (1975).

Após o reconhecimento dos tipos de canais, observou-se a hierarquia e confluência, articulação com outros tipos de segmentos fluviais, o padrão de uso e cobertura da terra, geomorfologia (feições deposicionais e ocorrência de processos erosivos) e acessibilidade, tendo em vista sua caracterização. Com isso, definiu-se os trechos de canais embrejados inseridos em três sub-bacias de 2ª ordem (Córrego Santa Luzia I, Córrego Santa Luzia II e Córrego do Peixe), buscando contemplar a diversidade da paisagem geográfica na unidade espacial trabalhada.

Para mostrar a localização das sub-bacias selecionadas neste estudo e os pontos visitados durante a etapa de reconhecimentos foi elaborado um mapa (Mapa 4.2) utilizando como base uma ortofotomosaico de 2008 na escala 1:25.000, disponível para download no site do IBGE e uma shape da rede de drenagem compatível com esta base, elaboradas para estudos anteriores e disponível na base de dados do NEQUAT/UFRJ. No software ArcGis 10.1®, delimitou-se os polígonos que representam as sub-bacias e plotou-se os pontos do GPS, captados durante o reconhecimento dos canais embrejados na bacia (Figura 4.3).



**Mapa 4.2:** Mapa do reconhecimento dos canais embrujados e seleção das sub-bacias selecionadas e pontos visitados durante a etapa de campo na bacia Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ). Em destaque as sub-bacias Córrego Santa Luzia I, Córrego Santa Luzia II e Córrego do Peixe.

### 4.3 Caracterização geomorfológica

A caracterização geomorfológica envolveu duas ações. A primeira foi uma atualização e complementação do mapeamento de feições deposicionais quaternárias elaborado por Pinto (2009) para a bacia Córrego Santa Rita, e a segunda foi a elaboração de seções transversais e longitudinais ao vale nas áreas selecionadas para estudo, visando a caracterização do ambiente de vale conforme Brierley & Fryirs (2000).

Para o mapeamento de feições deposicionais quaternárias, buscou-se inicialmente conhecer a metodologia empregada e as bases conceituais relacionadas (MEIS, 1977, MEIS *et al.*, 1981; MEIS & MOURA, 1984; MOURA & MEIS, 1980, 1986; MOURA *et al.*, 1992), para em seguida efetuar a complementação dos mapas produzidos por Pinto (2009), que cobriam pequenas sub-bacias da área de estudo. Reconhecimentos e levantamentos de campo permitiram verificar a interpretação e os limites das feições deposicionais mapeadas (Quadro 4.1) sendo as modificações no mapa-base realizadas com o *software* ArcGis 10.1® para as sub-bacias escolhidas para o estudo.

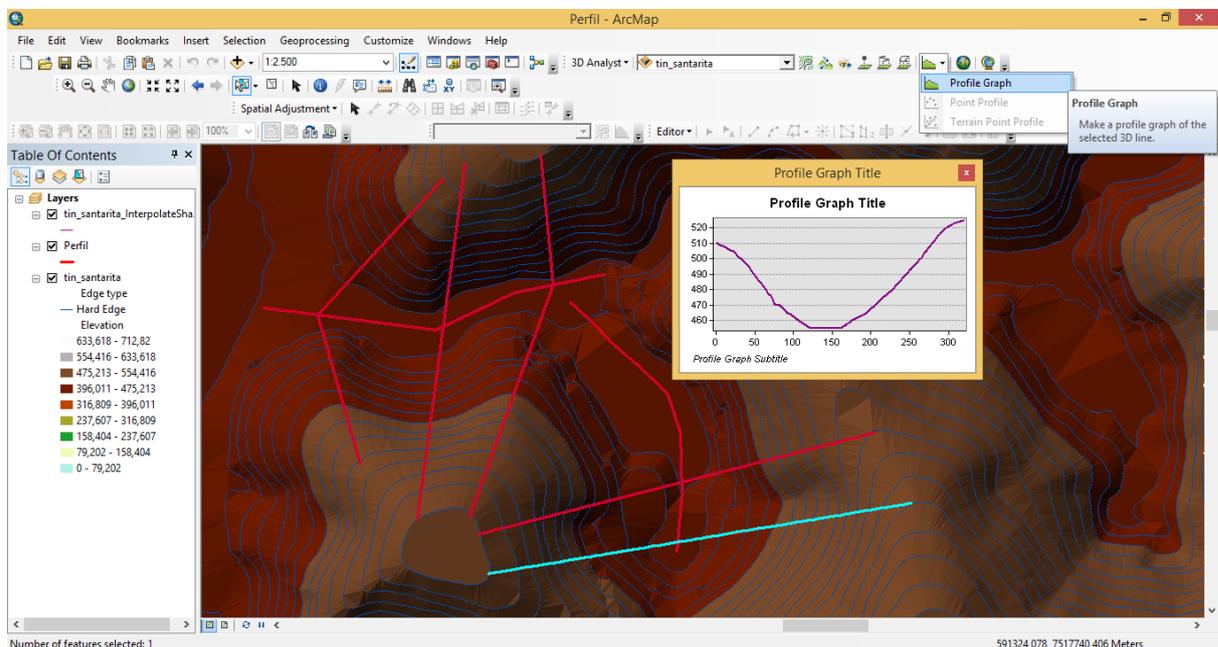
**Quadro 4.1:** Feições deposicionais e erosivas quaternárias mapeadas na área em estudo. Fonte: Pinto (2009).

Feições	Definição
<b>Rampa de Alúvio-colúvio (RAC)</b>	Feições de geometria plana, horizontal a subhorizontal, encontradas em <i>hollows</i> e fundos de vale não canalizados, que apresentam ruptura abrupta com as encostas laterais e estão associadas a uma fase de entulhamento de antigos canais erosivos holocênicos por materiais alúvio-colúviais (evento Manso).
<b>Rampa de Alúvio-colúvio Reafeiçoada (RACr)</b>	Rampas de alúvio-colúvio que apresentam suavização da ruptura entre as encostas laterais e a reentrância plana, devido ao reafeiçoamento por colúviações posteriores à fase de entulhamento alúvio-colúvial.
<b>Terraço Superior (T<sub>1</sub>)</b>	Nível mais elevado da sedimentação fluvial, relacionado à fase de entulhamento dos eixos de drenagem no Holoceno (evento Manso); constituem a extensão topográfica das rampas de alúvio-colúvio no domínio fluvial.
<b>Rampa de Colúvio</b>	Feição deposicional situada em encostas, formada por sedimentos colúvionários. Em geral, apresenta-se nas encostas com segmentos geométricos côncavos em planta e perfil e/ou em cabeceira de drenagens do tipo <i>hollow</i> côncavo (HC).
<b>Planície Fluvial</b>	Área adjacente ao canal fluvial que sofre constantes inundações quando o rio aumenta a sua vazão. Em geral, possui uma topografia suave, tendendo à plana.
<b>Fundo de Vale Esvaziado</b>	Fundo de vale que se apresenta esvaziado.

A caracterização do ambiente de vale iniciou-se com a elaboração das seções transversais e longitudinais, utilizando o *software* ArcGis 10.1®. Os perfis foram gerados usando o Modelo Tin (Grade Triangular Irregular) elaborado em trabalhos anteriores (DEL POZO, 2011), interpolando-o com a shape de linhas das seções nos locais escolhidos, através da opção “Profile Graph” na barra de ferramentas (Figura 4.2)

Em campo obteve-se medidas de largura, comprimento e declividade do canal fluvial em 3 seções ao longo do trecho embrejado em análise, utilizando uma trena e um inclinômetro. O mesmo foi feito para o trecho entre a base da encosta e a margem do canal fluvial, permitindo a construção de croquis do ambiente de vale de cada sub-bacia estudada.

Os gráficos gerados no ArcGis e os dados dos croquis foram trabalhados no *software* CorelDRAW®, criando-se um mosaico mostrando em detalhe a largura do vale fluvial, a forma do canal em planta, a declividade do canal e a representação esquemática das seções transversais (Figura 4.2)



**Figura 4.2:** Detalhe do modelo digital de elevação (MDE) e TIN (Grade Triangular Irregular) gerado para bacia Córrego Santa Rita, interpolados com a shape de linha das seções transversais e longitudinais.

#### 4.4 Caracterização da vegetação

A caracterização da vegetação dos brejos buscou abarcar tanto a parte emersa, que permite a visualização e o reconhecimento de diferentes tipos de brejos (aspecto utilizado no reconhecimento inicial, conforme apresentado acima), e também a parte radicular, tendo em vista sua importância na retenção de sedimentos.

Considerando a possibilidade de haver influência do regime pluviométrico nas características da vegetação, e a restrição de tempo do estudo aqui realizado, buscou-se contemplar a questão da sazonalidade realizando duas campanhas de coleta, uma no inverno e outra no verão.

Com base em Durigan (2003) realizou-se a coleta em três seções ao longo dos canais embrejados, com amostragem em parcelas de 50 cm x 50 cm para análise da parte aérea e amostragem em parcelas de 15 cm x 15 cm para avaliar o sistema radicular (Figura 4.6), perfazendo um total de 11 pontos de amostragem.

Na parte aérea estimou-se a altura média das espécies, que corresponde à distância entre a superfície do solo e a extremidade superior, medida em metros (m) com uma trena; e o diâmetro médio do caule ao nível do solo, utilizando-se um paquímetro (IBGE, 2012).

Em conformidade com o manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico (RODAL *et al.*, 2013) avaliou-se a densidade absoluta da vegetação através da razão entre o número de indivíduos pela área da parcela em metros quadrados (m<sup>2</sup>). Para tanto, foi necessário contar o número de indivíduos em cada parcela, o que serviu como base para verificar a porcentagem do gênero dominante, uma vez que foram diferenciados durante a contagem.

Determinou-se a Área Basal Total (ABT) em cada parcela através das equações apresentadas a seguir (SOARES *et al.*, 2006):

$$a = \pi r^2 \quad (1)$$

$$ABT = \sum_{i=1}^n a_i \quad (2)$$

**Equação 4.1:**(1) Equação para determinação da área de cada tronco;(2) equação para determinação da área basal total (SOARES *et al.*, 2006).

Em que:

$a$  – área basal da planta ( $m^2$ )

$r$  – raio do tronco ( $m^2$ )

$\pi$  – 3,1416

ABT – área basal total ( $m^2$ )

$\Sigma$  – somatório

Todos os indivíduos de cada parcela de 50 cm x 50 cm foram cortados ao nível do solo com uma tesoura de jardineiro, e em laboratório foram fracionados e acondicionados em sacos de papel (furados para permitir a circulação do ar) e colocados em estufa de circulação forçada, com temperatura de 75°C, por 48 horas. Posteriormente foram pesados em balança eletrônica de precisão para obtenção da biomassa seca, conforme a metodologia descrita por Arevalo *et al.* (2002).

Para a avaliação do sistema radicular nas parcelas de 15 cm x 15 cm, coletou-se uma amostra para cada ponto analisado. O corte, feito com um facão no perímetro da parcela, teve profundidade de 40 cm (Figura 4.3).

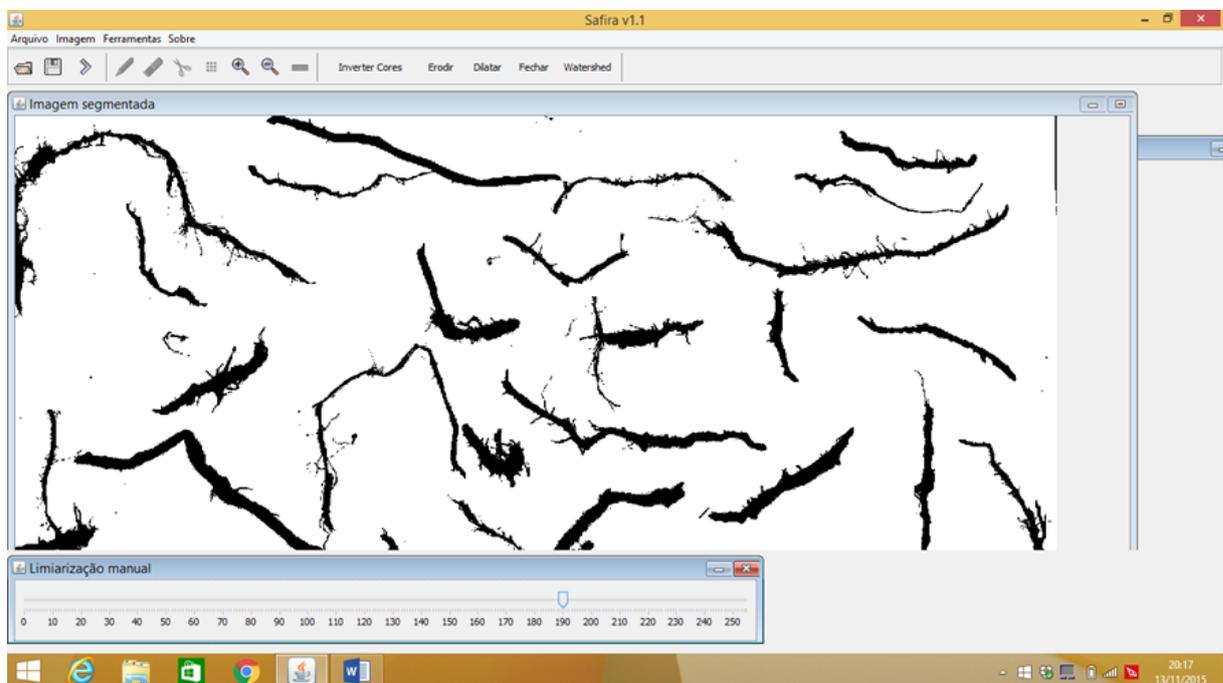


**Figura 4.3:** Materiais adotados na coleta da vegetação do ponto 1 do canal embrejado da sub-bacia Santa Luzia II. A) Gabarito de 50cm X 50cm para coleta da parte aérea da vegetação, e ao lado a vegetação acondicionada em saco preto; (B) Gabarito de 15cm X 15cm para coleta do sistema radicular; (C) Amostra de raiz coletada.

Os procedimentos subsequentes em laboratório foram a lavagem da amostra para a remoção dos sedimentos, secagem em estufa de circulação forçada, com temperatura de 50°C por 24 horas e digitalização das fibras vegetais com um scanner. Os arquivos gerados pela digitalização foram processados no *software* Safira, o qual está disponível para *download* gratuitamente no site da Embrapa (<http://labimagem.cnpdia.embrapa.br>), usando como base um manual que descreve o passo a passo da operação *software*, elaborado por Jorge & Silva (2011).

A primeira etapa do *software* Safira é a segmentação, que consiste na conversão de uma imagem com níveis de cinza para uma imagem com representação binária (dois tons), importante na separação dos objetos e do fundo da imagem (Figura 4.6). A binarização é controlada pela ferramenta chamada de limiarização, que por meio de testes, pode ser ajustada às condições da imagem escaneada. Sendo assim, neste trabalho adotou-se o limiar de 60 para todas as imagens, pois este definiu com mais acurácia os objetos da imagem.

O *software* oferece uma série de ferramentas que possibilitam a edição e configuração das imagens, entretanto, optou-se por não se fazer nenhuma edição, já que os resultados apresentados foram considerados plenamente satisfatórios.



**Figura 4.4:** Interface do programa Safira mostrando a imagem da raiz escaneada passando pela etapa de binarização e esqueletização.

Após a etapa de binarização, o *software* indica automaticamente o número de fibras da imagem e descarta os ruídos de acordo com a configuração do filtro. Em relação ao filtro, também se efetuou vários testes, até definir-se o valor de 35 como padrão para calibração do filtro em todas as operações.

No decorrer do processo, o *software* Safira transforma os objetos em distância, que está relacionado aos diâmetros das raízes em relação ao comprimento. Na sequência ocorre a esqueletização dos objetos, que serve para identificar as partes centrais das raízes e através deste esqueleto se utiliza uma

representação em cores indicando os trechos com diâmetros diferentes (JORGE & SILVA, 2011). Enfim, com o esqueleto colorido de acordo com cada padrão de diâmetro, aparece uma mensagem indicando a quantidade de diâmetros encontrados.

Os resultados são apresentados em duas tabelas, que podem ser exportadas no modelo Excel. Uma das tabelas mostra os valores de volume, área superficial e diâmetro médio ponderado de cada fibra (da raiz); a outra mostra a variação do diâmetro em relação ao comprimento, a área e o volume de cada segmento do comprimento total da raiz (Figura 4.5).

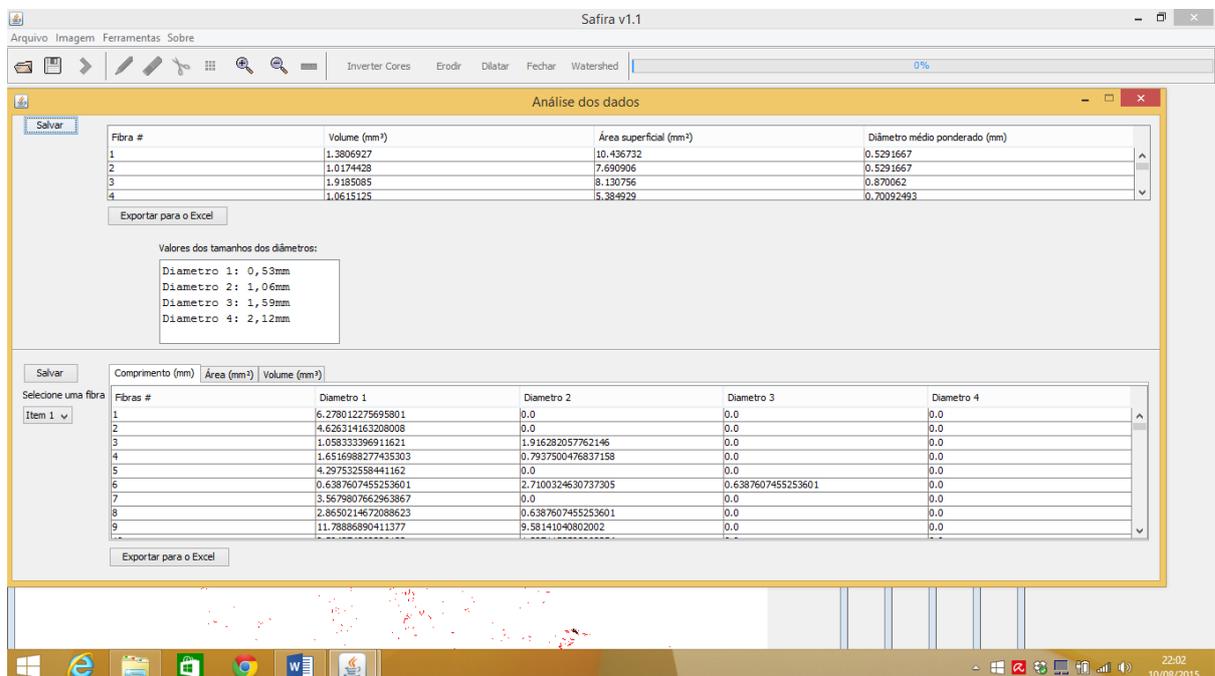


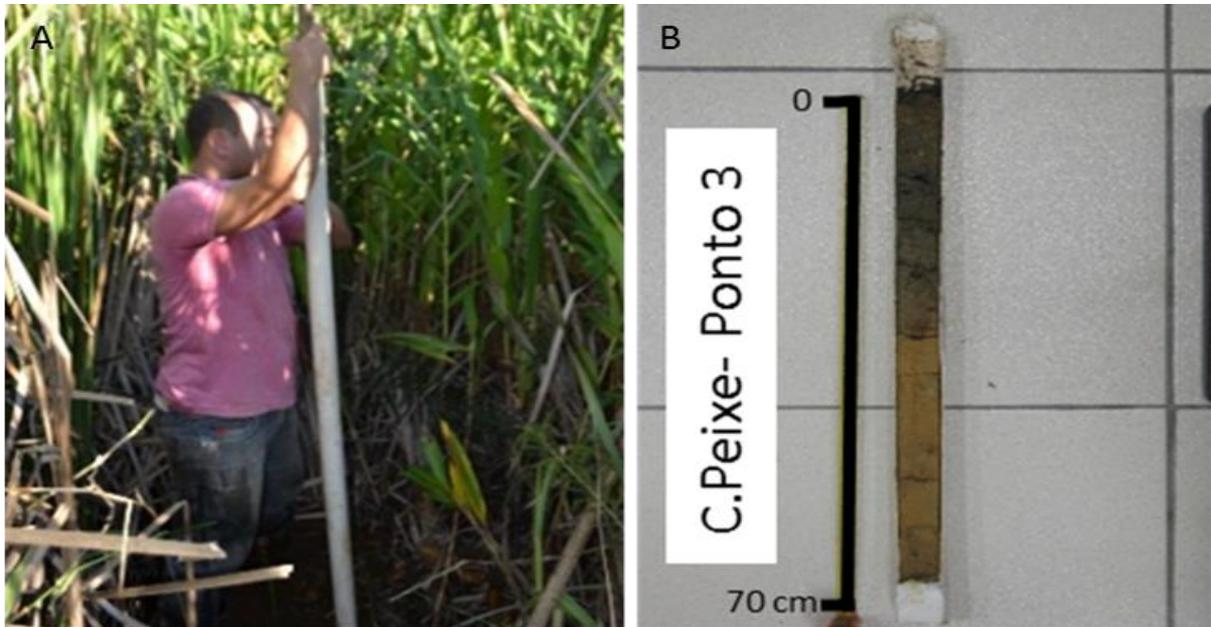
Figura 4.5: Janela do software Safira com os resultados da classificação do sistema radicular.

Na exibição de resultados, onde são apresentados dados gerados na análise da vegetação, foram utilizados gráficos e tabelas para facilitar a visualização das devidas características, e auxilia a destacar as informações importantes referentes aos resultados atingidos.

#### 4.5 Caracterização sedimentológica

Para caracterização sedimentológica foram coletados um total de 21 testemunhos com profundidades variando de 0,5 a 1,2 metros. Destes, 3 coletados na sub-bacia Santa Luzia I; 5 na sub-bacia Santa Luzia II; 3 na sub-bacia Córrego do

Peixe (Mapas 6.1, 6.2 e 6.3). Os testemunhos foram coletados de forma manual em tubos de PVC de 50 mm (Figura 4.6)



**Figura 4.6:** (A) Coleta manual do testemunho no ponto 3 do canal embrejado que está localizado na sub-bacia Córrego do Peixe, utilizando um tubo de PVC de 50 mm de diâmetro; (B) testemunho com 70 cm de material deposicional recuperado e aberto para a descrição sedimentológica.

Os testemunhos foram descritos em escala de 1:20, observando-se aspectos litológicos, texturais (granulometria, seleção e arredondamento dos grãos), composicionais (mineralogia) e cores (baseada na carta de cores de Munsell) que resultaram na elaboração de perfis estratigráficos sintéticos (Figura 6.4, Figura 6.9 e Figura 6.12).

Como apoio a descrição litológica e caracterização dos intervalos, foram realizadas: 1) análises granulométricas em 24 amostras de arenitos como auxílio a caracterização textural e; 2) Análises de DRX em 3 amostras predominantemente argilosas para determinar a composição.

Para análise granulométrica foram coletadas 30g de sedimentos, processados em laboratório para: I) dessalinização, II) remoção da matéria orgânica e III) realização de análise granulométrica por tamisação e pipetagem. Para tamisação utilizou-se o sistema Rot-up com um conjunto de peneiras com aberturas de 2,00; 1,41; 1,00; 0,71; 0,50; 0,35; 0,25; 0,177; 0,125; 0,083 e 0,062mm. Para separar as frações inferiores a 0,062mm (silte e argila) foi feita pipetagem a 24°C, com coletas em 20"; 1'45"; 6'58"; 28' e 1h51'. O percentual de grânulos, areia, silte e argila

verificado nas amostras, e sua classificação textural com base no diagrama triangular de Folk (1980), estão disponíveis no Anexo 2.

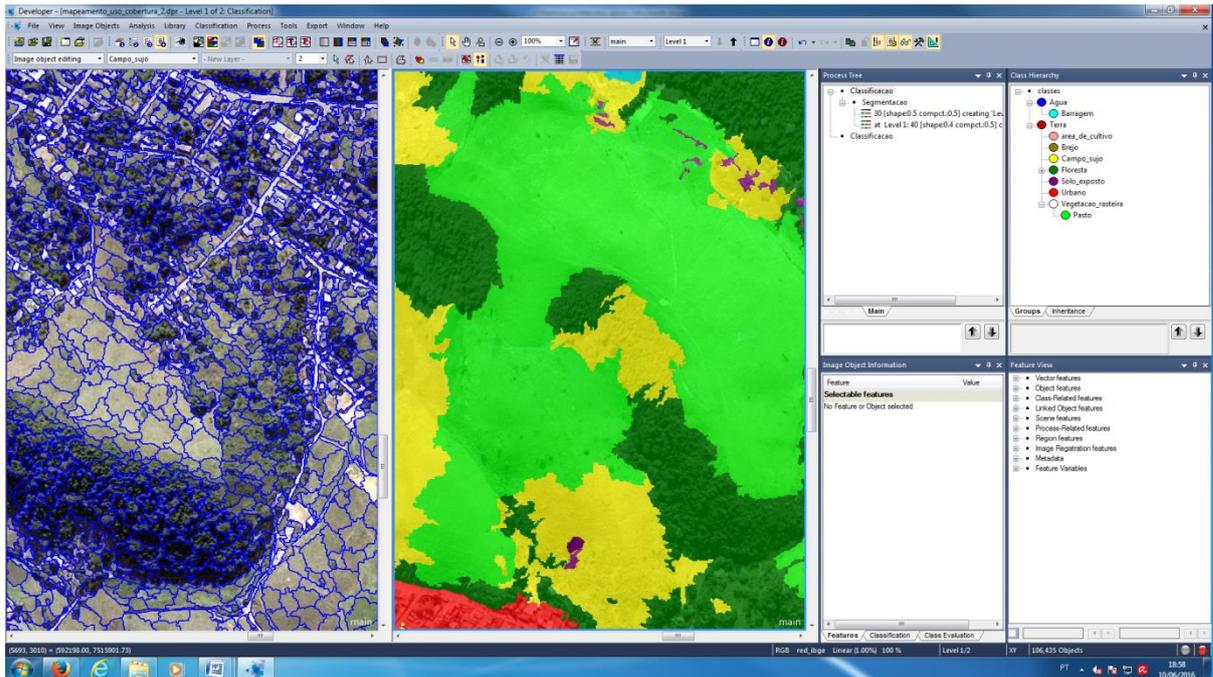
Para determinar a composição dos argilominerais utilizou-se o equipamento *Bruker-D4 Endeavor* pertencente ao Centro de Tecnologia Mineral (CETEM). O equipamento operou sob as seguintes condições: radiação Co K $\alpha$  (40kV / 40mA); velocidade do goniômetro de 0,02° 2 $\theta$  por passo, com tempo de contagem de 0,5 segundos por passo e coletados de 4 a 80° 2 $\theta$ . As interpretações qualitativas do espectro foram realizadas por comparação com padrões contidos no banco de dados do CETEM.

#### **4.6 Mapeamentos de cobertura e uso da terra**

Para elaboração do mapeamento de cobertura e uso da terra adotou-se a técnica de interpretação visual de imagens, com base no reconhecimento da área através de trabalhos de campo (ver item 6.1) e no roteiro metodológico para a identificação dos objetos, elaborado por Panizza e Fonseca (2011), que leva em consideração a forma (geometria do objeto), tamanho, tonalidade (quantidade de energia refletida por um objeto), localização, textura (lisa ou rugosa, homogênea ou heterogênea) e estrutura (paralela, quadriculada, retangular, etc.). Estes diferentes critérios visam minimizar a subjetividade na interpretação visual.

Os materiais utilizados foram o *software* eCognition®, que se aplica a uma classificação orientada a objetos, o *software* ArcGis 10.1®, que é importante na edição e análise de dados geográficos, e como insumo utilizou-se a ortofotomosaico de 2008, na escala 1:25.000, disponível para *download* no site do IBGE.

O *software* eCognition® foi utilizado para realizar a segmentação da imagem através da criação de regiões homogêneas e o crescimento das mesmas, proporcionando a obtenção de vários polígonos, referentes às diferentes formas dentro da imagem. Neste *software* também foi possível utilizar a ferramenta de treinamento (coleta de amostras) para observar os elementos da imagem segmentada e posteriormente classificá-los conforme as classes definidas na legenda (Figura 4.7). Os resultados do processo de classificação com o eCognition® foram exportados no formato *shapefile* e editados no *software* ArcGis 10.1®.



**Figura 4.7:** Exemplo de um trecho da bacia Córrego Santa Rita segmentado e classificado através de interpretação visual no *software* eCognition.

A legenda utilizada neste mapeamento foi estabelecida com base no trabalho de Del Pozo (2011). Esta autora construiu a legenda a partir da conjuntura regional da ocupação e uso da terra, que abarca tanto as áreas urbanas quanto rurais, abrangendo pastagens, áreas de cultivo e fragmentos de florestais (ver Anexo – 4, no tópico 0); e também apoiada nas classificações do projeto europeu CORINE Land Cover (2000), do IBGE (2006) e da Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro (IPP 2004). Além disso, consideraram-se os critérios de distinção da vegetação contidos na Resolução CONAMA 10/94 (Quadro 4.2).

**Quadro 4.2:** Classes de cobertura e uso da terra e suas respectivas definições (DEL POZO,2011).

<b>Classes de cobertura e uso da terra</b>	<b>Definições</b>
Área de ocupação urbana	Contempla as áreas com estruturas urbanas, mesmo que estas não estejam inseridas em um núcleo urbano consolidado (DEL POZO,2011).
Solo exposto	São áreas onde o solo está desprotegido em função do manejo, exploração mineral e degradação, tais como a terraplanagem, corte de estradas, voçorocas e queimadas (REIS, 2008).
Áreas agrícolas	São áreas onde se desenvolve as atividades agrícolas, como horticulturas,

	fruticulturas etc.” (IPP, 2004).
Campo sujo	São áreas de pastagem abandonadas ou em descanso, com gramíneas de maior porte e mais densa, além da presença de arbustos (DEL POZO,2011).
Pasto raso	São áreas onde se desenvolve a atividade pecuária, com predominância de vegetação herbácea menos densa que permite visualizar o pisoteio do gado (DEL POZO,2011).
Eucaliptos cultivados	Trata-se de áreas onde ocorre o cultivo de eucalipto para comercialização ou outros fins (ABREU,2010).
Vegetação secundária	São áreas onde a vegetação é “resultante de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial de vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes de vegetação primária” (CONAMA 28/94,1994).

As classes denominadas de canais embrejados, canais embrejados com barragem e canais embrejados retificados tem suas definições estabelecidas no item 6.1, e complementam a legenda deste mapa de cobertura e uso da terra.

Os resultados deste mapeamento foram apresentados em escala de detalhe devido ao propósito do mapeamento e ao tipo de elementos que se pretende destacar no mapa.

Sua validação foi realizada através do índice Kappa, que é uma medida de concordância e fornece uma ideia do quanto às observações se afastam daquelas esperadas, indicando assim quão legítimas as interpretações são.

A aplicação do índice Kappa foi realizado da seguinte forma: primeiro solicitou-se que um profissional, devidamente capacitado para reconhecer tais classes, coletasse 30 amostras de cada classe deste mapeamento, utilizando os mesmos insumos e técnicas do mapeamento. Posteriormente, plota-se as amostras coletadas sobre o mapa elaborado e quantificaram-se as amostras divergentes. Por fim, aplica-se o cálculo de exatidão do mapeamento com base na fórmula de Cohen (1960) (Equação 4.2).

$$Kappa = \frac{n \sum_{i=1}^m X_i - \sum_{i=1}^m (X_{i+} X_{+i})}{n^2 - \sum_{i=1}^m (X_{i+} - X_{+i})}$$

**Equação 4.2:** Equação do cálculo de exatidão Kappa (COHEN,1960).

Em que:

K – índice kappa

n = número total de observações;

$X_{i+}$  e  $X_{+i}$  = somatório na linha e na coluna, respectivamente;

m = número de temas mapeados.

De acordo com a fórmula deve-se obter o produto da multiplicação entre o somatório da diagonal e o número de amostras, e subtrair da soma do produto da soma entre colunas e linhas; e dividir pelo resultado da subtração entre o número de amostras ao quadrado e a soma do produto da soma entre colunas e linhas. Todo esse procedimento foi elaborado na tabela do Excel, e o grau de concordância foi comparado com o valor Kappa de referência elaborado por Galparsoro e Fernández (2001).

**Tabela 4.1:** Valor para avaliar o grau de concordância a partir do índice Kappa.

Valor do Kappa	Concordância
< 0,20	Pobre
0,21 - 0,40	Fraca
0,41 - 0,60	Moderada
0,61 - 0,80	Boa
0,81 - 1,00	Muito boa

Fonte: Adaptado de Galparsoro e Fernández (2001).

## 5 ÁREA DE ESTUDO

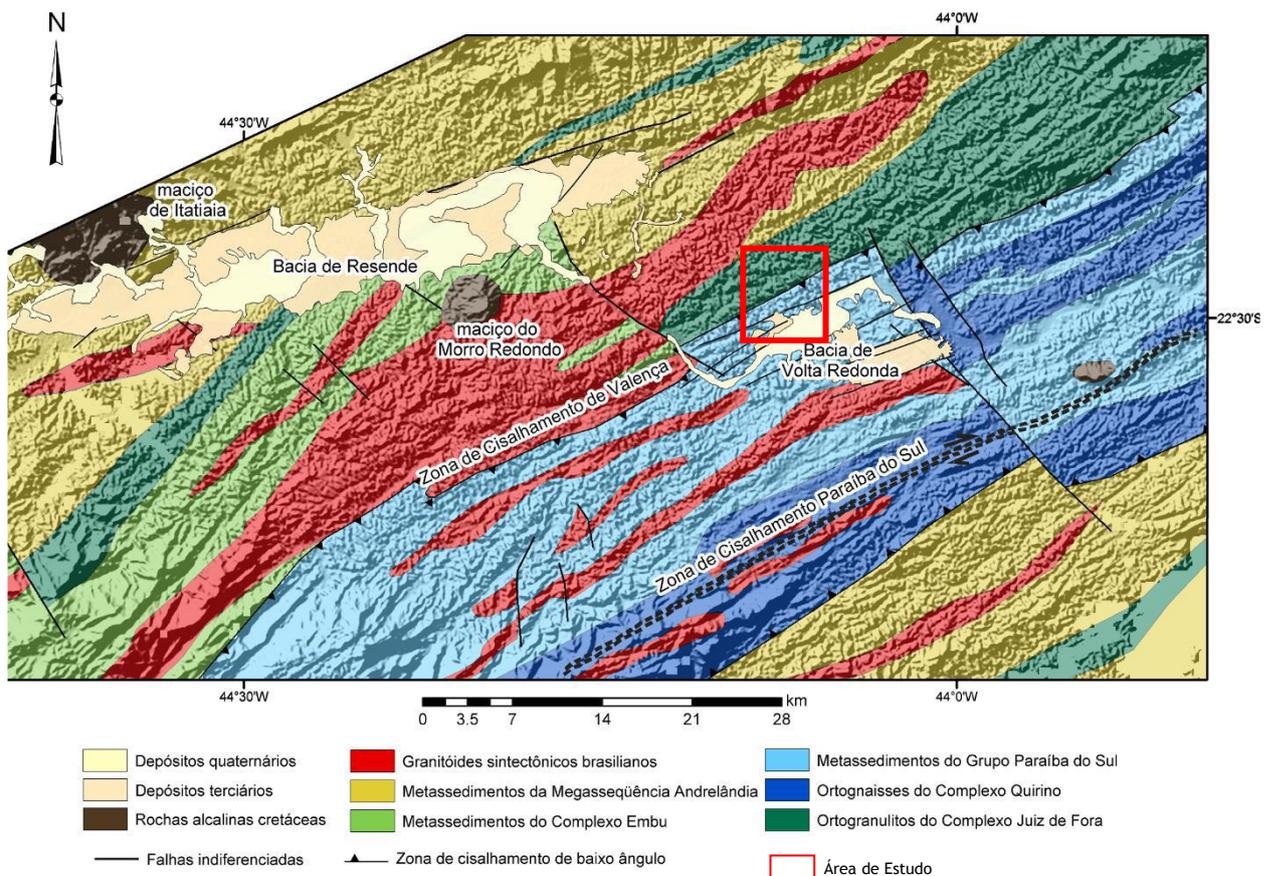
### 5.1 Contexto Geológico da Área de Estudo

A área de estudo insere-se no segmento central da Faixa Móvel Ribeira ou Orógeno Ribeira, a qual guarda os traços geológicos do sistema orogênico neoproterozóico-cambriano (Orogênese Brasileira) que constitui a Província Mantiqueira (RICCOMINI, 1989; FONSECA, 1998). Este complexo sistema, datado entre 880 Ma (início) e 480 Ma (fim), sublinha a evolução orogênica diacrônica composta por processos orogenéticos (colisionais e extensionais), que dão origem ao embasamento da Plataforma Sul-Americana (HEILBRON *et al.*, 2004; BRITTO-NEVES *et al.*, 1999). Na Faixa Ribeira, as estruturas produzidas nas etapas colisionais associadas à amalgamação do segmento oeste do supercontinente Gondwana foram determinantes para a formação de estruturas deformacionais relacionadas às etapas denominadas de deformação principal, responsável pela compartimentação tectônica da faixa e deformação tardia (NEGRÃO, 2014).

O embasamento pré-cambriano da região sudeste é constituído de rochas neoproterozoicas (complexos ortoderivados paleoproterozoicos, complexos paragnáissicos neoproterozoicos e suítes intrusivas neoproterozoicas e paleozoicas). Estas rochas foram desenvolvidas de forma diacrônica, no contexto da orogênese Brasileira, e estão inseridas nos domínios Embu e *Klippe* Paraíba do Sul da Faixa Ribeira. Na Faixa Ribeira as unidades litotectônicas aflorantes identificadas foram chamadas de Complexos Ortognaissicos (Complexo Juiz de Fora, Complexo Quirino, Suíte Campinho e Complexo Taquaral), Complexos Paragnáissicos (Complexo Embu, Grupo Paraíba do Sul, Grupo Andrelândia) e Suítes Intrusivas (NEGRÃO, 2014).

Na bacia hidrográfica escolhida para o estudo, as unidades geológicas têm contato tectônico através de falhas de empurrão e zonas de cisalhamento e estão identificadas por descontinuidades tectônicas que as compõem (Figura 5.1). Na porção N-NW da bacia está o Complexo Juiz de Fora, constituído por ortogranulitos do Paleoproterozóico com estruturas migmatíticas e coberturas proterozóicas de paragnaisses caracterizadas por quartzitos e xistos pelíticos, que gradam para uma associação de micaxistos e gnaisses. Na porção central da bacia hidrográfica de Santa Rita, é identificado o Grupo Paraíba do Sul, caracterizado por uma sucessão de rochas metassedimentares: silimanita-biotita gnaisses pelíticos e biotita gnaisses

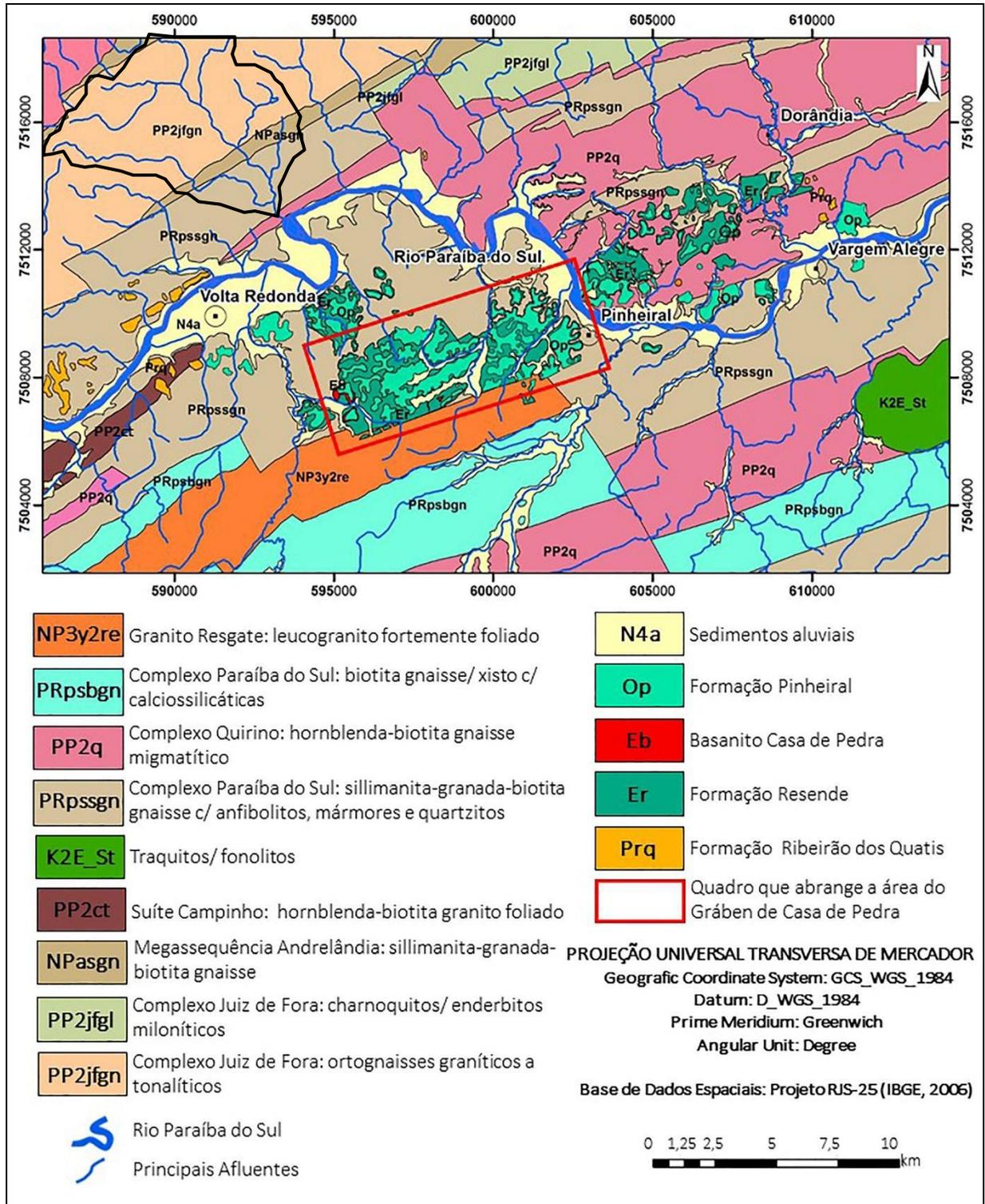
psamíticos, com intercalações de margas dolomíticas, quartzitos e rochas calcio-silicáticas. A Sul da bacia encontra-se os depósitos sedimentares do Neógeno (Terciário e Quaternário) que preenchem a bacia sedimentar de Volta Redonda. Além desta bacia sedimentar, outra estrutura muito importante na área é o Gráben de Casa de Pedra, situado na porção S-SW do município de Volta Redonda, também preenchido por coberturas sedimentares.



