

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSO EM GEOGRAFIA**

**RINALDO MARQUES PADILHA**

**BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARAPÁ, MATO GROSSO:  
CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL, USO DA TERRA E DINÂMICA  
FLUVIAL**

**CÁCERES - MT  
2017**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSO EM GEOGRAFIA**

**RINALDO MARQUES PADILHA**

**BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARAPÁ, MATO GROSSO:  
CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL, USO DA TERRA E  
DINÂMICA FLUVIAL**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Geografia para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Célia Alves de Souza

**CÁCERES - MT  
2017**

Padilha, Rinaldo Marques

Bacia hidrográfica do rio Carapá, Mato Grosso: caracterização ambiental, uso da terra e dinâmica fluvial./Rinaldo Marques Padilha. Cáceres/MT: UNEMAT, 2017. 151f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Mato Grosso. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2017.

Orientadora: Célia Alves Souza

1. Sedimentos. 2. Morfometria. 3. Relevo. 4. Erosão. 5. Carapá – rio – MT. T. I. Título.

CDU: 556.18(817.2)

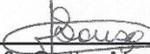
**RINALDO MARQUES PADILHA**

**BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARAPÁ, MATO GROSSO: CARACTERIZAÇÃO  
AMBIENTAL, USO DA TERRA E DINÂMICA FLUVIAL**

Essa Dissertação foi julgada e aprovada como partes dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Cáceres, 08 de agosto de 2017.

**Banca examinadora**

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª. Dr.ª. Celia Alves de Souza  
Orientadora  
*Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)*

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho  
Avaliador Externo  
*Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)*

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Alfredo Zenen Dominguez Gonzalez  
Avaliador Interno  
*Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)*

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Juberio Babilonia de Sousa  
Avaliador Interno  
*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso (IFMT)*

**CÁCERES**  
**MATO GROSSO, BRASIL**  
**2017**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por estar ao meu lado na realização de sonhos e ter me dado sabedoria e discernimento para concluir esta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNEMAT pela oportunidade oferecida para a qualificação profissional.

A Secretaria de Estado de Educação, Esporte e Lazer de Mato Grosso – SEDUC, por ter concedido licença para a qualificação profissional.

Aos Laboratórios de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial: LAPEGEOF Sandra Baptista da Cunha da UNEMAT Campus de Cáceres e LAPEGEOF Antônio Christofolletti da UNEMAT Campus de Colíder, por possibilitar as análises granulométricas para a realização desta pesquisa.

A minha orientadora, professora Dra. Célia Alves de Souza pela atenção, incentivo e dedicação na construção e conclusão deste trabalho.

A minha esposa Maria Aparecida Soares Padilha, pelo incentivo, apoio, compreensão e carinho que me deste durante o período de estudos no mestrado.

Aos amigos dos LAPEGEOF de Cáceres e Colíder, pela ajuda, companheirismo, e por ter me proporcionado muita aprendizagem nos processos de análises granulométricas das amostras coletadas em campo.

As pessoas que participaram comigo durante as coletas em campo e que tiveram papel importante na realização pesquisa: Raimundo Nonato I. Carvalho, Prof. Leila Nalis P. S. Andrade, Prof. Célia A. Souza, Prof. Gustavo R. S. Leandro, Prof. Marcos dos Santos, Regimar M. Padilha, Wagner A. Santos, Fabio Jr. Andrade, e o Prof. Jean S. Cruz.

Aos professores doutores, Alfredo Zenen Dominguez Gonzalez, André Luiz Nascentes Coelho e Juberto Babilônia de Sousa pelas contribuições valorosas na participação da banca de defesa da dissertação.

Ao amigo João Carlos da Silva, por todo apoio me dado durante o curso, que foi de fundamental importância para a conclusão deste trabalho.

A Escola Estadual Desembargador Milton Armando Pompeu de Barros, que acreditou e contribuiu para meu ingresso no mestrado, bem como todos os profissionais dessa instituição que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus familiares, aos colegas de turma e a todos os amigos que me incentivaram durante todo curso para que eu continuasse firme na conclusão da pesquisa.

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS .....	VI
LISTA DE TABELAS .....	VII
LISTA DE QUADROS .....	VIII
LISTA DE FIGURAS .....	IX
RESUMO .....	XII
ABSTRACT .....	XIII

### CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO .....	14
---------------------	----

### CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	17
2.1 Categorias geográficas .....	17
2.1.1 Espaço .....	18
2.1.2 Paisagem .....	19
2.2 Características ambientais .....	21
2.3 Uso e cobertura da terra em bacias hidrográficas.....	23
2.4 Conceitos de bacia hidrográfica .....	24
2.5 Morfologia de bacia hidrográfica .....	25
2.6. Dinâmica fluvial .....	28

### CAPÍTULO III

3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	33
3.1. Área de estudo.....	33
3.2 Procedimentos metodológicos .....	34
3.2.1 Características ambientais .....	34
3.2.1.1 Geologia, geomorfologia, solo e vegetação .....	34
3.2.1.2 Clima .....	35
3.2.2 Ocupação, uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Carapá ....	35
3.2.3 Morfologia e morfometria da rede de drenagem .....	37
3.2.4 Dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do rio Carapá .....	39
3.2.4.1 Monitoramento das variáveis hidrodinâmicas (Batimetria) .....	40
3.2.4.2 Coleta de sedimentos de fundo, margem e suspensão .....	41
3.2.4.3 Monitoramento da erosão .....	42

3.2.4.4 Análise de laboratório.....	43
3.2.4.5 Trabalho de gabinete .....	47

## CAPÍTULO VI

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	49
4.1. Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio Carapá.....	49
4.1.1 Geologia.....	49
4.1.2 Clima.....	52
4.1.3 Geomorfologia.....	58
4.1.3.1 Declividade do relevo da bacia hidrográfica .....	62
4.1.4 Solos .....	64
4.1.5 Vegetação .....	69
4.2. Ocupação, uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Carapá.....	74
4.2.1 O processo de ocupação da terra nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Carapá.....	74
4.2.2 A ocupação da terra no município de Colíder .....	74
4.2.3 A ocupação da terra no município de Nova Canaã do Norte .....	78
4.2.4 Cultivos na bacia hidrográfica do rio Carapá.....	79
4.2.5 O uso atual da terra na área da bacia hidrográfica do rio Carapá.....	84
4.2.6 O uso direto dos rios na bacia.....	86
4.2.7 A urbanização da bacia hidrográfica .....	88
4.2.8 As mudanças espaço temporal na bacia hidrográfica .....	95
4.3. Morfologia e morfometria da rede de drenagem .....	98
4.3.1. Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica .....	98
4.3.2 Características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Carapá .....	103
4.4 Dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do rio Carapá .....	107
4.4.1 Variáveis hidrodinâmicas e sedimentológicas.....	109
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	136
REFERÊNCIAS .....	139