**Figura 5.1:** Mapa geológico do segmento central da Faixa Ribeira na região das bacias terciárias de Resende e Volta Redonda, no estado do Rio de Janeiro, com a localização da área de estudo (bacia hidrográfica Córrego Santa Rita) (Modificado de HEILBRON *et al.*, 2004, in: SANSON, 2006).

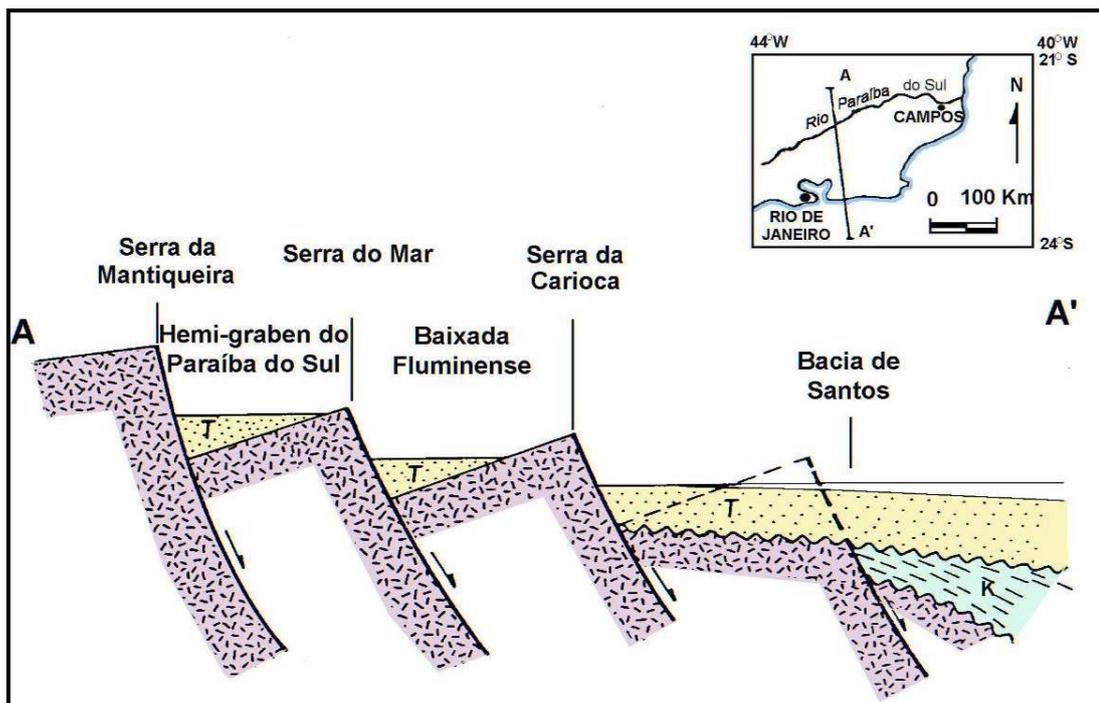
A estabilidade da faixa Ribeira com o fim da Orogênese Brasileira abriu caminho para períodos de denudação, que proporcionou a produção de sedimentos para o preenchimento de algumas bacias (NEGRÃO, 2014, vide Figura 5.2). Posteriormente, entre o final do Jurássico e início do Cretáceo ocorre uma retomada dos eventos tectônicos e magmáticos distensivos associados à quebra do Gondwana e abertura do Atlântico Sul. Este evento conhecido como “Reativação Wealdeniana” (ALMEIDA, 1967) foi caracterizado por falhas normais, fraturamentos

crustais e intensos processos de magmatismo fissural (SCHOBENHAUS *et al.*,1984).



**Figura 5.2:** Mapa geológico com detalhamento das bacias neogênicas e dos domínios cristalinos em Volta Redonda, no estado do Rio de Janeiro, com a delimitação (em preto) da bacia hidrográfica do Córrego Santa Rita (Modificado de NEGRÃO, 2014).

De acordo com Negrão (2014), os processos subsequentes registrados entre o Neocretáceo e Paleogeno foram responsáveis pelas atividades magmáticas, manifestadas sob a forma de plutonismo e vulcanismo alcalino e pela abertura do Rifte Continental do Sudeste do Brasil. Para descrever este fenômeno, Asmus e Ferrari (1978) sugeriram um modelo de evolução considerando compensação isostática entre as regiões continental e oceânica (Figura 5.3). Neste modelo, os referidos autores apontam processos de afinamento da crosta e acumulação de sedimentos como agente da subsidência da região oceânica e a reativação tectônica ao longo de zonas de fraquezas pré-cambrianas como responsável pelo basculamento de blocos na área continental. Segundo Riccomini (1989) a origem deste escalonamento de blocos seria devido a um basculamento termomecânico provocado por reativações em zonas de cisalhamento preexistentes.



**Figura 5.3:** Bloco diagrama do perfil geológico da região costeira do sudeste do Brasil (bacia de Santos – Serra da Mantiqueira), mostrando o padrão escalonado de blocos falhados e basculados (ASMUS & FERRARI, 1978, in SANSON, 2006).

No Hemi-Grabem do Paraíba do Sul situam-se os depósitos sedimentares da bacia de Volta Redonda. Nela encontram-se as camadas terciárias pré-Formação Volta Redonda, representadas por camadas tabulares de material arenoso fino, com indícios de estratificações fluviais; a fase 1 e 2 da Formação Volta Redonda – Fase 1 composta por arenitos argilosos, argilitos siltosos e argilitos arenosos de estrutura

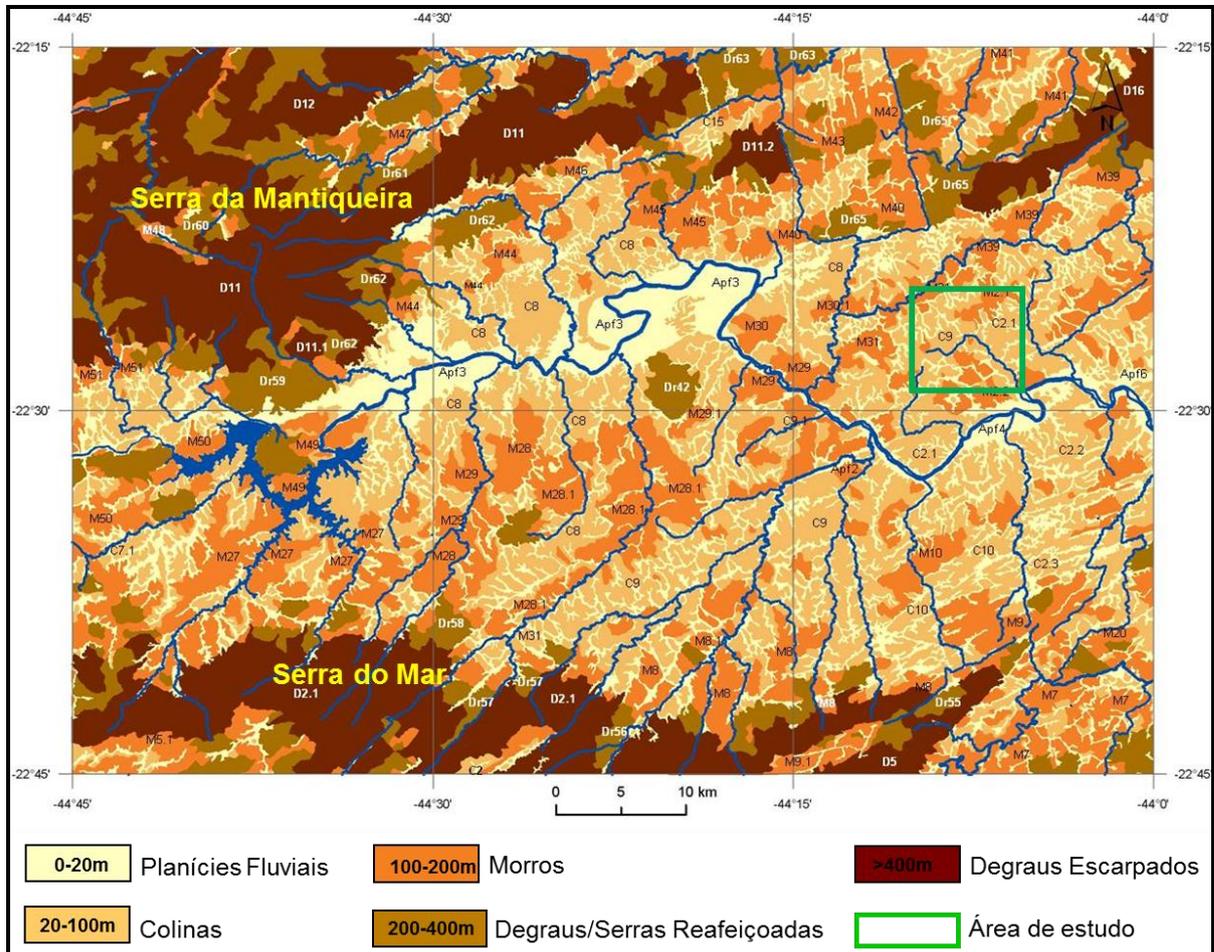
maciça, produto de fluxos de detritos com fraco retrabalhamento fluvial e Fase 2 composta por arenitos feldspáticos e conglomerados com clastos de quartzo, formados a partir da sedimentação em canais entrelaçados com variações de fluxo – e registros sedimentares paleogenicos identificados em seções intermitentes ao longo do rio Paraíba do Sul e na depressão chamada de “Gráben de Casa de Pedra”, onde também se verifica derrames de rocha ultrabásica alcalina (MELO *et al.*,1983). Observa-se ainda nesta bacia sedimentar a presença de estruturas sedimentar relacionadas a formação Pinheiral e formação Resende (NEGRÃO, 2014). Embora este depósito sedimentar tenha um significado geológico considerável, está restrito a porção centro-sul do município de Volta Redonda, e, portanto, praticamente não ocorrendo na parte norte onde se localiza a bacia hidrográfica escolhida para o estudo.

A tectônica evidenciada na bacia de Volta Redonda produziu importantes feições estruturais associadas a falhas de empurrão e zonas de cisalhamento transcorrentes, com lineamento na direção NE-SW, NW-SE, segmentando as estruturas anteriores e NNW-SSE (HASSUI *et al.* 1975; MELO *et al.*,1983; RICCOMINI ,1989; MELLO, 2006; SANSON, 2006). Estas estruturas estabelecem um considerável controle estrutural sobre a compartimentação geomorfológica e organização da rede de drenagem através de fenômenos de capturas fluviais

## **5.2 Arcabouço Geomorfológico**

A área de estudo integra os domínios colinosos conhecidos como “mares de morros” na Depressão Tectônica do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, inserida no Planalto Atlântico brasileiro, entre as escarpas das serras do Mar, a Sul, e da Mantiqueira, a Norte, que conformam os principais divisores de águas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Segundo Silva (2002) a região do MVPS possui três grandes unidades morfoestruturais: planalto e escarpas da Serra da Mantiqueira, planalto e escarpas da Serra da Bocaina, e depressão interplanáltica do Médio Paraíba do Sul, onde está inserida a área de estudo. Na depressão interplanáltica do Médio Paraíba do Sul, SILVA *et al.* (2007) reconheceu os compartimentos colinosos Bacia de Resende (C8), Bananal/Amparo (C9), Volta Redonda (C10) e feições de morros reconhecidas como Ribeirão das Lajes (M7),

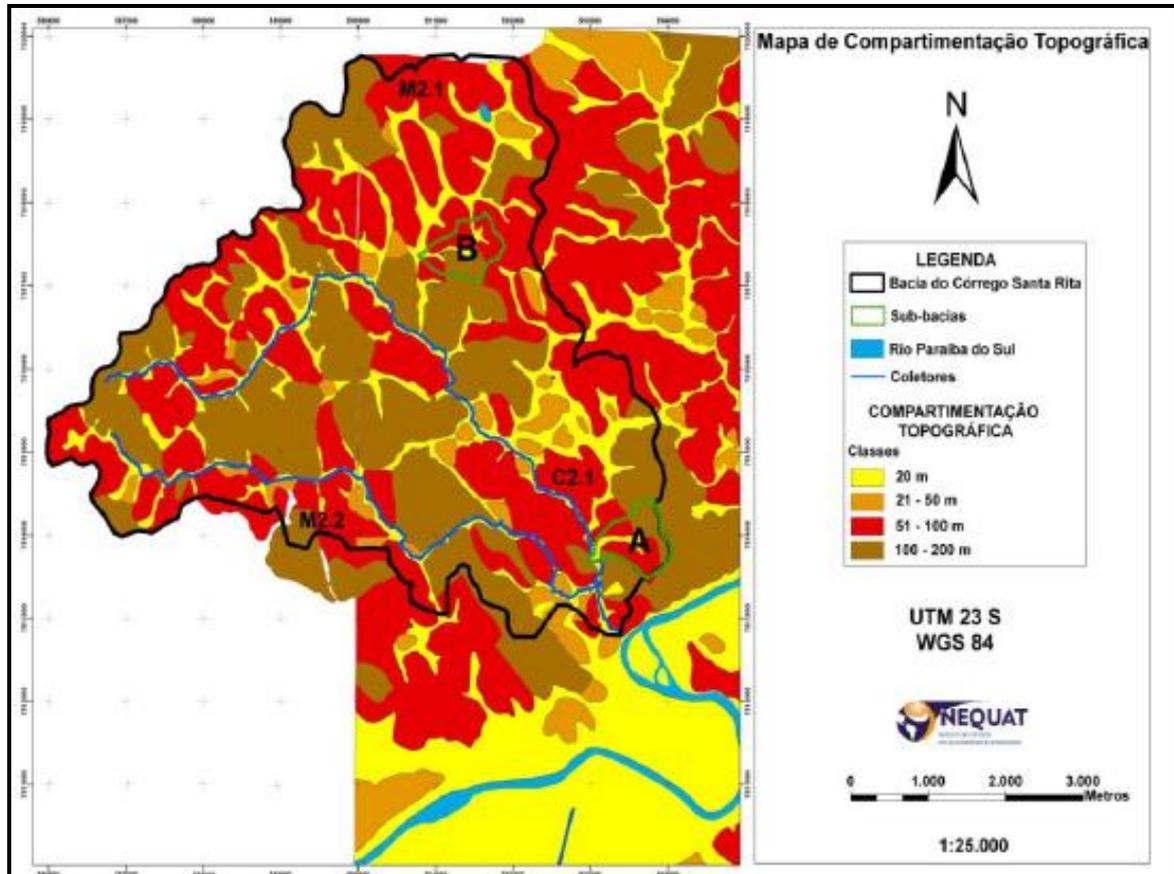
Getulândia (M9), Ribeirão Fortaleza (M28), Fazenda do Salto (M29) orientados segundo a orientação NE-SW (Figura 5.4).



**Figura 5.4:** Compartimentação topográfica da região do médio vale do rio Paraíba do Sul. Em destaque a localização da Bacia Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ) (SILVA et al., 2007).

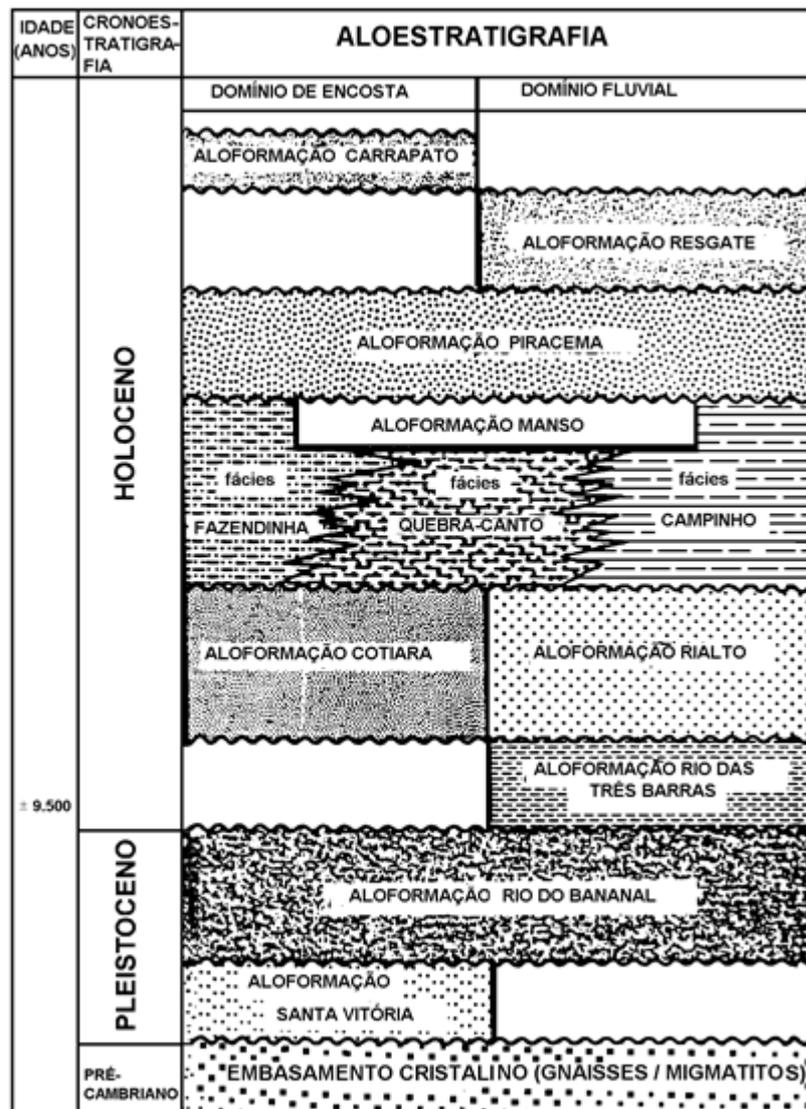
A bacia em estudo está inserida no domínio do compartimento Bananal/Amparo (MELLO, 2006; PINTO, 2009). Este compartimento é composto pelo sub-compartimento de Colinas Barra Mansa (C2. 1), com altitudes entre 430m e 540m e padrão alongado com orientação preferencial NE-SW e secundária NW-SE; pelo sub-compartimento de Morros Serra do Amparo (M2.1), com altitudes entre 500-680m, desnivelamento altimétrico de 100-200m e orientados preferencialmente na direção NW-SE; e pelo sub-compartimento de Morros Santa Rita (M2.2) com altitudes entre 510m e 590m e orientação variando de NW-SE a E-W (MELLO, 2006) – visualizados em maior detalhe na Figura 5.5, que constitui um mapa elaborado na escala 1:25.000 apresentado por Peixoto *et al.* (2010). No contexto geral,

predominam na bacia colinas/morros com forte dissecação, vales parcialmente confinados e planícies e terraços descontínuos com distribuição localizada.



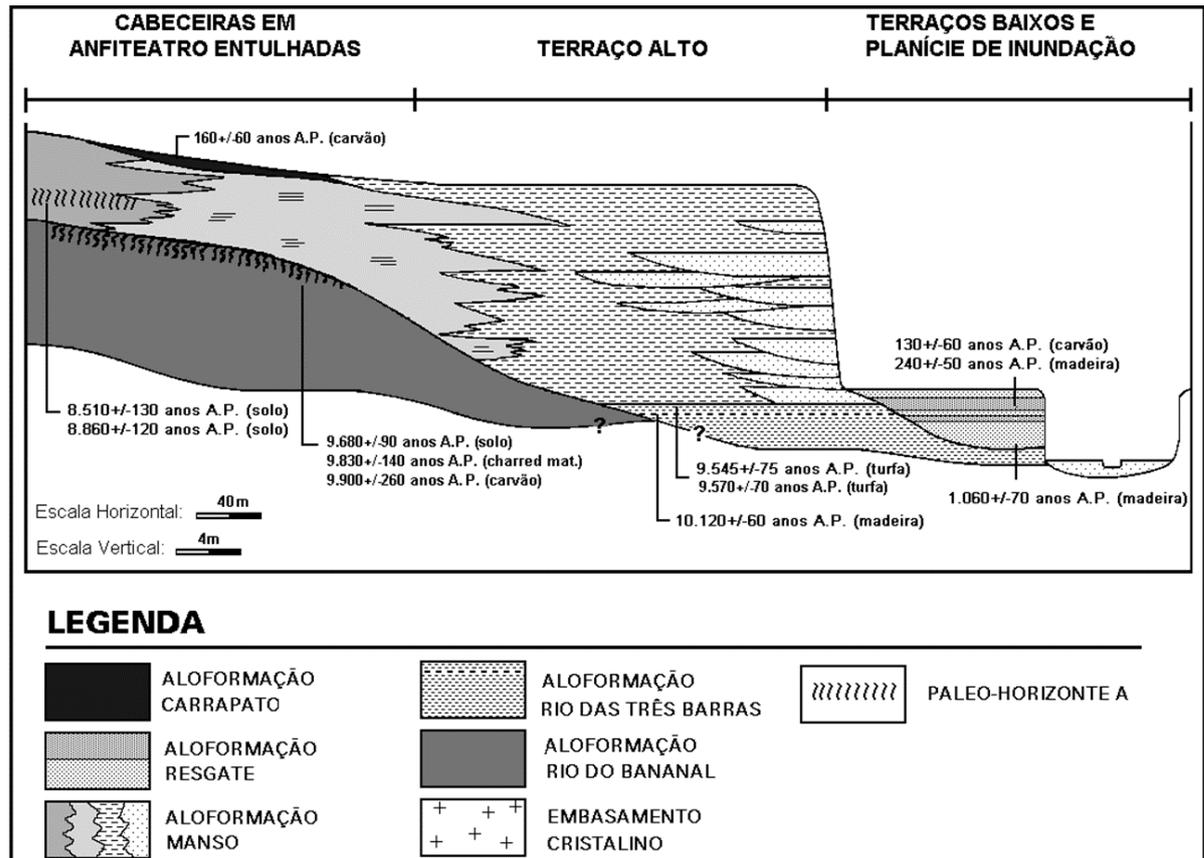
**Figura 5.5:** Compartimentação topográfica em escala 1:25.000 elaborada para a bacia Córrego Santa Rita, tributária do rio Paraíba do Sul (PEIXOTO et. al., 2010).

Segundo Moura (1990) o domínio colinoso do Médio Vale do Paraíba do Sul é produto da dinâmica evolutiva ocorrida durante o Período Quaternário. Neste período uma sucessão de eventos erosivos e deposicionais promoveram a evolução das cabeceiras de drenagem e dos sistemas de drenagem na região do MVPS. Moura e Mello (1991) utilizaram a alostratigrafia – baseada na identificação de discontinuidades estratigráficas, interpretações sedimentológicas e morfológicas – para reconhecer os principais pacotes sedimentares do Pleistoceno tardio e do Holoceno (Figura 5.6). Posteriormente, Mello *et al.* (1995) apresentam um modelo esquemático mostrando como estes pacotes sedimentares estão organizados na paisagem, acrescentando suas respectivas idades através de datações radiocarbônicas (Figura 5.7).



**Figura 5.6:** Coluna estratigráfica para o Quaternário superior com significado para região do Médio Vale do Paraíba do Sul (MOURA E MELLO, 1991).

Neste esquema, o evento Manso, responsável pelo entulhamento dos vales e reentrâncias de cabeceiras de drenagem em anfiteatro, evidencia-se na topografia pelos terraços fluviais mais altos e pelas rampas de alúvio-colúvio. Principal marco estratigráfico e geomorfológico ocorrido do Holoceno, este evento foi concebido num período de grande instabilidade da paisagem, que produziu uma grande carga de sedimentos, originando a Aloformação Manso (MELLO, 1992).



**Figura 5.7:** Modelo esquemático do registro sedimentar preservado no domínio de baixa encosta na região do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, destacando os principais eventos da dinâmica evolutiva dos sistemas de drenagem e as idades radiocarbônicas (MELLO et al., 1995).

De acordo com Mello (1992), o arcabouço sedimentar da Aloformação Manso tem um significado regional e permite conjecturar um panorama paleoambiental. Este autor reconheceu três padrões deposicionais interdigitados, distribuídos desde as cabeceiras de drenagem até o vale fluvial, sendo produzidos por diferentes processos de sedimentação.

A fácies Quebra-Canto corresponde a camadas tabulares de areias laminadas, produzidas por fluxos não canalizados de alta energia e por fluxos gravitacionais de sedimentos. Este padrão sedimentar é comum em cabeceiras de drenagem em anfiteatro. A jusante da cabeceira de drenagem, a fácies Fazendinha apresenta uma intercalação de camadas tabulares de areias laminadas e depósitos finos de inundação devido à diminuição da influência dos fluxos gravitacionais e maior influência da ação fluvial. A fácies Campinho é representativa do preenchimento dos vales fluviais, evidenciando-se no nível superior de terraço fluvial, e seu arcabouço sedimentar é composto da intercalação de formas de leito

arenoso (preenchimento de canais rasos, largos e móveis) e depósitos finos de inundação (MELLO, 1992).

Fases subsequentes de encaixamento da drenagem e deposição fluvial são evidenciadas pela presença de níveis inferiores de sedimentação ao longo dos coletores e pelas feições de vales esvaziados nos tributários (MOURA, 1990). Na Figura 5.6 verifica-se que a descontinuidade produzida pelo encaixamento erosivo gerador do terraço alto tem idade mínima de mil anos, sendo a sedimentação fluvial subsequente denominada de Aloformação Resgate. A bacia hidrográfica do Córrego Santa Rita é representativa deste episódio evolutivo, apresentando alto grau de esvaziamento dos vales e cabeceiras de drenagem, onde se verifica a presença expressiva da vegetação de macrófitas ocupando canais embrejados.

Os processos erosivos nesta bacia têm sido estudados há alguns anos pelo NEQUAT. Pinto (2006) apresenta uma evolução de processos erosivos e movimentos gravitacionais de massa mapeados na bacia, articulando-os às transformações urbanas e rurais, identificando que grande parte dos processos erosivos e movimentos de massa estão associados às intervenções urbanas. Posteriormente, analisou a função das feições erosivas e movimentos de massa na conectividade entre encostas e canais (PINTO, 2009), análise aprofundada por Del Pozo (2011) em um trecho a Sul bacia Córrego Santa Rita. Neste trecho a autora mapeou 32 voçorocas remontantes (correspondendo a 27,8% do total de feições identificadas), 49 voçorocas lineares (representando 42,6% das feições) e 15 feições de movimentos gravitacionais de massa do tipo planar/translacional (equivalentes a 13%).

Estas feições contribuem para o aumento do aporte sedimentar para os canais, enchentes, assoreamento dos cursos fluviais e redução dos volumes hídricos, refletindo-se no aspecto embrejado e/ou esvaziado dos canais e fundos de vale (PINTO, 2009).

### **5.3 Clima**

O clima predominante na região do Médio Vale do Paraíba do Sul é o tropical mesotérmico, caracterizado pelos invernos secos e verões quentes com concentração de eventos pluviométricos. Nas características pluviométricas desta região deve-se considerar um fator com influência local, relacionado à posição

geográfica entre as serras do Mar e da Mantiqueira, que barra a entrada das chuvas (OLIVEIRA *et al.*, 2007), e outros fatores de influência global, como *El Niño*-Oscilação Sul (GRIMM *et al.*, 1998) e Oscilação Decadal do Pacífico (MANTUA *et al.*, 1997). Estes fenômenos afetam cada parte do planeta de forma distinta, e, atualmente, como o oceano Pacífico está no auge da fase fria, o Brasil enfrenta verões com chuvas abaixo da média (COSTA, 2013).

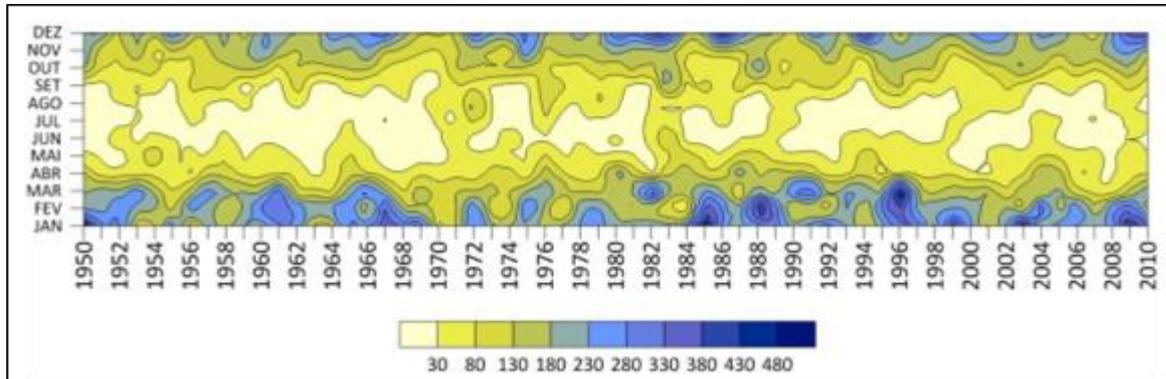
Para a região do MVPS, Costa (2013) descreve a média anual de precipitação entre 1.300 mm e 1.782 mm, considerando uma série histórica de 46 anos (1957-2003) de dados em postos pluviométricos localizados em Volta Redonda e Barra Mansa. Segundo Oliveira *et al.* (2007) as chuvas orográficas são as mais recorrentes nesta região, porque o ar, ao tentar transpor as barreiras das serras do Mar e da Mantiqueira, perde temperatura e condensa o vapor d'água.

Devido à sazonalidade natural dos climas tropicais continentais, cerca de 80% das chuvas ocorre entre outubro e março, com maior concentração nos meses de dezembro a fevereiro. Este período corresponde ao verão, que apresenta médias de chuva que variam entre 600 a 800 mm, cerca de 42,7 a 46,7% da pluviosidade anual (COSTA, 2013).

As chuvas fracas, variando de 0,1 a 5 mm em 24h, são predominantes na região. Ela ocorre facilmente em virtude da formação de nuvens cúmulos e estratos de pequeno porte, e por isso, acontecem com frequência em qualquer estação do ano. Já as chuvas fortes, variando de 25 mm a >100 mm em 24h, são menos frequentes (COSTA, 2013).

Costa (2013) analisou a série temporal de 61 anos (1950-2010) da pluviosidade mensal do município de Volta Redonda e concluiu que dentre os anos considerados secos e tendentes a seco, as chuvas apresentaram-se bem distribuídas ao longo dos anos de 1955, 1970, 1971, 1984, 1990, enquanto nos anos de 1951, 1963, 1968, 2007 as chuvas foram mais concentradas no verão (Figura 5.8). Já no grupo de anos considerados chuvosos - os anos de 1965, 1967, 1985 e 1996 - ocorreram chuvas concentradas no verão, e nos anos de 1982, 1983, 2009 e 2010 as chuvas foram mais bem distribuídas no ano. Além disso, a autora também comparou estes dados com a série temporal de oscilação decadal do pacífico (ODP) de 1925 a 2010 e constatou que os períodos secos e os períodos chuvosos da série

temporal de pluviosidade coincidem com as fases quentes e frias verificadas no Oceano Pacífico.



**Figura 5.8:** Série temporal de 61 anos (1950-2010) da pluviosidade (mm) mensal do posto Volta Redonda (COSTA, 2013).

Nos últimos dois anos, período de desenvolvimento desta pesquisa, o município de Volta Redonda, assim como toda a região do Médio Vale do Paraíba do Sul, passou por um período de estiagem que provocou uma diminuição nos reservatórios que compõem o sistema de drenagem do rio Paraíba do Sul, principal fonte de abastecimento do Rio de Janeiro e da sua região metropolitana.

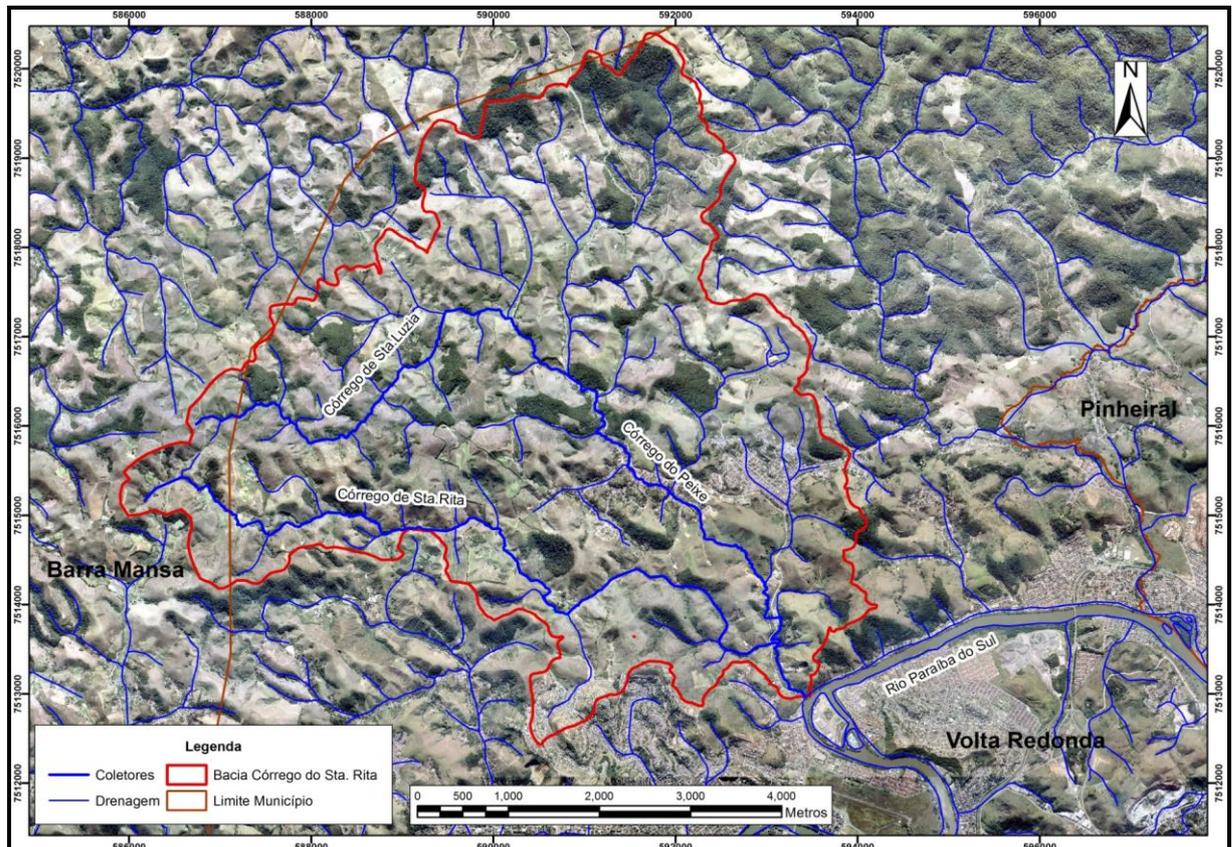
#### 5.4 Hidrografia

O rio Paraíba do Sul é um importante rio da região Sudeste, e sua rede hidrográfica abastecem em torno de 15 milhões de pessoas, 87% das quais residentes em regiões metropolitanas (MARENGO & ALVES, 2005). Formado pela confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, cujas nascentes ficam na Serra da Bocaina (estado de São Paulo), tem sua foz na cidade de São João da Barra, Norte do estado do Rio de Janeiro. Com cerca de 1.120 km de extensão, o Paraíba do Sul passa por 180 municípios paulistas, mineiros e fluminenses.

Em Volta Redonda, o Paraíba do Sul é o corpo-receptor de toda a rede de drenagem do município. Como observou Dias *et al.* (2008), as bacias afluentes do Rio Paraíba do Sul em Volta Redonda possuem grande parte de suas nascentes nos municípios vizinhos. Estes autores ressaltam que estas bacias hidrográficas são mal manejadas, e por conta da ocupação desordenada, do desmatamento, da impermeabilização através da urbanização, diminuindo capacidade de infiltração das

águas pluviais, e do assoreamento dos rios são cada vez mais constantes as enchentes em Volta Redonda.

A bacia hidrográfica do Córrego Santa Rita, que integra a parte norte do município de Volta Redonda, e é afluente da margem Norte do Rio Paraíba do Sul. Esta bacia, selecionada para o estudo, apresenta uma área de 31,6 km<sup>2</sup>, drenada pelo Córrego Santa Rita e o Córrego Santa Luzia, que no baixo curso passa a se chamar Córrego do Peixe (Figura 5.9), abarca uma série de atividades econômicas representativas da região, que provocam impactos significativos nos corpos hídricos. Representa ainda um possível manancial alternativo de abastecimento para a cidade, estando integralmente inserida nos limites de Volta Redonda, o que facilita seu gerenciamento e o planejamento integrado às demais políticas municipais.



**Figura 5.9:** Bacia hidrográfica do Córrego Santa Rita, tributária da margem norte do Rio Paraíba do Sul no município de Volta Redonda (RJ).

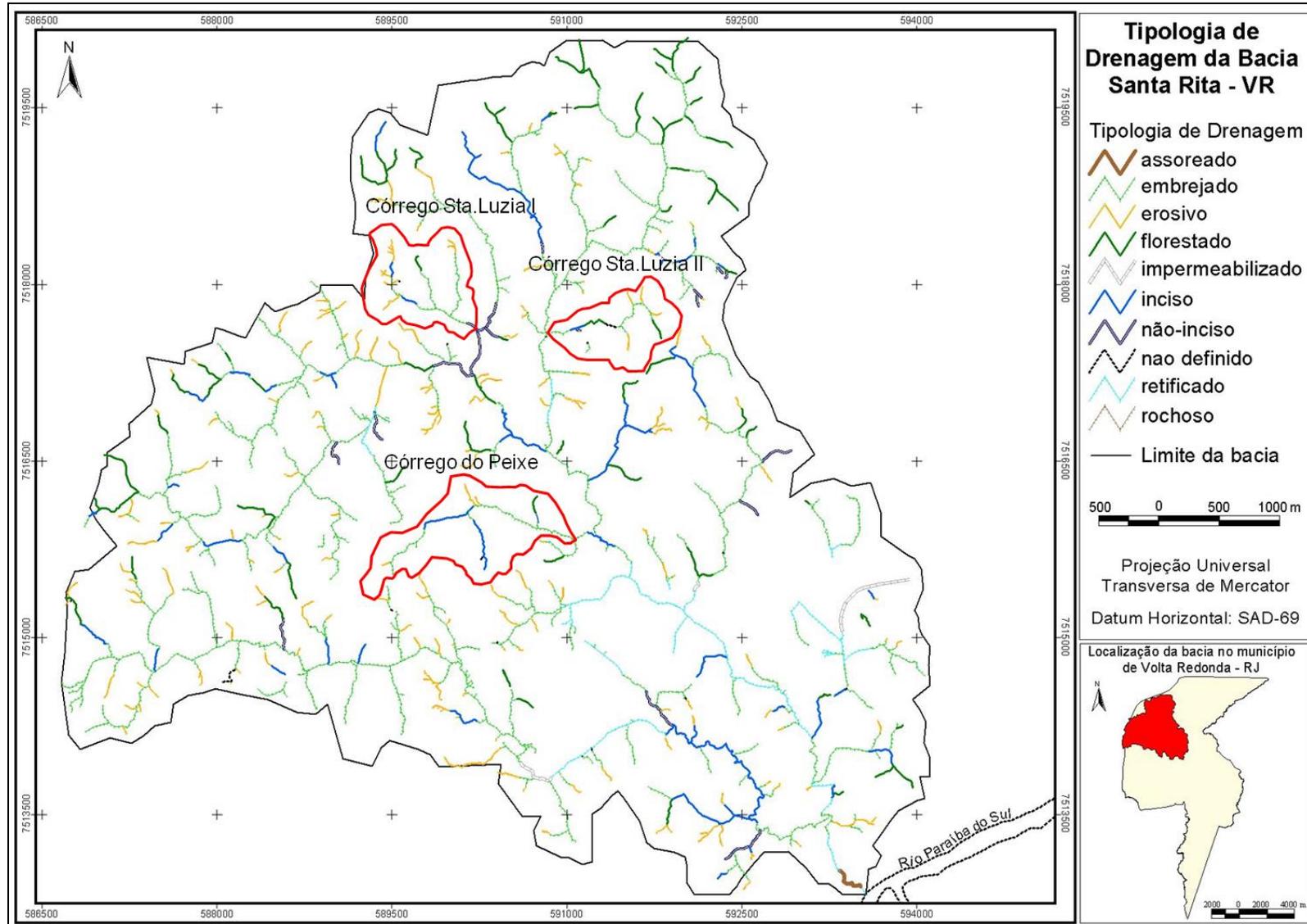
Nas bacias Ribeirão Brandão e Córrego Santa Rita, Mello (2006) elaborou um estudo de reconhecimento de tipologia de canais, individualizando 10 tipos de canais fluviais com base na metodologia proposta por Brierley, Fryirs e colaboradores (1999; 2000 e 2002). Neste estudo o autor reconheceu canais produtores de

sedimentos, canais de transferência de sedimentos, canais com estocagem de materiais e canais com comportamento híbrido. Os resultados obtidos neste estudo apontaram maior representatividade de segmentos embrejados e erosivos em relação aos demais tipos de segmentos fluviais (Tabela 5.1).

**Tabela 5.1:** Quantificação das seções de canal por tipo, comprimento total das seções de canal em quilômetros e porcentagem em relação ao comprimento total dos canais da bacia Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ) (Mello, 2006).