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
- APP – Área de Preservação Permanente
- BEC – Batalhão de Engenharia e Construção
- CASEMAT – Companhia de Armazéns e Silos de Mato Grosso
- Css – Concentração de sedimentos em suspensão
- GPS – *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
- INDEA/MT – Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- LAPEGEOF – Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial
- MDE – Modelo Digital de Elevação
- mEc – Massa Equatorial Continental
- MEC – Ministério da Educação
- mPa – Massa Polar Atlântica
- mTC – Massa Tropical Continental
- Qss – Descarga sólida em suspensão
- SEMA – Secretaria de Estado e Meio Ambiente
- SEPLAN/MT – Secretaria de Estado de Planejamento de Mato Grosso
- SIG – Sistema de Informação Geográfica
- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
- SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission* (Missão Topográfica do Radar *Shuttle*)
- SUDAM – Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia
- SUDECO – Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste
- UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados da estação meteorológica Gleba Celeste 1985 – 2013.	54
Tabela 2 – Dados da estação meteorológica Matupá 1987 – 2014.	54
Tabela 3 – Produção agrícola de Colíder em 1981.	81
Tabela 4 – Lavouras temporárias – Colíder e Nova Canaã do Norte.	82
Tabela 5 – Lavouras permanentes – Colíder e Nova Canaã do Norte.	82
Tabela 6 – Efetivos de rebanhos (cabeças) em Colíder.	83
Tabela 7 – Efetivos de rebanhos (cabeças) em Nova Canaã do Norte.	83
Tabela 8 – Lavouras temporárias nos municípios em 2015.	85
Tabela 9 – Lavouras permanentes nos municípios em 2015.	85
Tabela 10 – Produção de alevinos em tanque em 2015, Colíder e Nova Canaã do Norte, MT.	88
Tabela 11 – Evolução espaço-temporal do desmatamento na bacia do rio Carapá.	95
Tabela 12 – Bacia do rio Carapá: principais rios, hierarquia, extensão e dados altimétricos.	98
Tabela 13 – Parâmetros da morfologia e morfometria da rede de drenagem.	105
Tabela 14 – Granulometria dos sedimentos de margem – julho de 2016.	112
Tabela 15 – Monitoramento de erosão por pinos e estacas – 2016/2017.	113
Tabela 16 – Estabilidade de agregados dos sedimentos de margem (%) – julho de 2016.	113
Tabela 17 – Variáveis hidrodinâmicas das seções monitoradas.	114
Tabela 18 – Granulometria dos sedimentos de fundo. Períodos: estiagem julho de 2016 e chuvoso dezembro 2016.	115
Tabela 19 – Concentração de sedimentos em suspensão (Css). Descarga sólida em suspensão (Qss) – 2016.	116

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Geomorfologia, litologia e os aspectos morfológicos da bacia hidrográfica do rio Carapá.	58
Quadro 2 – Localização geográfica das seções monitoradas.	109

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Carapá.	33
Figura 2 - Composição colorida na falsa cor verde das imagens Landsat.	37
Figura 3 – GPS Garmin Fishfinder 350C, utilizado para medir profundidade do canal.	41
Figura 4 – Utilização de trena para medir pequenas profundidades do canal.	41
Figura 5 – Retirada de sedimentos de fundo utilizando draga Van Veen.	41
Figura 6 – Pino de ferro para monitorar a erosão.	43
Figura 7 – Estaca de madeira fixada a 2 metros da margem.	43
Figura 8 – Estufa TE-394/2.	44
Figura 9 – Agitador de Wagner.	44
Figura 10 – Provetas com sedimentos em suspensão para pipetagem.	44
Figura 11 – Balança analítica.	45
Figura 12 – Agitador de peneiras.	45
Figura 13 – Ocorrência litológica na bacia hidrográfica do rio Carapá.	50
Figura 14 – Climograma da Estação Gleba Celeste.	55
Figura 15 – Climograma da Estação Matupá.	55
Figura 16 – Climograma representativo das estações Matupá e Gleba Celeste – MT.	57
Figura 17 – Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Carapá.	59
Figura 18 – Vista panorâmica da Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional e do Planalto dos Parecis.	60
Figura 19 – Superfícies erosivas nas bordas do Planalto dos Parecis.	61
Figura 20 – Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional.	62
Figura 21 – Declividade do relevo na área da bacia segundo (EMBRAPA, 2006).	63
Figura 22 – Solos da bacia hidrográfica do Rio Carapá.	65
Figura 23 – Vegetação da bacia hidrográfica do Rio Carapá.	70
Figura 24 – Floresta Ombrófila Aberta Tropical – Formação Submontana com cipó.	71
Figura 25 – Colíder: Av. Marechal Rondon e Av. Tancredo Neves (1982).	76
Figura 26 – Evolução territorial: Colíder e Nova Canaã do Norte.	77
Figura 27 – Nova Canaã do Norte: Av. Brasil (1980).	78
Figura 28 – Cultivo de palmito pupunha em Nova Canaã do Norte, 2017.	85
Figura 29 – Lavoura de soja no município de Colíder, 2017.	85

Figura 30 – Pecuária leiteira no município de Colíder, 2017.	86
Figura 31 – Horta de agricultura familiar com produtos orgânicos em Colíder, 2017.	86
Figura 32 – Tanque para a piscicultura de tambaqui e tambacu – Colíder, 2017.	87
Figura 33 – Córrego urbano com presença de residências em APPs. Bairros Jardim Alegre e Jardim Barbiero – Colíder 2017.	90
Figura 34 – Rio Jaracatiá na periferia da zona urbana de Colíder, 2017.	91
Figura 35 – Parque Florestal que abriga a nascente do rio Jaracatiá, Colíder, 2017.	91
Figura 36 – Lago dos Pioneiros. Rio Jaracatiá, Colíder, 2017.	92
Figura 37 – Nascente de córrego Central. Nova Canaã do Norte, 2017.	93
Figura 38 – Córrego Central no centro da área urbana. Nova Canaã do Norte, 2017.	94
Figura 39 – Erosão e assoreamento no córrego Fundo, Nova Canaã do Norte, 2017.	95
Figura 40 – Entulhos e restos de construção no córrego Fundo, Nova Canaã do Norte, 2017.	95
Figura 41 – Evolução do desmatamento e uso da terra na bacia do Carapá, 1986-2016.	96
Figura 42 – Bacia hidrográfica do rio Carapá – Hierarquia fluvial.	99
Figura 43 – Relação de rios por hierarquia, de acordo com a classificação de Strahler.	100
Figura 44 - Hierarquia fluvial da bacia do rio kaiapá.	101
Figura 45 – Hierarquia fluvial da bacia do rio Corgão.	101
Figura 46 – Hierarquia da bacia do rio Jaracatiá.	102
Figura 47 – Hierarquia da bacia do rio Vinte Voltas.	103
Figura 48 – Hierarquia da bacia do rio Alto Carapá.	103
Figura 49 – Bacia do rio Carapá – Hipsometria.	104
Figura 50 – Perfil altimétrico da bacia do rio Carapá.	104
Figura 51 – Perfil longitudinal do rio Carapá.	107
Figura 52 – Localização dos trechos e seções de monitoramento. Rios Carapá e Jaracatiá.	108
Figura 53 – Nascente do rio Carapá – Colíder 2016.	110
Figura 54 – Pisoteio do gado na área da nascente.	110
Figura 55 – Perfil transversal da seção 1. Rio Carapá, 2016.	111
Figura 56 – Seixos e blocos arrolados pelo rio seção 1. Rio Carapá, Colíder 2016.	115
Figura 57 – Rio Carapá, seção 2. Vegetação de cipós.	117

Figura 58 – Perfil transversal da seção 2. Rio Carapá, 2016.	117
Figura 59 – Erosão por solapamento na margem esquerda. Seção 3, rio Carapá, 2016.	119
Figura 60 – Perfil transversal seção 3, rio Carapá. 2016.	120
Figura 61 – Afloramento rochoso no barranco da margem esquerda.	120
Figura 62 – Seixos e blocos transportados no leito do rio, Colíder, 2016.	120
Figura 63 – Estação de captação de água no período de estiagem. Colíder, 2016	121
Figura 64 – Estação de captação de água no período chuvoso. Colíder, 2016.	121
Figura 65 – Perfil transversal seção 4. Rio Carapá 2016.	122
Figura 66 – Perfil transversal seção 5. Rio Carapá, 2016.	123
Figura 67 – Localização das seções no trecho 6.	124
Figura 68 – Rio Jaracatiá no período de estiagem e no período chuvoso, Colíder 2016.	125
Figura 69 – Perfil transversal no rio Jaracatiá, Colíder, 2016.	126
Figura 70 – Perfil transversal seção 7. Rio Carapá, Colíder, 2016.	127
Figura 71 – Banco de sedimentos no centro do canal a esquerda. Nível do rio em sua margem plena a direita. Rio Carapá, Colíder 2016.	128
Figura 72 – Perfil Transversal seção 8. Rio Carapá, Colíder, 2016.	128
Figura 73 – Perfil Transversal seção 9. Rio Carapá, Colíder, 2016.	130
Figura 74 – Seção 10. Canal com afloramento rochoso, rio Carapá, 2016.	131
Figura 75 – Perfil transversal seção 10. Rio Carapá Colíder, 2016.	132
Figura 76 – Erosão por solapamento basal. Rio Carapá, Nova Canaã do Norte 2016.	133
Figura 77 – Perfil transversal seção 11. Rio Carapá, Colíder e Nova Canaã do Norte, 2016.	134
Figura 78 – Alterações na paisagem em trechos da área na bacia hidrográfica do rio Carapá, 2016.	135

## RESUMO

O estudo teve como objetivo analisar as características ambientais que favoreceram o processo de ocupação, uso e cobertura da terra e a dinâmica fluvial na bacia hidrográfica do rio Carapá, em Colíder e Nova Canaã do Norte – MT. Para a caracterização ambiental, foi realizada pesquisa bibliográfica, fundamentada no Projeto RADAMBRASIL (1980) e consulta à base de dados de estações meteorológicas do INMET. Para verificar o processo de transformação da paisagem foram feitas pesquisas em bibliografias, documentos públicos, produções científicas e trabalho de campo. Para o monitoramento da dinâmica fluvial, foram realizadas coletas e análises de sedimentos de fundo, margem e suspensão, instalação de pinos, estacas e aferição de batimetria. As confecções dos mapas foram realizadas utilizando cartas geomorfológicas Topodata – INPE escala de 1:250.000, imagens Landsat 5, Landsat 8 e base cartográfica do IBGE no formato shapefile. Os resultados mostraram que a unidade climática da área da bacia é denominada de Clima Equatorial Continental Úmido, com estação seca bem definida da Depressão Sul-Amazônica. Quanto à geologia, registrou a ocorrência da Formação Iriri, Complexo Xingu e a Formação Dardanelos. A área possui duas unidades de relevo: Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional e Planalto dos Parecis. O relevo da bacia é formado, em sua maioria, por baixas altitudes e os índices de declividade são pouco expressivos. Registrou-se a ocorrência dos solos: Latossolo Vermelho-Amarelo Alumínico, Plintossolo Pétrico Concrecionário, Nitossolo Vermelho Distrófico, Neossolo Quartzarênico Hidromórfico e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico. Na vegetação predominou a Floresta Ombrófila Aberta Tropical – Formação Submontana com cipó, e a vegetação Floresta Ombrófila Densa Tropical - Formação Submontana dossel emergente. Aproximadamente 80% da área foi desmatada e o uso da terra, que inicialmente era para a agricultura, atualmente está sendo utilizado predominantemente pela pecuária extensiva. A bacia do Carapá é de sexta ordem, o rio principal possui 163,526km de extensão. A dinâmica fluvial revelou que o rio não tem um padrão regular, podendo ser encontrados trechos sinuosos, meandantes e retilíneos. A área molhada da seção variou entre 0,248m<sup>2</sup> (seção 1 - período de estiagem) e 103,350m<sup>2</sup> (seção 11 - período chuvoso). A velocidade do fluxo foi maior no período chuvoso em todas as seções e a maior vazão variou entre 2,174m<sup>3</sup>/s na seção 1 e 75,297m<sup>3</sup>/s na seção 11 no período chuvoso. Nos sedimentos de fundo, predominaram os grosseiros na maioria das seções nos dois períodos. A fração silte predominou nos sedimentos de margem na maioria das seções. A magnitude da erosão medida por pinos variou entre 0,07cm/mês (seção 1) e 1,04cm/mês (seção 11). Nas seções 1, 3 e 10, os agregados são estáveis em água, concentrando a maior parte das partículas entre 1 a 4 mm, enquanto as demais seções se mostraram mais susceptíveis a erosão. A concentração de sedimentos em suspensão variou entre 12 mg/L e 252mg/L ao longo do canal. A descarga sólida em suspensão registrada ficou entre 0,135 t/d (seção 1, período seco) e 396,850 t/d (seção 11, período chuvoso).