<b>Tipos de Canais</b>	<b>Número de Seções de Canais</b>	<b>Comprimento Total de Canais (Km)</b>	<b>Porcentagem em Relação do Comprimento Total dos Canais da bacia</b>
<b>Assoreado</b>	1	0,28	0,21%
<b>Embrejado</b>	280	63,91	48,13%
<b>Erosivo</b>	186	20,84	15,71%
<b>Florestado</b>	74	14,94	11,25%
<b>Impermeabilizado</b>	5	1,27	0,96%
<b>Inciso</b>	64	13,82	10,41%
<b>Não-inciso</b>	17	3,93	2,96%
<b>Retificado</b>	28	9,02	6,79%
<b>Rochoso</b>	26	3,34	2,51%
<b>Subterrânea</b>	10	1,42	1,07%
<b>TOTAL</b>	<b>691</b>	<b>132,77</b>	<b>100%</b>

A Figura 5.10 permite uma visualização do arranjo espacial formado pelos diferentes tipos de seções de canal identificados. Segundo Mello (2006) os canais embrejados e erosivos encontram-se bem distribuídos pela bacia, enquanto os canais incisos encontram-se vinculados aos coletores no médio curso do Córrego do Peixe e cabeceiras de drenagem. De acordo com o autor, a distribuição dos canais rochosos está fortemente relacionada à compartimentação geomorfológica, aparecendo com mais frequência nas zonas de transição entre compartimentos geomorfológicos. Em relação aos canais florestados, retificados e impermeabilizados/subterrâneos, a distribuição está ligada, respectivamente, a preservação ambiental em diversas em diversas áreas e as obras de urbanização do município.



**Figura 5.10:** Mapa de tipologia de canais fluviais da bacia Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ), com a localização das sub-bacias Córrego Santa Luzia I, Santa Luzia II e Córrego do Peixe (Modificado de MELLO, 2006).

Com base nesta classificação verificou-se que o coletor principal da sub-bacia Santa Luzia I apresenta alternância dos segmentos erosivos, incisos e embrejados, articulados aos afluentes erosivos, florestados e embrejados. Na sub-bacia Santa Luzia II, o coletor principal é formado por segmentos florestados, embrejados e inciso intercalados e ligados aos afluentes erosivos e rochosos. Por fim, na sub-bacia Córrego do Peixe, o coletor principal conforma um segmento erosivo (afluente) conectado aos segmentos embrejado e inciso (coletor principal).

### **5.5 Histórico de Ocupação e Uso e Cobertura da Terra**

As características atuais de uso e cobertura da terra dos municípios que compõem a região do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul devem ser interpretadas a partir das três importantes fases econômicas marcantes na sua formação socioeconômica e na dinâmica da paisagem: inicialmente a introdução das monoculturas de café no final do século XVIII e XIX, seguida pela pecuária a partir do início do século XX e pela industrialização iniciada com a instalação da CSN (Companhia Siderúrgica Nacional) em Volta Redonda a partir especialmente da 2ª metade do século XX.

De acordo com Azevedo e Araújo (1997) os principais fatores que determinaram a introdução da cafeicultura na região do Médio Vale do Paraíba do Sul foram o clima propício, as propriedades do solo e a localização da região próxima à capital. Para os colonos da época as áreas florestadas apresentavam solos mais ricos em nutrientes, por isso, grandes extensões de mata atlântica foram derrubadas, dando lugar ao plantio de café, que organizado em fileiras verticais canalizava os fluxos torrenciais nas encostas, acelerando os processos erosivos e o assoreamento dos rios (DEAN, 1996; DRUMMOND, 1997). A medida que as fazendas se tornavam improdutivas, devido à exaustão do solo, novas áreas de florestas primárias eram derrubadas ou queimadas. E nas áreas abandonadas, além da instalação de uma vegetação rasteira, formavam-se fendas erosivas em grande parte das encostas (DRUMMOND, 1997).

Nas primeiras décadas do século XX, a atividade cafeeira passou a apresentar sérios problemas em razão da superoferta no mercado internacional, e com isso os valores pagos pela saca de café entraram em declínio. A consequência disso foi a gradual substituição da monocultura cafeeira pela pecuária leiteira através

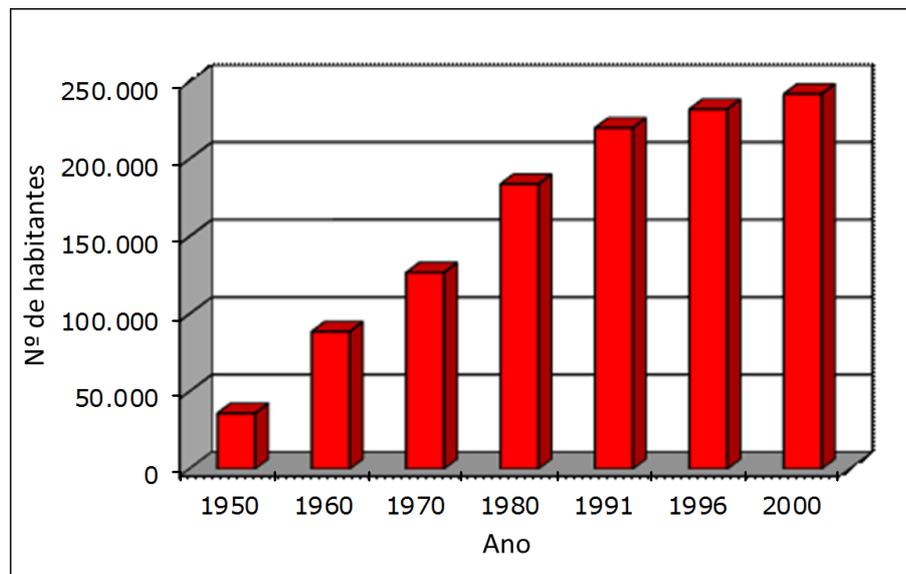
da compra das decadentes fazendas cafeeiras por preço baixo. Com a consolidação da pecuária, os processos erosivos acentuaram-se em consequência do pisoteio excessivo dos animais, que subtrai a cobertura vegetal e provoca a compactação do solo, dificultando a percolação da água e favorecendo ao escoamento superficial (LEITE *et.al.*,2011). Apesar de estas atividades econômicas determinarem um quadro de degradação ambiental, com a industrialização e a urbanização na década de 1940 os impactos sobre região foram intensificados, passando a modificar significativamente a paisagem.

A vegetação florestal que restou se resume em pequenas manchas (fragmentos) de vegetação florestal secundária em processo de recuperação, expressiva área de cultivo de eucalipto ao norte do município e uma pequena área de Reserva Florestal (RPPN Cicuta), com características de floresta estacionária semidecidual (IQM-VERDE, 2000). Ela pertence à Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), e representa uma área ecológica importante para estudos na região (MELLO, 2006).

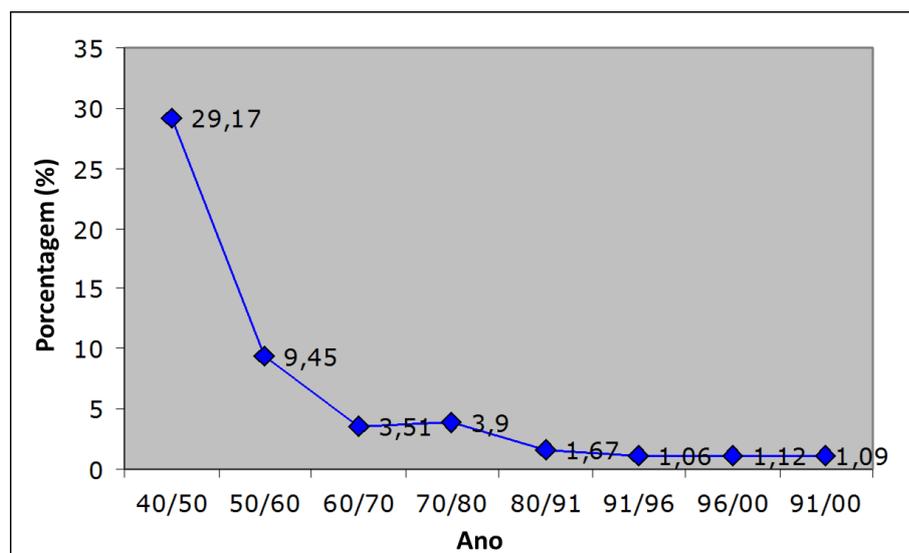
Historicamente, esse quadro do município de Volta Redonda, está inserido no contexto da política de substituição da importação e implantação de indústrias de base (siderurgias), aliadas à privilegiada posição geográfica, boa infraestrutura de transportes e disponibilidade de recursos hídricos (as margens do Rio Paraíba do Sul) foram os principais fatores que levaram a região do Médio Vale do Paraíba do Sul a se tornar um grande polo industrial (SILVA, 2002). A construção da CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), no município de Volta Redonda, entre 1941 e 1946, foi responsável pelo intenso processo de urbanização, marcado por grandes fluxos migratórios, obras de infraestrutura urbana, rede viária etc., e contribuindo significativamente para a continuidade do processo de devastação da densa floresta de Mata Atlântica.

Desde a instalação da Usina Presidente Vargas/CSN (1941) até a privatização, a cidade de Volta Redonda passou por diferentes episódios de expansão urbana, engendradas pela dinâmica migratória associada aos investimentos de incremento da planta industrial da CSN. A emancipação de Volta Redonda veio em julho de 1954, após plebiscito, através de movimentos pela autonomia político-administrativa da cidade. A população, em torno de 3.000 habitantes no início da década de 1940, passou a 35.964 habitantes no ano de

1950, alcançando o patamar de 235.000 habitantes em 2000 (PMVR, 2002, Gráfico). PIQUET (1998) afirma que após este grande crescimento populacional inicial (principalmente mão-de-obra migrante para implantação da usina da CSN) - Gráfico 5.2 - os fluxos migratórios para Volta Redonda e Barra Mansa (que por muito tempo teve um papel de cidade dormitório) mantiveram uma intensidade considerável durante décadas, explicando em parte o crescimento urbano desordenado.

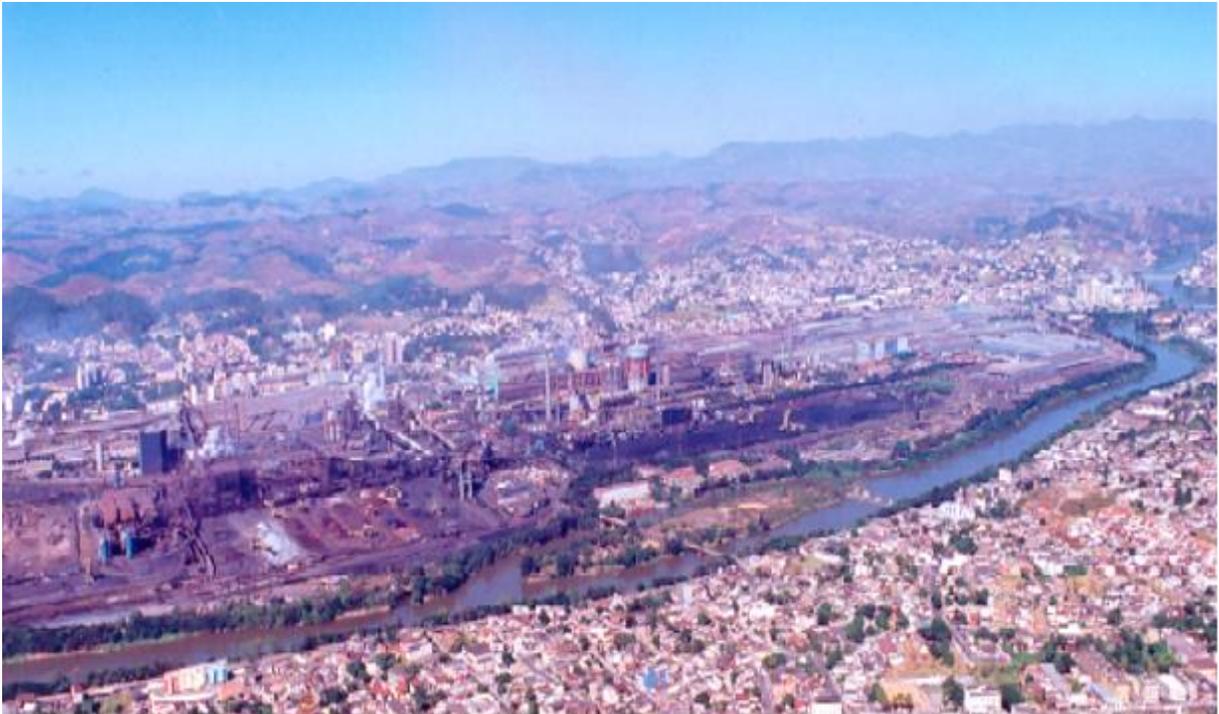


**Gráfico 5.1:** Crescimento populacional de Volta Redonda (RJ). Fonte: PMVR (2002).



**Gráfico 5.2:** Taxa de crescimento populacional do município de Volta Redonda (RJ). Fonte: CASTRO (2004).

Pode-se observar algumas relações entre as características geomorfológicas e a configuração do sítio urbano nas áreas consolidadas e de expansão da cidade. Bairros do centro surgidos até 1965 ocuparam predominantemente os terrenos de planícies e terraços fluviais do rio Paraíba do Sul e seus tributários, onde se situa a planta industrial da CSN e a cidade operária, e as pequenas colinas desenvolvidas sobre os depósitos terciários da bacia sedimentar de Volta Redonda. Com o crescimento para Sul e Leste, alcançam-se rapidamente morros mais dissecados desenvolvidos sobre substrato cristalino, com grande incidência de processos erosivos canalizados (CASTRO, 2004).



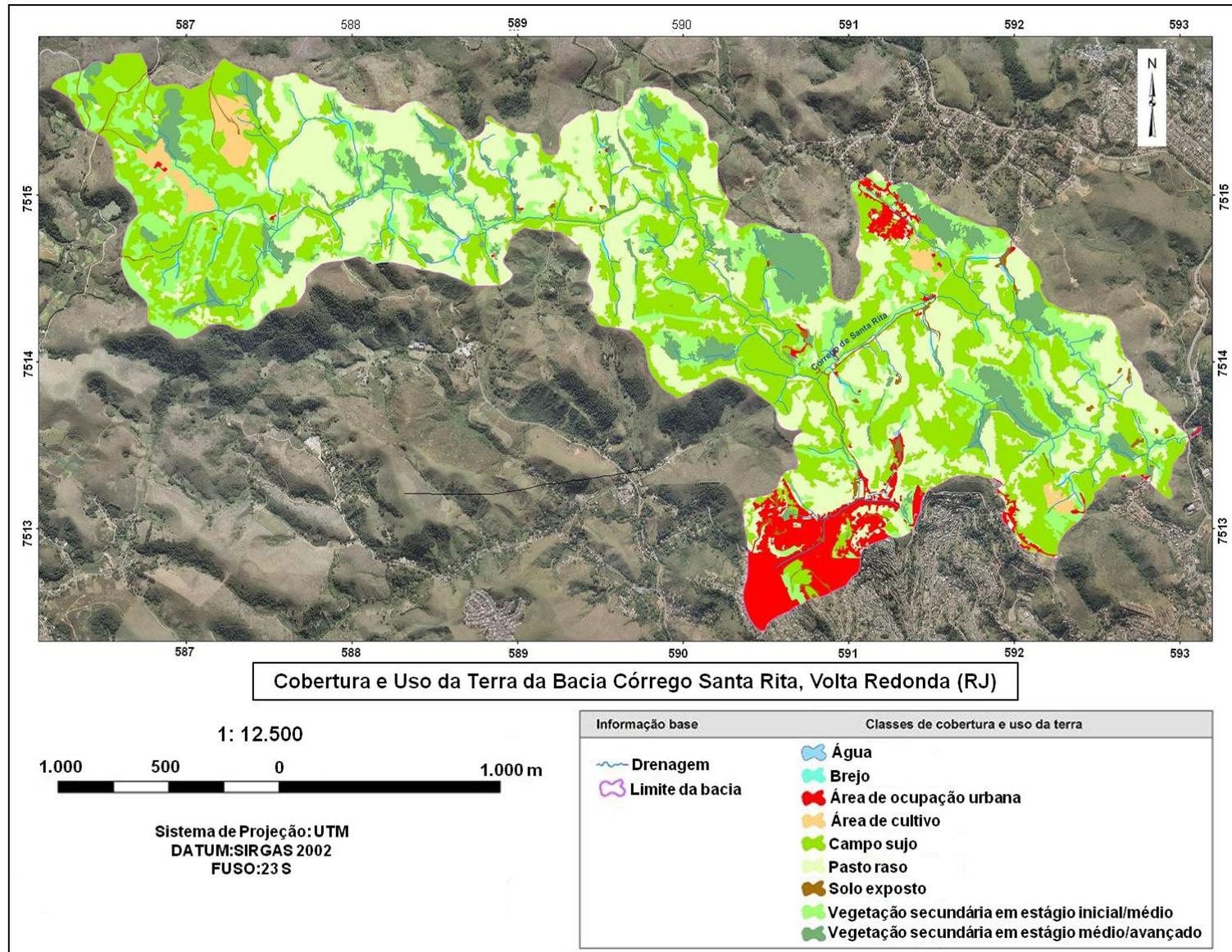
**Figura 5.11:** Visão da CSN e área dos bairros planejados, instalados na planície do rio Paraíba do Sul no município de Volta Redonda (RJ).

A Norte do rio Paraíba, observa-se um contato abrupto entre a morfologia de mar de morros com vales estreitos e encaixados e a calha do rio Paraíba do Sul, que é dado pelo falhamento que limita a bacia sedimentar de Volta Redonda. Os bairros Santa Rita do Zarur e Santa Cruz surgiram nas áreas de terraços fluviais da bacia do rio Santa Rita, tributário do Paraíba do Sul, inseridos nesta morfologia, definindo um padrão de núcleos de ocupação mais ou menos isolados. Outros bairros, como Vila Brasília, ocupam predominantemente as encostas destes morros dissecados.

Especificamente para a área de estudo, Del Pozo (2011) apresentou uma caracterização da cobertura e uso da terra da bacia Córrego Ribeirão Brandão (sul do município) e de um trecho da bacia Córrego Santa Rita (norte do município). O resultado deste estudo apontou para um predomínio de pastagem, campo sujo e vegetação secundária (em estágio inicial e médio avançado), com ampla distribuição em ambas as bacias.

No trecho da bacia Córrego Santa Rita, a pequena área urbana está atrelada ao vetor de urbanização do centro de Volta Redonda na sua porção Sudeste, e dos bairros de Santa Cruz e Santa Rita, na sua porção Nordeste. Nesta área, a autora destaca o pequeno percentual das áreas de cultivo e solo exposto – este último vinculado a cortes e terraplanagens ao longo de estradas, ou a processos erosivos e escorregamentos – e a ampla presença de áreas de brejo, ligada ao seu alto grau de esvaziamento.

No trecho da bacia Córrego Santa Rita, a pequena área urbana está atrelada ao vetor de urbanização do centro de Volta Redonda na sua porção Sudeste, e dos bairros de Santa Cruz e Santa Rita, na sua porção Nordeste. Nesta área, a autora destaca o pequeno percentual das áreas de cultivo e solo exposto – este último vinculado a cortes e terraplanagens ao longo de estradas, ou a processos erosivos e escorregamentos – e a ampla presença de áreas de brejo, ligada ao seu alto grau de esvaziamento.



**Figura 5.13:** Mapa de cobertura e uso da terra da bacia Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ) (DEL POZO, 2011).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Reconhecimento de tipos de canais embrejados na bacia Córrego Santa

#### Rita

As análises efetuadas sobre as imagens e os levantamentos iniciais de campo permitiram reconhecer transformações nos canais embrejados decorrentes do manejo e uso da terra na bacia em estudo. Um conjunto de intervenções foi reconhecido como associado a diferenciações na composição vegetal e estrutura da calha, levando à individualização de tipos de canais embrejados, descritos a seguir e apresentados no Quadro 6.1.

Os canais do Tipo 1, denominado **Embrejado**, são aqueles em que não foram reconhecidas modificações por barramento ou drenagem. Sua composição vegetal tem o domínio de *Typha*, ocorrendo em menor proporção a *Hedychium* e diferentes tipos de gramíneas. A calha não é visualmente definida, e geralmente este tipo está associado a vales confinados e parcialmente confinados.

Os canais do Tipo 2, denominado **Embrejado Retificado**, são produto de intervenções de drenagem nos canais do Tipo 1. A drenagem é uma técnica utilizada por pecuaristas para criar uma calha artificial no brejo, visando drenar as áreas inundadas para obter terrenos secos para pastagem, cultivos e/ou construções. Estes canais possuem uma vegetação de menor porte, constituída de *Brachiaria*, *Hedychium* e *touceiras de Eleocharis*. São facilmente encontrados em vales confinados e parcialmente confinados.

Foi observado durante a pesquisa que, em áreas de pastagem, os pecuaristas fazem a manutenção destes canais embrejados retificados, removendo a vegetação e aprofundando a calha. Quando as áreas de pastagem são abandonadas e não há mais a manutenção das calhas, a vegetação de macrófitas volta a se estabelecer, verificando-se o predomínio de *Typha*.

Os canais do Tipo 3, denominado **Embrejado com Barragem**, são caracterizados por intervenções de barragem do seu fluxo, produzindo represas utilizadas na atividade agropecuária e/ou abastecimento doméstico. Na maioria das vezes estes brejos possuem vegetação de macrófitas na borda dos lagos (principalmente *Typha*) e macrófitas flutuantes no seu interior. Este tipo de canal aparece em todos os ambientes de vale.

**Quadro 6.1:** Reconhecimento dos tipos de canais embrejados na bacia Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ).

Tipo de canal	Descrição da vegetação	Ambiente de vale	Tipo de Calha	Tipo de intervenção	Foto
Canal embrejado do Tipo 1 (Embrejado)	Vegetação de maior porte, constituídas predominantemente de Typha, Hedychium coronarium e outros	Vales confinados e parcialmente confinados	Não definida	Não apresenta intervenções humanas modificando sua estrutura	
Canal embrejado do Tipo 2 (Retificado)	Vegetação de menor porte, constituída por gramíneas diversas e touceira de Eleocharis sp	Vales não confinados e parcialmente confinados	Definida	Produto da ação de drenagem por pecuaristas visando a expansão de áreas secas para pastagens, cultivos e construções	
Canal embrejado do Tipo 3 (Barragem)	Vegetação de macrófitas na borda dos lagos (principalmente Typha) e macrófitas flutuantes no interior do lago	Todos os tipos de vales	Não definida	Intervenções de barragens dos fluxos visando a captação para irrigação e consumo doméstico	

Considerando os tipos de canais identificados fez-se necessário uma caracterização mais detalhada da vegetação presente, do seu contexto geomorfológico e dos depósitos sedimentares.

O levantamento da vegetação de macrófitas aquáticas nos canais embrejados revelou a presença dos gêneros *Typha* da família *Typhaceae*, *Hedychium* da família *Zingiberaceae*, *Brachiaria* da família *Poaceae* e gênero *Eleocharis* da Família *Cyperaceae* (Figura 6.1). As características gerais destes gêneros identificados são apresentadas no Quadro 6.2.



**Figura 6.1:** Gêneros de macrófitas aquáticas identificados em canais embrejados na bacia Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ).

**Quadro 6.2:** Características gerais dos principais gêneros encontrados em canais embrejados na bacia Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ).

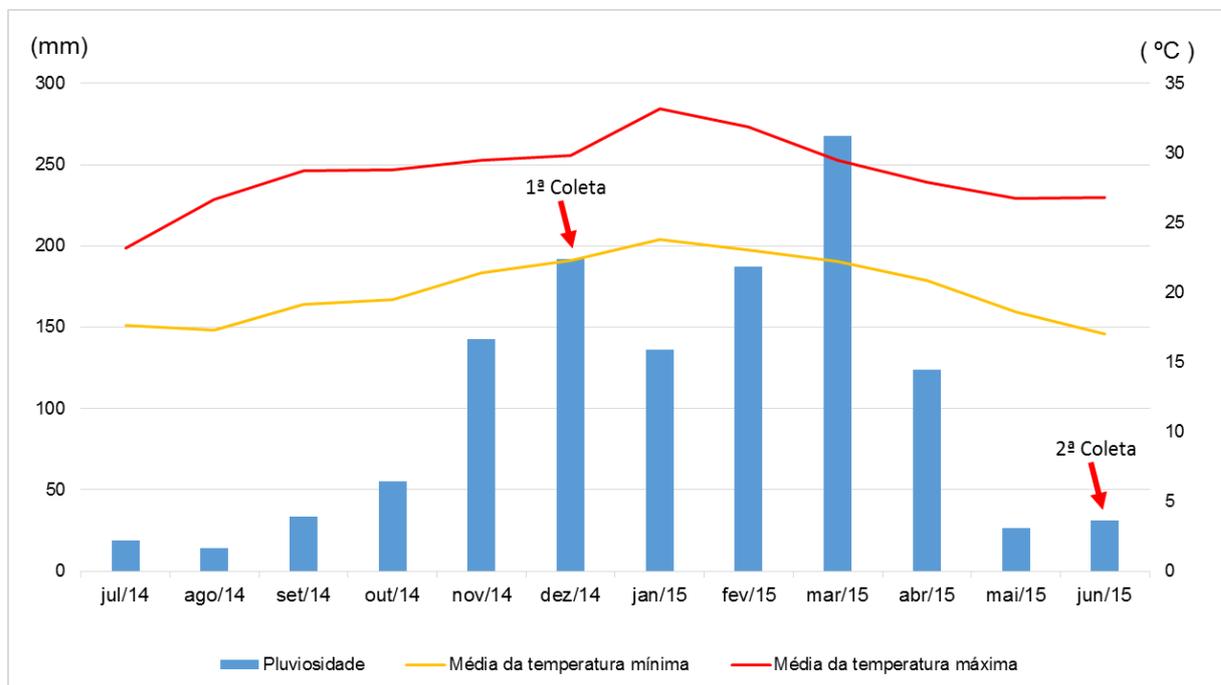
<b>Gênero</b>	<b><i>Eleocharis</i></b>	<b><i>Typha</i></b>	<b><i>Hedychium</i></b>	<b><i>Brachiaria</i></b>
<b>Família</b>	<b><i>Cyperaceae</i></b>	<b><i>Typhaceae</i></b>	<b><i>Zingiberaceae</i></b>	<b><i>Poaceae</i></b>
<b>Nomes populares</b>	Eleocare dos charcos, junco marreco (UTAD, 2015).	Tabôa, bucha, capim-de-esteira, espadana, landim, paina-de-flexa, pau-de-lagoa (BOVE, 2010).	Lírio-do-brejo, borboleta, borboleta-amarela, cardamomo-da-praia, cardamomo-do-mato, escalda-mão, flor-de-lis, jasmim, jasmim-borboleta, jasmim-do-brejo, lágrima-de-moça, lágrima-de-napoleão, lágrima-de-vênus, lírio-branco (UTAD, 2015).	Capim - angola, capim – bengo, capim angolinha, capim de boi, capim fino (MONTEIRO <i>et al.</i> , 1974).
<b>Tipo</b>	Nativa, não endêmica do Brasil (ALVES <i>et al.</i> , 2015).	Nativa, não endêmica do Brasil (BOVE, 2010).	Nativa da Ásia, não endêmica do Brasil (MACIEL, 2011).	Nativa da África e provavelmente introduzida no Brasil há mais de 100 anos (MONTEIRO <i>et al.</i> , 1974).
<b>Habitat</b>	Brejos, lagoas, lagos, margens de rios, pântanos, restingas e solos úmidos de locais abertos (FARIA, 1998).	Várzeas alagadas, brejos, represas, canais de drenagem e áreas uliginosas em geral, das regiões de Floresta Pluvial da Encosta Atlântica, Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (BOVE, 2010).	Banhados, beira de rios, canais de drenagem e áreas úmidas, encontra-se por todo o país, sendo, no entanto, mais frequente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (MACIEL, 2011).	Áreas alagadas como rios, lagos, açudes e brejos. Em geral ambientes de áreas úmidas e sub-bosque de florestas (MONTEIRO <i>et al.</i> , 1974).
<b>Distribuição Geográfica</b>	Cosmopolita, mas concentra-se nas regiões tropicais e subtropicais da América (GOETGHEBEUR, 1998).	Cosmopolita, com ocorrência do Círculo Polar Ártico até latitudes acima de 30° no Hemisfério Sul (KUBITZKI, 1998).	Ocupa algumas regiões asiáticas. No Brasil, é encontrada em todo o país, sendo mais frequente nas regiões Sul e Sudeste (SANTOS <i>et al.</i> , 2005).	Ocupa as regiões tropicais. Ocorre na Europa, Ásia, Australásia, Pacífico, América do Norte e América do Sul e principalmente em regiões africanas (MONTEIRO <i>et al.</i> , 1974).

<b>Descrição</b>	Caule do tipo colmo redondo, ereto, podendo chegar a 2,5 m de altura, com folhas constituídas de uma bainha que envolve uma porção do colmo (METCALFE, 1971).	Haste floral ereta, cilíndrica, com até 3 m de altura. Folhas invaginantes na base da planta, acuminadas, glabras, lisas, grossas e esponjosas internamente. Flores dispostas em densos e condensados racimos espiciformes cilíndricos, apicais, de cor castanho-avermelhado. Espiga masculina mais fina e disposta separadamente e acima da feminina. A inflorescência feminina, de formato cilíndrico, lembra um grande charuto de cor castanho-avermelhada, medindo até 20 cm de comprimento. (BOVE, 2010).	Possui 1,5 a 2,0 m de altura, com o caule ereto e avermelhado na base, enfolhado. Folhas sésseis, lanceoladas, atenuado-acuminadas no ápice, de base angustada, glabra na página ventral, com dorso e bainha pubescente, com 25 a 40cm de comprimento e 5 a 6cm de largura, com lígula acuminada, membranácea. Espiga densa, com bráctea oblonga, obtusa, plana, emarginada, ciliolada, biflora. (PLANTAS MEDICINAIS, 2001).	Apresenta rizomas curtos, colmos normalmente eretos. As folhas são glabras até pubescentes, com bainhas roliças e pouco persistentes; as lâminas foliares são agudas, com 5-30 cm de comprimento e 0,6-1,6 cm de largura. Quando bastante desenvolvida, este gênero forma touceiras que chegam a atingir 2 m de altura (SALERNO <i>et al.</i> , 1990).
<b>Produção de biomassa</b>	Entre 458,56 g/m <sup>2</sup> e 9.998,99 g/m <sup>2</sup> (XAVIER <i>et al.</i> , 2007).	Biomassa fresca chegou a 124000 gPU.m <sup>-2</sup> e biomassa seca atingiu o máximo de 17000 gPS.m <sup>-2</sup> (ESTEVES, 2006).	Não foi encontrado nenhum registro.	A produção aérea no período de chuvas foi de 395 ± 93 gm <sup>-2</sup> (MEIRELLES, 1990).
<b>Duração</b>	Planta herbácea rizomatosa, perene (XAVIER <i>et al.</i> , 2007).	Planta herbácea paludosa, perene, de rizoma rasteiro, branco, esponjoso e macio (ESTEVES, 2006).	Planta herbácea rizomatosa, perene (PLANTAS MEDICINAIS, 2001).	Planta herbácea, rizomatosa, Perene (SENDULSKY, 1977).
<b>Tipo de macrófita (Classificação segundo PEDRALLI, 1990)</b>	Emersas, possuem seu enraizamento no sedimento e com as folhas sempre acima do nível da água.	Emersas, possuem seu enraizamento no sedimento e com as folhas sempre acima do nível da água.	Emersas, possuem seu enraizamento no sedimento e com as folhas sempre acima do nível da água.	Emersas, possuem seu enraizamento no sedimento e com as folhas sempre acima do nível da água.

## 6.2 Condições de Pluviosidade e Temperatura

A análise das características de pluviosidade e temperatura do município de Volta Redonda teve como referência o período de realização das campanhas de coleta de amostras, e buscou subsidiar a interpretação dos resultados obtidos na caracterização da vegetação (ver Anexo – 1).

O gráfico 6.1 mostra o total mensal da pluviosidade e média mensal da temperatura (mínima e máxima) do município de Volta Redonda (RJ) no período de julho de 2014 a junho de 2015.

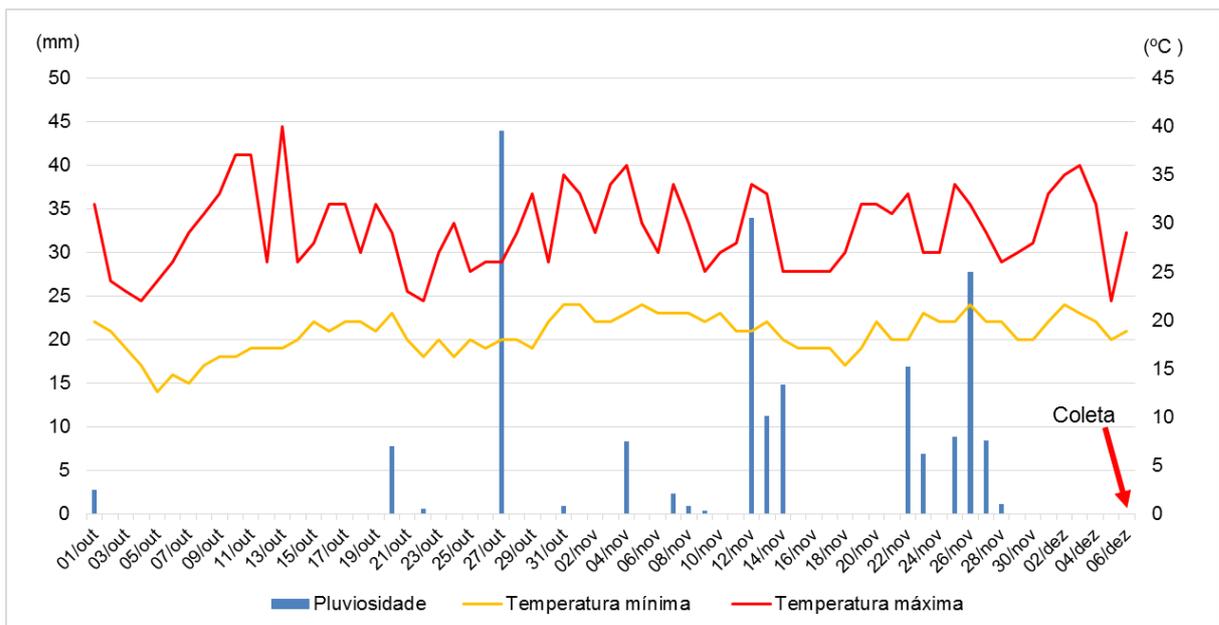


**Gráfico 6.1:** Acumulado da precipitação mensal, média da temperatura mínima e média da temperatura máxima do município de Volta Redonda (RJ) durante o período de julho/2014 a junho/2015. Em destaque as setas vermelhas indicando as campanhas de coleta. Fonte dos dados: CPRM, LIGHT e ANA (disponível no site [hidroweb.ana.gov.br](http://hidroweb.ana.gov.br) acessado em 01/01/2016).

Os dados expostos evidenciam um período mais seco (10mm a 55mm de chuvas) durante o período de julho de 2014 a outubro de 2014, seguido de um período mais úmido (140mm a 260mm de chuvas) durante o período de novembro de 2014 a março de 2015 (mês de maior volume de chuvas), voltando a diminuir o volume de chuvas, na sequência, até junho de 2015. O comportamento da temperatura segue o mesmo padrão, aumentando gradativamente de julho de 2014 (média mensal mínima de 20°C e média mensal máxima de 25°C) para janeiro de 2015 (média mensal mínima de 25,5°C e média mensal máxima de 34°C), e

diminuindo, em seguida, até junho de 2015 (média mensal mínima de 19°C e média mensal máxima de 28°C). As setas em vermelho indicam os meses em que foram realizadas as campanhas de coleta, mostram que a primeira coleta aconteceu após os meses com menos pluviosidade, enquanto a segunda coleta ocorreu posteriormente aos meses com maior volume de chuvas.

O gráfico 6.2 destaca a variação da temperatura (máxima e mínima) e volume de chuvas no período de 65 dias antecedentes à coleta da vegetação em 06 de dezembro de 2014 (destacada na seta em vermelho). É possível perceber que entre o fim de outubro e o fim de novembro ocorreram 17 eventos de chuva, que somados chegam a 194,9mm. A temperatura máxima oscilou entre 25°C e 40°C, e depois se manteve entre 25°C e 35°C. Já a temperatura mínima apresentou uma variação entre 14°C e 24°C.

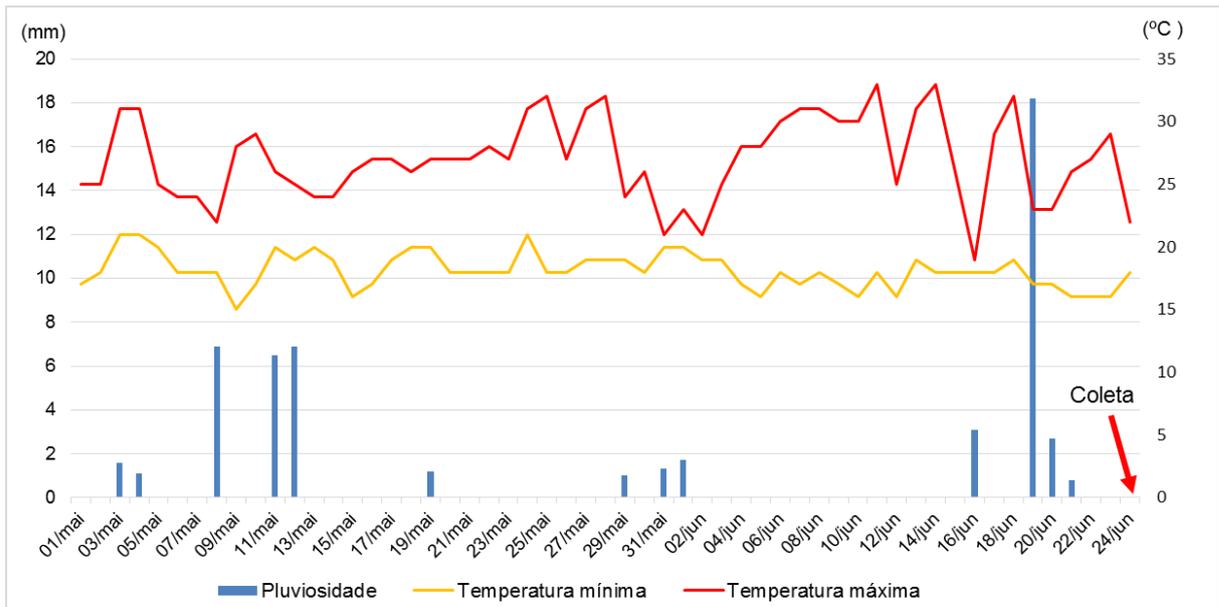


**Gráfico 6.2:** Precipitação diária, temperatura mínima diária e temperatura máxima diária do município de Volta Redonda durante o período de outubro de 2014 a dezembro de 2014. Em destaque a seta vermelha indicando a data da campanha de coleta (6 de dezembro de 2014). Fonte dos dados: CPRM, LIGHT e ANA (disponível no site [hidroweb.ana.gov.br/](http://hidroweb.ana.gov.br/) acessado em 01/01/2016).

No gráfico 6.3, observa-se que os 54 dias que antecederam a segunda coleta registram um volume menor de chuvas (total de 53mm) que o período que antecede a primeira coleta. Ainda que se deva considerar que esta análise de dados diários de chuva abrange um período menor que o anterior à primeira coleta, devido à indisponibilidade dos dados, fica evidente que o volume de chuva anterior à primeira coleta é muito superior. O comportamento da temperatura máxima mostra uma

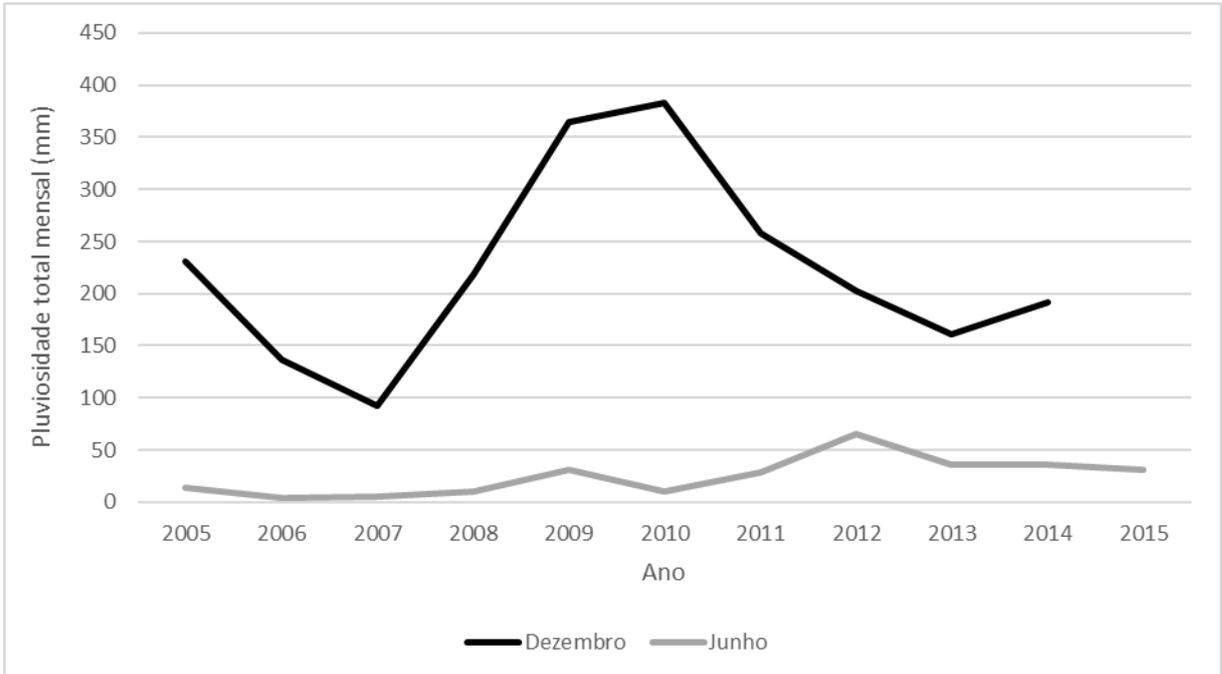
grande variação, entre 19°C e 33°C, e a temperatura mínima uma pequena variação, entre 16°C e 21°C.

Os dados apresentados nos gráficos 6.2 e 6.3 revelam que a temperatura e a pluviosidade foram maiores no período antecedente à primeira coleta, resultando, provavelmente, em maiores taxas de evaporação.



**Gráfico 6.3:** Precipitação diária, temperatura mínima diária e temperatura máxima diária do município de Volta Redonda durante o período de maio de 2014 a junho de 2015. Em destaque a seta vermelha indicando a data da campanha de coleta (24 de junho de 2014). Fonte dos dados: CPRM, LIGHT e ANA (disponível no site [hidroweb.ana.gov.br](http://hidroweb.ana.gov.br) acessado em 01/01/2016).

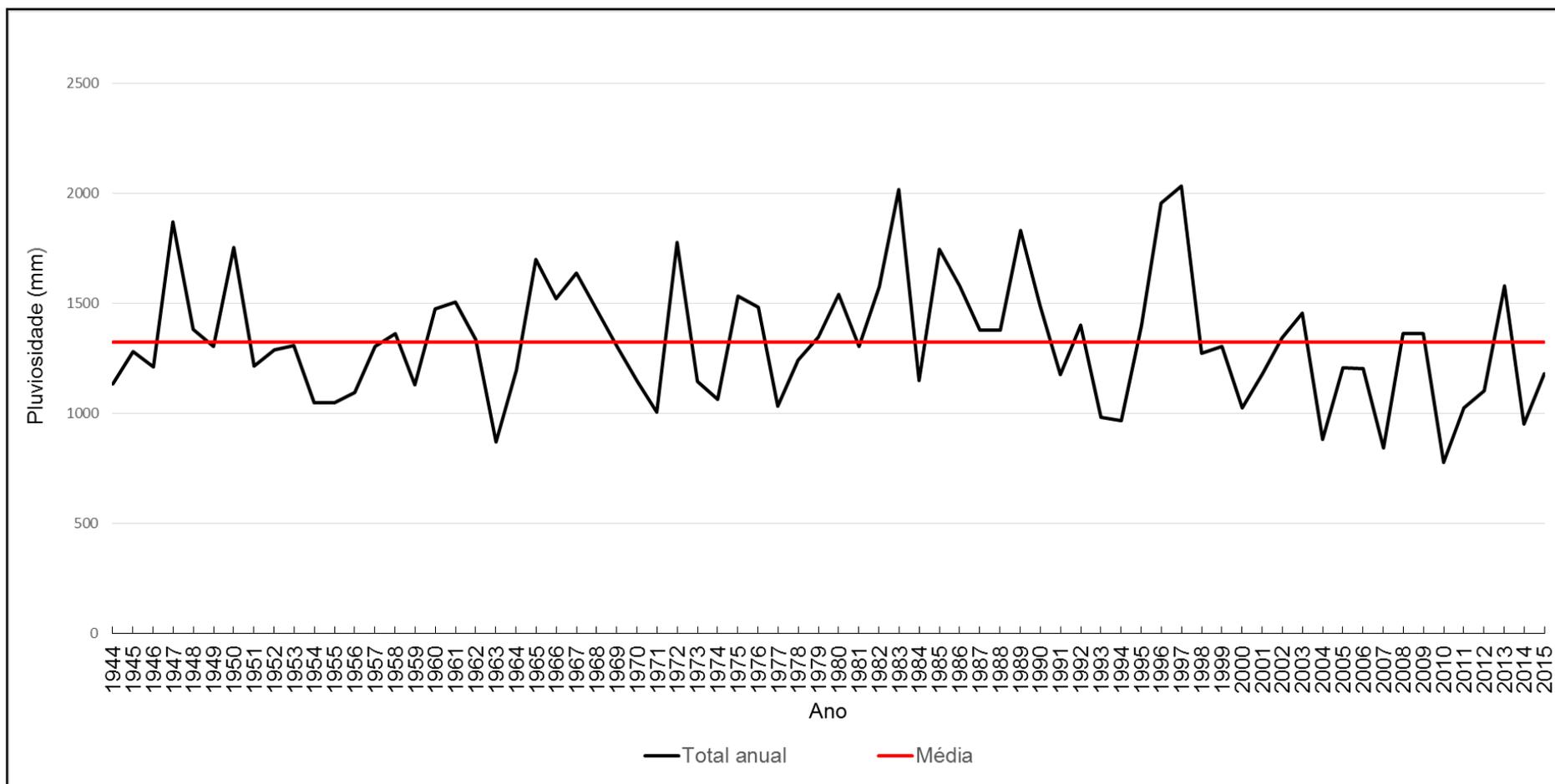
O gráfico 6.4 traz os totais mensais de chuva dos meses de dezembro e junho (tomados como meses de referência devido à data das coletas efetuadas), no período de 2005 a 2015. Observa-se que, entre 2005 e 2007, a pluviosidade do mês de dezembro sofre uma queda, passando a aumentar até 2010 e voltando a diminuir de 2010 a 2013, e iniciando novo aumento até 2014, mostrando grande variação. A pluviosidade do mês de junho apresenta ligeiro crescimento até 2012 e queda entre 2012 e 2015, evidenciando pequena variação. Ao longo desses anos, percebe-se assim, que o período de coleta da vegetação (dezembro de 2014 e junho de 2015) está associado a condições gerais de menor pluviosidade.



**Gráfico 6.4:** Variação da pluviosidade total dos meses de dezembro e junho, entre período de 2005 a 2015, no município de Volta Redonda (RJ). **Fonte dos dados:** CPRM, LIGHT e ANA (disponível no site [hidroweb.ana.gov.br/](http://hidroweb.ana.gov.br/) acessado em 01/01/2016).

Os dados de pluviosidade total anual do município de Volta Redonda, entre os anos 1944 e 2015, variam entre 775,5 e 2029,8mm. Na maior parte dos anos o volume anual de chuvas ultrapassa os 1000mm, sendo poucos os anos que ficaram abaixo deste volume. O gráfico 6.5 mostra um período com grande parte dos anos acima da média, sucedido por um período (a partir de 1998) com a maior parte dos anos abaixo da média de pluviosidade. Observa-se ainda uma queda significativa da pluviosidade em 2014, caracterizando condições bem secas no período de coleta da vegetação. Esta variabilidade interanual da precipitação, com ocorrência de anos nitidamente mais secos e anos nitidamente mais chuvosos no município de Volta Redonda, foi percebida por Costa (2013) e representa uma tendência na Região do MVPS.

De acordo com Minuzzi *et al.* (2007) e Costa (2013), os índices de pluviosidade das últimas décadas têm sido influenciados por fenômenos de grande escala (El niño e La niña, dentre outros), que afetam o tempo e o clima de diferentes formas na superfície terrestre. Na região sudeste, onde a área de estudo está inserida, a La niña, por exemplo, causa impactos negativos no regime de chuvas (MARENGO, 1998).



**Gráfico 6.5:** Dados de Pluviosidade total anual do município de Volta Redonda (RJ). Fonte dos dados: CPRM, LIGHT e ANA (disponível no site [hidroweb.ana.gov.br/](http://hidroweb.ana.gov.br/) acessado em 01/01/2016).

As condições de temperatura e pluviosidade são importantes porque influenciam no comportamento da vegetação dos canais embrejados. Segundo Enrich-Prast (2008) a falta de chuvas pode contribuir com a diminuição da biomassa total, produtividade e composição de espécies da vegetação, devido à redução da quantidade e qualidade da matéria orgânica e sais minerais neste tipo de ecossistemas. As condições de temperatura afetam a evaporação e indiretamente interferem nas condições hídricas, diminuindo a produtividade da vegetação.

### 6.3 Córrego Santa Luzia I

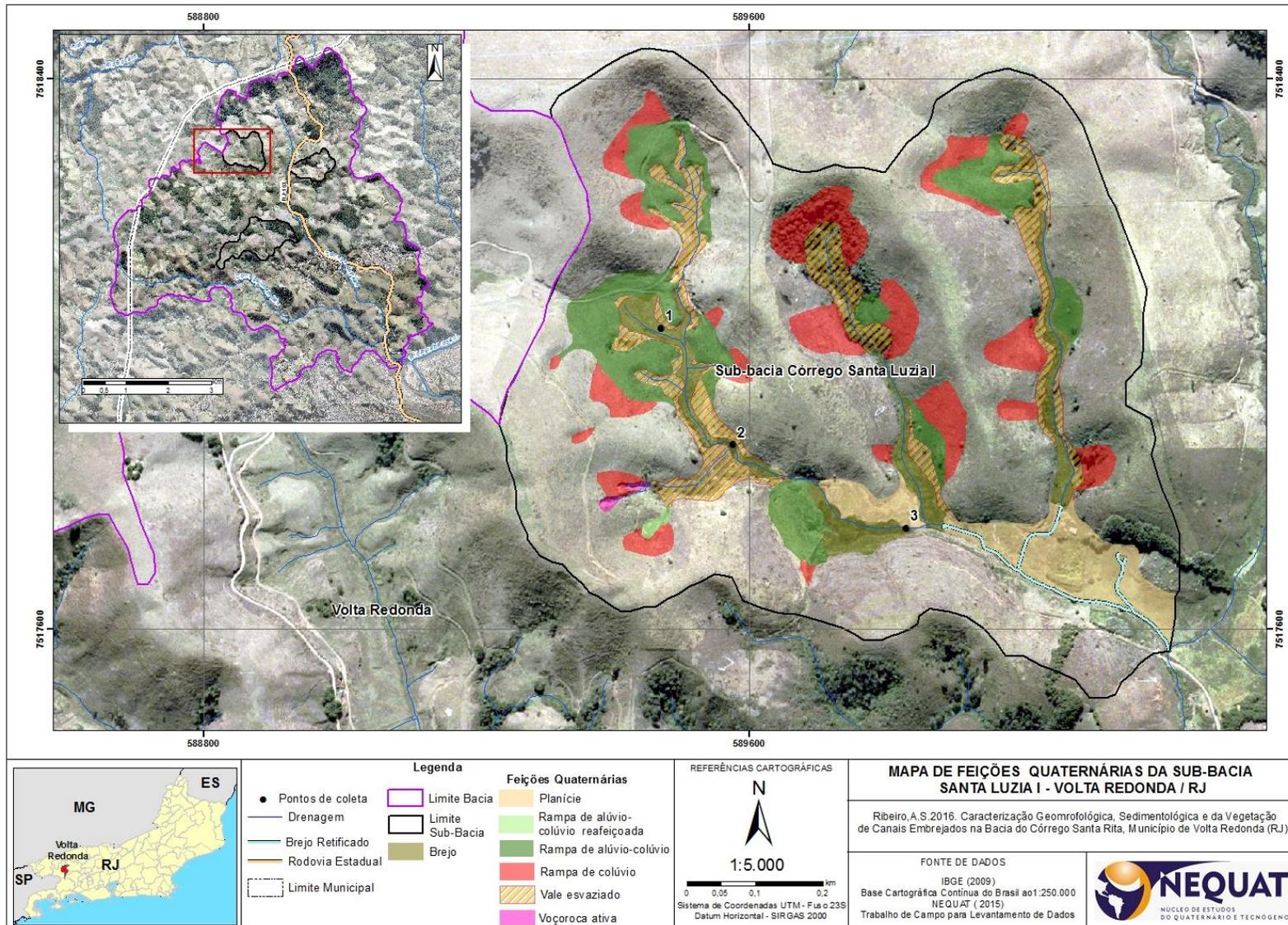
#### 6.3.1 Caracterização geomorfológica

A sub-bacia Santa Luzia I está localizada na porção norte da bacia Córrego Santa Rita (ver Figura 4.3) e possui uma área de 0,66km<sup>2</sup>. Nesta sub-bacia (Mapa 6.1) foram mapeadas as feições deposicionais quaternárias descritas no Quadro 4.1, que perfazem 27,44% da sua área.

Na Tabela 6.1 observa-se que a área de fundo de vale esvaziado (FVE) representa cerca de 28% da área de feições mapeadas nesta sub-bacia, superando as feições de rampas de colúvio (RC) e de rampas de aluvio-colúvio (RAC), que correspondem a 23% (cada uma) da área de feições mapeadas, e as feições de planície e canais embrejados, que correspondem, cada uma, a aproximadamente 12% da área mapeada. Cabe ressaltar que a área de planície, reconhecida no baixo curso desta sub-bacia, é fruto da deposição de sedimentos provenientes do retrabalhamento das feições de rampas de alúvio-colúvio a montante, e contém um trecho de canais embrejados do tipo 2 (Retificado).

**Tabela 6.1:** Área ocupada pelas diferentes feições deposicionais quaternárias e feições erosivas na bacia Córrego Santa Luzia I, Volta Redonda (RJ).

<b>Sub-bacia Córrego Santa Luzia I</b>				
<b>Descrição</b>		<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>% relacionado à área da bacia</b>	<b>% relacionado às feições mapeadas</b>
<b>Área de sedimentação</b>	<b>RAC</b>	0,06	9,09	23,89
	<b>RACr</b>	0,001	0,16	0,40
	<b>RC</b>	0,06	9,09	23,9
	<b>Planície</b>	0,03	4,55	11,96
	<b>Canal embrejado</b>	0,03	4,55	11,96
	<b>Subtotal</b>	0,18	27,28	72,1
<b>Área de erosão</b>	<b>FVE</b>	0,07	10,60	27,89
	<b>Interflúvios e Divisores</b>	0,41	61,96	-
	<b>Subtotal</b>	0,49	72,56	27,89
<b>Total</b>		0,66	100	100

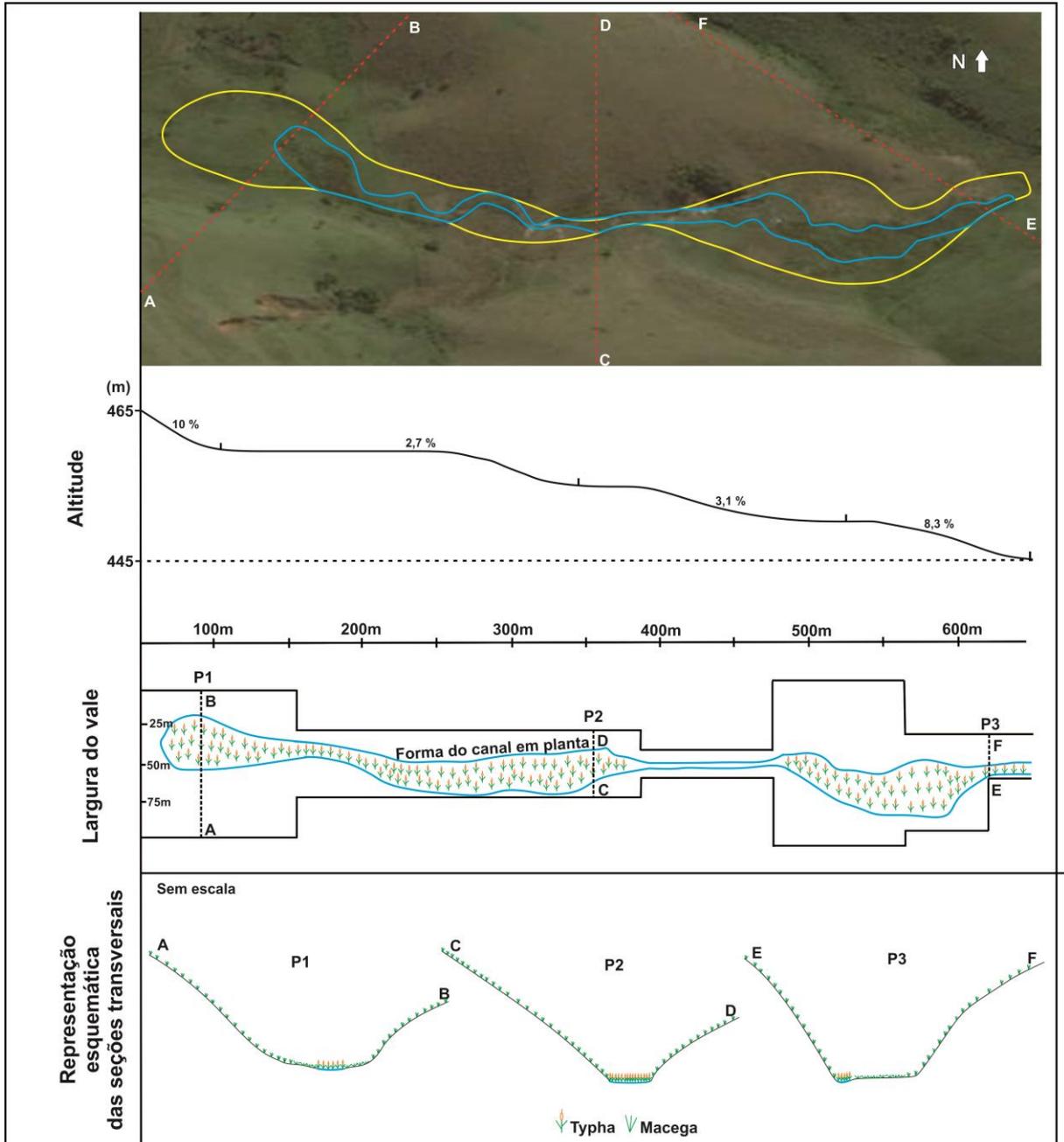


**Mapa 6.1:** Mapa de feições deposicionais e canais embrejados na Sub-bacia Córrego Santa Luzia I, Volta Redonda (RJ), com a localização dos pontos de coleta de amostras dos materiais deposicionais.

Na Figura 6.2 são apresentadas algumas características do ambiente de vale onde se insere o coletor principal desta sub-bacia, que neste trecho configura-se como um canal embrejado do tipo 1. Este vale possui um perfil longitudinal escalonado e moderadamente suave, apresentando trechos de maior largura onde a vegetação de macrófitas se desenvolve no canal embrejado. A largura do vale é maior na zona de cabeceira (alto curso), sofrendo estreitamento na passagem para o médio curso e deste para o baixo curso, onde volta a alargar-se, com novo estreitamento na zona de confluência com o canal vizinho, seu tributário.

Nesta figura, a representação esquemática das seções transversais ao vale em três pontos (P1, P2 e P3) ao longo do coletor permite identificar, de montante para jusante: uma cabeceira de drenagem com rampa de alúvio-colúvio (P1), estando a calha do canal limitada por essa feição deposicional, que possui maior declividade neste local; um vale confinado (P2), sem resquícios de feições deposicionais, com ligeiro aumento da declividade do perfil, verificando-se em campo que neste trecho do canal o embasamento está exposto; um vale parcialmente confinado (P3), com uma planície adjacente a uma das margens do canal (a NNW) (ver Mapa 6.1)

Tal como observaram Peixoto *et al.* (2010), estes perfis transversais ao vale registram um padrão de canais formadores da drenagem da região, geralmente formada por canais embrejados do tipo 1, pequenos, rasos e com largura multivariada. A baixa declividade dos canais desta natureza, juntamente com a vegetação, proporciona condições de retenção do aporte sedimentar, porém recorrentemente estes canais são modificados com a escavação de calhas que originam pequenos rios rasos e estreitos (com largura entre 0,5 e 2 metros) (ver Quadro 6.1).



**Figura 6.2:** Reconstituição esquemática dos perfis transversais, declividade, largura do vale e forma do canal em planta na sub-bacia Córrego Santa Luzia I, Volta Redonda (RJ).

### 6.3.2 Caracterização da Vegetação

Na análise da vegetação realizada na sub-bacia Santa Luzia I verificou-se que o gênero *Typha* é dominante, chegando a representar 90 % dos gêneros identificados em cada uma das três parcelas analisadas. A *Typha*, popularmente chamada de taboa, é reconhecida como espécie invasora e de fácil proliferação em ambientes favoráveis (JOLY, 1991).

A Tabela 6.2 expõe os valores dos parâmetros da parte aérea (densidade, área basal, biomassa e altura) e do sistema radicular da vegetação (volume da raiz, área superficial da raiz e total de fibras da raiz), mensurados em campanhas de coleta de amostras realizadas em dezembro de 2014 e junho de 2015.

**Tabela 6.2:** Valores de densidade, área basal, altura e biomassa da parte aérea da vegetação; e volume, área superficial e número total de fibras das raízes identificadas nas parcelas analisadas no canal embrejado de tipo 1 da sub-bacia Córrego Santa Luzia I, Volta Redonda (RJ).

<b>Sub-bacia Córrego Santa Luzia I</b>				
Parâmetros analisados	Data de coleta	Parcelas		
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Densidade de vegetação (Nº de indivíduos em 0,25m <sup>2</sup> )	Dez/2014	8	6	6
	Jun/2015	10	10	10
Área basal (cm <sup>2</sup> )	Dez/2014	45,6	31,8	31,8
	Jun/2015	50,7	50,7	50,3
Altura média da vegetação (cm)	Dez/2014	203	193	196
	Jun/2015	208	201	192
Biomassa seca (g)	Dez/2014	514,3	469,8	332,2
	Jun/2015	1675,9	1635,7	895,7
Volume das raízes (mm <sup>3</sup> )	Dez/2014	22371,3	17881,1	22944,7
	Jun/2015	15637,6	25836,2	28104,4
Área superficial das raízes (mm <sup>2</sup> )	Dez/2014	25405,5	26443,6	42281,3
	Jun/2015	47863,3	85238,6	77034,9
Nº total de raízes	Dez/2014	336	258	241
	Jun/2015	1374	1613	1344

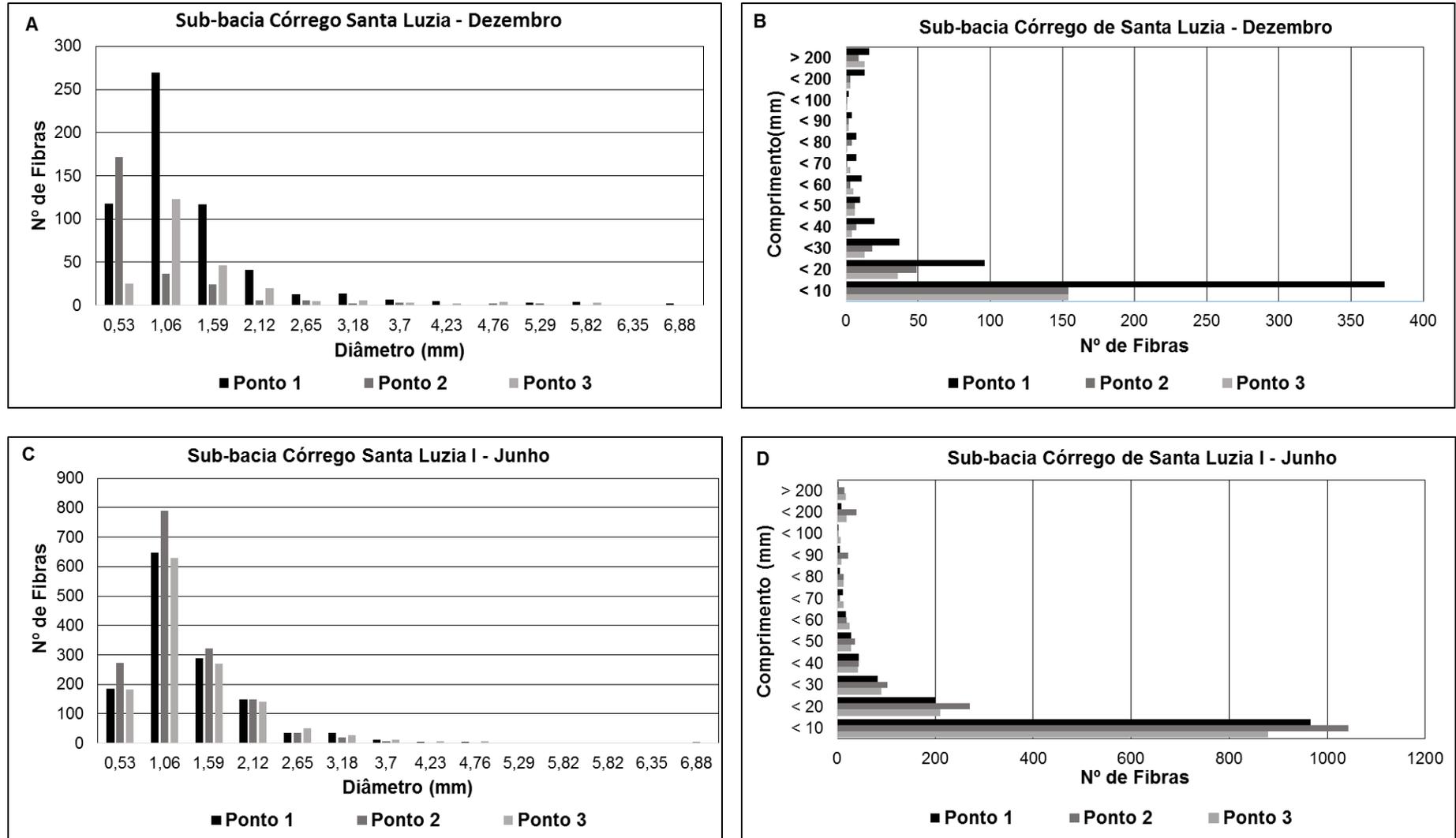
Os dados apresentados evidenciam, primeiramente, que para todos os parâmetros utilizados para caracterizar a parte aérea da vegetação, os menores valores encontrados referem-se ao mês de dezembro, o que é explicado pela influência de um período mais seco antecedente à coleta (ver Tópico 6.2).

Em estudo realizado sobre a *Typha*, Freesz (2007) registra a diferença no tamanho das folhas e biomassa entre períodos secos e inundados, explicando que o crescimento das folhas e conseqüentemente o aumento da biomassa visa ampliar a área fotossinteticamente ativa acessível à luz. Este comportamento pode explicar, os dados obtidos no período de análise, considerando que nos períodos de estiagem as plantas perdem folhas para diminuir a taxa de fotossíntese.

Os resultados do sistema radicular também apontam que os parâmetros examinados apresentam valores menores na campanha de coleta de dezembro. Isso pode estar ligado à retração dos brejos durante o período de estiagem, e a diminuição do nível do lençol freático, que acaba por determinar a morte de espécies com raízes mais superficiais.

Embora os dados das raízes evidenciem diferenças sazonais (Gráfico 6.6), as fibras do sistema radicular apresentam um padrão comum em todos os pontos analisados. Em geral, esse sistema radicular caracteriza-se pelo domínio de raízes pequenas e finas, com fibras entre 0,53 e 2,12mm de diâmetro e menos de 20mm de comprimento.

Segundo Barko & Smart (1980) as características do sistema radicular, tais como área de superfície de raiz e anatomia interna, tendem a aumentar as formas de obtenção de nutrientes. Deste modo, é provável que o sistema radicular desta vegetação também busque uma fisionomia que se adapte às condições de estiagem.



**Gráfico 6.6:** Variação do número de fibras do sistema radicular da vegetação de brejos em relação ao diâmetro (gráficos A e C) e comprimento (gráficos B e D) nos meses dezembro de 2014 e junho de 2015 – sub-bacia Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ).

### 6.3.3 Caracterização dos depósitos sedimentares

A Figura 6.4 mostra os 3 (três) testemunhos coletados no canal embrejado da sub-bacia Santa Luzia I, cuja localização foi apresentada na Figura 6.3. Os testemunhos obtidos variam de 85 cm a 120 cm de comprimento e são compostos basicamente de camadas de turfa sobre areias argilosas, como pode ser visualizado nos perfis expostos na Figura 6.4.

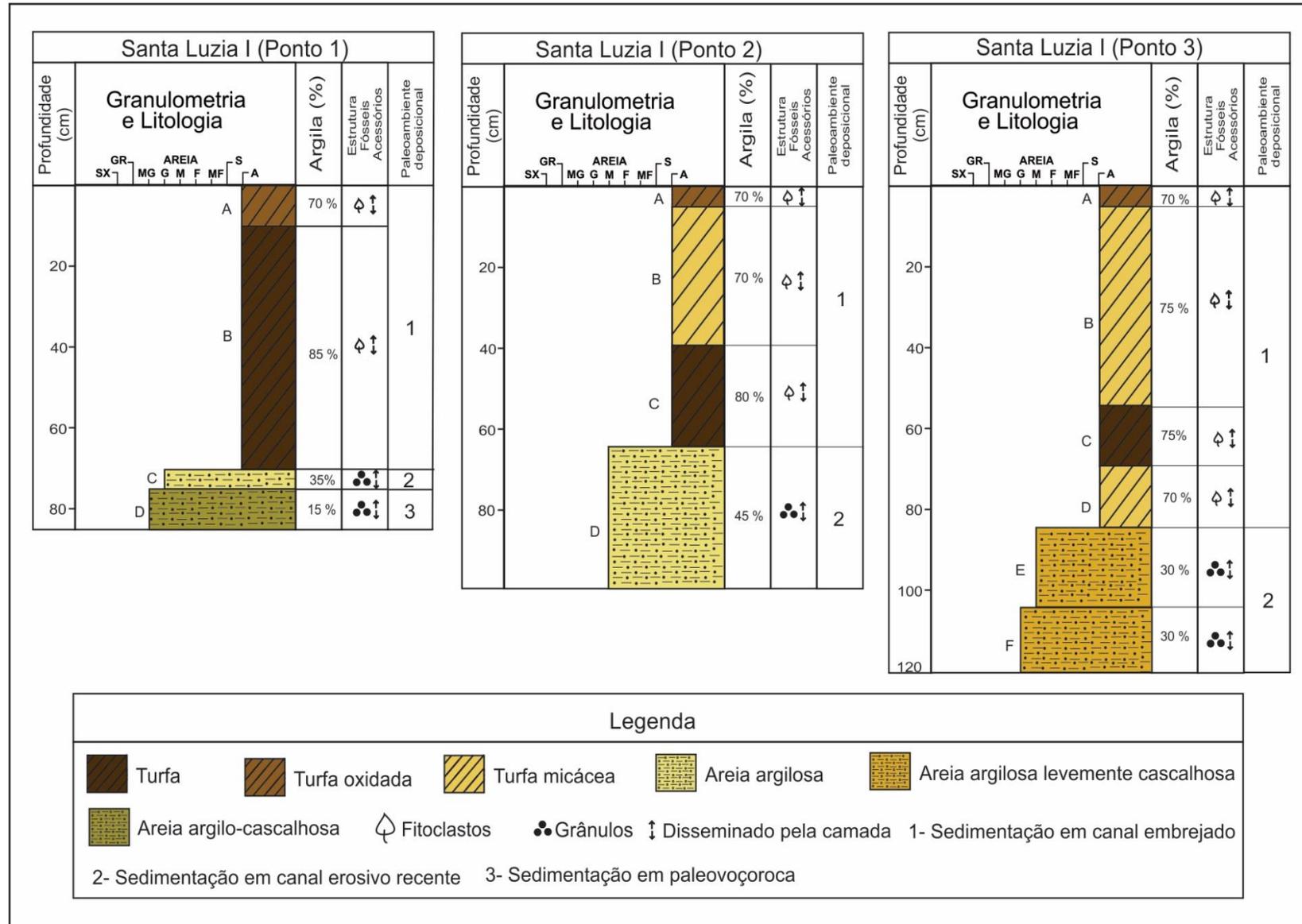
No perfil nº 1 sedimentação de canal embrejado é identificada pelas camadas A e B. A camada A, com 16 cm de espessura, é uma turfa oxidada, constituída por 70% de argila, apresentando concentração de areia grossa quartzosa na base, material micáceo disseminado e cor marrom escuro amarelado (*Dark Yellowish Brown 10YR 4/2*). A camada B, com 54 cm de espessura, é uma turfa mais escura cor cinza escuro (*Dark Gray n°2*) constituída de 85% de argila, com gradiente de matéria orgânica diminuindo para o topo, e muscovita disseminada.

Na base deste perfil foram identificadas duas camadas de areias grossas e muito grossas, interpretadas como relacionadas a um contexto erosivo, anterior à deposição das turfas. A camada C, com 6 cm de espessura, é constituída de uma areia grossa mal selecionada, com grãos angulosos, composta de quartzo, feldspato e muscovita, apresentando coloração cinza amarronzada (*Brownish Gray 5YR 4/2*). A camada D, com 10 cm de espessura, é constituída de uma areia argilosa oxidada, muito grossa, mal selecionada, angulosa, composta de quartzo, feldspato e muscovita, e apresentando coloração marrom moderadamente amarelada (*Moderate Yellowish Brown 10 YR 5/4*).

No perfil nº 2, o intervalo A B e C representado pelas camadas de turfa oxidada (6 cm de espessura), turfa micácea (34 cm de espessura) e turfa (24 cm de espessura), corresponde à sedimentação em canal embrejado. Nestas camadas de turfas há também muscovita disseminada em todo o intervalo, sendo mais significativa a preservação de folhas e raízes em diferentes estágios de decomposição. As cores identificadas são marrom acinzentado (*Grayish Brown 5YR 3/2*) (camada A), marrom escuro amarelado (*Dark Yellowish Brown 10YR 4/2*) (camada B) e marrom escurecido amarelado (*Dusky Yellowish Brown 10YR 2/2*) (camada C).



**Figura 6.3:** Testemunhos obtidos do canal embrejado da sub-bacia Córrego de Santa Luzia I, Volta Redonda (RJ).



**Figura 6.4:** Perfis sedimentares dos testemunhos coletados em canais embrejados na sub-bacia Santa Luzia I, Volta Redonda (RJ).

Abaixo deste intervalo foi identificada uma camada de areia argilosa (camada D) com predomínio de grãos médios, angulosos, mal selecionados, compostos de quartzo, com concentração de grânulos no topo e coloração amarela escurecida (*Dusky Yellow 5Y 6/4*).

No perfil nº 3 a sedimentação de canal embrejado é composta de uma intercalação de camadas de turfa (camada C com 14 cm de espessura e cor *preto acinzentado (Grayish Black n°2)*, turfa oxidada (camada A com 6 cm de espessura e cor marrom acinzentado (*Grayish Brown 5YR 3/2*) e turfa micácea (camada B com 50 cm e cor amarelo escurecido (*Dusky Yellow 5Y 6/4*) e camada D com 16 cm de espessura e cor *preto amarronzado (Brownish Black 5YR 2/1)*, com bastante matéria orgânica vinculada à decomposição de folhas e raízes, e muscovita disseminada neste intervalo, em diferentes proporções.

Na base do perfil há duas camadas classificadas como areias argilosas, com grãos médios (na camada E) e grossos (na camada F), mal selecionados, angulosos, compostos de quartzo, feldspato e muscovita, além de grânulos e seixos dispersos. A cor dominante neste intervalo é o marrom escurecido amarelado (*Dusky Yellowish Brown 10YR 2/2*).

Com base na caracterização textural e organização espacial das fácies sedimentares que compõem a Aloformação Manso (Fazendinha, Quebra-Canto e Campinho), conforme descrito por Mello (1992), a camada D do perfil 1 é interpretada como associada a esta sedimentação quaternária relacionada ao preenchimento de paleovoçorocas por materiais aluvio-coluviais. Os depósitos subsequentes, representados no Perfil 1 pela camada C, no perfil 2 pela camada D e no perfil 3 pelas camadas E e F foram interpretados como relacionados a canais erosivos recentes responsáveis pelo entalhamento dos depósitos da Aloformação Manso e pelo esvaziamento do fundo de vale anteriormente à formação dos brejos (e turfás associadas). Nestas condições, interpreta-se que a maior velocidade dos fluxos, antes da constituição dos brejos, condiciona uma sedimentação mais arenosa, composta por material retrabalhado das encostas e do próprio fundo de vale.

As camadas de turfa micácea nos pontos 2 e 3 foram interpretadas como resultado da produção de sedimentos em voçorocas instaladas na encosta próxima à margem sul-sudoeste (SSW) do canal embrejado (ver Figura 6.2).

## 6.4 Córrego Santa Luzia II

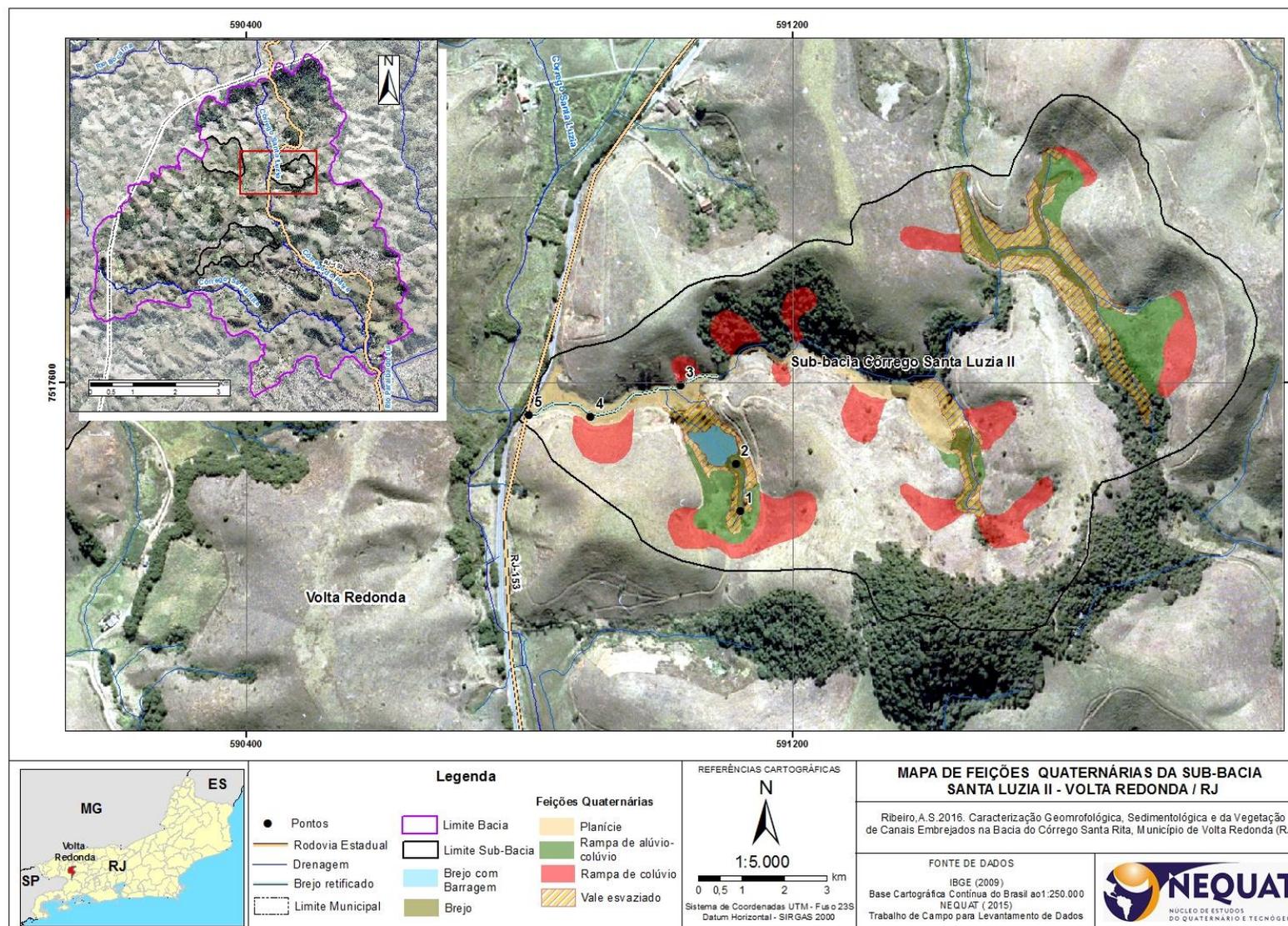
### 6.4.1 Caracterização geomorfológica

A Sub-bacia Santa Luzia II está localizada na porção norte da bacia Córrego Santa Rita e apresenta uma área de 0,49 Km<sup>2</sup>. Nesta sub-bacia as feições deposicionais quaternárias perfazem 15,51% da sua área (Mapa 6.2).

Na Tabela 6.3 observa-se que a área de fundo de vale esvaziado (FVE) e as feições de rampas de colúvio (RC) representam cerca de 8% (cada uma) da área de feições mapeadas nesta sub-bacia, superando as rampas de aluvio-colúvio (RAC), que correspondem a 4% da área de feições mapeadas e as feições de planície, que correspondem a aproximadamente 2% da área mapeada. Cabe destacar que nesta sub-bacia o canal coletor encontra-se encaixado em grande parte do seu médio curso, e contém um trecho significativo de canal embrejado do tipo 2 (Retificado) no seu baixo curso, o que explica a pequena área de canais embrejados (1,23%). Os dados apresentados indicam a ação dos processos de esvaziamento dos depósitos aluvio-coluviais nas cabeceiras e fundo de vale.

**Tabela 6.3:** Área ocupada pelas diferentes feições deposicionais quaternárias e feições erosivas na bacia Córrego Santa Luzia II, Volta Redonda (RJ).