Palavras chave: Sedimentos; Relevo; Erosão; Vazão; Colíder.

## ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the environmental characteristics that favored the process of the occupation, use and cover of the land and the river dynamics in the Carapá river hydrographic basin, in Colíder and Nova Canaã do Norte - MT. For the environmental characterization, a bibliographic research was accomplished, based on the RADAMBRASIL Project (1980) and the consult to the Meteorology National Institute (INMET in portuguese) meteorological station data base. To verify the transformation process of the landscape, researches were done on bibliographies, public documents, scientific productions and field research. In order to monitor the river dynamics, collections and analyzes of the bottom sediments, margin and suspension, installation of pins, stakes and bathymetry measurement were accomplished. The maps were made using Topodata geomorphometric cards - INPE scale of 1:250,000 images, Landsat 5, Landsat 8 and IBGE cartographic base in the shapefile format. The results showed that the climatic unit of the basin area is called the Humid Continental Equatorial Climate, with a well defined dry season of the South-Amazonian Depression. As for geology, it recorded the occurrence of the Iriri Formation, Xingu Complex and the Dardanelos Formation. The area has two units of relief: The Interplanaltic Depression of the Southern Amazon and the Parecis Plateau. The basin relief is mostly formed by low altitudes and slope indexes are not very expressive. It was recorded the occurrence of the soils: Aluminium Red-Yellow Latosol, Concrecionary Petric Plintosoil, Dystrophic Red Nitosol, Hydromorphic Quartzenic Neosol and Dystrophic Red-Yellow Argisoil. In the vegetation predominated the Tropical Open Ombrophyllous Forest - Submountain Formation with a kind of climbing plant (cipó in portuguese), and the Tropical Dense Ombrophyllous Forest vegetation – Submountain Formation emergent canopy. Approximately 80% of the area was deforested and the land use, which was initially for agriculture, is currently being used predominantly by extensive livestock farming. The Carapá basin is of the sixth order, the main river is 163.526km long. The river dynamics revealed that the river does not have a regular pattern, and sinuous, meandering and rectilinear stretches can be found. The wet area of the section varied between 0.248m<sup>2</sup> (section 1 - dry season) and 103.350m<sup>2</sup> (section 11 - rainy season). The flow velocity was higher in the rainy season in all sections and the highest flow ranged between 2,174m<sup>3</sup>/s in section 1 and 75,297m<sup>3</sup>/s in section 11 in the rainy season. In the bottom sediments, the thicker ones were predominant in the most sections in the two periods. The silt fraction predominated in the margin sediments in the most sections. The magnitude of the erosion measured by pins ranged from 0.07cm / month (section 1) to 1.04cm / month (section 11). In the sections 1, 3 and 10, the aggregates are stable in water, concentrating the most of the particles between 1 and 4 mm, while the other sections are more susceptible to erosion. The concentration of the suspended sediments ranged from 12 mg / L to 252 mg / L along the canal. The registered solid discharge in suspension was between 0.135 t/d (section 1, dry season) and 396,850 t/d (section 11, rainy season).

Key words: Sediments; Relief; Erosion; Flow; Colíder.

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUÇÃO

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Carapá que está inserida na bacia hidrográfica do Teles Pires e em macro escala compõem a bacia Amazônica. O estudo da dinâmica fluvial em uma bacia hidrográfica é muito importante, pois a partir dele, pode se planejar ações que contribua para a preservação dos canais, evitando assoreamento, diminuição do fluxo e extinção de canais fluviais.

Cunha (1998) considera que a bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica muito importante por agrupar vários fatores em interação, tais como: bióticos, abióticos, econômicos e sociais. Intervenções expressivas, principalmente de origem antrópica, em qualquer parte de uma bacia, geram alterações cujos impactos serão transferidos a jusante, influenciando no fluxo energético e na dinâmica fluvial.

De acordo com Souza e Cunha (2012a), a dinâmica fluvial de uma bacia hidrográfica reflete as inter-relações existentes entre as características dos elementos ambientais, tais como clima, geologia, cobertura vegetal, geomorfologia, solo e as formas de uso e cobertura da terra. Esses elementos, juntos, determinam o regime hidrológico através da quantidade de água e do tipo de sedimentos fornecidos à bacia.

O estudo das características ambientais de uma bacia hidrográfica é um instrumento de pesquisa que permite conhecer a sua estrutura e o seu funcionamento. Essas características estão relacionadas aos aspectos geológicos, às formas de relevo, aos processos geomorfológicos e às características hidrológicas e climáticas, assim como à biota e o uso da terra (TORRES; MARQUES NETO; MENEZES, 2012).

Silva e Souza (2012) observam que o uso incorreto da terra (desmatamento, reflorestamento, queimadas, urbanização, culturas agrícolas, pecuária etc.) promovem processos de degradação ao ambiente, caso não se apliquem técnicas de manejo adequadas, que possam garantir o equilíbrio ambiental, principalmente na preservação dos recursos hídricos e dos solos.

A área de uma bacia hidrográfica está sujeita ao trabalho dos rios, o que caracteriza a dinâmica fluvial, podendo ser dividida em erosão, transporte e sedimentação do material detrítico. A falta de manejo adequado do solo e a retirada indiscriminada da vegetação, bem

como a urbanização acelerada próxima dos rios, podem comprometer a dinâmica fluvial natural da bacia hidrográfica e provocar danos irreversíveis no sistema que a circunda.

Como destacado anteriormente, a dinâmica fluvial é considerada como sendo a remoção, o transporte e a deposição das partículas envolvidas em toda a rede de drenagem, incidindo diretamente no equilíbrio do sistema fluvial. Quando ocorrem distúrbios no sistema, o canal vai ajustando-se e reajustando-se até encontrar um novo equilíbrio (CHRISTOFOLETTI, 1981).

No estudo das características hidrodinâmicas, deve-se incluir a variação do nível da água, turbulência, ação das ondas e as variações da velocidade. A contínua variação do nível do rio é considerada como um dos fatores mais importantes na erosão marginal, pois controla a atuação das forças de origem fluvial sobre os materiais das margens. Essas forças são representadas pelas ondas e correntes (FERNANDEZ, 1990).