<b>Sub-bacia Córrego Santa Luzia II</b>				
<b>Descrição</b>		<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>% relacionado à área da bacia</b>	<b>% relacionado às feições mapeadas</b>
<b>Feições Deposicionais Quaternárias</b>	<b>RAC</b>	0,02	4,08	17,25
	<b>RC</b>	0,04	8,16	34,48
	<b>PL</b>	0,01	2,04	8,62
	<b>Canal embrejado</b>	0,006	1,23	5,17
	<b>Subtotal</b>	0,076	15,51	65,52
<b>Feições erosivas</b>	<b>FVE</b>	0,04	8,16	34,48
	<b>Interflúvios e Divisores</b>	0,374	76,33	-
<b>Subtotal</b>		0,414	84,49	34,48
<b>Total</b>		0,49	100	100



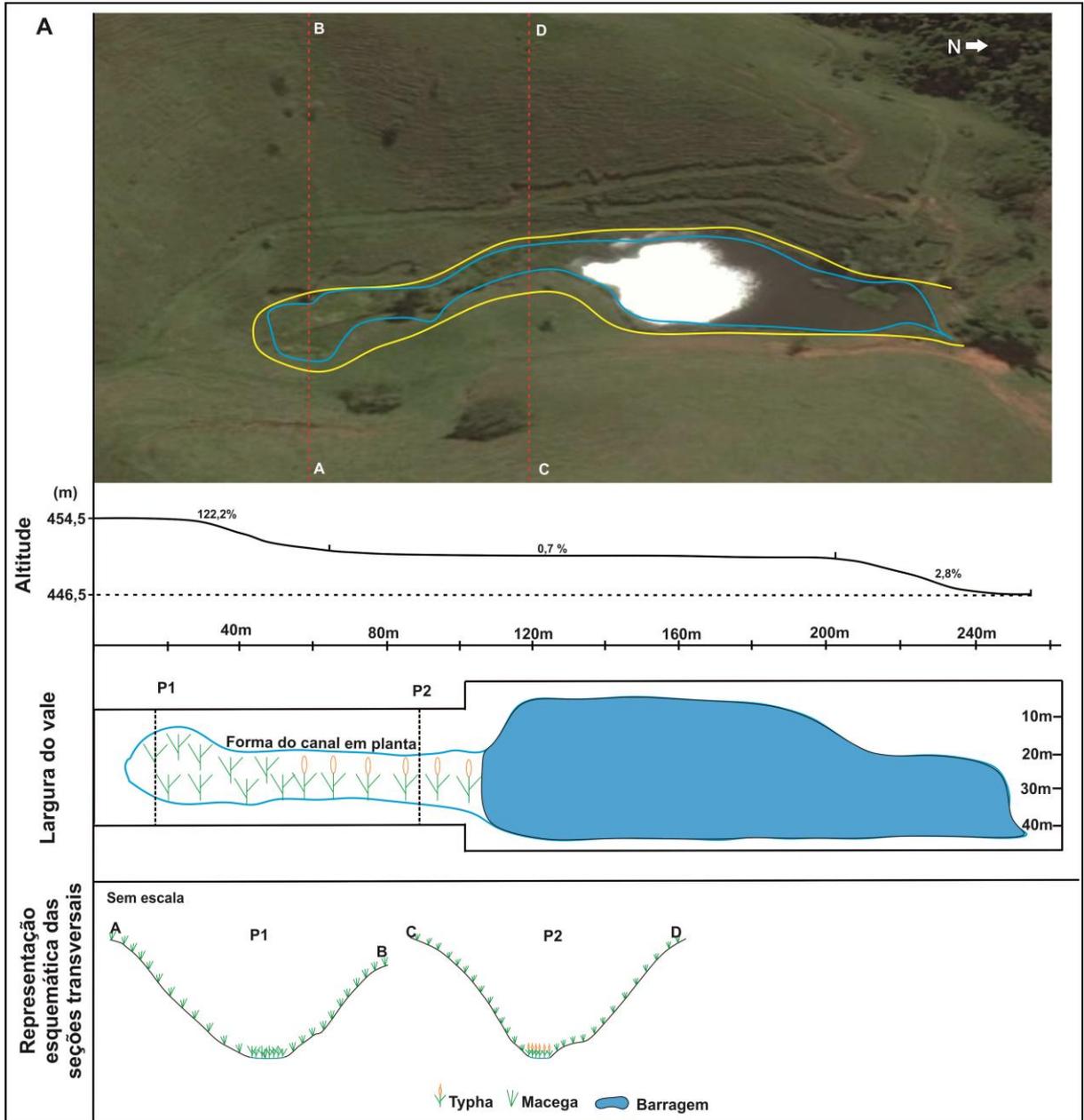
**Mapa 6.2:** Mapa de feições deposicionais e canais embraçados na sub-bacia Córrego Santa Luzia II, Volta Redonda (RJ), com a localização dos pontos de coleta de amostras dos materiais deposicionais.

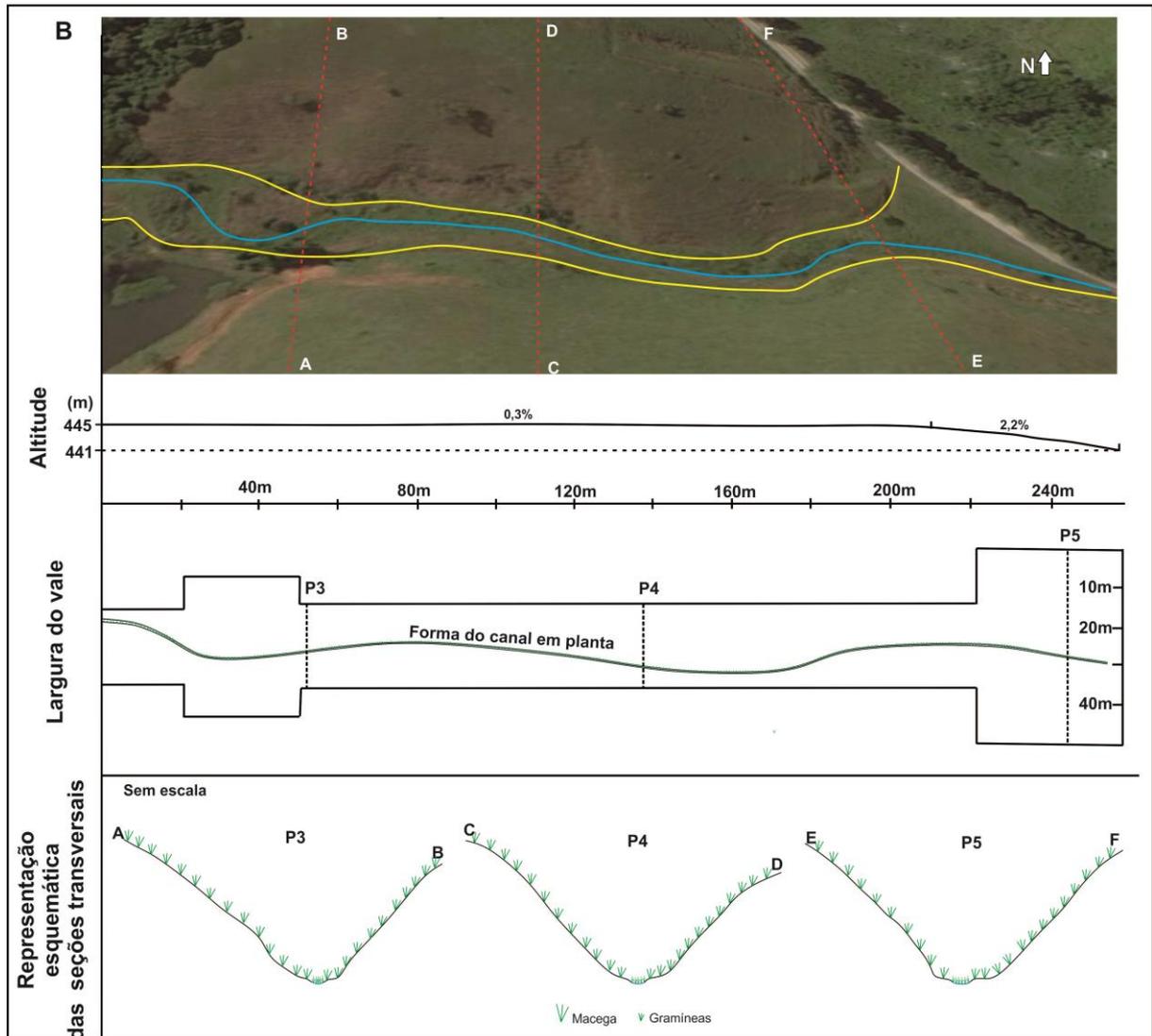
Nos canais erosivos que vão dissecando vales e cabeceiras de drenagem geralmente se formam brejos do tipo 1, entretanto, também foram identificados os outros 2 (dois) tipos de canais embrejados nesta sub-bacia: o canal embrejado com barragem (tipo 3), onde foram estabelecidos os pontos de coleta 1 e 2; e o canal embrejado retificado (tipo 2), onde foram estabelecidos os pontos 3, 4 e 5 (ver Figura 6.6).

A cabeceira de drenagem onde se encontra o canal de tipo 3 apresenta maior declividade a montante da rampa de alúvio-colúvio, onde está localizado o P1, um trecho de baixa declividade na porção média da rampa, onde está localizado o P2, próximo à lâmina d'água da represa (parte mais larga do fundo de vale), e aumento da declividade na confluência com o coletor (Figura 6.6A). Tanto em P1 como em P2 registra-se pequena elevação da superfície nas laterais do canal embrejado, relacionada à preservação de “resquícios” de rampas de alúvio-colúvio (ver perfis transversais na Figura 6.7A). O canal apresenta largura variando de 2 a 5 metros.

No canal embrejado do tipo 2 (Figura 6.7B), o perfil longitudinal demonstra que a declividade, praticamente nula (0,3%), só é aumentada (2,2%) na foz desta bacia (confluência com o canal principal). A largura deste trecho de vale é relativamente uniforme, aumentando na área de confluência com a cabeceira descrita anteriormente e na saída da sub-bacia.

Na a representação esquemática das seções transversais dos pontos P3, P4 e P5, observa-se que o vale fluvial pode ser considerado parcialmente confinado, devido à existência de áreas de planície. O aspecto do canal reflete o manejo, apresentando calhas com largura variando entre 1 e 2 metros, com baixíssima sinuosidade e pouca profundidade.





**Figura 6.5:** Reconstituição esquemática dos perfis transversais, declividade, largura do vale e forma do canal em planta na sub-bacia Córrego Santa Luzia II, Volta Redonda (RJ).

#### 6.4.2 Caracterização da Vegetação

A composição da vegetação do canal embrejado com barragem marca a transição de um trecho inicial dominado pelo gênero *Hedychium* (95 % no P1), para um trecho dominado pelo gênero *Typha* (80% no P2). Isso ocorre porque na parte inicial do canal a declividade é mais acentuada, como já mencionado, dificultando o acúmulo de água, e por isso o gênero *Hedychium*, mais adaptado a condições mais secas, é dominante. Além disso, o represamento do canal embrejado a jusante da cabeceira de drenagem eleva o nível freático, amplia a área de saturação e favorece o desenvolvimento do gênero *Typha*.

Observa-se, na Tabela 6.4, que a área basal, altura média e biomassa aumentam entre os pontos 1 e 2, assim como o volume da raiz e número total de

raízes, ocorrendo o inverso com área superficial das raízes, que tem seus valores diminuídos de montante para jusante. Isso pode ser explicado pela mudança na fisionomia da vegetação dominante.

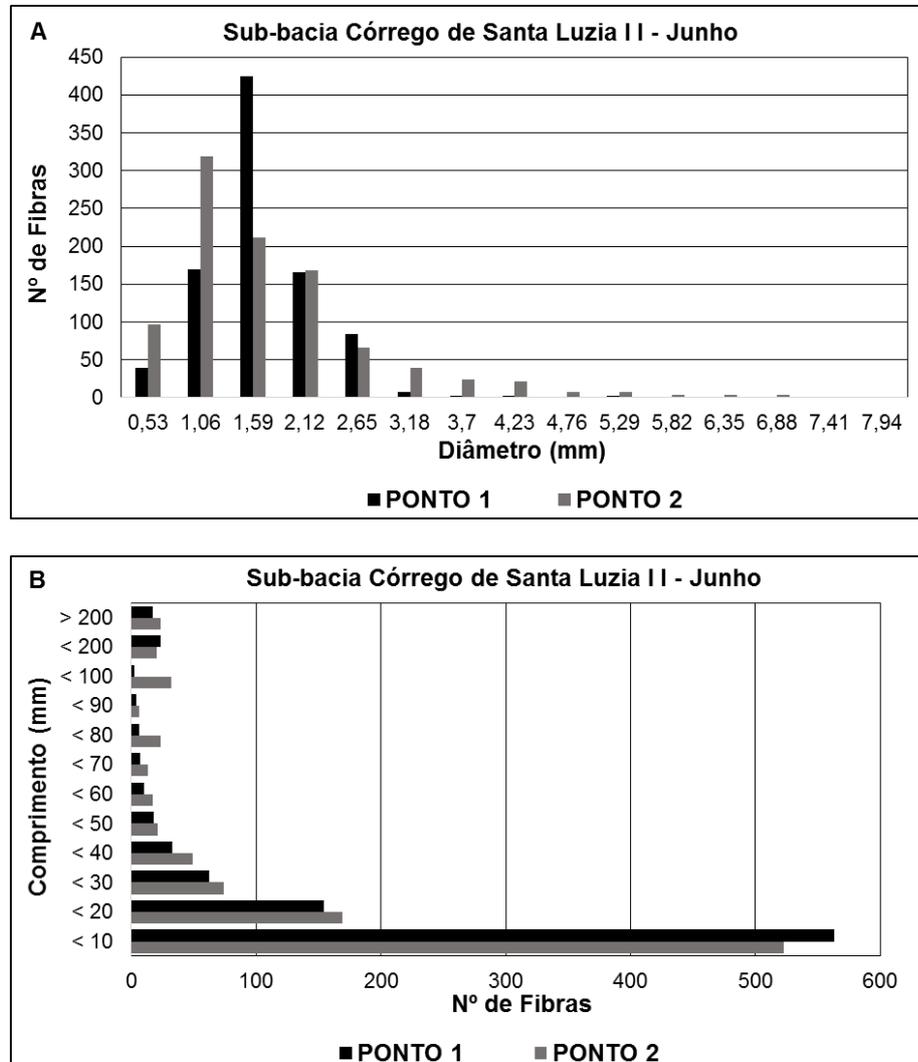
**Tabela 6.4:** Valores de densidade, área basal, altura e biomassa da parte aérea; e volume, área superficial e número total de raízes do canal embrejado com barragem da sub-bacia Córrego Santa Luzia II, Volta Redonda (RJ).

<b>Sub-bacia Córrego Santa Luzia II</b>				
<b>Parâmetro analisados</b>	<b>Data de coleta</b>	<b>Parcelas</b>		
		<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	
<b>Densidade de vegetação (Nº de indivíduos em 0,25m<sup>2</sup>)</b>	Dez/2014	-	-	
	Jun/2015	12	8	
<b>Área basal (cm<sup>2</sup>)</b>	Dez/2014			
	Jun/2015	24,1	33,2	
<b>Altura média da vegetação (cm)</b>	Dez/2014	-	-	
	Jun/2015	150	230	
<b>Biomassa seca (g)</b>	Dez/2014	-	-	
	Jun/2015	388,8	769,0	
<b>Volume das raízes (mm<sup>3</sup>)</b>	Dez/2014	-	-	
	Jun/2015	42376,2	44123,2	
<b>Área superficial das raízes (mm<sup>2</sup>)</b>	Dez/2014	-	-	
	Jun/2015	132130,4	101214,5	
<b>Nº total de raízes</b>	Dez/2014	-	-	
	Jun/2015	900	971	

Embora a parte aérea da vegetação analisada no canal desta cabeceira de drenagem mostre traços fisionômicos distintos, o sistema radicular manifesta características semelhantes, com raízes curtas e finas. A amostragem do P1 mostrou o domínio de raízes com diâmetro de 1,59mm e comprimento menor que 10mm; em P2 dominam as raízes com diâmetro de 1,06mm e comprimento menor que 10 mm (Gráfico 6.7).

No canal embrejado retificado (tipo 2) a vegetação é constituída principalmente por gramíneas, devido à escavação realizada na calha do canal, que remove a vegetação de *Typha*, permitindo a invasão das gramíneas que

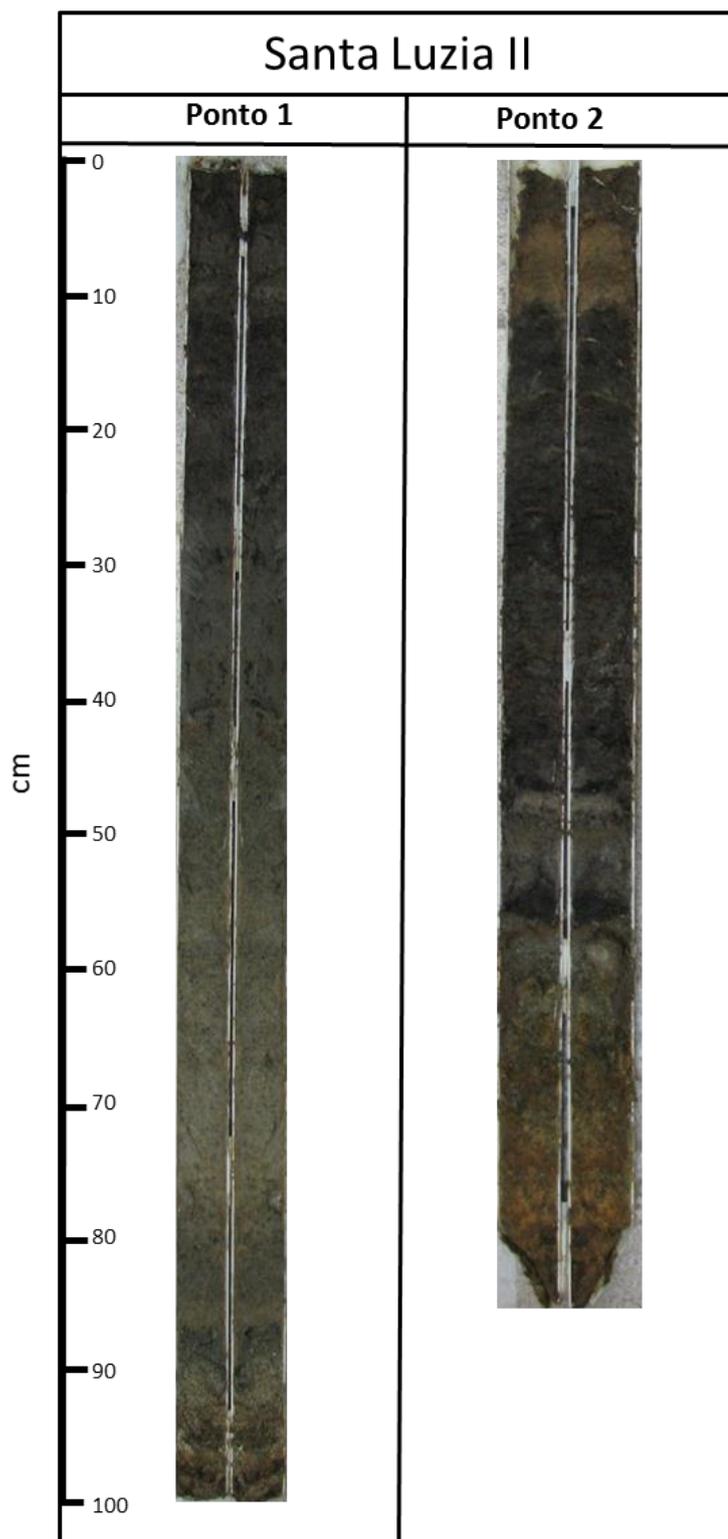
predominam nos pastos adjacentes. Dependendo do manejo das calhas (frequência temporal de re-escavação/manutenção da calha) a vegetação de *Typha* começa a se reestabelecer.



**Gráfico 6.7:** Variação do número de fibras do sistema radicular da vegetação de brejos em relação ao diâmetro (gráfico A) e comprimento (gráfico B) no mês junho de 2015 – sub-bacia Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ).

#### 6.4.3 Caracterização dos depósitos sedimentares

A Figura 6.6 mostra os 3 (três) testemunhos coletados no canal embrejado com barragem da sub-bacia Santa Luzia II, cuja localização foi apresentada na Figura 6.3. Os testemunhos obtidos possuem 100 cm e 85 cm de comprimento e evidenciam uma grande diversidade de intervalos, compostos de turfa, argila arenosa, areia argilosa e embasamento alterado.



**Figura 6.6:** Testemunhos do canal embrejado da sub-bacia Santa Luzia II, Volta Redonda (RJ).

No perfil nº 1 (Figura 6.9), o primeiro intervalo (A) representa uma turfa com 24 cm de espessura, com presença de matéria orgânica na base e raízes e folhas no topo, de cor cinza muito escuro (*Very Dark Gray*) 7.5YR 3/1, que está associada à sedimentação em canal embrejado.

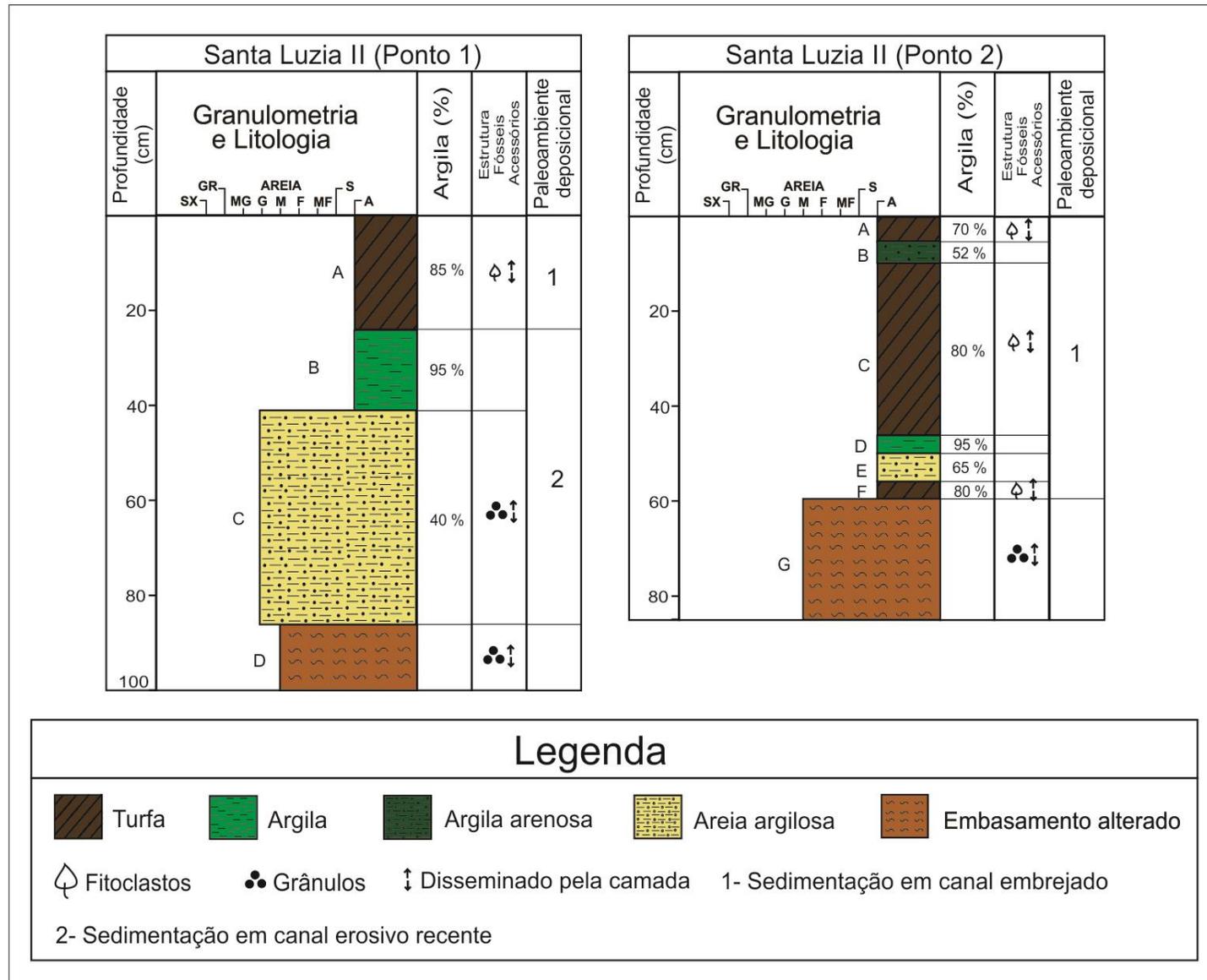


Figura 6.7: Perfil sedimentar do canal embrejado com barragem (tipo 3) na sub-bacia Córrego de Santa Luzia II, Volta Redonda (RJ).

Abaixo da turfa ocorre um intervalo com uma camada de argila sobre uma areia argilosa, que está associado à sedimentação em canais erosivos recentes. A camada de argila (B) tem considerável presença de matéria orgânica e cor marrom (*Brown*) 7.5YR 4/2; e a camada de areia argilosa (C, com 42cm de espessura), tem predomínio de areia grossa, subangulosa, mal selecionada, essencialmente quartzosa, além de grânulos de quartzo dispersos pelo intervalo, e coloração marrom (*Brown*) 7.5YR 4/4.

Na base do perfil encontra-se o embasamento cristalino alterado, que preserva ainda o alinhamento de micas e seixos de quartzo herdado da rocha gnáissica (bandamentos da rocha e veios de quartzo).

No perfil nº 2, registra-se um intervalo com camadas de turfa, argila, argila arenosa e areia argilosa, que estão associadas à sedimentação em canal embrejado. Este intervalo se inicia com uma pequena camada de turfa (A, com 8 cm) com muita matéria orgânica (folhas e raízes) e coloração marrom (*Brown* 7.5 YR 4/3).

A camada de turfa está sobre uma camada de argila arenosa (B) com 8 cm de espessura, com pequena proporção de matéria orgânica e presença de grãos de areia grossa, mal selecionada, angulosa, essencialmente quartzosa, e com coloração marrom (*Brown* 7.5 YR 5/4). Abaixo desta, encontra-se outra camada de turfa (C), com 32cm de espessura, com predomínio de folhas e raízes, disposta sobre uma camada de argila (D), com 4 cm de espessura, com muita matéria orgânica.

Na base do perfil se estabelece uma camada de argila arenosa (E), com 4 cm de espessura, com matéria orgânica e grãos de areia grossa, subangulosa, mal selecionada, essencialmente quartzosa e cor cinza escuro (*Dark Gray*) 5Y 4/1, disposta sobre outra fina camada de turfa (F), com 4 cm de espessura, que se encontra sobre o embasamento cristalino alterado. No embasamento observa-se incipiente alinhamento de micas, herdado da rocha gnáissica.

A Figura 6.8 mostra os 3 testemunhos coletados no canal retificado da Sub-bacia Santa Luzia II. Os testemunhos obtidos variam de 50cm a 120cm de comprimento (Figura 6.9).

O perfil nº 3 é constituído de duas camadas associadas à sedimentação de canal embrejado: a primeira é uma turfa (A), com 30cm de espessura, com amplo

predomínio de matéria orgânica (folhas e raízes), muscovita disseminada e coloração próxima do preto (*Black*) 7.5YR 25/1 e marrom escuro (*Dark Brown*) 7.5YR 4/2; e a segunda é uma espessa camada de argila (B), com 86cm de espessura, rica em matéria orgânica e fragmentos vegetais como folhas, raízes, galhos e até lascas de troncos, e com muscovita disseminada, apresentando uma cor escura classificada como cinza escuro (*Dark Gray*) 10YR 4/1.

No perfil nº 4 observa-se no topo uma fina camada turfa (A), de 4 cm de espessura, com acúmulo de folhas decompostas que lhe confere uma cor preta (*Black*) 10 YR 2/1), disposta sobre uma camada argila (B) com matéria orgânica bem oxidada (com manchas alaranjadas) e muscovita disseminada, e cor marrom amarelado (*Yellowish Brown*) 10 YR 3/4.

Abaixo destas ocorre uma sequência de camadas areno-argilosas (C, com 8cm; D, com 4cm e E, com 6cm), com predomínio de grãos grossos (camada C), finos (camada D) e médios (camada E), angulosos, mal selecionados, compostos de quartzo e mica. Suas cores são *amarelo amarronzado* (*Brownish Yellow*) 10YR 6/8 (camada C), *marrom levemente esverdeado* (*Light Olive Brown*) 2.5Y5 5/6 (camada D) e *marrom esverdeado* (*Olive Brown*) 2.5Y 4/6 (camada E).

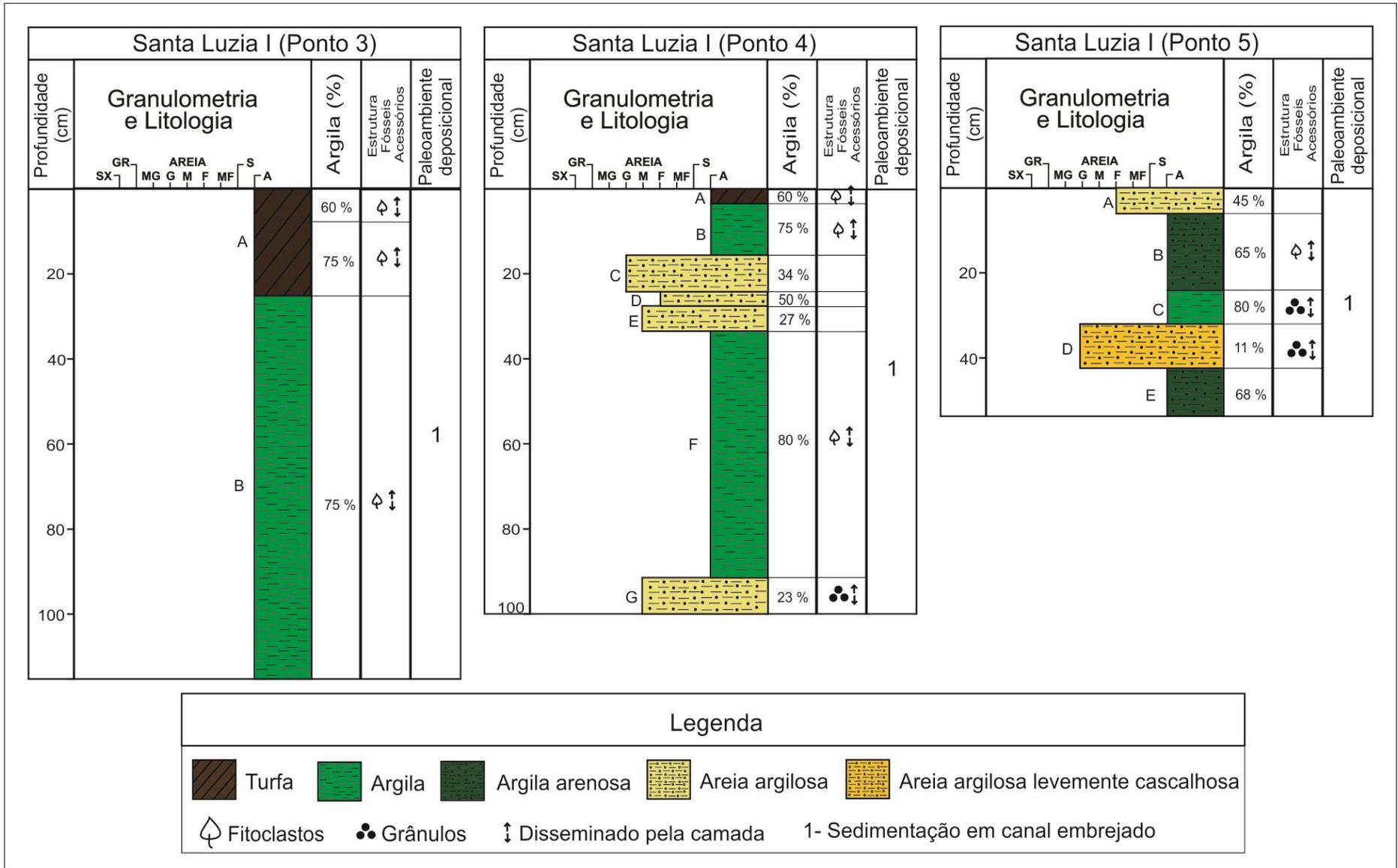
A camada subjacente (F, com 52cm) é constituída de argila com matéria orgânica (folhas, raízes, galhos e lascas de tronco), muscovita disseminada e cor marrom acinzentado muito escuro (*Very Dark Grayish Brown*) 2.5Y 3/2. Na base do perfil ocorre uma camada areno-argilosa com predomínio de areia media, com pequena proporção de grânulos dispersos no intervalo, essencialmente quartzosa e com presença de minerais pesados e turmalina. Sua cor dominante é o marrom forte (*Strong Brown*) 7.5Y 5/5.

O perfil nº 5, marcado pela inexistência de turfas, apresenta no topo uma camada areno-argilosa (A, com 6cm), composta de areia fina oxidada, mal selecionada, angulosa e quartzosa, com presença de muscovita e feldspato, e cor marrom forte (*Strong Brown*) 7.5YR 5/8.

Abaixo desta, ocorre uma camada argilo-arenosa (B, com 18cm de espessura), com preponderância dos grãos finos, essencialmente quartzosos, e com muscovita e matéria orgânica disseminados pelo intervalo, e cor marrom acinzentado muito escurecido (*Very Darky Grayish Brown*) 10 YR 3/2. Esta, por sua vez, encontra-se sobre uma camada de argila com grânulos (C, com 8cm de -



Figura 6.8: Testemunhos do canal embrejado da sub-bacia Santa Luzia II, Volta Redonda (RJ).



**Figura 6.9:** Perfil sedimentar do canal embrejado retificado (tipo 2) na sub-bacia Córrego de Santa Luzia II, Volta Redonda (RJ).

espessura), com grande quantidade de matéria orgânica em estágio avançado de decomposição, mica disseminada no intervalo e coloração marrom muito escurecido (*Very Darky Brown*) 10 YR 2/2.

A camada D (8cm de espessura), subjacente, é constituída por uma areia argilosa, eminentemente grossa, mal selecionada, angulosa e composição quartzosa com presença de feldspato e muscovita. Há grânulos dispersos pelo intervalo e a cor aparente é o amarelo pálido (*Pale Yellow*) 5Y 8/4.

A camada basal do testemunho é uma argila arenosa (camada E) de 15cm de espessura, caracterizada pela presença de areia muito fina, essencialmente quartzosa, com coloração marrom amarelado (*Yellowish Brown*) 10 YR 6/6, havendo aumento da participação de areia em direção à base.

Nos perfis 1 e 2, as camadas A (em P1) e de A a F (em P2) são interpretadas como associadas à sedimentação de canais embrejados, que ocuparam os canais erosivos recentes, responsáveis pelo entalhamento e retrabalhamento dos depósitos da Aloformação Manso, e conseqüentemente pelo esvaziamento dos fundos de vale. As camadas B e C, em P1, correspondem a uma deposição relacionada ao preenchimento parcial dos canais erosivos instalados, com materiais provenientes das encostas e do fundo de vale, anteriormente à instalação dos brejos. As camadas B, D e E em P2 indicam uma variação da velocidade dos fluxos, por conta das modificações nos brejos implementadas pelos pecuaristas, que removem a vegetação e escavam os canais embrejados.

De forma semelhante, os depósitos identificados nos perfis 3, 4 e 5 retratam a dinâmica de sedimentação em canais embrejados retificados. Nota-se nestes perfis pouca sedimentação orgânica e grande variedade granulométrica, o que reflete a remoção da vegetação e o aprofundamento das calhas fluviais, que diminuem a disponibilidade de matéria orgânica para a formação de turfas e aumentam a variação da velocidade dos fluxos dos canais, o que favorece o transporte e deposição de areias. Com o reestabelecimento da vegetação volta-se a ter o predomínio de deposição de finos e alguma matéria orgânica.

## 6.5 Córrego do Peixe

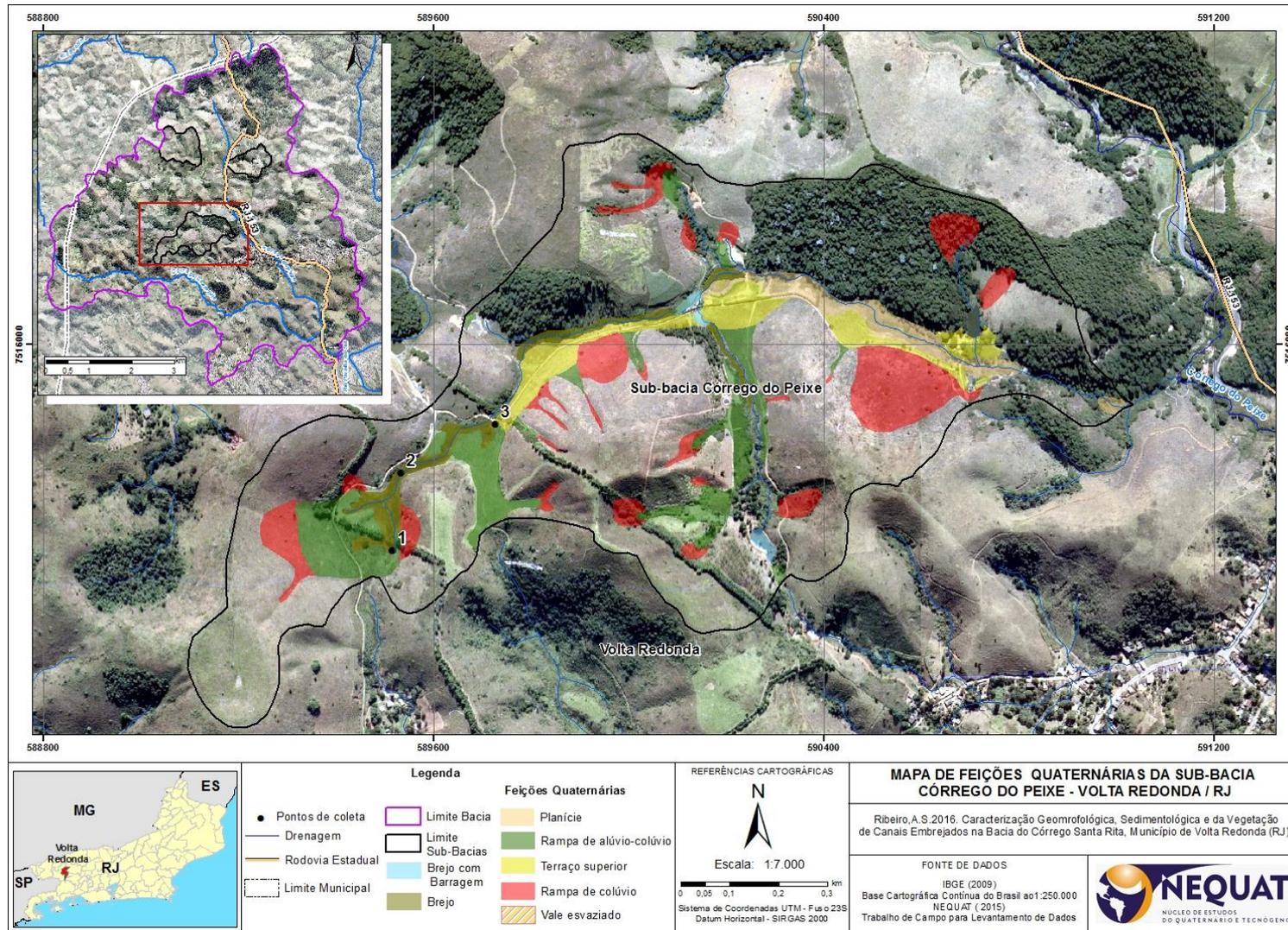
### 6.5.1 Caracterização geomorfológica

A sub-bacia Córrego do Peixe está localizada na porção centro-oeste da bacia Córrego Santa Rita (ver Figura 6.2) e apresenta uma área de 1,05km<sup>2</sup>. Nesta sub-bacia (Mapa 6.3) as feições deposicionais quaternárias perfazem 20% da sua área.

Na Tabela 6.5 observa-se que as feições de rampa de colúvio (RC), com 29%, e fundo de vale esvaziado (FVE), com 11%, apresentam os maiores percentuais de área em relação à área total de feições mapeadas nesta sub-bacia, sendo seguidas do terraço superior (T1), com 14%, da rampa de alúvio-colúvio (RAC), com 29%, e das planícies, com 7% da área mapeada. A área ocupada pelas feições de canal embrejado corresponde a 22% das feições mapeadas, sendo o canal coletor principal embrejado do tipo 1 desde a cabeceira de drenagem ao médio curso da bacia, em trecho onde há significativa preservação das feições de rampas de alúvio-colúvio e terraço 1. Os dados apresentados indicam uma relativa preservação das rampas de alúvio-colúvio nas cabeceiras de drenagem desta sub-bacia, bem como do nível de terraço superior ao longo do vale principal, fazendo com que os depósitos aluvio-coluviais constituam importantes áreas fonte para a sedimentação dos brejos.

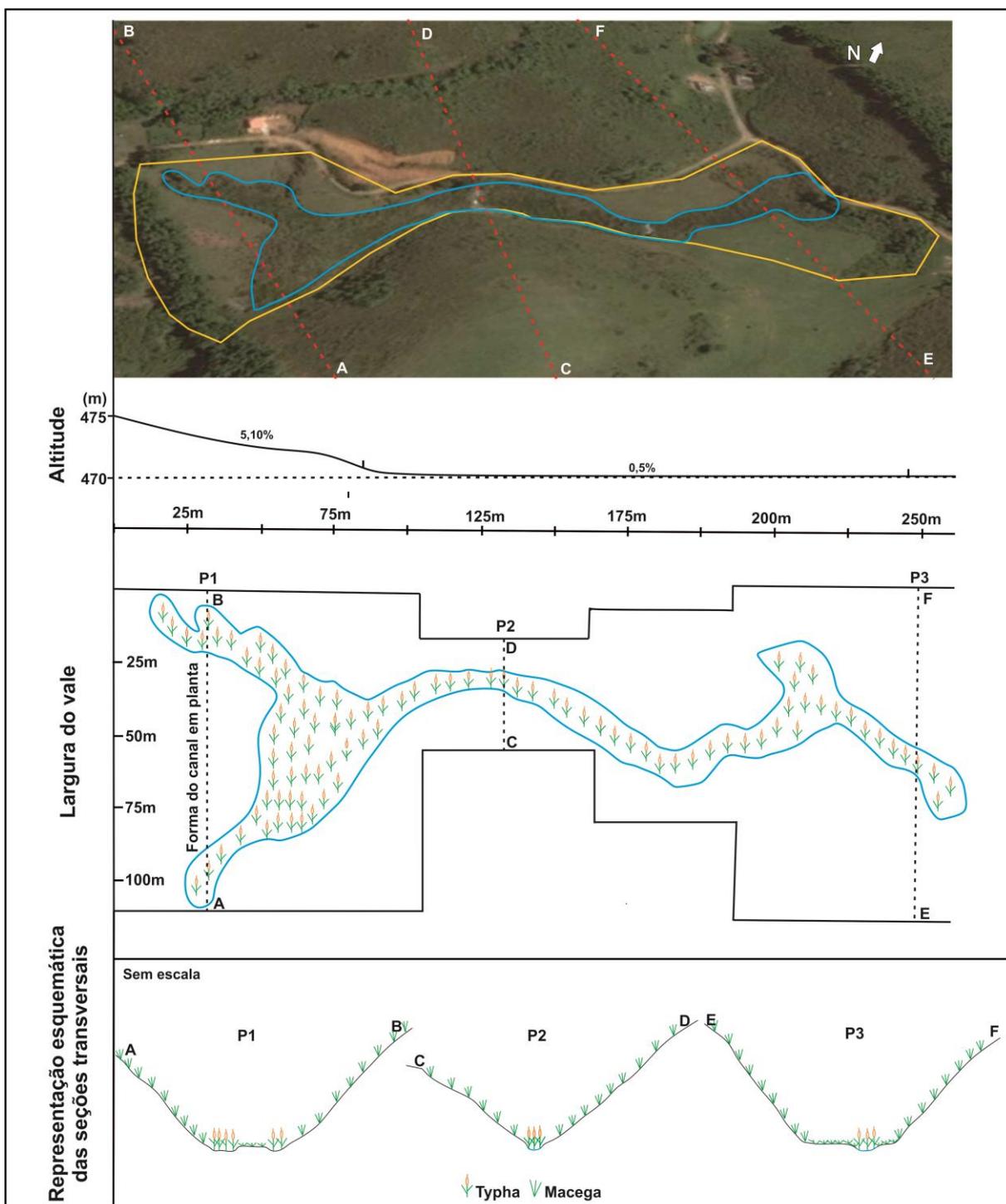
**Tabela 6.5:** Área ocupada pelas diferentes feições deposicionais quaternárias e feições erosivas na sub-bacia Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ).

<b>Sub-bacia Córrego do Peixe</b>				
<b>Descrição</b>		<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>% relacionado à área da bacia</b>	<b>% relacionado às feições mapeadas</b>
<b>Feições Deposicionais Quaternárias</b>	<b>RAC</b>	0,08	7,62	28,57
	<b>T1</b>	0,04	3,81	14,29
	<b>RC</b>	0,08	7,62	28,57
	<b>PL</b>	0,03	2,86	10,71
	<b>Canal embrejado</b>	0,02	1,90	7,15
<b>Subtotal</b>		0,25	23,81	89,29
<b>Feições erosivas</b>	<b>FVE</b>	0,03	2,86	10,71
	<b>Interflúvios e Divisores</b>	0,77	73,33	-
<b>Subtotal</b>		0,80	10,19	10,71
<b>Total</b>		1,05	100	100



**Mapa 6.3:** Mapa de feições deposicionais e canais embrujados na sub-bacia Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ), com a localização dos pontos de coleta de amostras dos materiais deposicionais.

Na Figura 6.10 são apresentadas algumas características da cabeceira e do ambiente de vale onde se insere o trecho montante do coletor principal desta sub-bacia.



**Figura 6.10:** Reconstituição esquemática dos perfis transversais, declividade, largura do vale e forma do canal em planta na sub-bacia Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ).

A análise do perfil longitudinal do canal embrejado ao longo do coletor evidencia uma maior declividade entre P1 e P2, que depois de uma ruptura de declive próximo a P2 reduz-se até tornar-se quase nula de P2 a P3.

A largura do fundo de vale/reentrância da cabeceira de drenagem é maior em P1 (zona de cabeceira), com estreitamento em P2 e alargamento a jusante. A representação esquemática das seções transversais ao vale nos pontos P1, P2 e P3 permite identificar, de montante para jusante, a ramificação do canal embrejado inserido na cabeceira de drenagem com rampa de alúvio-colúvio (P1), evidenciando uma morfologia característica das voçorocas remontantes que se desenvolvem nestas feições; o trecho de confinamento do canal (P2) sem a preservação de RAC, com ligeiro aumento da declividade do perfil, constituindo um nível de base; um trecho parcialmente confinado (P3), com rampas de alúvio-colúvio preservadas nas margens do canal (ver Mapa 6.3).

### **6.5.2 Caracterização da Vegetação**

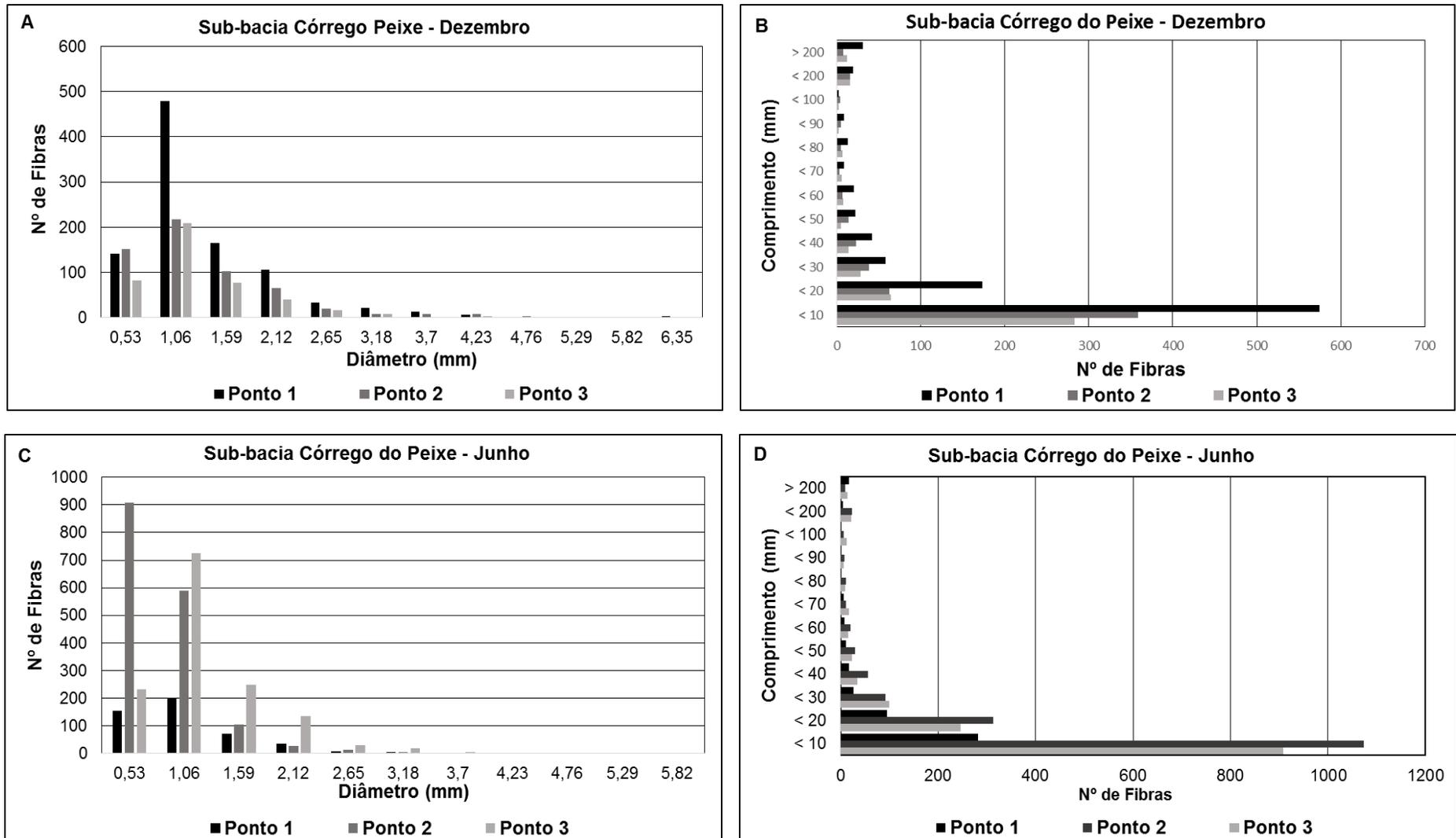
Na análise da vegetação realizada na sub-bacia Córrego do Peixe verificou-se que o gênero *Typha* é dominante, chegando a representar 95% dos gêneros identificados em cada uma das três parcelas analisadas. Observa-se que, de modo similar ao canal embrejado da sub-bacia Santa Luzia I (também do tipo 1), todos os parâmetros utilizados para caracterizar a parte aérea da vegetação também apresentam os menores valores no mês de dezembro, o que é explicado pela influência de um período mais seco antecedente à coleta (ver tópico 6.2).

Os resultados obtidos para os parâmetros examinados relativos ao sistema radicular também evidenciam valores menores na campanha de coleta de dezembro. Isso pode estar ligado à retração dos brejos durante o período de estiagem que antecedeu a coleta, e a diminuição do nível do lençol freático, que acaba por determinar a morte de espécies com raízes mais superficiais.

**Tabela 6.6:** Valores de densidade, área basal, altura e biomassa da parte aérea da vegetação; e volume, área superficial e número total de raízes do canal embrejado de tipo 1 na sub-bacia Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ).

<b>Sub-bacia Córrego do Peixe</b>				
<b>Parâmetro analisados</b>	<b>Data de coleta</b>	<b>Parcelas</b>		
		<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>
<b>Densidade de vegetação (Nº de indivíduos/0,25m<sup>2</sup>)</b>	Dez/2014	9	7	7
	Jun/2015	12	10	8
<b>Área basal (cm<sup>2</sup>)</b>	Dez/2014	37,4	29,4	29,4
	Jun/2015	58,9	45,2	36,2
<b>Altura da vegetação (cm)</b>	Dez/2014	205	199	201
	Jun/2015	212	204	197
<b>Biomassa seca (g)</b>	Dez/2014	652,7	487,2	421,2
	Jun/2015	958,3	883,1	588,8
<b>Volume das raízes (mm<sup>3</sup>)</b>	Dez/2014	39777,9	41366,2	15678,3
	Jun/2015	55591,4	17037,2	20230,5
<b>Área superficial das raízes (mm<sup>2</sup>)</b>	Dez/2014	97384,3	74405,3	47958,7
	Jun/2015	157004,0	64403,7	72039,7
<b>Nº total de raízes</b>	Dez/2014	973	591	447
	Jun/2015	1485	1657	1410

No Gráfico 6.8 observa-se que as fibras do sistema radicular apresentam um padrão comum em todos os pontos analisados. Em geral, esse sistema radicular caracteriza-se pelo domínio de raízes pequenas e finas, com fibras entre 0,53mm e 2,12mm de diâmetro e menos de 20mm de comprimento. Estas características correspondem àquelas encontradas no trecho de canal embrejado analisado na sub-bacia Santa Luzia I.



**Gráfico 6.8:** Variação do número de fibras do sistema radicular da vegetação de brejos em relação ao diâmetro (gráficos A e C) e comprimento (gráficos B e D) nos meses dezembro de 2014 e junho de 2015 – sub-bacia Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ).

### 6.5.3 Caracterização dos depósitos sedimentares

A Figura 6.14 expõe os 3 (três) testemunhos coletados no canal embrejado da sub-bacia Córrego do Peixe, cuja localização foi apresentada na Figura 6.3. Os testemunhos obtidos variam de com 70cm a 90cm de comprimento e são compostos de camadas de turfa sobrepostas a camadas de areias argilosas, argilas arenosas e argilas, reproduzidas na Figura 6.15.

O perfil nº 1 apresenta, no topo, uma camada de turfa oxidada (camada A, com 8cm de espessura), com predomínio de matéria orgânica, mesclada de folhas e raízes de coloração acastanhada devido ao alto grau de oxidação cor marrom moderadamente amarelado (moderate yellowish Brown 10YR 5/4). Na sequência verifica-se uma camada de turfa com alto grau de decomposição (camada B, com 38cm de espessura), com areia fina e areia média disseminadas, grânulos e seixos (quartzo) angulosos concentrados e cor preto acinzentado (Grayish black nº 2).

Abaixo das camadas de turfa, encontra-se uma camada cascalho areno-argilosa (camada C, com 14cm de espessura), com predomínio de grânulos angulosos de quartzo, feldspato e muscovita, apresentando aumento da concentração de argila para o topo (associado à infiltração), assim como acontece com a coloração, que escurece para o topo (a cor predominante é cinza amarelado (Yellowish Gray 5Y8/1). Esta camada encontra-se sobre uma camada argila (camada D, com 30cm de espessura), com fragmentos de fitoclastos e cor branca (White nº 9).

No perfil 2 observa-se um intervalo na parte superior do testemunho caracterizado por uma camada de turfa oxidada (camada A, com 6 cm de espessura), com predomínio de matéria orgânica (folhas e raízes oxidadas) de coloração marrom moderadamente amarelado (moderate yellowish Brown 10YR 5/4), sobreposta a uma camada de turfa em estágio avançado de decomposição (camada B, com 8 cm de espessura), com fragmentos de galhos, folhas e raízes, que lhe atribuem uma coloração preto amarronzado (Brownish Black 5YR 2/7).

A camada C é constituída por uma areia argilosa rica em matéria orgânica, com predomínio de grãos grossos, muito mal selecionados, angulosos e compostos de quartzo, ocorrendo a presença de grânulos disseminados, e a cor predominante é o marrom escurecido amarelado (Dusky Yellowish Brown 10YR 2/2). A camada D, subjacente, também é uma areia argilosa, porém com predomínio de grãos finos,

muito mal selecionados, angulosos, compostos de quartzo, feldspato e muscovita, verificando-se ainda fragmentos vegetais (fitoclastos) dispersos e coloração cinza fraco médio (Medium Light Gray nº 6). Esta camada encontra-se sobre outra areia argilosa (camada E), com grãos de areia fina, mal selecionados, angulosos e compostos de quartzo, micas e feldspatos, com presença também de fitoclastos e grânulos, e coloração cinza fraco (Light Gray nº 7).

No perfil 3, observa-se no topo uma camada de turfa com 6cm de espessura (camada A), com predomínio de matéria orgânica (folhas e raízes), exibindo baixo grau de oxidação e coloração marrom escuro amarelado (Dark Yellowish Brown 10YR 4/2).

Abaixo desta, há duas camadas de argila arenosa. A primeira (camada B) é constituída por uma argila arenosa com fragmentos vegetais e grânulos de quartzo e feldspato, e coloração marrom moderadamente amarelado (Moderate Yellowish Brown) 10YR 5/4); a areia deste intervalo é angulosa, mal selecionada e varia de muito grossa a muito fina quase na mesma proporção, sendo composta de quartzo, mica e feldspatos. Abaixo, outra camada (C) contempla uma argila arenosa rica em matéria orgânica e coloração marrom escurecido amarelado (Dusky Yellowish Brown 10YR 2/2). Nesta camada há um baixo percentual de areia angulosa e mal selecionada que varia de grossa a muito fina.

Na base do perfil aparece uma camada (D, com 34 cm de espessura) de argila oxidada, com fragmentos de vegetais e coloração laranja escuro amarelado (Dark Yellowish Orange 10 YR 6/6).

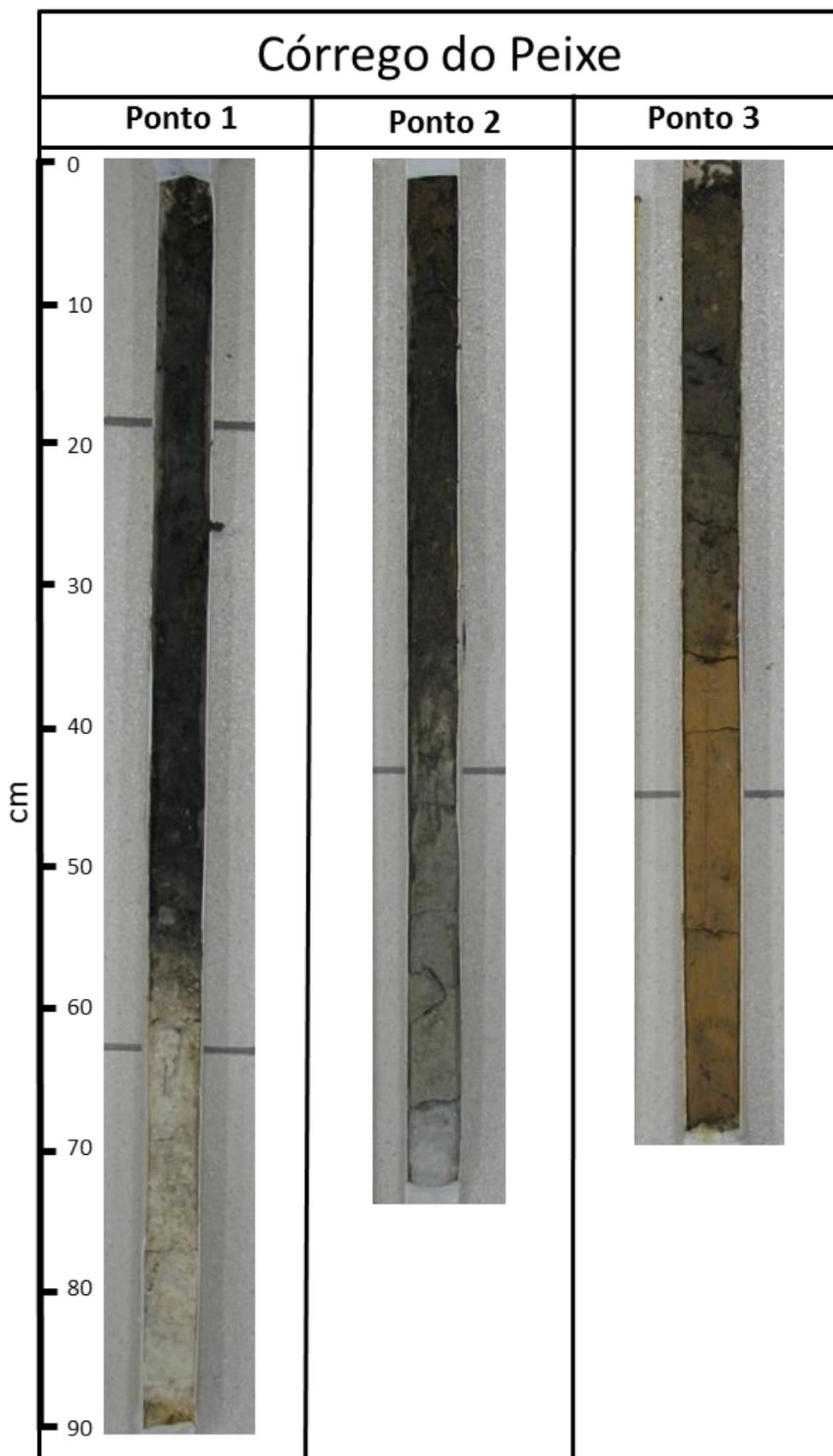
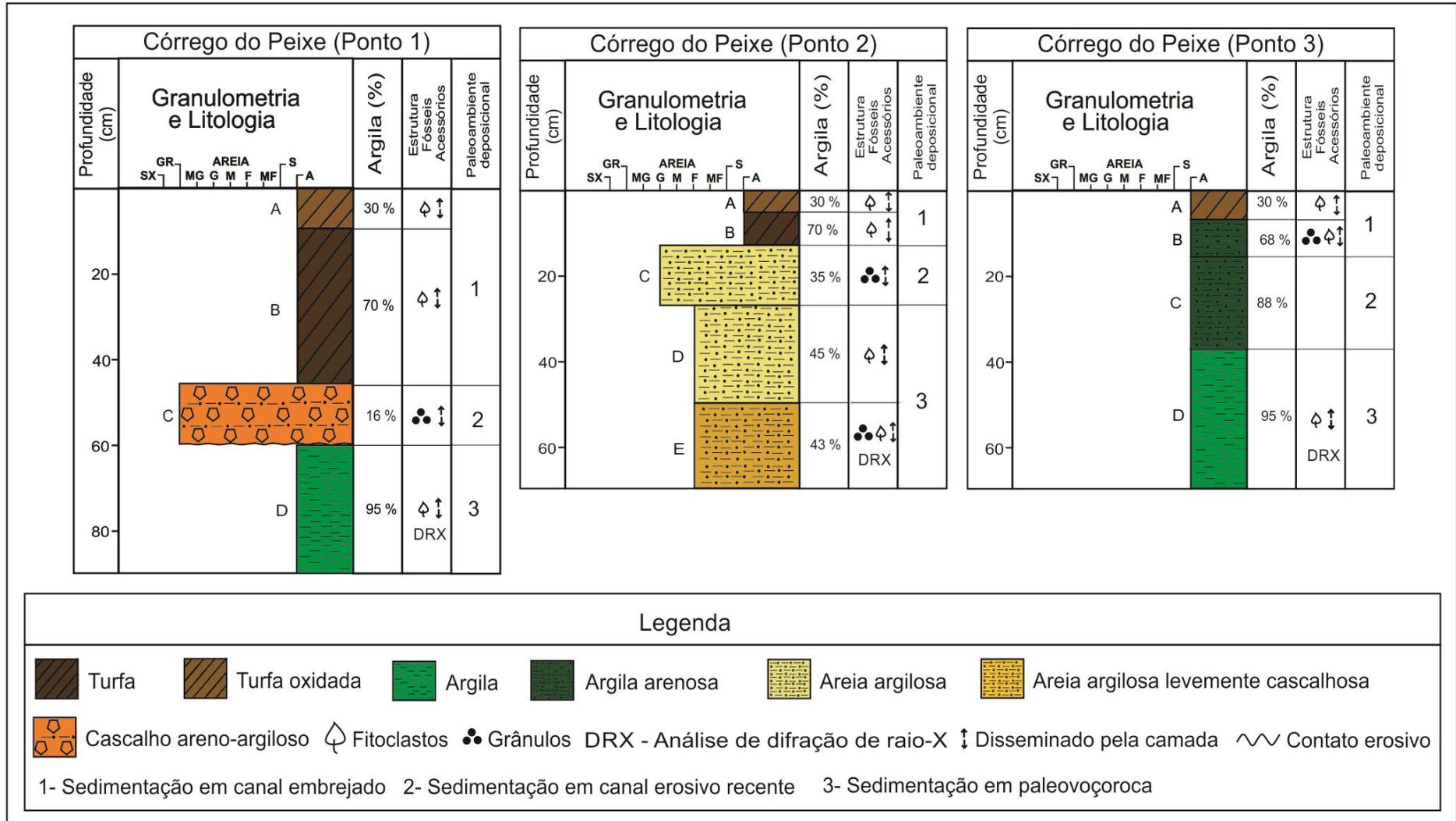


Figura 6.11: Testemunhos do canal embrejado da sub-bacia Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ).



**Figura 6.12:** Perfil sedimentar dos testemunhos coletados em canais embrejados (tipo 1) na sub-bacia Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ).

As camadas de turfa nos pontos 1, 2 e 3 foram interpretadas como resultado da queda e decomposição das folhas dentro de ecossistemas aquáticos, portanto, associadas à formação dos brejos. Os depósitos subjacentes, representados no Perfil 1 pela camada C, no perfil 2 pelas camadas C, D e E e no perfil 3 pelas camadas B e C, foram interpretados como relacionados a canais erosivos recentes responsáveis pelo entalhamento dos depósitos da Aloformação Manso e pelo esvaziamento do fundo de vale anteriormente à formação dos brejos (e turfas associadas). Identificam-se nesta sedimentação mais arenosa condições de maior velocidade dos fluxos, antes da constituição dos brejos, relacionada ao retrabalhamento dos materiais de preenchimento das reentrâncias/fundo de vale e das encostas.

Nas camadas de argila da base dos perfis 1 e 3, interpretadas como sedimentação em paleovoçorocas (Aloformação Manso) e na camada de areia argilosa na base do perfil 2, interpretada como sedimentação em canais erosivos recentes, foram realizadas análises de difração de raios-X (DRX) para caracterização mineralógica de argilas.

Cabe ressaltar que os argilominerais podem ter origem alóctone – a partir de do transporte de materiais para o local em análise – ou autóctone – a partir da transformação *in situ* de um mineral precursor (HILLIER, 1995). Uma vez que as amostras foram recuperadas de depósitos sedimentares na calha dos canais, é provável que as argilas tenham origem alóctone, ou seja, sejam provenientes dos materiais existentes nas encostas.

Os resultados desta análise destacaram a presença da caulinita, anortita, albita, vermiculita e muscovita no ponto 1; caulinita, gibbsita, vermiculita e muscovita no ponto 2; e caulinita, gibbsita e phillipsita no ponto 3 (Anexo 4). Os tipos de minerais encontrados indicam a existência de fontes diferentes: os depósitos de colúvio mais antigos e lixiviados presentes nas encostas, originando caulinita e gibbsita, e o embasamento cristalino alterado, originando minerais mais imaturos (anortita, albita).

Outro aspecto importante a destacar é uma redução da espessura das camadas de turfa de montante para jusante nesta sub-bacia. Este comportamento pode estar ligado a uma diminuição do espaço de acumulação de sedimentos para jusante, em grande parte devido ao “estrangulamento” da reentrância da cabeceira

no ponto 2, que junto com o aumento da declividade pode favorecer o aumento da velocidade dos fluxos e assim a remoção dos detritos orgânicos depositados, e também ao manejo (retificação) do canal a jusante, que provoca a remoção da vegetação e reduz a quantidade de matéria orgânica disponível.

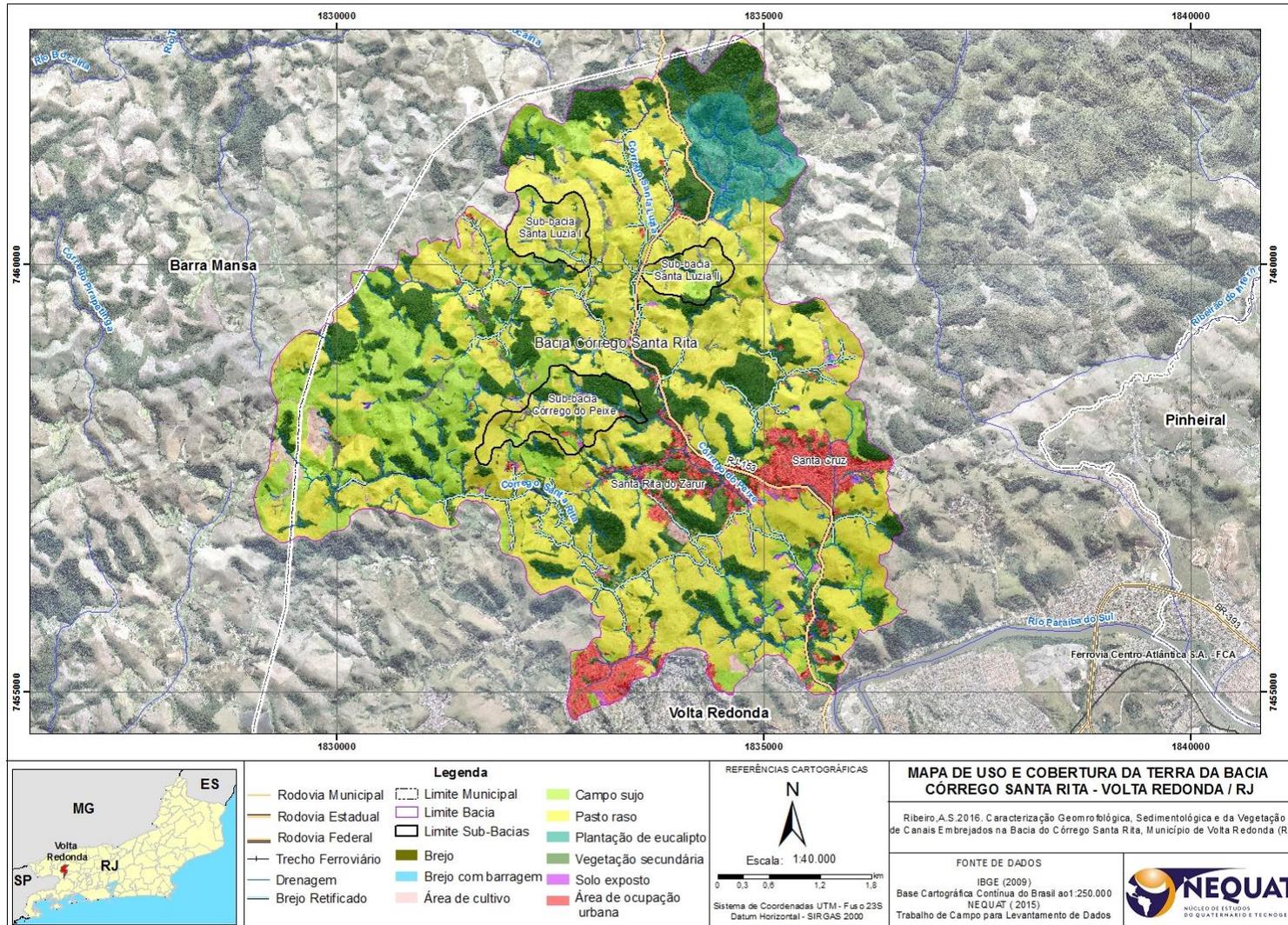
### **6.6 Distribuição espacial dos tipos de canais embrejados em relação ao uso e cobertura da terra na bacia Córrego Santa Rita**

Como foi visto na análise efetuada nas seções anteriores, as atividades agrícolas têm efeitos na vegetação e sedimentação dos canais embrejados. Desse modo, buscou-se realizar o mapeamento de uso e cobertura da terra para a bacia Córrego Santa Rita (Mapa 6.4), visando identificar diferenciações espaciais na distribuição das principais classes de cobertura e uso da terra, e assim subsidiar a análise dos seus impactos nos brejos.

O mapeamento foi realizado a partir de segmentação e interpretação visual das ortofotos na escala de 1:5.000, e através do processo de classificação foi possível mapear as áreas de cultivo, campo sujo, floresta secundária, pasto raso, plantação de eucalipto, solo exposto, uso urbano, canais embrejados e canais embrejados com barragem (vide anexo 3).

Observa-se, pelo mapa apresentado, que a classe de uso pasto raso (46%) é a mais expressiva na bacia Córrego Santa Rita, seguida pela floresta secundária (23%) e pelo campo sujo (16%), sendo o uso urbano (6%), a plantação de eucalipto (4%), os brejos (4%), o solo exposto (1%) e as áreas de cultivo (1%) as de menor expressão em área na bacia em estudo (Tabela 6.7).

A atividade pecuária nitidamente predomina na bacia Córrego Santa Rita, tendo sido implantada após o declínio das fazendas de café na região, como descrito anteriormente. As florestas secundárias, apesar de terem uma área significativa, configuram pequenos fragmentos localizados, geralmente, em topos de morros e encostas íngremes, distribuídos em toda a bacia. Neste tipo de morfologia de encostas também são encontrados os campos sujos, que predominam na porção oeste da bacia.



**Mapa 6.4:** Mapeamento de cobertura e uso da terra com base em ortofotos do ano 2009 elaborado para a bacia hidrográfica Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ).

**Tabela 6.7:** Classes de cobertura e uso da terra identificadas na bacia hidrográfica Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ).

<b>Classe de uso</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
<b>Área de cultivo</b>	0,25	0,77
<b>Campo sujo</b>	5,14	15,59
<b>Floresta secundária</b>	7,56	22,94
<b>Pasto raso</b>	15,18	46,07
<b>Plantação de eucalipto</b>	1,23	3,73
<b>Solo exposto</b>	0,34	1,02
<b>Urbano</b>	2,02	6,12
<b>Brejo</b>	1,19	3,61
<b>Brejo com barragem</b>	0,05	0,15
<b>Área total da bacia</b>	32,96	100,00

Nesta pesquisa observou-se que a grande proporção de campo sujo na bacia em estudo associa-se ao declínio da atividade pecuária, e consequente abandono das áreas de pastos, o que foi observado durante os levantamentos de campo efetuados. Isto foi documentado especialmente no setor oeste da bacia, onde há inclusive poucas estradas vicinais de acesso, o que reflete (e contribui para) a redução nas intervenções do manejo agropecuário. Estas áreas de campos sujos tendem a passar por um processo de sucessão ecológica favorecendo a formação das florestas secundárias. Este quadro também foi observado por Del Pozo (2011), ao elaborar um mapeamento de uso e cobertura da terra em parte da bacia Córrego Santa Rita.

A bacia Córrego Santa Rita possui dois núcleos urbanos: um que encontra-se localizado na porção central e leste da bacia, ligando-se ao vetor de expansão urbana ao longo da rodovia BR 494, que liga o município de Volta Redonda às zonas industriais de Minas Gerais, correspondendo aos bairros de Santa Cruz e Santa Rita; e outro, a sudoeste da bacia, que configura uma frente de expansão dos bairros que ocupam pequenas bacias que drenam para a margem norte do rio Paraíba do Sul, englobados sob a denominação de Nova Brasília. Nestes núcleos a ocupação é residencial, tendo sido implantado recentemente um conjunto de prédios do Programa Minha Casa Minha Vida, do governo federal.

As plantações de eucalipto ocorrem na porção norte da bacia, como pode ser visualizado no Mapa 6.4. Del Pozo (2011) observou que predomina nestas áreas um relevo caracterizado por vales estreitos e encaixados.

Já as áreas de cultivos abrangem principalmente hortaliças e estão localizadas a oeste e a sul da bacia, ocupando especialmente áreas planas e encostas de menores declividades.

As áreas de solo exposto estão distribuídas por toda a bacia, sendo constituídas principalmente por estradas sem pavimentação, áreas submetidas a terraplanagem para realização de obras e edificações, e cicatrizes ainda não vegetadas de feições erosivas (canalizadas ou em lençol) e escorregamentos.

Quanto às feições de brejos, verifica-se que correspondem a 3,61% da área da bacia (Tabela 6.7), ocupando principalmente os fundos de vale esvaziados (FVE) e reentrâncias de cabeceiras de drenagem planas, preenchidas pelos depósitos da Aloformação Manso – rampas de alúvio colúvio (RAC) e/ou terraço fluvial mais elevado (T1) – em que as voçorocas remontantes (canais erosivos recentes) promoveram entalhes que atingiram o lençol freático (vide Quadro 6.3). A expressividade espacial desta classe demonstra mais uma vez o caráter regional do processo de rehierarquização hidrográfica em curso através da retomada das antigas linhas de drenagem colmatadas (paleovoçorocas e vales fluviais preenchidos pelos depósitos da Aloformação Manso), que definiu o alto grau de esvaziamento da bacia Córrego Santa Rita, já destacado por Mello (2006), Pinto (2009) e Del Pozo (2011).

A maior parte dos brejos encontra-se a norte e a oeste da bacia, onde a classe campo sujo também se destaca, como já apontado. Esta distribuição está sendo associada à redução da atividade pecuária nesta área, que implica na diminuição do manejo dos pastos, favorecendo o desenvolvimento da vegetação dos brejos.

As demais áreas da bacia possuem menores extensões de brejos em virtude das modificações provocadas pela expansão das construções urbanas e pelas obras de drenagem realizadas para obter terras secas para pastagem e agricultura, como já comentado no item 6.1. Além desse tipo de intervenção, é muito comum a execução de pequenas barragens nos canais com brejos, gerando represas que atendem ao abastecimento domiciliar, à irrigação dos cultivos e à dessedentação de

animais. A classe brejo com barragem ocupa 0,05km<sup>2</sup> da bacia (0,15%) e está distribuída por toda a bacia Córrego Santa Rita.

Analisando-se a cobertura e uso da terra nas três sub-bacias estudadas (Tabela 6.8), observa-se que a classe de uso predominante também é o pasto raso, representando entre 50% e 70% da área destas sub-bacias.

**Tabela 6.8:** Classes de cobertura e uso identificadas nas sub-bacias hidrográficas Santa Luzia I, Santa Luzia II e Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ).

Classe de uso	Sub-bacias					
	Santa Luzia I		Santa Luzia II		Córrego do Peixe	
	Área (km <sup>2</sup> )	% em relação à sub-bacia	Área (km <sup>2</sup> )	% em relação à sub-bacia	Área (km <sup>2</sup> )	% em relação à sub-bacia
<b>Campo sujo</b>	0,0800	12,33	0,1000	20,43	0,0900	8,47
<b>Floresta secundária</b>	0,0300	4,53	0,0700	14,36	0,3800	36,19
<b>Pasto raso</b>	0,4900	74,10	0,2900	60,21	0,5300	50,40
<b>Solo exposto</b>	0,0003	0,04	0,0030	0,63	0,0200	1,90
<b>Urbano</b>	0	0	0	0	0,0100	0,95
<b>Brejo</b>	0,0600	9,00	0,0170	3,54	0,0200	1,90
<b>Brejo com Barragem</b>	0	0	0,0040	0,83	0,0020	0,19
<b>Área total</b>	0,6600	100	0,4800	100	1,0500	100

Na sub-bacia Santa Luzia I, que ocupa 2% da área total da bacia hidrográfica Córrego Santa Rita, o pasto raso abrange 70% da sua área, destacando-se secundariamente o campo sujo (12%) e os brejos (9%, o maior percentual em relação às demais sub-bacias), sendo menos expressivos a floresta secundária (4,5%) e o solo exposto (0,04%). Por se tratar de um local onde a atividade pecuária vem sendo desenvolvida regularmente, a participação da área de campo sujo e de floresta secundária é menor que nas demais sub-bacias analisadas.

mostra que quase a metade da extensão total a rede de drenagem da bacia hidrográfica do Córrego Santa Rita é composta de canais com brejos (22,3% de canais embrejados e 24,7% de canais embrejados retificados). Os canais retificados, comumente encontrados em áreas de pastagem, estão amplamente distribuídos, especialmente nas porções norte, leste e sul da bacia em estudo, denotando a magnitude das práticas de drenagem nesta bacia.

**Tabela 6.9:** Extensão dos canais embrejados em relação à extensão total da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Córrego Santa Rita e das sub-bacias Santa Luzia I, Santa Luzia II e Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ).

Tipos de canais fluviais	Bacia Córrego Santa Rita		Sub-bacias					
			Santa Luzia I		Santa Luzia II		Córrego do Peixe	
	Extensão (km)	%	Extensão (km)	%	Extensão (km)	%	Extensão (km)	%
<b>Canal embrejado</b>	29,7	22,3	1,6	48	0,8	38,1	1,4	53,9
<b>Canal embrejado retificado</b>	32,8	24,7	0,6	17,8	0,2	10,7	0	0
<b>Outros tipos de canais</b>	70,4	53,0	1,2	34,2	1,2	51,2	1,2	46,1
<b>Rede de drenagem</b>	132,9	100	3,4	100	2,2	100	2,6	100

Na sub-bacia Santa Luzia I, a extensão total da rede de drenagem é de 3,4 km de extensão, dos quais, 48% correspondem a canais embrejados e 17,8% a canal embrejado retificado. Já a sub-bacia Santa Luzia II a rede de drenagem, com um total de 2,2 km, apresenta 38,1% de canais embrejados, e no baixo curso 10,7% de canal embrejado retificado e 53% de outros tipos de canais. Conforme verificou-se em campo, os canais embrejados retificados localizam-se predominantemente no baixo curso destas sub-bacias, devido ao desenvolvimento da atividade pecuária nas áreas mais próximas da principal via de acesso (estrada RJ 153). Na área a montante destas sub-bacias, de difícil acesso, observou-se o declínio da atividade pecuária, o que provocou um abandono dos pastos, favorecendo o desenvolvimento de canais embrejados.

Já na sub-bacia Córrego do Peixe verifica-se uma maior preservação dos canais embrejados (53,9% da extensão da rede de drenagem), inexistindo trechos de canal embrejado retificado, o que se justifica pela sua localização nas proximidades da área a oeste da bacia Córrego Santa Rita que apresenta forte abandono das pastagens, como já destacado anteriormente.

O mapa de uso e cobertura da terra produzido é resultado de uma classificação efetuada por meio de interpretação visual, como já descrito na metodologia. Sua validação foi realizada através da comparação com amostras das classes, coletadas por um segundo observador.

A Tabela 6.10 demonstra o resultado desta comparação através de uma matriz de confusão do Índice de Kappa – IK (COHEN, 1960), sendo esses dados usados para verificar a acurácia da classificação, bem como detectar distinções entre classes e aperfeiçoar o processo de refinamento da classificação. O quociente da fórmula do índice de concordância obtido foi de 0,93 (93%), considerado muito bom pela escala de concordância proposta por Galparsoro e Fernández (2001) para avaliar o Índice de Kappa (ver Tabela 4.1).

**Tabela 6.10:** Matriz de confusão do Índice de Kappa gerado para o Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra elaborado para a bacia hidrográfica Córrego Santa Rita , Volta Redonda (RJ) com base em ortofotos do ano 2009.

Classes de uso	Área de cultivo	Brejo	Brejo com barragem	Campo sujo	Floresta secundária	Pasto raso	Plantação de eucalipto	Solo exposto	Urbano	Soma das linhas
Área de cultivo	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
Brejo	0	29	0	0	0	1	0	0	0	30
Brejo com barragem	0	3	26	0	0	3	0	1	0	33
Campo sujo	1	0	0	30	0	3	0	0	0	34
Floresta secundária	0	0	0	0	30	0	0	0	0	30
Pasto raso	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
Plantação de eucalipto	0	0	0	0	0	0	30	0	0	30
Solo exposto	0	0	0	3	1	1	0	27	0	32
Urbano	0	0	0	0	0	0	0	0	31	31
Soma das colunas	31	32	26	33	31	38	30	28	31	

## 7 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

A proposta do presente estudo foi realizar uma caracterização da geomorfologia, da vegetação e dos depósitos sedimentares presentes em canais embrejados na bacia Córrego Santa Rita, tributária do rio Paraíba do Sul em Volta Redonda (RJ), buscando entender sua função na rede de drenagem e o tipo de sedimentação associada. Outra questão de investigação foi analisar as modificações antrópicas em canais embrejados, buscando estabelecer relações com as características com a vegetação e o tipo de sedimentação. Pretendeu-se com estas análises, identificar a existência de padrões de canais embrejados, e deste modo produzir uma base de conhecimento que permita reconhecer condições geomorfológicas de rios segundo a metodologia desenvolvida por Brierley *et al.* (2002).