Alguns trabalhos internacionais sobre a dinâmica fluvial são relevantes: Chien (1985); Peter e Andrew (2001), Humphries et al. (2010), Balthazar et al. (2012) Mobaraki et al. (2012) Ramonell et al. (2014). Também os trabalhos de Orfeo e Stevaux (2002), que estudaram as características hidráulicas e morfológicas do alto e médio curso do rio Paraná (Argentina e Brasil), os de Quinlan et al., (2014), que estudaram os impactos de pequena escala na regulação de fluxo na dinâmica sedimentar do rio Ehen, no Reino Unido.

No Brasil, sobre as mudanças morfológicas e o processo de sedimentação, destacam-se os seguintes trabalhos: Souza (2004), Assine e Silva (2009), Silva (2009), Justiniano e Souza (2010); Grizio e Souza Filho, 2010; Silva et al. (2012); Leandro, Souza e Chaves (2012); Souza et al. (2015); e Sousa et al. (2017).

Por várias décadas a bacia hidrográfica do rio Carapá, vem sendo alvo de desmatamento, devido sua localização estratégica nas proximidades da rodovia BR 163, favoreceu a ocupação nas décadas de 1970 e 1980.

O estudo sobre a dinâmica fluvial na bacia hidrográfica do rio Carapá foi necessário, uma vez que o rio é a fonte principal de abastecimento de água potável à população urbana de Colíder, o recurso também é usado na zona rural para a produção de hortifrutigranjeiro, agricultura e pecuária. As informações geradas poderão subsidiar políticas públicas que contemple a gestão da bacia.

Nesse contexto o presente estudo teve como objetivo analisar os componentes ambientais, o uso da terra, o processo de transformação da paisagem e a dinâmica fluvial na bacia hidrográfica do rio Carapá em Colíder e Nova Canaã do Norte – MT.

A dissertação foi estruturada em quatro capítulos, de acordo com as normas do Programa, sendo o primeiro capítulo a introdução.

O segundo capítulo traz a fundamentação teórica e conceitual de temáticas referentes a bacia hidrográfica, a morfologia de bacias, a dinâmica fluvial, as categorias geográficas, com ênfase nas discussões sobre a paisagem. Foram também apresentadas as formas de uso e cobertura da terra em bacia hidrográfica e as suas implicações.

No terceiro segmento, são apresentados os métodos utilizados para a realização da pesquisa, bem como os procedimentos para a sua execução, pautados em experiências de pesquisadores nacionais e internacionais.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos na pesquisa, referentes à caracterização dos componentes ambientais (clima, geologia, geomorfologia, solo e vegetação), a ocupação, uso e cobertura da terra e a dinâmica fluvial da bacia do rio Carapá, apontando algumas sugestões para o uso da terra e dos recursos hídricos da bacia hidrográfica.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1 Categorias geográficas

Como toda ciência, a Geografia possui um arcabouço conceitual capaz de sintetizar a sua objetivação, ou seja, o ângulo que confere à Geografia a sua identidade e a sua autonomia relativa no âmbito das ciências sociais (CORRÊA, 2000). A Geografia, assim como muitas outras ciências, utiliza-se de categorias para nortear os seus estudos. Constitui-se da utilização de conceitos básicos que orientem o recorte e a análise de um determinado fenômeno a ser estudado. As categorias geográficas utilizadas como forma de enxergar o estudo do espaço e das relações sociedade natureza são: território, região, lugar, espaço e paisagem.

O território é uma parcela do espaço apropriada sendo delimitada por relações de poder, este é essencialmente um instrumento de exercício de poder, preconizado por um indivíduo ou por um grupo de indivíduos. A região é parte de um todo, a noção de região é usada no senso comum como referência a um conjunto de área onde há o domínio de determinadas características que diferencia aquela área das demais. O lugar é uma porção do espaço onde a vida acontece, é o lócus do convívio social. No estudo do lugar, cabe ao geógrafo considerar os seus limites territoriais, a proximidade física entre as pessoas e a sociabilidade entre elas em sua totalidade (SILVA, 2015).

Embora esses conceitos não sejam específicos da Geografia, ou seja, mesmo que sirvam a outras ciências, dentro da Geografia eles têm significados essenciais. Não há uma ordem de grandeza bem definida, sendo sua importância, maior ou menor de acordo com o recorte observado.

De acordo com Lopes (2012), em determinados casos um determinado conceito ou categoria deve se sobressair em relação a outro, obviamente que isso vai depender do objeto de cada pesquisa e da abordagem que efetivaremos em um determinado contexto da realidade sócio espacial. Dessa forma, nessa pesquisa o trabalho foi desenvolvido com ênfase nas categorias espaço e paisagem.

### 2.1.1 Espaço

O espaço pode ser entendido como um conjunto de objetos e das relações que se realizam ou materializam-se entre esses objetos. Os objetos contribuem para uma concretização de várias relações. Sendo assim, o espaço torna-se resultado da ação dos homens sobre o próprio espaço, intermediados pelos objetos naturais e artificiais (SANTOS, 1988). O autor ainda afirma que, de todas as categorias, a mais geral e que inclui as outras é o espaço.

Um dos primeiros pensadores que ousaram a fazer definições de espaço foi Aristóteles, para quem o espaço era a inexistência do vazio e lugar como posição de um corpo entre os outros corpos. Com essa definição, Aristóteles tratou o espaço como uma área preenchida de corpos. Nesse caso, sua visão despreza a necessidade do homem como componente. Para Aristóteles, não basta que essa área esteja preenchida, é necessário que haja um referencial, outro corpo que dê ao primeiro uma localização (SILVA, R., 2012).

Immanuel Kant, no século XVIII, deu importância às formas de sentido como instrumento de percepção. Dessa maneira, todas as coisas são dotadas de dimensões, ou seja, como realidades espaciais. O espaço não é algo passível de percepção, mas o que permite haver percepção. Para Silva R. (2012), Kant separa o espaço e os demais elementos.

Para Corrêa (2000), o espaço no pensamento hartshorniano é o espaço absoluto, isto é, um conjunto de pontos que tem existência em si, sendo independentes. Em suas diversas análises hartshornianas, o autor ainda o compara com outras visões afirmando: “[...] É um quadro de referência que não deriva da experiência, sendo apenas intuitiva utilizada na experiência. Trata-se de uma visão kantiana, por sua vez influenciada por Newton, em que o espaço (e o tempo) associa-se a todas as dimensões da vida [...]” (CORRÊA, 2000. p. 18).

Em uma versão mais recente, Santos (1988, p. 10) afirma: “O espaço não é nem uma coisa, nem um sistema de coisas, senão uma realidade relacional: coisas e relações juntas”. Para Rocha (2008), o espaço geográfico é percebido como o resultado do desempenho do homem sobre a natureza, configurado como um sistema de ações, criando objetos técnicos que alteram a própria natureza.

Temos que ter em mente a importância do espaço geográfico como categoria de análise, pois ele faz parte e está presente na Geografia e na vida das pessoas. O espaço

é o contínuo resultado das relações socioeconômicas e espaciais, e está em contínua construção a partir dos indivíduos que habitam nele. Assim como diria Milton Santos: “[...] O espaço deve ser considerado como um conjunto indissociável do qual participam, de um lado, um certo arranjo de objetos geográficos, objetos naturais e objetos sociais e, de outro lado, a vida que os anima ou aquilo que lhes dá vida. [...]” (SANTOS, 1988 p.15); ou seja, é a sociedade em movimento que constrói o espaço.

### 2.1.2 Paisagem

O termo paisagem foi usado com cunho científico desde o século XIX, por Alexander Von Humboldt, um pioneiro nos estudos dessa categoria geográfica. De acordo com Guerra e Marçal (2012), ao longo do tempo, esse termo foi amplamente discutido por pesquisadores como Sotchava, Bertrand, Tricart, Christofolletti, Rodriguez, Troppmair, Monteiro e outros. A palavra paisagem (*landschaft*) surgiu na Alemanha e, com o passar dos anos, foi difundida pelas escolas de Geografia Física alemã, francesa, americana e russa (GUERRA; MARÇAL, 2012).

Sauer (1998, p.23) definiu paisagem como “[...] uma área composta por associação distinta de formas, ao mesmo tempo físicas e culturais [...]”. Ele faz uma relação entre fatos de lugar e fatos do tempo, onde se originam os conceitos de paisagem e período, sucessivamente. “[...] Sua estrutura e função são determinadas por formas integrantes e dependentes [...]” (SAUER 1998, p.23). Sendo assim, a paisagem pode ser considerada em determinado sentido tendo uma qualidade orgânica complexa formada de lugares, fatos e acontecimentos marcados pelo tempo.

Bertrand (1972) define a paisagem como uma porção do espaço resultante da interação dinâmica e instável de atributos físicos, biológicos e antrópicos, que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem dela um conjunto único e indissociável que está em constante evolução. O autor deixa claro que não se trata apenas de paisagem natural, mas de paisagem integrada, considerando as ações antrópicas.

O conceito de paisagem é a principal categoria de análise no estudo dos geossistemas, os quais são definidos como fenômenos naturais influenciados pelos fenômenos antrópicos. Segundo Sotchava (1977), esses fenômenos naturais podem ser caracterizados como geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e fitogeográficos; enquanto os fenômenos antrópicos seriam características como sociais, culturais e econômicas. Outros autores também compartilham da relação entre paisagem e geossistema. “[...]”

Porém, para nós, “PAISAGEM é um fato concreto, um termo fundamental e de importante significado para a GEOGRAFIA, pois a paisagem é a fisionomia do próprio Geossistema”. (TROPMAIR; GALINA, 2006, p.83).

Christofolletti (1999) considerou que a paisagem é uma concepção de conceito-chave da Geografia, possibilitando a compreensão do espaço como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

Em outra perspectiva, os conceitos de paisagem variam de acordo com os focos da análise, da abordagem e das orientações teóricas-metodológicas de quem se preocupa com sua compreensão. O conceito de paisagem pode variar desde uma abordagem meramente descritiva até uma abordagem mais científica (GUERRA; MARÇAL, 2012).

Em uma visão holística, analisando vários autores, podemos perceber que, em grande parte, o conceito de paisagem está direcionado à abordagem sistêmica. Isso pode ser visto na concepção de Bolós (1981), o qual entende que, no seu estudo, a paisagem deve ser vista como uma realidade integrada, onde os elementos abióticos, bióticos e antrópicos aparecem associados de tal maneira que os conjuntos podem ser trabalhados como modelo de sistema. Na concepção da autora, a paisagem mostra-se perceptível e interligada através da abordagem sistêmica.

Bertrand (1972) acreditava que a Geografia física, inserida na geografia regional francesa, até então pecava pela falta de cultura biológica e ecológica. Assim, Bertrand cria um sistema de classificação taxonômico das paisagens, abrangendo seis níveis temporo-espaciais, divididos em duas partes: unidades superiores, onde estariam a zona, o domínio e a região natural; e unidades inferiores, onde estariam o geossistema, o geofácies e o geótopo. Porém, as pesquisas do autor limitam-se às unidades inferiores e ele considera o geossistema a escala mais adequada para os estudos por ser dimensional, compreendendo desde alguns quilômetros quadrados até algumas centenas de quilômetros quadrados. Ele defende que é nessa escala que ocorre a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo.

Na concepção bertrandiana, dentro do geossistema situam-se as geofácies, unidades fisionomicamente homogêneas, caracterizadas por uma mesma fase de evolução geral. Sua dimensão compreende algumas centenas de metros quadrados, em média.

De acordo com Dias (1998), a paisagem não deve ser observada apenas como determinada porção do espaço composta de elementos externos, visíveis e estáticos. Ela é muito mais do que isso, e mostra-se como um mosaico, caracterizado por elementos concretos e abstratos, visíveis e invisíveis, sendo resultado das relações entre o homem e o meio, sendo a expressão da organização de todos os elementos no espaço geográfico. Nesse contexto, afirma Bertrand:

A unidade da paisagem é, portanto incontestável. Ela resulta da combinação local e única de todos esses fatores (sistema de declive, clima, rocha, manto de decomposição, hidrologia das vertentes) e de uma dinâmica comum (mesma geomorfogênese, pedogênese idêntica, mesma degradação antrópica da vegetação que chega ao paraclimax "lande" podzol ou à turfeira) (BERTRAND, 1972, p. 146).

Dessa forma, a paisagem, como afirmam Maciel e Lima (2011, p. 169), "é um resultado de forças naturais e humanas que constitui um fato físico e cultural, os quais estão interligados no espaço em um determinado período (tempo) entendendo esse resultado como o produto e não como uma imagem".

## **2.2 Características ambientais**

Os componentes ambientais (clima, relevo, geologia, solo e vegetação) de uma bacia hidrográfica são extremamente importantes e interagem entre si, determinando as características físicas da bacia e influenciando no processo do ciclo hidrológico.

De acordo com Lima (2008), o comportamento hidrológico de uma bacia é dado em função de suas características geomorfológicas (relevo, geologia, solo, forma, cobertura vegetal) e de outros fatores. Para entender essas relações, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos.