A caracterização geomorfológica realizada possibilitou identificar dois padrões geomorfológicos de sub-bacias que compõem a rede de drenagem: uma caracterizada pela maior preservação das feições deposicionais Rampa de Alúvio-Colúvio (RAC) e Terraço Fluvial Superior (T1); e outra com menor preservação destas feições e maior expressão dos Fundos de Vale Esvaziados (FVE). Estes padrões confirmam os resultados obtidos nos estudos de Pinto (2009) e Del Pozo (2011), que encontraram diferentes graus de esvaziamento das sub-bacias condicionando a conectividade lateral, e corroboram o modelo evolutivo dos sistemas de drenagem que compõem a região do MVPS proposto por Moura (1990), que apresenta as transformações ambientais ocorridas ao longo do Holoceno responsáveis pela evolução diferenciada das bacias tributárias dos coletores regionais, controlada em grande parte pelo nível de base.

Verificou-se que os brejos ocorrem nestes dois padrões geomorfológicos de sub-bacia, tendo maior expressão em área (em valores percentuais) na sub-bacia Santa Luzia I (4,5%), que apresenta maior grau de esvaziamento que as sub-bacias Santa Luzia II (1,2%) e Córrego do Peixe (1,9%).

A caracterização da vegetação dos canais embrejados mostrou que os parâmetros utilizados para analisar a parte aérea e o sistema radicular apresentaram maiores valores na campanha de coleta de junho de 2015, devido à influência do período úmido antecedente à coleta, e menores valores na campanha de coleta de dezembro de 2014, devido à influência do período seco antecedente. Este

comportamento é coerente com estudos encontrados na literatura (PANOSSO *et al.*, 1998; MIAO *et al.*, 2000; SANTOS e ESTEVES, 2002; SORRELL *et al.*, 2002; WEISNER e MIAO, 2004; SILVEIRA *et al.*, 2008), que mostram ser comum esta variação, devido ao fato de as macrófitas responderem rapidamente às mudanças na disponibilidade a água e nutrientes.

Verificou-se ainda que o gênero *Typha*, da família *Typhaceae*, predomina nos canais embrejados, encontrando-se maior ocorrência dos gêneros *Brachiaria*, da família *Poaceae*, *Hedychium*, da família *Zingiberaceae*, e *Eleocharis*, da família *Cyperaceae*, em canais retificados ou em condições específicas de menor umidade.

Os métodos aplicados na análise da vegetação mostraram-se suficientes para verificar aspectos da morfologia da vegetação e compreender suas alterações entre os períodos secos e chuvosos. Contudo, outros parâmetros, como a frequência (que indica a ocorrência do táxon nas unidades amostrais), a dominância (que expressa a influência ou a contribuição de táxons na comunidade), o valor de importância das espécies (que define a importância de uma espécie dentro da comunidade), o valor de importância das famílias (que indica a importância da família dentro da comunidade), poderiam proporcionar uma análise fitossociológica, e assim alcançar também um diagnóstico do ecossistema, que podem ser alvo de investigações futuras. Outro processo importante de análise é a dispersão da vegetação, que permitiria apreender as relações entre a vegetação dos canais embrejados e a das planícies e encostas adjacentes, contribuindo para as estratégias de recuperação dos brejos.

A caracterização dos depósitos sedimentares presentes nos canais embrejados evidenciou três paleoambientes deposicionais: sedimentação em canal embrejado, sedimentação em voçorocas recentes e sedimentação em paleovoçorocas (Aloformação Manso). Estes paleoambientes inserem-se na dinâmica evolutiva do MVPS, marcada por importantes fases de erosão e sedimentação durante o Holoceno, que provocaram o entulhamento generalizado dos fundos de vale e reentrâncias de cabeceiras de drenagem por materiais alúvio-colúviais e aluviais no Holoceno inicial a médio (MOURA E MELLO, 1991; MELLO *et al.*, 1995) – correspondente à formação das rampas de alúvio-colúvio e do terraço fluvial superior – e posteriormente o encaixamento fluvial a partir de processos de

erosão linear acelerada que conduziram ao esvaziamento dos vales e reentrâncias de cabeceiras de drenagem (MOURA *et al.*, 1991).

As camadas argilosas da base dos perfis 1 e 3 da sub-bacia Córrego do Peixe foram interpretadas, pelas suas características texturais e distribuição espacial ( com base em MELLO, 1992), como correspondendo aos depósitos da Aloformação Manso, portanto, constituindo uma sedimentação em paleovoçorocas. A instalação de voçorocas remontantes recentes sobre estes sedimentos quaternários produziu calhas onde se instalaram os brejos, deixando expostos, localizadamente, resquícios desta sedimentação.

As camadas de areias e cascalho encontradas nos perfis 2 e 3 da sub-bacia Santa Luzia I, perfil 1 da sub-bacia Santa Luzia II e perfis 1, 2 e 3 da sub-bacia Córrego do Peixe foram interpretadas como uma sedimentação em canais erosivos recentes, onde a granulometria reflete uma condição de maior energia dos fluxos. Santos (1989), Moura (1990) e Silva (1991) apontam que os processos erosivos remontantes (paleovoçorocas) que geraram os depósitos da Aloformação Manso removeram grande parte dos depósitos quaternários mais antigos presentes nos fundos de vale/reentrâncias e nas encostas, deixando o embasamento cristalino alterado exposto nas encostas e topos de morro, que, tornam-se as principais fontes de feldspatos, muscovita e quartzo poucos retrabalhados, encontrados na maioria das camadas desta Aloformação. Destaca-se que os depósitos quaternários pleistocênicos retrabalhados apresentam alto grau de intemperização (caulinitas), explicando a sua presença nas argilas da Aloformação Manso.

As voçorocas recentes estão retrabalhando, prioritariamente, estes depósitos imaturos, além das encostas com seus vários pacotes de sedimentos e o embasamento alterado, o que explica a presença dos minerais instáveis encontrados na sedimentação dos canais erosivos.

As camadas de turfa encontradas no topo dos testemunhos correspondem à sedimentação atual em canais embrejados. Estas camadas são constituídas predominantemente de matéria orgânica e argila, com porções menores de areias e grânulos. A matéria orgânica tem origem na queda das folhas e morte de indivíduos durante os períodos de estiagem bem como a partir da senescência foliar – processo natural de envelhecimento e morte das folhas visando à ciclagem de nutrientes pela decomposição dentro de ecossistemas aquáticos. A interpretação efetuada a partir

dos registros sedimentares analisados indicam que a sedimentação de argilas resulta do desenvolvimento da vegetação de macrófitas, que diminui a velocidade do escoamento e cria ambientes alagados. A presença de areias e grânulos nestes depósitos indica, por outro lado, que processos erosivos nas encostas adjacentes (e depósitos) transportam sedimentos mais grosseiros para estes ambientes, durante eventos de chuvas de maior intensidade. Isto foi verificado, por exemplo, na sub-bacia Santa Luzia I, em que documentou-se a contribuição de sedimentos micáceos provenientes de um canal erosivo ativo na encosta adjacente ao brejo.

Conforme foi observado nas sub-bacias Santa Luzia II e Córrego do Peixe, a formação dos depósitos de turfa pode sofrer redução, de acordo com as condições geomorfológicas (no caso, estrangulamento dos vales) e/ou devido à ação antrópica.

No que diz respeito aos materiais e métodos utilizados para a coleta dos testemunhos sedimentares, devemos destacar que observamos algumas restrições que necessitam ser melhor avaliadas para estudos futuros. O uso de tubo de PVC como coletor, por exemplo, configura uma restrição para a penetração em camadas arenosas mais compactas ou com pedaços de madeira e/ou fragmentos rochosos, devido à sua baixa resistência. Outra questão importante é a quantidade de material recuperado nas coletas efetuadas nos brejos, pois de 2 metros de tubos introduzidos nos sedimentos dos canais embrejados conseguiu-se recuperar no máximo 1,2 metros de testemunho sedimentar, o que pode ter ocorrido devido à compactação dos sedimentos dentro dos tubos. Uma alternativa seria o uso de tubos de metal e de outros métodos de testemunhagem, que exigem maiores investimentos financeiros.

Por outro lado, as interpretações das fácies sedimentares seriam certamente enriquecidas com a datação dos depósitos identificados. Neste aspecto, é necessário identificar as técnicas de datação mais apropriadas considerando-se os intervalos temporais e as condições de sedimentação dos canais embrejados.

Os resultados obtidos na caracterização geomorfológica, da vegetação e da sedimentação associada aos canais embrejados permitiram constatar diferenças importantes entre os tipos de brejo inicialmente definidos para análise.

No padrão de canal embrejado tipo 1, que corresponde àqueles em que não foram reconhecidas modificações por barramento ou drenagem, o gênero *Typha* é dominante. Estes canais não possuem calha visualmente definida, manifestam-se

em condições de menor encaixamento da drenagem, em vales confinados e parcialmente confinados e são caracterizados por depósitos de turfa mais desenvolvidos.

No padrão de canal embrejado tipo 2 (retificado), reconhecido a partir das intervenções de drenagem para criar calhas artificiais nas áreas embrejadas, visando drenar as áreas alagadas para obter terrenos secos para pastagem, cultivos e/ou construções, há predomínio de vegetação de menor porte (*Brachiaria*), e também de *Hedychium* e *Eleocharis*. Estes canais, facilmente encontrados em vales confinados e parcialmente confinados, estão associados a depósitos de turfa menos desenvolvidos e uma sedimentação com camadas alternadas de argila e areia, indicando as variações na energia dos fluxos.

No padrão de canal embrejado com barragem (Tipo 3), reconhecido a partir da construção de barramentos ao fluxo d'água para formação de pequenas represas para aproveitamento na atividade agropecuária e/ou abastecimento doméstico, observou-se a vegetação de macrófitas ocupando a borda das represas (principalmente *Typha*) e seu interior (macrófitas flutuantes). Neste tipo de canal, o aumento do nível d'água pelo barramento favorece o desenvolvimento de *Typha* na porção mais próxima à represa, e, na porção mais distante (a montante), o predomínio de *Hedychium*, devido às condições de menor umidade. A sedimentação é caracterizada pela presença de depósitos de turfa, argila e areia, refletindo ora intervenções como retificações (escavação de calhas), como foi observado próximo à lâmina d'água da represa, ora a manutenção das características dos brejos do tipo 1.

A análise espacial das modificações em canais embrejados permitiu identificar um predomínio do uso pastagem na bacia em estudo, confirmando o padrão dominante identificado no mapeamento anteriormente realizado por Del Pozo (2011) para parte desta bacia. Verificou-se que é neste tipo de uso que estão inseridas as maiores extensões de canais embrejados retificados, que ocorrem predominantemente na porção norte, leste e sul da bacia em estudo. Tal fato deve-se às intervenções nos canais embrejados visando ampliar os terrenos para as pastagens.

Verifica-se também que os canais embrejados com barragem estão inseridos em áreas de pastagem e áreas de cultivo, devido à necessidade de dessedentação animal e irrigação.

Já os canais embrejados são mais expressivos nas áreas de campo sujo, devido ao fato de se tratar de áreas de pasto abandonadas ou com pouco manejo, onde são menos presentes as retificações de canal, o que permite o desenvolvimento da *Typha*.

Neste trabalho constatou-se que a instalação dos brejos nos canais erosivos provocou uma mudança na sua função, reduzindo o transporte de sedimentos para os canais coletores, além de estocar água. As retificações observadas nos canais embrejados geram a remoção da *Typha*, determinando condições de menor retenção de sedimentos que alcançam sua calha, alterando esta função.

No contexto em que de inserem, de formação de novos canais de drenagem pelas voçorocas remontantes recentes, os brejos podem facilitar a restauração da vegetação arbórea, e conseqüentemente da diversidade de *habitats*. As modificações pelas retificações vão representar uma condição de degradação (perda da função de armazenamento), implicando num maior volume de sedimentos sendo transferidos para os coletores, além da dificuldade de instalação e desenvolvimento da vegetação.

Deste modo, a manutenção dos canais embrejados, sendo responsável por uma nova dinâmica de retenção de sedimentos nas calhas erosivas (criando uma nova função para estas feições) pode condicionar a reabilitação do sistema fluvial na drenagem formadora, ou seja, a recuperação de algumas funções ecológicas e hidrológicas em condições morfológicas diferentes das anteriores.

A extensão e importância da drenagem embrejada foi documentada por Mello (2006), que efetuou um dos primeiros estudos de análise dos sistemas fluviais em Volta Redonda sob a abordagem dos estilos de rios. As alterações através de escavações e drenos foram destacadas no estudo realizado por Del Pozo (2011) sobre a conectividade em bacias hidrográficas com diferentes graus de esvaziamento dos fundos de vale e reentrâncias de cabeceiras de drenagem, que abrangeu parte da bacia hidrográfica Córrego Santa Rita, aqui analisada. No presente trabalho conseguiu-se identificar diferentes tipos de canais embrejados a partir da sua fisionomia (composição vegetal e estrutura da calha fluvial) e das

intervenções a que são submetidos pelo uso da terra e pelo manejo agrícola, corroborando os dados produzidos nos estudos anteriores e identificando relações entre as características da vegetação e da sedimentação encontradas nos brejos e suas possíveis implicações na evolução da rede de drenagem tributária do Rio Paraíba do Sul.

Os dados e informações produzidos nesta pesquisa evidenciam, por fim, que a vegetação constitui um elemento chave para a dinâmica hidrosedimentar dos canais embrejados, ao atuar na retenção dos sedimentos finos (siltes e argilas). Este comportamento contribui com a redução das taxas de turbidez e sólidos em suspensão, importantes parâmetros de qualidade da água, como já verificado por Ribeiro *et al.* (2011). Considerando-se que as macrófitas são eficientes no tratamento de águas residuais, através da absorção de elementos químicos como fósforo, nitrogênio, metais pesados, entre outros, como demonstram diversos trabalhos (SEIDEL, 1971; WOLVERTON *et al.*, 1975; BRIX & SCHIERUP, 1989; CROWDER, 1991; GUILIZZONI, 1991; RAI *et al.*, 1995; CHANDRA *et al.*, 1993, MIRETZKY *et al.*, 2004; MISHRA & TRIPATHI, 2008), fica claro que a conservação e reabilitação dos canais embrejados pode contribuir para uma melhoria na qualidade das águas da região do MVPS, devendo por isso serem consideradas em projetos de manejo e gerenciamento dos recursos hídricos.

É possível também que a manutenção dos canais embrejados, ao favorecer a revegetação por sucessão natural, possa configurar um ponto de partida para o aumento da diversidade de espécies deste ecossistema e para a ampliação das áreas florestadas. Este aspecto é de fundamental relevância tanto para as comunidades locais como para a região do MVPS como um todo, uma vez que grande parte destes canais constituem as nascentes dos correjos e rios que representam os mananciais de abastecimento da população, e, portanto, devem ser utilizados de forma sustentável.

## 8 BIBLIOGRAFIA

- ABREU, M. B. **Análise espaço temporal da cobertura e uso da terra no estado do rio de janeiro de 1994 até 2007**. Dissertação – Mestrado em Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 119p., 2010.
- ACIESP (ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Glossário de ecologia**. 2. ed. São Paulo: ACIESP. 352p., 1997.
- AFONSO, A.E. **Indicadores Morfométricos da Evolução de Sistemas de Drenagem na Região do Médio Vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ)**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 192, 1993.
- ALENCAR, E.L.L. **Química e mineralogia de três pedons originários de calcário da Chapada do Apodi - CE**. Tese de Mestrado - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 61p., 2002
- ALVES, M., HEFLER, S.M., TREVISAN, R., SILVA FILHO, P.J.S., RIBEIRO, A.R.O. **Cyperaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015.
- AREVALO, L.A.; ALEGRE, J.C.; VILCAHUAMAN, L.J.M. **Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra**. Colombo: Embrapa Florestas (Embrapa Florestas. Documentos, 73). 41p., 2002.
- ASMUS, H.E.; FERRARI, A.L. **Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na Região Sudeste do Brasil**. In: Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste do Brasil, Rio de Janeiro, CENPES/DINTEP, Série Projeto REMAC, 4, p. 75-88, 1978.
- AZEVEDO, A. N.; ARAUJO, V. L. **A História de Piraí**. Rio de Janeiro: UERJ, 1997.
- BARKO, J.W.; JAMES, W.F. **Effects of submerged aquatic macrophytes on nutrient dynamics, sedimentation and resuspension**. Ecological studies, vol. 131. New York: Springer. p. 197–214, 1997.
- BARKO, J.W.; GUNNISON, D.; CARPENTER, S.R. **Sediment interactions with submersed macrophyte growth and community dynamics**. Aquat. Bot.. 41:41-65, 1991.
- BARKO, J.W.; SMART, R.M. **Mobilization of sediment phosphorus by submersed freshwater macrophytes**. Freshwater Biol. 10: 229-238, 1980. .
- BARROS, S. C. **Análise de Feições Erosivas Canalizadas em Cabeceira de Drenagem em Anfiteatro – bacia Córrego Santa Rita, Volta Redonda (RJ)**. Monografia de Especialização, Museu Nacional, Departamento de Geologia e Paleontologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 67p., 2009.
- BEGON, M; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology**. Oxford, Blackwell Science. 1068.p., 1996.
- BOVE, C. P.; GIL, A. D. S.; MOREIRA, C. B.; ANJOS, R. F. B. D. **Hidrófitas fanerogâmicas de ecossistemas aquáticos temporários da planície costeira do estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Acta Botanica Brasilica. 17(1) 119-135, 2003.

- BOVE, C.P. Typhaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.
- BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. **Tributary-trunk stream relations in a cut-in-fill landscape: a case study from Wolumla catchment, New South Wales, Australia**. *Geomorphology*. 28:61-73, 1999.
- BRIERLEY, G. J. & FRYIRS, K. **River Styles, a Geomorphic Approach to Catchment Characterization: Implications for River Rehabilitation in Bega Catchment, New South Wales, Australia**. *Environmental Management*. 25(6): 661-679, 2000.
- BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K.; OUTHET, D.; MASSEY, C. **Application of the river styles framework as a basis for river management in New South Wales, Australia**. *Applied Geography*, 22: 91-122, 2002.
- BRITO NEVES, B.B., CAMPOS NETO, M.C.; FUCK, R.A. **From Rodinia to Western Gondwana: an approach to the Brasiliano-Pan African Cycle and orogenic collage**, 1999.
- BRIX, H.; SCHIERUP, H.H. **The use of aquatic macrophytes in water pollution control**. *Ambio*. 18: 100-107, 1989.
- BRUNSDEN, D. **Tablets of stone: toward the ten commandments of geomorphology**. *Zeitschrift für Geomorphologie*.79:1-37., 1990.
- BRUNSDEN, D. **A critical assessment of the sensitivity concept in geomorphology**. *Catena*. 42: 99-123, 2001.
- BRUNSDEN, D.; THORNES, J. B. **Landscape sensitivity and change**. *Transactions of the Institute British Geographers*. 4., 463-484, 1979.
- CAMARGO, A.F.M.; PEZZATO, M.M.;HENRY-SILVA, G.G. **Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas**. Pp 85-126. 2003. In: S.M. Thomaz & L.M. Bini, (eds.), *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. EDUEM, Maringá. 341p.
- CASTRO, C.M. **Vulnerabilidade em sistemas hídricos e riscos ambientais em Volta Redonda**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 114p, 2004.
- CHANDRA, P.; TRIPATHI, R.D; RAI, U.N.; SINHA, S.; GARG, P. **Biomonitoring and amelioration of non point source pollution in some aquatic bodies**. *Water Sci. Tech*. 28: 323-326, 1993.
- COELHO, V. **Paraíba do Sul: um rio estratégico**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2012.
- COHEN, J.A. **Coefficient of Agreement for Nominal Scales**.*Educational and Measurement*.VOL XX, Nº 1, p37-46, 1960.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMANº 10, de 1 de outubro de 1993**. Publicada no DOU no 209, de 3 de novembro de 1993, Seção 1, páginas 16497-16498. Disponível em: 123 <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=135>> Acesso em dezembro de 2015.

- COOK, C. D. K. **Aquatic plant book**. SPB Academic Publishing, Amsterdam, 1996.
- CORINE Land Cover Technical Guide – Addendum 2000. BOSSARD, M. J.OTAHEL, J. (Org). European Environment Agency. Copenhagen. Maio 2000.
- COSTA, A.O. **Variabilidade da precipitação em Volta Redonda e Barra Mansa – Médio Vale do Paraíba do Sul (Rj)**.Niterói. Dissertação de mestrado em Geografia – Universidade Federal Fluminense. 98 p., 2013.
- CROWDER, A. **Acidification, metals and macrophytes**. Env. Pollut. 71: 171-203, 1991.
- DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da mata atlântica brasileira**. São Paulo: Ed. Cia. das Letras. 484p., 1996.
- DE CASTRO, P.H.M.; VENDRAME, P.R.S.; PINESE, J.P.P. **Mineralogia da fração argila de solos localizados em ilhas no alto Rio Paraná, PR/MS**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 35, n. 2, p. 181-188, 2014.
- DEL POZO, I.F.S. **Modelagem de conectividade da paisagem com base na análise espacial de variáveis geomorfológicas e cobertura da terra em bacias hidrográficas – Municípios de Volta Redonda e Pinheiral (RJ)**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.133p., 2011.
- DIAS, J. E.; DE OLIVEIRA GOMES, O. V.; DA COSTA, M. S. G. C.; GARCIA, J. M. P.; DE BARROS GOES, M. H. **Impacto ambiental de enchentes sobre áreas de expansão urbana no município de Volta Redonda/Rio de Janeiro**. Revista Biociências, v. 8, n. 2, 2008.
- DRUMMOND, J. A. **Devastação e preservação ambiental: os parques nacionais do Estado do Rio de Janeiro**. Niterói: EDUFF, 1997.
- DURIGAN G. **Métodos para análise de vegetação arbórea**.In: Cullen Junior L, Rudran R, Valladares-Pádua C, organizadores. Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Curitiba: UFPR; Fundação Boticário de Proteção à Natureza; 2003.
- ENRICH-PRAST, A.; BENTO, L.; SANTORO, A. **Influência das Mudanças Globais sobre as Lagoas da Cidade do Rio de Janeiro**. *Rio próximos*, 100, 176-185, 2008.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos De Limnologia**. Interciência, Rio de Janeiro. 602p.,1998.
- ESTEVES, F. A.; BARBOSA, F. A. R. **Eutrofização artificial: a doença dos lagos**. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v. 5, n. 27, p. 56-61, 1986.
- ESTEVES, B. S. **Biomassa, produtividade primária e composição nutricional de Typha domingensis Pers. na Lagoa do Campelo, RJ**. Dissertação de doutorado, Dissertação apresentada ao centro de Biociências e Biotecnologia como parte dos atributos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais, Campos dos Goytacazes-RJ, UENF.p.72, 2006.
- FARIA, A.D. **O gênero Eleocharis R. Br. (Cyperaceae) no Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas,1998.
- FOLK, R. L. **Petrology of sedimentary rocks**. Austin: Univ. Texas, 170p., 1980.

- FONSECA, M.J.G. **Mapa Geológico do estado do Rio de Janeiro**. DNPM, Rio de Janeiro. 141 p., 1998.
- FORNARI, H. **Dicionário prático de Ecologia**. Brasília: Alhambra, 2001.
- FREESZ, G. M. A. **Produção de biomassa e decomposição de folhas de *Typha domingensis* Pers. na Lagoa do Campelo, RJ**. Tese de Doutorado. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.p.64, 2007.
- FRYIRS, K. **Guiding principles for assessing geomorphic river condition: application of a framework in the Bega catchment, South Coast, NewSouth Wales, Australia**. *Catena*, 53: 17-52, 2003.
- FRYIRS, K. & BRIERLEY, G. J. **Variability in sediment delivery and storage along river courses in Bega catchment, NSW, Australia: implications for geomorphic river recovery**. *Geomorphology*, 38:237-265, 2001.
- FRYIRS, K. A.; BRIERLEY, G. J.; PRESTON, N. J.; KASAI, M. **Buffers, Barriers and Blankets: The (Dis) connectivity of Catchment-Scale Sediment Cascades**. *Catena*, 70:49-67, 2007a.
- FUNDAÇÃO CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO (CIDE). **Índice de Qualidade dos Municípios - Verde (IQM-Verde)**. Rio de Janeiro: CIDE, 2000.
- GALPARSORO, L. U. FERNÁNDEZ, S. P. **Medidas de concordância: el índice Kappa**, 2001. Disponível: <<http://www.fisterra.com/mbe/investiga/kappa/kappa.htm>>. Acesso em: julho de 2016.
- GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA. **Rock Color Chart with genuine Munsell color chips**. Boulder, USA. 7 ed, 12p., 1991.
- GOETGHEBEUR, P. **Cyperaceae**. In *The Families and Genera of Vascular Plant IV. Flowering Plants-Monocotyledons*. (K. Kubitzki, ed.). Springer-Verlag, Berlin, p.141-190, 1998.
- GUILIZZONI, P. **The role of heavy metals and toxic materials in physiological ecology of submerged macrophytes**. *Aquatic Bot.*, 87-109, 1991.
- GUNNISON, D.; BARKO, J.W. **The rhizosphere ecology of submersed macrophytes**. *Water Resour. Bull.* 25: 193-201, 1989.
- GUERRA, A.T. **Dicionário Geológico Geomorfológico**, Rio de Janeiro, IBGE, 411p., 1993.
- GRACE, J.B. **Juvenile vs. adult competitive abilities in plants: size-dependence in cattails (*Typha*)**. *Ecology*, Brooklyn, v.66, p.1630-1638, 1985.
- GRACE, J.B. **The effects of nutrient additions on mixtures of *Typha latifolia* L. and *Typha domingensis* Pers. along a water depth gradient**. *Aquatic Botany*, 31: 83-92, 1988.
- GRIMM, A.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. **Precipitation anomalies in southern Brazil associated with El niño and La Niña events**. *Journal of Climate*, Boston, v.11, p.2863-2880, 1998.

- HAI, D.N.; ASAEDA, T.; MANATUNGE, J. **Latitudinal Effect on the Growth Dynamics of Harvested Stands of Typha: A Modeling Approach**. Estuarine Coastal and Shelf Science, 70: 613-620, 2006.
- HARVEY, A. M. **Coupling Between Hillslopes and Channels in Upland Fluvial Systems: Implications for Landscape Sensitivity, Illustrated from the Howgill Fells, Northwest England**. Catena, 42:225-250, 2001.
- HARVEY, A. M. **Effective Timescales of Coupling within Fluvial Systems**. Geomorphology, 44:175-201, 2002.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; COIMBRA, A.M. **The Ribeira Folded Belt**. Rev. bras. Geoc. v. 5. p. 257-264, 1975.
- HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES A.C.; CAMPOS NETO, M.C.; SILVA, L.C.; TROUW, R.A.J.; JANASI, V.A. **Província Mantiqueira**. In: V. Mantesso-Neto, A. Bartorelli, C. Dal Ré Carneiro e B.B. Brito Neves (orgs.) **Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Beca. p. 203-235, 2004.
- HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. **Impacto do lançamento de efluentes urbanos sobre alguns ecossistemas aquáticos do município de Rio Claro (SP)**. Revista Ciências Biológicas e do Ambiente, v.2, p.317-330, 2000.
- HERBARIO DE LA UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA. Disponível em: <[http://www.unavarra.es/servicio/herbario/htm/Typh\\_lati.htm](http://www.unavarra.es/servicio/herbario/htm/Typh_lati.htm)>. Acesso em: março de 2015.
- HILL, A.R. **Ecosystem stability: some recent perspectives**. Prog. Phys. Geogr.,11: 315–333, 1987.
- HILLIER, S. **Erosion, sedimentation and sedimentary origin of clays**. In: VELDE, B., ed. **Origin and mineralogy of clays: clays and de environment**. Berlin, Springer. p.162-214, 1995.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente**. 2. Ed. Rio de Janeiro: IBGE. 332p., 2004
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manuais Técnicos em geociências, No. 7. Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro. 2ª Ed., 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ª ed. revisada e ampliada, 2012.
- INSTITUTO PEREIRA PASSOS (IPP). **Uso do solo 2004: Critérios de Mapeamento**. Disponível em: <[www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/](http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/)>. Acesso em: março de 2015.
- INSTITUTO DE PESQUISAS E PLANEJAMENTO URBANO DE VOLTA REDONDA (IPPU-VR). Disponível em: <<http://www.voltaredonda.rj.gov.br/>>. Acesso em: fevereiro de 2015.
- JOLY, C. A. **Flooding tolerance in tropical trees**. In: JACKSON, M. B.; DAVIES, D. D.; LAMBERS, H. (Ed.). **Plant life under oxygen deprivation: ecology, physiology and biochemistry**. The Hague: SBP academic Publishing., p. 23-34, 1991.

- JORGE, L. A. C.; SILVA, D. J. C. B. **SAFIRA: Manual de utilização**. São Carlos: Embrapa CPDIA, 2010.
- KUBITZKI, K. **Typhaceae**. In: K. Kubitzki (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. IV. Flowering plants: monocotyledons. Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae)*. Springer Verlag, Berlin, p. 457–460, 1998.
- LEITE, S.P. DA SILVA, C.R.; HENRIQUES, L.C. **Impactos Ambientais Ocasionados pela Agropecuária do Complexo Aluízio Campos**. Revista Brasileira de Informações Científicas. v. 2, n. 2, p. 59-64, 2011.
- LEOPOLD, L.; WOLMAN, M. **River channel pattern, Braided, Meandering and Straight. U.S.** Geological Survey. Professional paper. 282 p., 1957.
- MACIEL, L. A. **Controle mecânico da herbácea exótica invasora lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium* Koenig) no parque estadual turístico do Alto Ribeira-PETAR, SP**. Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo. 98p., 2011.
- MADSEN, T. V.; WARNCKE, E. **Velocities of currents around and within submerged aquatic vegetation**. Arch. Hydrobiol. 97: 389–394, 1983.
- MADSEN, J. D.; CHAMBERS P. A.; JAMES W. F.; KOCH E.W.; WESTLAKE D. F. **The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes**. Hydrobiology 444: 71–84, 2001.
- MANTUA, N.J.; HARE, S.R.; ZHANG, Y.; WALLACE, J.M.; FRANCIS, R.C. **A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production**. Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 78, p. 1069-1079, 1997.
- MARCONDES, D.A. S; MUSTAFÁ, A. L.; HITOSHI, R.T. **Estudo para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupia**. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M., *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: UEM, 2003.
- MARENGO, J. A.; OLIVEIRA, G. D. **Impactos do fenômeno La Niña no tempo e clima do Brasil: desenvolvimento e intensificação do La Niña 1998/1999**. In Congresso Brasileiro De Meteorologia (Vol. 10). Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998.
- MARENGO, J A.; ALVES, L.M. **Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 20, n. 2, p. 215-226, 2005.
- MCNAUGHTON, S. J. **r- and K-selection in *Typha***. American Naturalist **109**: 251-261, 1975.
- MEIRELLES, M. L. **Produção primária de pastagem de *Brachiaria decumbens***. Revista Ceres 37(209): 16-24, 1990.
- MEIS, M. R. M. **As unidades Morfoestratigráficas Neoquaternárias no Médio Vale do Rio Doce**. An. Acad. Bras. Ciênc. v. 49 (3). p. 443-59, 1977.
- MEIS, M.R.M.; MOURA, J.R.S.; SILVA, T.J.O. **Os Complexos de Rampa e a Evolução das Encostas no Planalto SE do Brasil**. An. Acad. Bras. Ciênc. v. 53(3). 605-615, 1981.
- MEIS, M.R.M.; MOURA, J.R.S. **Upper quaternary sedimentation and hillslope evolution, Southeastern Brazilian Plateau**. In: American Journal of Science, vol. 284, p.241-254, 1984.

- MELLO, C.L. **Fácies Sedimentares, Arquitetura Depositional e Relações Morfoestratigráficas em um Sistema de Leques Aluviais Holocênicos: Aloformação Manso- Médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ)**. Dissertação (Mestrado em Geologia) Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. p. 188. 1992.
- MELLO, C.L.; MOURA, J.R.S.; CARMO, I.O.; SILVA, T.M.; PEIXOTO, M.N.O. **Eventos de sedimentação durante o Holoceno no Médio Vale do rio Paraíba do Sul – Aloestratigrafia e datações por radiocarbono**. In: CONG. ASSOC. BRAS. ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, Niterói. Anais., Niterói, p.193-200, 1995.
- MELLO, E.V. **Alterações Tecnogênicas em Sistemas Fluviais no município de Volta Redonda, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul Fluminense**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 161 p., 2006.
- MELO, M. S.; RICCOMINI, C.; CAMPANHA, G. A. C.; MIOTO, J. A.; ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; PONÇANO, W. L. & GIMENEZ, A. F. Estudos geológicotectônicos na Bacia de Resende (RJ) e sedimentos terciários de Volta Redonda (RJ) e Bacia de Taubaté (área de Cruzeiro-SP). Relatório 17.737, IPT, São Paulo, 124 p., 1983.
- METCALFE, C.R. **Anatomy of monocotyledons. Gramineae**. Clarendon Press, Oxford, v.1, 1960.
- MIAO, S.L.; NEWMAN, S.; SKLAR, F.H. **Effects of habitat nutrients and seed sources on growth and expansion of *Typha domingensis***. Aquatic Botany 68:297-311, 2000.
- MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C., COSTA, J. M. N. da; VIANELLO, R. L. **Influência da La Niña na estação chuvosa da região Sudeste do Brasil**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.22, n.3, 345-353, 2007.
- MIRETZKY, P.; SARALEGUI, A.; FERNANDEZ CIRELLI, A. **Aquatic macrophytes potential for the simultaneous removal of heavy metals (Buenos Aires, Argentina)**. Chemosphere (57/8), 997–1005, 2004.
- MISHRA, V.K; TRIPATHI B.D. **Concurrent removal and accumulation of heavy metals by the three aquatic macrophytes**. Bioresource Technology v. 99 p. 7091–7097, 2008.
- MONTEIRO, M.C.C.; LUCAS, E.D.; SOUTO, S.M. **Estudo de seis espécies forrageiras do gênero *Brachiaria***. Pesq.Agropec. Bras., sér.zootec., 9(3):17-20, 1974.
- MOREIRA, I. V. D. **Vocabulário básico de meio ambiente**. Serviço de Comunicação Social da Petrobrás, Rio de Janeiro. 246 p., 1990.
- MOURA, J.R.S. **Transformações ambientais durante o Quaternário Tardio no Médio Vale do rio Paraíba do Sul (SP-RJ)**. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-raduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 267p., 1990.
- MOURA, J.R.S.; MELLO, C.L. **Classificação aloestratigráfica do Quaternário Superior na região de Bananal**. Revista Brasileira de Geociências, 21 (3):236-254, 1991.

MOURA, J.R.S.; MEIS, M.R.M. **Litoestratigrafia Preliminar para os Depósitos de Encostas do Quaternário Superior do Planalto SE do Brasil (MG- RJ)**. R. bras. Geoc. v.10(4). p. 258-267, 1980.

MOURA, J.R.S.; MEIS, M.R.M. **Contribuição à Estratigrafia do Quaternário no Planalto SE do Brasil**. An. Acad. Bras. Ciênc. v.58(1). p.89-102, 1986.

MOURA, J.R.S.; PEIXOTO, M.N.O.; SILVA, T.M. **Geometria de relevo e estratigrafia do Quaternário como base à tipologia de cabeceiras de drenagem em anfiteatro – médio vale do rio Paraíba do Sul**. Revista Brasileira de Geociências.21 (3):236-254, 1991a.

MOURA, J.R.S.; PEIXOTO, M.N.O.; SILVA, T.M.; MELLO, C.L. **Mapa de Feições Geomorfológicas e Coberturas Sedimentares Quaternárias: Abordagem para o Planejamento Ambiental em Compartimentos de Colinas no Planalto Sudeste do Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 37, São Paulo (SP). Boletim de Resumos Expandidos, São Paulo, SBG-SP, V.1, p.60-62. 1992.

MURPHY, K. J. **Aquatic weed problems and their management: a review**. II. Physical control measures. Crop Protec., v. 7, p. 283-302, 1988.

NEGRÃO, A. P. **Evolução Tectonossedimentar e Deformação Rúptil Cenozoica da Região da Bacia Sedimentar de Volta Redonda (Segmento Central do Rifte Continental do Sudeste do Brasil, RJ)**. Rio de Janeiro, Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Geologia Instituto de Geociências (IGEO/UFRJ). 249 p., 2014.

NOVO DICIONÁRIO DA LINGUA PORTUGUEZA; Lisboa: Typographia Rollandiana, 1806: s./p.; SILVA, Antonio de Moraes e. **Diccionario da Lingua Portuguesa** Recopilado. Lisboa: Typographia Lacerdina. p. 699, 1813.

OLIVEIRA, C. De. **Dicionário Cartográfico**. 4a ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

OLIVEIRA, B.R. U; VILELA, A.L. M; PINTO, L.A; OLIVEIRA, M.F.A; CARRIONE, R.M; PEREIRA, C.R. **Avaliação da precipitação pluviométrica e sua influência no ecossistema da Serra do Mar**. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG, 2007. Anais, 2007.

ORIAN, G.H. **Diversity, stability and maturity in natural ecosystems**. In: van Dobben, W.H., Lowe-McConnell, R.H.Eds., Unifying Concepts in Ecology. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, p. 139-150, 1975.

PANIZZA, A.C.; FONSECA, F. P. **Técnicas de interpretação visual de imagens**. GEOUSP: Espaço e Tempo (Online), n. 30, p. 30-43. 271p., 2011.

PANOSSO, R. F.; ATTAYDE, J. L.; MUEHE, D. **Morfometria das lagoas Imboassica, Cabiúnas, Comprida e Carapebus: implicações para seu funcionamento e manejo**. In: F. A. Esteves (ed.), Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Rio de Janeiro. 91-108,1998.

PAVANELLI, A. G. **Fitorremediação de solo contaminado com petróleo utilizando *Typha latifolia***. Dissertação (Mestrado em Química dos Recursos Naturais), Programa de Pós-Graduação em Química dos Recursos Naturais, Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, 76 p., 2007.

PEDRALLI, G. **Macrófitos aquáticos: técnicas e métodos de estudos**. Estudos de Biologia 26: 5-24, 1990.

PEDRASSANI, J. **Biografia das argilas**. 2009.

PEIXOTO, M. N. O. **Estocagem de sedimentos em cabeceiras de drenagem em anfiteatro - médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ)**. Dissertação - Mestrado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, 192p., 1993.

PEIXOTO, M. N. O.; CESÁRIO, F. V.; PIMENTEL, M. L.; MELLO, E. V.; OLIVEIRA, D. F. P. **Identificação de Estilos de Rios em Bacias de Drenagem Inseridas em Compartimentos de Colinas – Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (RJ)**. Revista de Geografia, 27(3) (volume especial do VIII SINAGEO-2010), 2010.

PELECH, A. S. **Balanço sedimentar holocênico da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Três Poços - Volta Redonda / Pinheiral (RJ)**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 138p. , 2013.

PINTO, S. T. **Dinâmica Espacial e Temporal das Feições Erosivas e Movimentos de Massa – Proposta de Mapeamento do Município de Volta Redonda (RJ)**. Monografia (Bacharelado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências. Rio de Janeiro, 2006.

PINTO, S. T. **Feições erosivas canalizadas e conectividade da paisagem em bacias hidrográficas – Médio vale do rio Paraíba do Sul (RJ/SP)**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 125 p., 2009.

PIQUET, R. **Volta Redonda: um exemplo clássico de cidade-empresa: Cidade-empresa: Presença na paisagem urbana brasileira**. Rio de Janeiro: Ed. Jorge Zahar. 166p., 1998.

PLANTAS MEDICINAIS. **Projeto de Plantas Medicinais**. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. Itajaí, Santa Catarina, 2001.

PMVR – PREFEITURA MUNICIPAL DE VOLTA REDONDA – **Informações municipais de Volta Redonda**, 2002

PRADA-GAMERO, R. M.; VIDAL-TORRADO, P.; FERREIRA, T. O. **Mineralogy and physical chemistry of mangrove soils from Iriri River at the Bertiooga channel (Santos, São Paulo State, Brazil)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28(2), 233-243, 2004.

RAI, U.N.; TRIPATHI, R.D.; SINHA, S.; CHANDRA, P. **Chromium and cadmium bioaccumulation and toxicity in Hydrilla verticillata (Lf.) Royle and Chara corallina**. J. Environ. Sci. Health A 30 (3), 537–551, 1995.

REIS, R. B. **Mapeamento das Áreas de Preservação (APP) como subsídio à elaboração de estratégias de Conservação e Recuperação - estudo de caso na APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado**. Dissertação - Mestrado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, 116p., 2008.

RIBEIRO, A.S.; PEIXOTO, M.N.O.; SIQUEIRA, C.Y.S.; TEIXEIRA, C.C; MOURA, J.R.S; SÃO THIAGO, A.P.W. **Dinâmica fluvial e qualidade das águas em microbacia hidrográfica do município de Volta Redonda (RJ)**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió – AL, 2011.

RICCOMINI, C. **O Rift continental do sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. 256p.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E.V.S.B; FIGUEIREDO M. A. **Manual sobre métodos de estudos florístico e fitossociológicos: ecossistema caatinga**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil - SBB, 2013.24p.

ROSGEN, D. L. **A classification of natural rivers**. Catena, 22:169–199, 1994.

ROSGEN, D. L. **Applied river morphology**. Pagosa Springs, CO: Wildland Hydrology, 1996.

SALERNO, A.R., VETTERLE, C.P., DESCHAMPS, F.C. & FREITAS, E.A.G. **Gramíneas forrageiras estivais perenes no Baixo Vale do Itajaí**. Boletim Técnico n. 49. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina, Florianópolis, 1990.

SALGADO, C.M. **A Influência da Erosão Linear na Dinâmica Evolutiva de Bacias de Drenagem – Paty do Alferes (RJ)**. Tese (Doutorado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 192p., 2004.

SANSON, M. S. R. **Sistemas Depositionais Aluviais e Tectônica Rúptil Cenozóica na Região de Volta Redonda (RJ) – Rift Continental do Sudeste do Brasil**. Dissertação - Mestrado em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Rio de Janeiro. 142p., 2006.

SANTOS, A.M.; ESTEVES, F.A. **Primary production and mortality of *Eleocharis interstincta* in response to water level fluctuations**. Aquatic Botany 74: 189-199 2002.

SANTOS, S. B.; PEDRALLI, G.; MEYER, S. T. Aspectos da fenologia e ecologia de *Hedychium coronarium* (Zingiberaceae) na estação ecológica do Tripuí, Ouro Preto-MG. Planta Daninha, v. 23, n. 2, p. 175-180, 2005

SCHOBENHAUS C.; CAMPOS D.A.; DERZE G.R.; ASMUS H.E. **Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente**. Ministério das Minas e Energia/DNPM, Brasília, Brazil, 1984.

SCHWIRKOWSKI, P. (2009). **Projeto de divulgação da flora nativa e exótica da cidade de São Bento do Sul, SC, Brasil**. Ambiente Online. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/florasbs/typhaceae/taboa>> Acesso em: outubro de 2015.

SCREMIN-DIAS, E.; POTT, V. J.; HORA, R. C.; SOUZA, P. R. **Nos jardins submersos da Bodoquena: Guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região**. Editora UFMS, Campo Grande, MS, Brasil, 1999.

SEIDEL, K. **Macrophytes as functional element in the environment of man.** Hydrobiologia, 12:121-130, 1971.

SENDULSKY, T. **Chave para identificação de Brachiaria.** Jornal Agroceres 5(56): 4-5, 1977.

SILVA, T.M. **Evolução geomorfológica e sedimentação de canais erosivos holocênicos no Médio Vale do rio Paraíba do Sul.** Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 189p., 1991.

SILVA, V. V. **Médio Vale do Paraíba do Sul: fragmentação e vulnerabilidade dos remanescentes da Mata Atlântica.** Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade Federal Fluminense, RJ.109pp. , 2002.

SILVA, T. M.; MORENO, R. S.; CORREIA, J. D. A Utilização de Cartas Topográficas 1:50.000 para Classificação Morfológica-região do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (RJ/SP). In: XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia, 2007, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC. v.1. p.429-437., 2007.

SILVEIRA, T. C. L.; DE SOUZA, G. C.; RODRIGUES, G. G. **Crescimento, Produção Primária e Regeneração de Typha domingensis Pers.: Elementos para Avaliação do Uso Sustentável da Espécie.** Revista Brasileira de Biociências. 5(S1), p.678, 2008.

SOARES, C. P. B.; Paula Neto, F.; Souza, A. L. **Dendrometria e inventário florestal.** Viçosa: UFV.276p. , 2006.

SORRELL, B. K.; TANNER, C. C.; SUKIAS, J. P. S. **Effects of water depth and substrate on growth and morphology of Eleocharis sphacelata: implications for culm support and internal gas transport.** Aquatic Botany 73: 93-106, 2002.

TABARELLI, M., & SANTOS, A. M. M. **Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos.** Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba, História Natural, Ecologia e Conservação, v. 9. p. 17-24, 2004.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. **Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas.** Eduem, Maringá, 2003.

THOMAZ, S. M.; CUNHA, E. R. **The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages' composition and biodiversity.** Acta Limnologica Brasiliensia, v. 22, n. 2.p. 218-236, 2010.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M.; SOUZA, M. C. D.; KITA, K. K.; CAMARGO, A. F. M. **Aquatic macrophytes of Itaipu reservoir, Brazil: Survey of species and ecological considerations.** Braz. Arch. Biol. Technol., v. 42, n. 1, p. 15-22, 1999.

WEISNER, S.E.B.; MIAO, S.L. **Use of morphological variability in Cladium jamaicense and Typha domingensis to understand vegetation changes in na Everglades marsh.** Aquatic Botany 78: 319-335, 2004.

WELSH, R.P.H.; DENNY, P. **The translocation of 32p in two submerged angiosperm species.** New Phytol., 82: 645-656,1979. WESTMAN, W.E. **Measuring the inertia and resilience of ecosystems.** Bioscience, 28:705-710, 1978.

WOLVERTON, B.C., MCDONALD, R.C.; GORDON, J. **Water hyacinth and Alligator Weeds for final filtration of sewage NASA Tech. Memo. TM-X-72724**, 1975.

XAVIER, L. R. C. C.; NASCIMENTO, P. R. F.; PEREIRA, S. M. B. **Análise Temporal de Biomassa da Macrófita Aquática Eleocharis interstincta (VAHL) Roem. & Schult Registrada no Açude de Abastecimento Público do Prata, Recife - Pe.** Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG, 2007,

**Sites consultados:**

PREFEITURA MUNICIPAL DE VOLTA REDONDA (PMPH). Disponível em: <http://www.climatempo.com.br/climatologia/332/voltaredonda-rj>. Acesso em outubro de 2014.

PROGRAMA SAFIRA. Disponível em: <http://labimagem.cnpdia.embrapa.br/Fer-ramen-tas>. Acesso em março de 2014.

FLORA DIGITAL DE PORTUGAL (UTAD). Disponível em: <http://www.ib.utad.pt/flora>. Acesso em dezembro de 2015.

## ANEXO

## A – Temperatura e pluviosidade

Tabela A: Série histórica de dados diários de pluviosidade (mm/24h) para os meses dezembro e junho de 2005 a 2015 em Volta Redonda (RJ).

Dia	Mês / Ano de referência e valores de pluviosidade (mm)																					
	Dez 05	Dez 06	Dez 07	Dez 08	Dez 09	Dez 10	Dez 11	Dez 12	Dez 13	Dez 14	Jun 05	Jun 06	Jun 07	Jun 08	Jun 09	Jun 10	Jun 11	Jun 12	Jun 13	Jun 14	Jun 15	
1	11,3	7,9	0	0	4,4	0	0	0	22,9	0	0	0	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0	1,7
2	0	1,6	0	0	35,3	8,5	0,3	0	6,3	0	2,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,2	0
3	29,7	0,8	0	4,7	10,2	8,3	0	12,4	1,3	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	24,4	3,7	0	0
4	0	0	0	13	50,9	53,7	0	0		0	0	0	1,4	0	0	0	0	0	7,7	0	0	0
5	0	0,9	1,1	0	18,8	0	0	0	2,8	7,2	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	6,3	93,1	0	0	46,8	0	0	0	0	0	0	3,6	0	0	0	0	0	0
7	20,7	5,5	2,3	0	0,4	21,6	17,2	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,4	0	0	0	0
8	2,1	0,4	6,8	0	13,5	4	20	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	8,9	9,2	0	0	0	0
9	0	0	0	1,4	15,3	16,4	14,1	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	1,2	0	11,2	0	12,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,9	0	0	0	0	0
11	95,4	0	0	2,4	18,3	0	0	0	8,1	0	0	0	0	0	0,2	0,9	0	0	0	0	4,2	0
12	4,0	0,3	0,9	6,9	3,2	0	0	0	20,5	0	0	0	0	0	3,4	2,9	0	2,5	0	0	0	0
13	6,3	0	22,6	3,1	0,2	0	0	0	1,3	31,7	0	0	0	0	17,5	1,0	0	0	2,4	1,8	0	0
14	3,9	0	7,5	0	10,2	0,5	0	9	0	3,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0,9	9,4	2,5	33,9	1,1	55,1	4	44,5	0	5,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	14,2	0,5	13,3	-	9	9	0	0	0	0	0	0	2,2	0	0	0	0	0	0	0	3,1
17	4,9	0	0	15,9	-	16,4	19,3	46,6	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1,2	0	0	0,9	35,1	0	37,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0
19	24,6	0	0	4,4	1	0	42,5	0	0	42,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	21,4	18,2	0
20	0,5	8,2	0	23,2	0	7,5	15,8	1	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	1,7	0	0	0	2,7
21	0,5	28,8	0	0	0	0	2,6	14,4	0	0	9,3	0	0	0	0	0	0	4,7	0	0,9	0,8	0
22	0	0	0	5,4	0	0	0	0	4,3	5,2	2,3	0	0	0	0	0,2	0	43,2	0	0	0	0
23	0	5	10,6	16,4	0	51,4	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	19,2	4,5	26,2	17,8	24,7	0	0	3,1	48,1	0	0	0	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0
25	9,9	2,3	31,9	1	21,7	0	18,5	0	33,2	22,6	0	0	0	4,5	0	0	0	0	0	0	0	4,8
26	2,8	6	0	7,4	0,3	0	13,7	0	2,8	0	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	14,6	0	28,4	2,2	4,1	18	0	0	0	0	3,1	0	0	0	0	4,1	0	0	0	0	0
28	0	7,4	0	5,1	44,6	0	8,7	19,1	0	0	0	0	0	0	8,3	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0,2	3,6	0	3,8	20,7	0,9	0	0	0	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	1,7	0	4,9	4,2	0	0	14,9	0	5,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	12,2	2,3	0	0	34,3	8,6	0	17,5	6,8	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	230,9	136,5	92,4	218,1	364,1	382,9	257,7	202,4	161,1	192,1	14,1	3,4	5,6	10,2	30,4	10,4	27,9	65,7	35,3	36,2	31,3	0

Fonte dos dados: CPRM, LIGHT e ANA (disponível no site hidroweb.ana.gov.br/acessado em 01/01/2016).

**Tabela B:** Temperaturas diárias mínima e máxima e respectivas médias mensais dos meses de outubro, novembro e dezembro de 2014 e abril, maio e junho de 2015, para o município de Volta Redonda (RJ).

DIA	Mês/ano	Outubro/14		Novembro/14		Dezembro/14		Abril/15		Maio/15		Junho/15	
	Temperatura (°C)												
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1	22	32	24	33	22	33	24	27	17	25	20	23	
2	21	24	22	29	24	35	22	26	18	25	19	21	
3	19	23	22	34	23	36	23	28	21	31	19	25	
4	17	22	23	36	22	32	19	23	21	31	17	28	
5	14	24	24	30	20	22	19	33	20	25	16	28	
6	16	26	23	27	21	29	23	25	18	24	18	30	
7	15	29	23	34	21	30	20	24	18	24	17	31	
8	17	31	23	30	22	35	19	27	18	22	18	31	
9	18	33	22	25	23	35	18	28	15	28	17	30	
10	18	37	23	27	21	33	20	28	17	29	16	30	
11	19	37	21	28	22	35	21	29	20	26	18	33	
12	19	26	21	34	22	35	19	29	19	25	16	25	
13	19	40	22	33	23	30	20	28	20	24	19	31	
14	20	26	20	25	22	27	21	30	19	24	18	33	
15	22	28	19	25	22	27	21	31	16	26	18	26	
16	21	32	19	25	20	26	23	28	17	27	18	19	
17	22	32	19	25	19	31	23	27	19	27	18	29	
18	22	27	17	27	20	30	20	33	20	26	19	32	
19	21	32	19	32	24	29	21	27	20	27	17	23	
20	23	29	22	32	23	30	23	34	18	27	17	23	
21	20	23	20	31	23	34	24	31	18	27	16	26	
22	18	22	20	33	26	37	22	25	18	28	16	27	
23	20	27	23	27	24	26	21	26	18	27	16	29	
24	18	30	22	27	21	28	21	32	21	31	18	22	
25	20	25	22	34	22	31	22	27	18	32	17	20	
26	19	26	24	32	23	31	19	26	18	27	14	23	
27	20	26	22	29	23	31	18	27	19	31	14	24	
28	20	29	22	26	24	33	20	29	19	32	14	26	
29	19	33	20	27	24	37	21	26	19	24	14	27	
30	22	26	20	28	-	-	18	23	18	26	17	29	
31	24	35	-	-	-	-	-	-	20	21	-	-	
Média	19,5	29	21,5	29,5	22,5	31	21	28	19	28	17	26	

Fonte: freemeteo.com.br (acesso:07/03/2016)

**Tabela C:** Série temporal do índice de pluviosidade anual do município de Volta Redonda (RJ)..

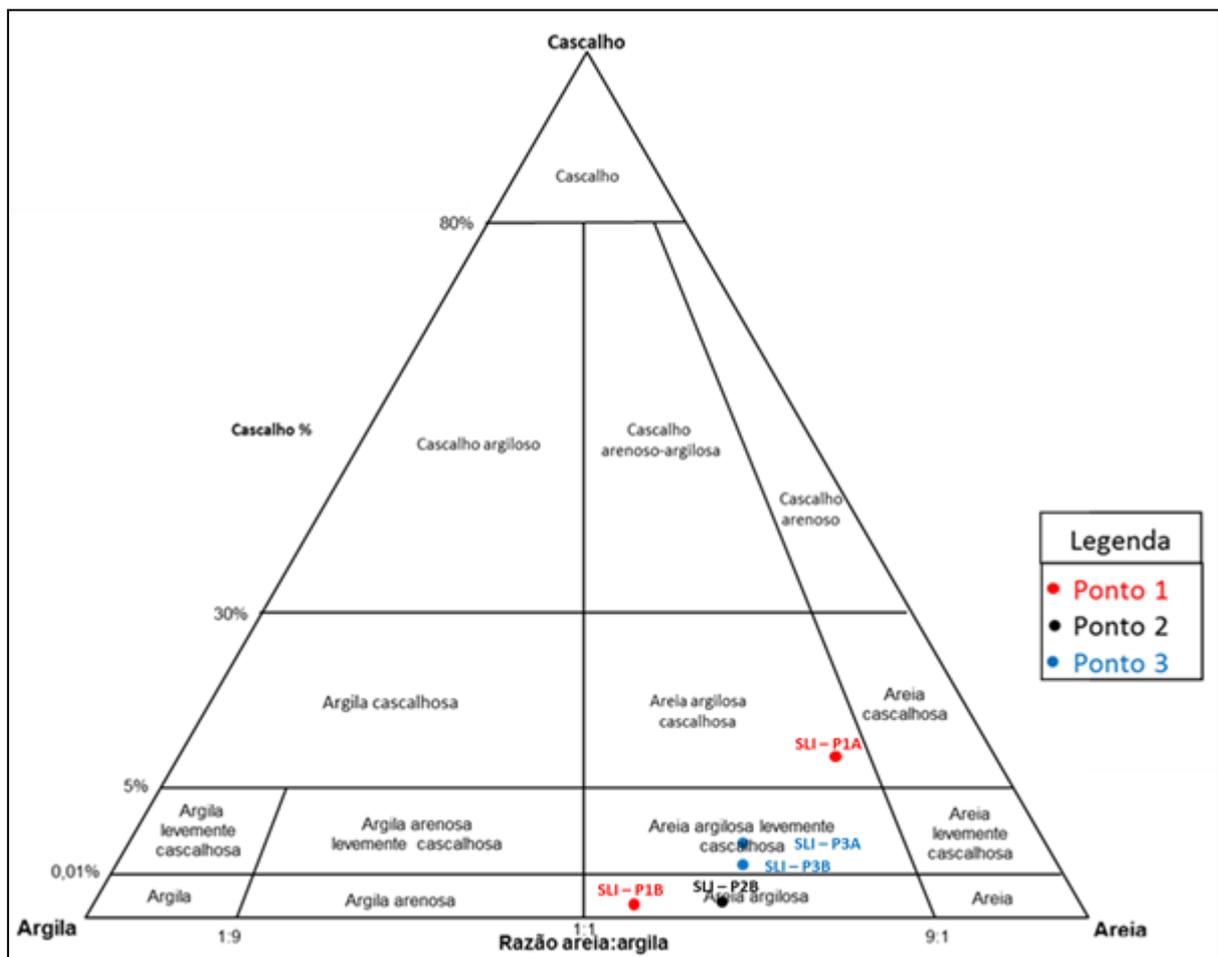
<b>Ano</b>	<b>Total Anual (mm)</b>						
<b>1944</b>	1133,1	<b>1962</b>	1334,5	<b>1980</b>	1540,4	<b>1998</b>	1271,0
<b>1945</b>	1278,1	<b>1963</b>	868,7	<b>1981</b>	1304,5	<b>1999</b>	1304,5
<b>1946</b>	1208,9	<b>1964</b>	1195,1	<b>1982</b>	1575,4	<b>2000</b>	1024,2
<b>1947</b>	1867,1	<b>1965</b>	1699,5	<b>1983</b>	2017,2	<b>2001</b>	1178,6
<b>1948</b>	1379,1	<b>1966</b>	1518,8	<b>1984</b>	1146,1	<b>2002</b>	1342,4
<b>1949</b>	1301,4	<b>1967</b>	1634,9	<b>1985</b>	1745,8	<b>2003</b>	1455,2
<b>1950</b>	1752,4	<b>1968</b>	-	<b>1986</b>	1579,3	<b>2004</b>	878,9
<b>1951</b>	1214,2	<b>1969</b>	1301,8	<b>1987</b>	1375,4	<b>2005</b>	1207,8
<b>1952</b>	1286,7	<b>1970</b>	1143,5	<b>1988</b>	1375,4	<b>2006</b>	1201,6
<b>1953</b>	1305,1	<b>1971</b>	1004,4	<b>1989</b>	1830,7	<b>2007</b>	841,7
<b>1954</b>	1047,6	<b>1972</b>	1775,8	<b>1990</b>	1487,5	<b>2008</b>	1362,3
<b>1955</b>	1047,3	<b>1973</b>	1145,6	<b>1991</b>	1176,8	<b>2009</b>	1361,2
<b>1956</b>	1092,6	<b>1974</b>	1061,6	<b>1992</b>	1399,8	<b>2010</b>	775,5
<b>1957</b>	1301,0	<b>1975</b>	1531,8	<b>1993</b>	979,5	<b>2011</b>	1023,8
<b>1958</b>	1360,1	<b>1976</b>	1479,4	<b>1994</b>	964,9	<b>2012</b>	1103,3
<b>1959</b>	1128,3	<b>1977</b>	1031,5	<b>1995</b>	1401,2	<b>2013</b>	1578,8
<b>1960</b>	1474,1	<b>1978</b>	1241,4	<b>1996</b>	1954,0	<b>2014</b>	949,7
<b>1961</b>	1505,7	<b>1979</b>	1343,8	<b>1997</b>	2029,8	<b>2015</b>	1179,4

Fonte dos dados: CPRM, LIGHT e ANA (disponível no site hidroweb.ana.gov.br/acessado em 01/01/2016)

## B – Resultados dos ensaios de granulometria e classificação segundo Folk (1980)

**Tabela B.1:** Resultados da análise granulométrica elaborada em amostras de três testemunhos coletados na sub-bacia Santa Luzia I, Volta Redonda (RJ).

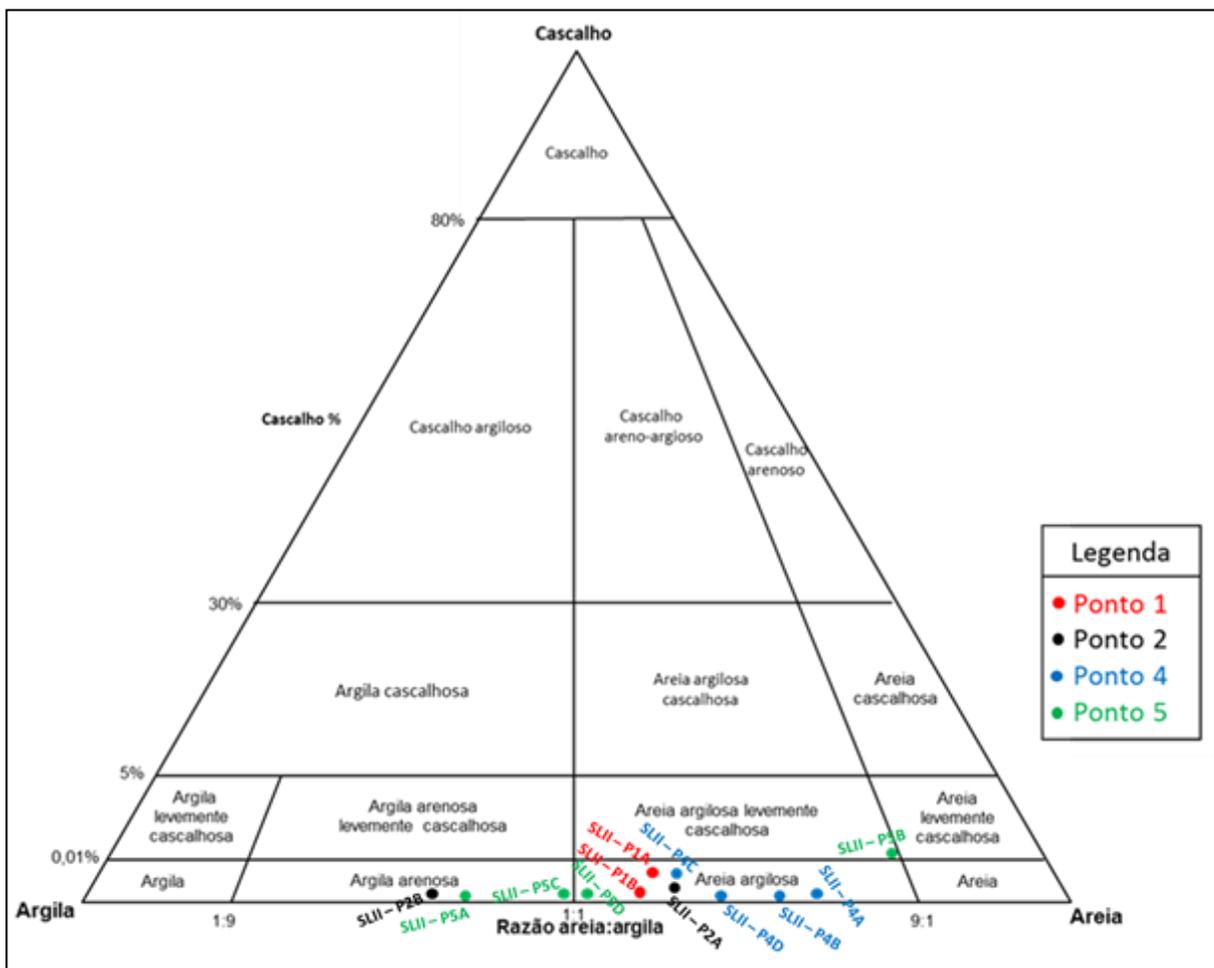
Santa Luzia I					
Amostra	Profundidade da amostra (cm)	Grânulos (%)	Areia (%)	Silte e argila (%)	Matéria orgânica (mg)
SLI-P1A	77 – 84	75,00	11,00	14,00	1,58
SLI-P1B	70 – 76	0,46	64,54	35,00	3,42
SLI-P2A	80 – 85	0,12	54,59	45,29	1,03
SLI-P3A	107 – 112	1,05	66,95	32,00	1,31
SLI-P3B	90 – 96	2,58	66,78	30,64	0,84



**Gráfico B.1:** Diagrama triangular de Folk (1980), com a classificação das amostras coletadas nos testemunhos da sub-bacia Santa Luzia I, conforme as proporções entre grânulos, areia e argila.

**Tabela B.2:** Resultados da análise granulométrica elaborada em amostras de três testemunhos coletados na sub-bacia Santa Luzia II, Volta Redonda (RJ).

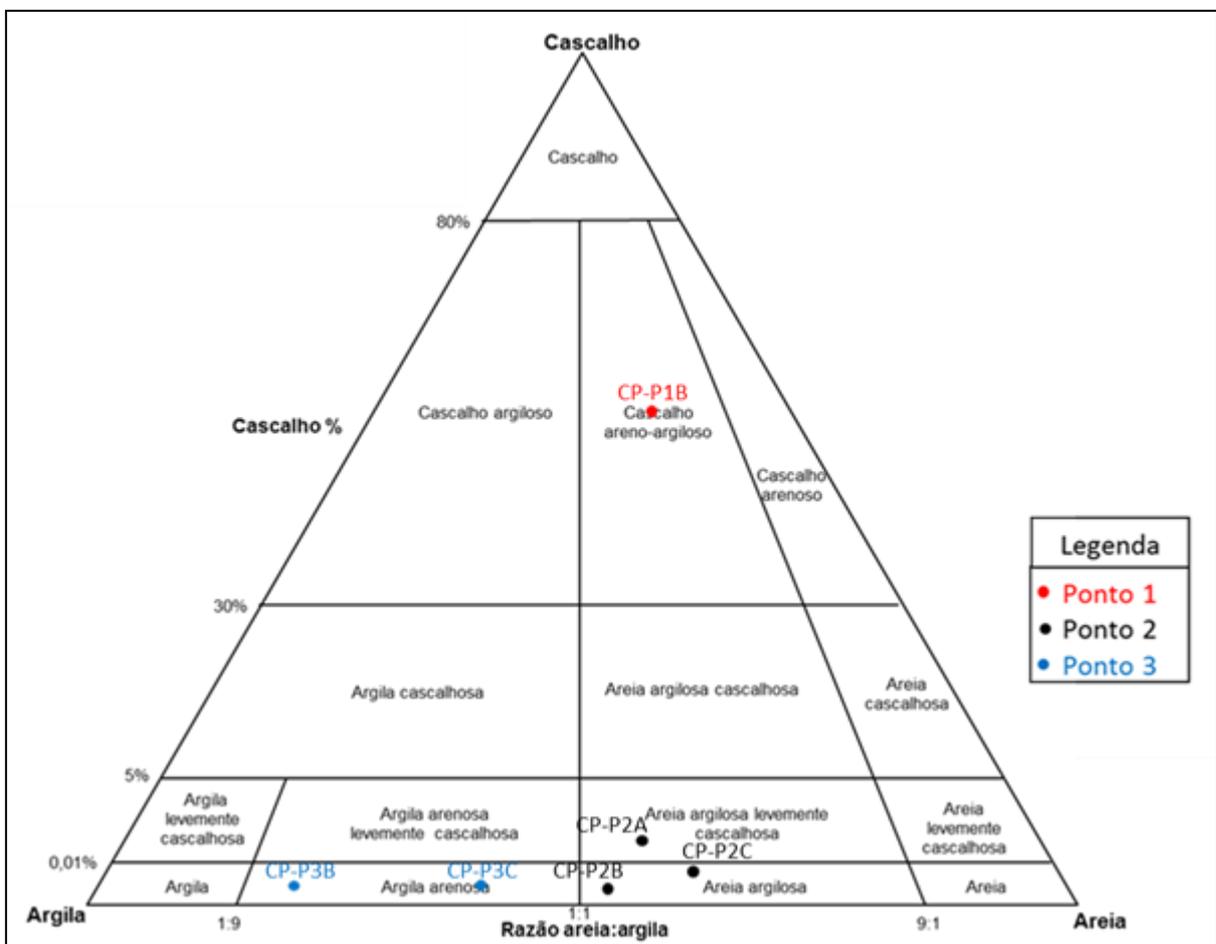
Santa Luzia II					
Amostra	Profundidade da amostra (cm)	Grânulos (%)	Areia (%)	Silte e argila (%)	Matéria orgânica (mg)
SLII-P1A	64 – 74	0,39	58,45	41,16	1,12
SLII-P1B	44 – 52	0,44	60,65	38,91	1,36
SLII-P2A	50 – 56	0	72,16	27,84	1,56
SLII-P2B	8 – 16	0	47,68	52,32	4,81
SLII-P4A	92 – 100	0	76,62	23,38	1,41
SLII-P4B	28 – 34	0	72,50	27,50	3,04
SLII-P4C	28 – 24	0	49,17	50,83	3,43
SLII-P4D	18 – 24	0	66,05	33,95	1,61
SLII-P5A	44 – 52	0	31,64	68,36	2,17
SLII-P5B	35 – 40	0,91	88,37	10,72	1,48
SLII-P5C	12 – 22	0	34,87	65,13	5,93
SLII-P5D	0 – 16	0	56,12	43,88	1,56



**Gráfico A.2:** Diagrama triangular de Folk (1980), com a classificação das amostras coletadas nos testemunhos da sub-bacia Santa Luzia II, conforme as proporções entre grânulos, areia e argila.

**Tabela B.3:** Resultados da análise granulométrica elaborada em amostras de três testemunhos coletados na sub-bacia Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ).

Córrego do Peixe					
Amostra	Profundidade da amostra (cm)	Grânulos (%)	Areia (%)	Silte e argila (%)	Matéria orgânica (mg)
CP-P1B	50 – 62	31,78	51,81	16,41	1,13
CP-P2A	57 – 63	1,40	55,39	43,21	0,57
CP-P2B	38 – 44	0	51,28	48,72	0,69
CP-P2C	17 – 25	0,58	63,99	35,43	2,69
CP-P3B	18 – 28	0	12,29	87,71	4,17
CP-P3C	6 – 14	0,09	31,84	68,07	1,76



**Gráfico B.3:** Diagrama triangular de Folk (1980), com a classificação das amostras coletadas nos testemunhos da sub-bacia Córrego do Peixe, conforme as proporções entre grânulos, areia e argila.

**C – Visualização das classes utilizadas no mapeamento de cobertura e uso da terra, em imagens aéreas e em fotografias de campo.**

### **1) Cultivo de Eucaliptos**



Foto: Ribeiro, Set - 2014.



Imagem: Ortofotos IBGE, 2009.

### **2) Área de ocupação urbana**



Foto: Ribeiro, Ago-2014.



Imagem: Ortofotos IBGE, 2009.

### **3) Floresta secundária**



Foto: Ribeiro, Ago-2014.



Imagem: Ortofotos IBGE, 2009.

#### 4) Pasto raso



Foto: Ribeiro, Ago-2014.



Imagem: Ortofotos IBGE,2009.

#### 5) Solo exposto



Foto: Ribeiro, Ago-2014.



Imagem: Google earth, 2015.

#### 6) Área de Cultivo



Foto: Ribeiro, Set - 2014.



Imagem: Ortofotos IBGE, 2009.

### 7) Campo sujo



Foto: Ribeiro, Set - 2015.



Imagem: Ortofotos IBGE, 2009.

### 8) Canal embrejado com barragem



Foto: Ribeiro, Ago-2014.



Imagem: Ortofotos IBGE, 2009.

### 9) Canal embrejado retificado



Foto: Ribeiro, Ago-2014.



Imagem: Ortofotos IBGE, 2009.

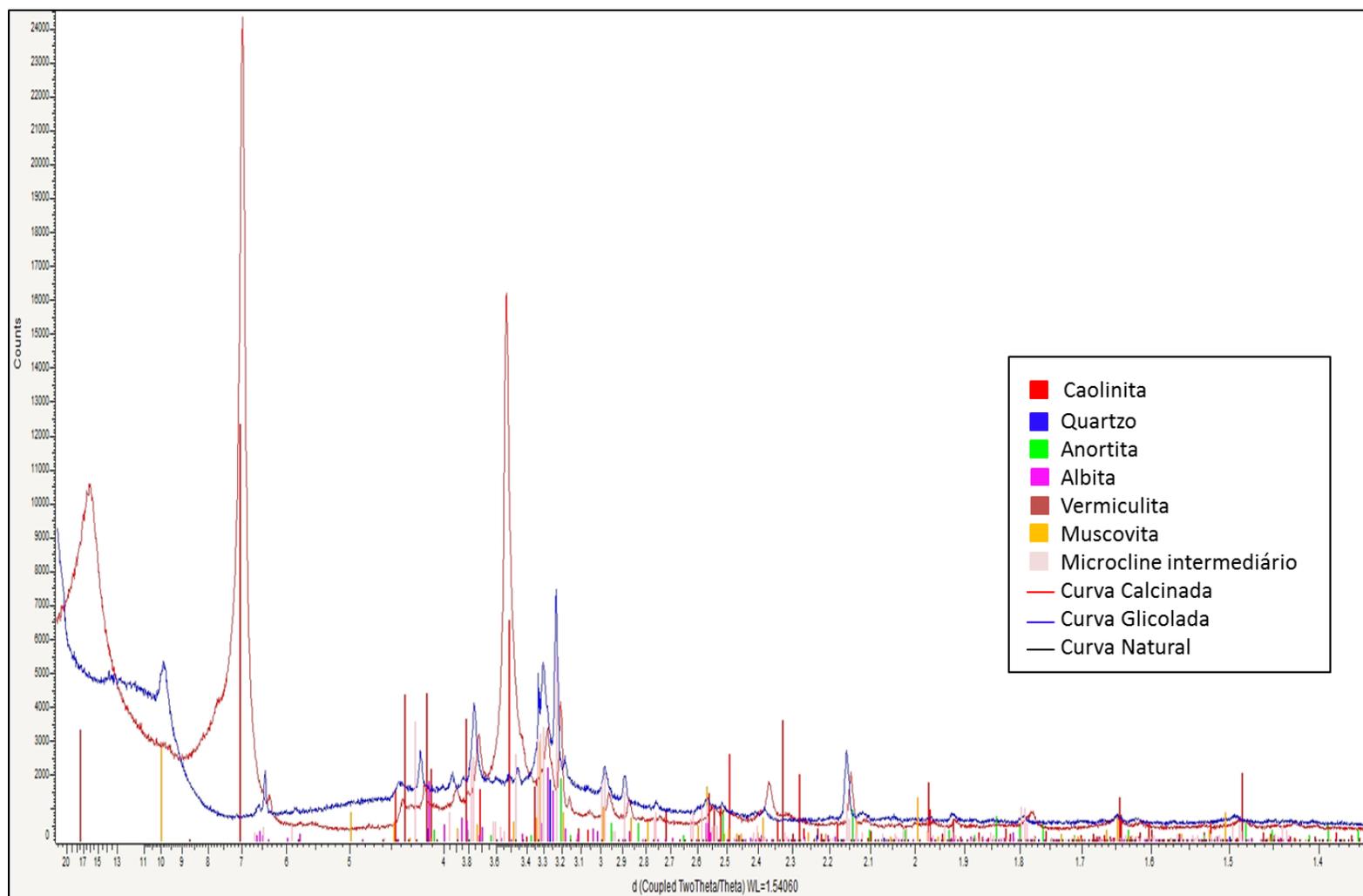
## 10) Canal embrejado



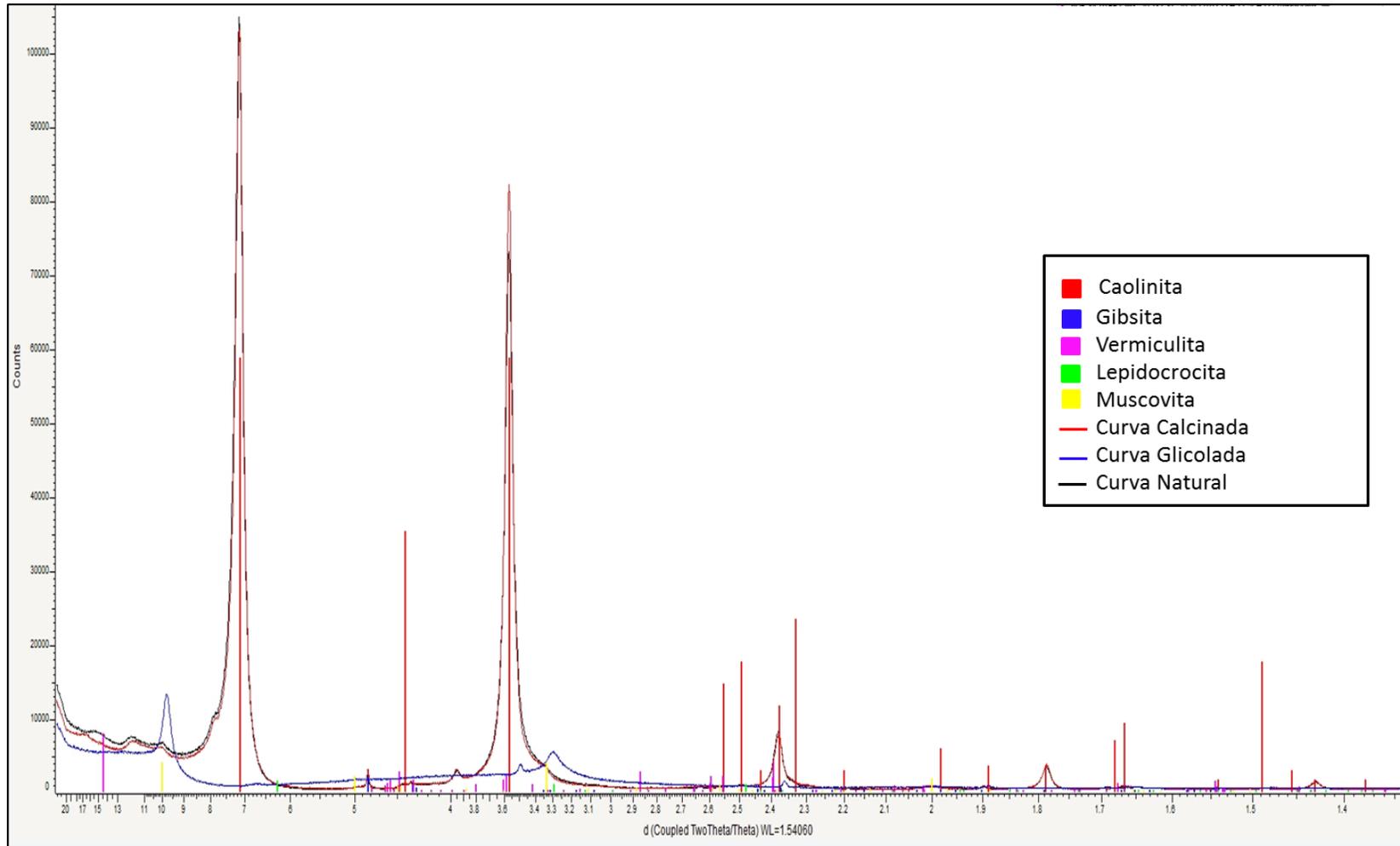
Foto: Ribeiro, Set-2015.



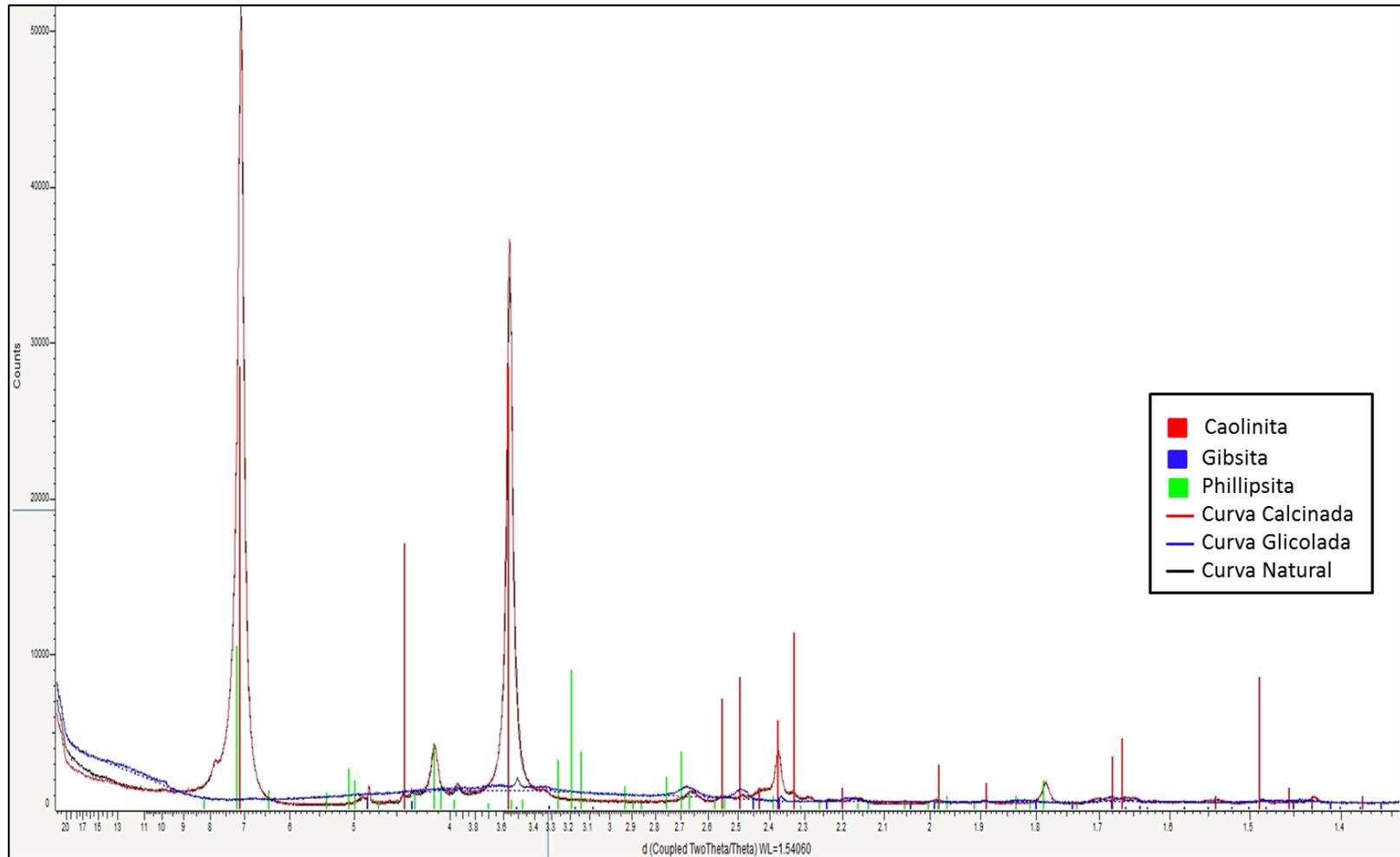
Imagem: Ortofotos IBGE, 2009.

**D – Difratomogramas de raios X da fração argila a forma orientada natural, glicolada e calcinada (aquecida).**

**Figura D.1:** Difratomogramas de raios X da fração argila a forma orientada natural, glicolada e calcinada (aquecida). Amostra coletada no intervalo CP- P1A (75 cm – 84 cm) do testemunho coletado no ponto 1 da sub-bacia Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ)..



**Figura D.2:** Difratoqramas de raios X na fração argila da camada na forma orientada natural, glicolada e calcínada (aquecida). Amostra coletada no intervalo CP- P2A (57 cm – 63 cm) do testemunho coletado no ponto 2 da sub-bacia Córrego do Peixe, Volta Redonda (RJ).



**Figura D.3:** Difratoqramas de raios X da fração argila na forma orientada natural, glicolada e calcínada (aquecida). Amostra coletada no intervalo CP- P3A (55 cm – 64 cm) do testemunho coletado no ponto 3 da sub-bacia Córrego do Peixe Volta Redonda (RJ).