O clima é um fator influenciador na disponibilidade de água, principalmente em áreas de nascentes. De acordo com Santos e Araújo (2013), o clima exerce um papel preponderante, influenciando todos os elementos que compõem um sistema ambiental, pois é ele que regula o processo de entrada e saída de energia em uma bacia hidrográfica.

Os organismos, em geral, são influenciados pelo clima, inclusive o homem. "O clima talvez seja o mais importante componente do ambiente natural, pois, ele afeta os processos

geomorfológicos, os da formação dos solos e o crescimento das plantas” (AYOADE, 1996, p. 286).

Segundo Pillar (1995, p.01), “a estreita relação entre clima e vegetação evidencia-se pela coincidência entre zonas climáticas e biomas”; e, de acordo com Manual Técnico de Pedologia (2015), também influencia na formação e na evolução de solos.

De acordo com Soares e Silva (2005) e com a EMBRAPA (2006), o solo é formado por material orgânico e mineral, que ocupa a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, podendo ser encontrado com cobertura vegetal natural ou ter sido modificado por atividades humanas.

O conhecimento e a manutenção do solo são de fundamental importância para a preservação e manutenção dos recursos hídricos e da vegetação que está ligada a ele. “Assim sendo, o solo apresenta-se como fator físico influente no gerenciamento de bacias hidrográficas, sendo que sua correta utilização e conservação é de suma importância nos processos que atuam sobre as mesmas” (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002, p. 43).

Segundo Souza (1998), a vegetação é um elemento de extrema importância para a bacia hidrográfica. A manutenção das matas ciliares e das matas de encostas conservadas contribui para manter o equilíbrio entre os elementos do meio ambiente.

Mobaraki et. al. (2012) descrevem que a vegetação nas margens dos canais hídricos diminui a velocidade do fluxo no tempo de inundação e evita a erosão fluvial. Segundo os autores, as raízes melhoram a estrutura do solo e aumentam a resistência ao cisalhamento. Sendo assim, concordamos que o estudo para a caracterização dos componentes ambientais da bacia hidrográfica do rio Carapá é importante e necessário para melhor compreensão de sua dinâmica fluvial.

Segundo Botelho (2012), a geologia contribui para a caracterização e para a avaliação da área de estudo, pois está relacionada à formação dos solos e às suas características mineralógicas, texturais e estruturais, que respondem diretamente à ação dos processos exógenos, influenciando nas formas de relevo.

O estudo da geologia e geomorfologia em uma bacia hidrográfica, de acordo com Souza e Moura (2014), é de fundamental importância, pois esses aspectos influenciam diretamente no tipo de uso e cobertura da terra, determinando os tipos de manejo que devem ser realizados na área da bacia.

O relevo de uma bacia hidrográfica é resultado de um processo de formação geomorfológica que ocorre ao longo do tempo. Em uma bacia, o relevo é caracterizado

desde os topos e morros que formam os divisores de água nas partes mais altas, até o talvegue na linha sinuosa no fundo de vale nas partes mais baixas por onde flui a água dos rios (RODRIGUES et al., 2008).

As características físicas da geomorfologia da bacia podem afetar direta ou indiretamente o deflúvio. “A área e a declividade da bacia influenciam a taxa de erosão e sedimentação. O relevo e a exposição da bacia têm influência sobre as condições microclimáticas e sobre a vegetação” (LIMA, 2008, p. 226).

### **2.3 Uso e cobertura da terra em bacias hidrográficas**

A humanidade, ao longo de sua evolução, vem ocupando e transformando o meio natural, muitas vezes provocando uma degradação irreversível com alto nível de empobrecimento do solo e processos erosivos intensos. Conhecer os processos e os efeitos dos diferentes usos do solo sobre a movimentação das águas e, conseqüentemente, dos sedimentos nos rios de uma região, é importante para a tomada de decisões sobre o manejo adequado da utilização da terra e dos recursos hídricos (HORTA, 2006).

Para autores como Vieira, Teixeira e Lopes (2007), Cunha (2008), Cunha e Guerra (2012) e Santos (2013), as atividades que o homem realiza para fazer uso da terra, como a remoção da vegetação e o emprego de práticas agrícolas indevidas estão interferindo de forma direta e negativa sobre as características do ciclo hidrológico em muitas bacias hidrográficas. As conseqüências estão afetando a quantidade e a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, provocando mudanças significativas da evaporação no balanço hídrico, na frequência das secas e das cheias etc.

No caso da remoção da vegetação e da sua substituição por culturas agrícolas, pastagens, ou ainda por edificações advindas de uma urbanização desordenada ou mal planejada, Silva e Souza (2012) explicam como isso pode prejudicar a dinâmica de um ecossistema, seja ele aquático seja terrestre. Há também o problema do despejo de resíduos sólidos, do lançamento de esgotos *in natura* diretamente nos cursos d'água, pois a grande maioria das cidades não possui rede de saneamento básico.

De acordo com Rodrigues, Malafaia e Castro (2008), as alterações resultantes de ações antropogênicas aceleram o processo de erosão, destacando-se a ocupação desordenada dos solos às margens ribeirinhas. A estabilidade das margens está diretamente relacionada à presença de vegetação, pois, ao retirá-la, proporcionam-se condições favoráveis aos processos erosivos.

A legislação brasileira (Código Florestal, Lei nº 12.651/2012) não permite ocupar as margens de rios e nascentes, pois são Áreas de Proteção Permanente, as chamadas APPs, independentemente de estarem em áreas rurais ou urbanas, em terras particulares ou públicas (SCHÄFFER, 2011). Porém, como acontece com as leis brasileiras, é comum as pessoas descumpri-las, seja por falta de uma fiscalização eficiente, seja por falta de conscientização dos proprietários de terras ou por pessoas sem condições financeiras quando na cidade. Dessa forma, o impacto causado por ocupações irregulares vem preocupando cada vez mais os órgãos ambientais, que observam cada vez mais como as APPs estão sendo reduzidas drasticamente, aumentando o estado de degradação ambiental.

## **2.4 Conceitos de bacia hidrográfica**

Bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980). A drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados. Ainda segundo o autor, a quantidade de água que atinge os cursos fluviais depende do tamanho da área ocupada pela bacia, da precipitação total e de seu regime, bem como das perdas devidas à evapotranspiração e à infiltração (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Algumas concepções bem parecidas foram colocadas recentemente por autores como Silveira (2004) e Novo (2008). Para eles, a bacia hidrográfica é a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus afluentes. Ela também caracteriza a área de captação natural da água da chuva que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, o “exutório”. A bacia de drenagem é delimitada pelos divisores de água, a partir da definição de um dado ponto de saída. Sua delimitação dá-se por meio de uma carta topográfica ou de uma imagem tridimensional do terreno.

Não muito diferente, Garcez e Alvarez (1988, p.43) definem bacia hidrográfica como “[...] áreas com declividade no sentido de determinada seção transversal de um curso de água, medidas as áreas em projeção horizontal. Sinônimos: bacia de captação, bacia imbrífera, bacia coletora, bacia de drenagem superficial, bacia hidrológica [...]”. Esses autores também alegam que se pode conceituar bacia hidrográfica como sendo uma determinada área definida e fechada topograficamente em um ponto do curso do rio, de forma que toda a vazão possa ser medida através desse ponto.

Cunha e Guerra (2012) descrevem que as bacias hidrográficas estão interligadas pelos divisores de águas ou topográficos, formando uma rede onde cada uma delas drenam as águas resultantes das precipitações e o material sólido e dissolvido, para uma saída comum. Em uma visão sistêmica, a bacia hidrográfica forma um conjunto com atividades naturais e humanas que podem resultar em alterações, efeitos ou impactos a jusante através do fluxo dos materiais transportados, seja carga sólida ou em suspensão.

Botelho (2012) também entende como bacia hidrográfica ou bacia de drenagem aquela área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água. A bacia hidrográfica é uma célula natural que pode, a partir da definição do seu ponto de saída, ser delimitada sobre uma base cartográfica que contenha cotas altimétricas, como as cartas topográficas.

A discussão sobre o fato das bacias hidrográficas terem um papel fundamental para a Geografia física, sobretudo a geomorfologia, traz contribuições importantes para o meio técnico e acadêmico, onde são pensadas as ações que contribuirão para a preservação dos recursos hídricos.

## **2.5 Morfologia de bacia hidrográfica**

O limite de uma bacia hidrográfica é conhecido como divisor de águas. Uma determinada área pode conter um certo número de bacias drenando para um reservatório terminal comum, como oceanos ou mesmo um lago. É natural que uma bacia hidrográfica pode desenvolver-se em diferentes tamanhos, que variam desde grandes bacias, como a do rio Amazonas, até bacias com poucos metros quadrados que drenam para um pequeno canal erosivo ou, simplesmente, para o eixo de um fundo de vale não canalizado (COELHO NETTO; ANA, 2001).

O padrão de drenagem está relacionado à forma do escoamento, quantidade de água, tipo da gênese e geometria do escoamento dos canais. Os padrões ou tipos de drenagem que se seguem, foi amplamente discutido por Christofolletti (1980), Lima (2006), Cunha (2008) e outros pesquisadores: (1) drenagem exorréica, quando a drenagem, ou seja, o volume de água se dirige para o mar; (2) drenagem endorréica, quando a drenagem percorre em direção ao interior do continente desaguando em lagos, nas areias dos desertos ou depressões cársticas; (3) drenagem arréica, quando não há nenhuma estruturação em bacias hidrográficas, como nos desertos onde a precipitação é pequena;

(4) drenagem criptorréica, quando as bacias são subterrâneas como nas áreas cársticas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Os cursos de água dentro das bacias hidrográficas também são classificados de acordo com a inclinação das camadas geológicas que percorrem. Assim, de acordo com Christofolletti (1980) e Cunha (2008), eles se classificam em cinco padrões: rio Consequente (quando a inclinação do terreno coincide com o mergulho das camadas formando rios retilíneos e paralelos); rio Subsequente (controlado pela estrutura rochosa, acompanha linhas de fraqueza como as falhas. Nas áreas sedimentares, corre perpendicular à inclinação das camadas); rio Obsequente (quando correm em sentido inverso à inclinação das camadas ou à inclinação original dos rios consequentes); rio Ressequente (aqueles que se dirigem na mesma direção dos rios consequentes, mas nascem em nível mais baixo, no reverso das escarpas e deságuam em um rio Subsequente) e rio Insequente (aquele que não tem uma direção pré-determinada geologicamente, podendo ter direções variadas de acordo com as particularidades da morfologia da área).

No entendimento de Christofolletti (1980) e Cunha (2008), os padrões de drenagem com base na geometria dos canais podem ser classificados nos seguintes tipos: drenagem dendrítica (conhecida como arborescente porque tem semelhança com o tronco e os galhos de uma árvore que se distribuem em todas as direções); drenagem retangular (apresenta ângulos quase retos e está adaptada às estruturas tectônicas); drenagem paralela (acontece em áreas com declividades acentuadas, onde as correntes escoam quase paralelas umas com as outras. Aparecem em locais com presença de falhas paralelas ou lineamentos topográficos paralelos); drenagem radial (desenvolve-se em diferentes embasamentos e estruturas: quando os rios nascem em um ponto comum como morros, cone vulcânico etc. e dirigem-se para todas as direções, são chamados de radiais centrífugas; entretanto, quando nascem em diferentes pontos e convergem para um ponto comum, são chamados de radiais centrípetas); drenagem em treliça (composto por rios principais consequentes, recebendo paralelamente rios obsequentes); drenagem anelar (assemelha-se a anéis e são típicas de áreas dômicas profundamente entalhadas).

Para Riccomini (2009), a morfologia dos canais fluviais é controlada por uma série de fatores próprios da bacia de drenagem (fatores autocíclicos) e fatores que afetam não apenas a bacia de drenagem, mas toda a região onde ela está inserida (ou fatores alocíclicos). Entre os fatores autocíclicos, incluem-se o volume e a velocidade de fluxo da água, a carga de sedimentos transportada, a largura, a profundidade e a declividade do

canal, a rugosidade do leito e a cobertura vegetal nas margens e ilhas. Esses elementos, por sua vez, são condicionados pelos fatores alocíclicos, tais como as variáveis climáticas (pluviosidade, temperatura) e geológicas (litologia, falhamentos).

Segundo Suguio e Bigarella (1990), um rio pode configurar-se de várias formas desde a nascente até a sua foz, podendo apresentar canais retilíneos, anastomosados ou meandrantos. Nos leitos lineares, podem-se notar as formações de barras, alternando-se de um lado a outro do leito. A carga de sedimentos proveniente da lateral do canal pode levar à formação de barras de meandros e ilhas aluviais. Esses sedimentos são relativamente grosseiros e são provenientes da margem côncava, sendo depositados na margem convexa, formando barras de meandros.

De acordo com Souza (2004), os canais fluviais são dinâmicos, pois envolvem mecanismos de remoção de materiais, alterando suas margens devido, principalmente, aos processos erosivos. O fenômeno de alargamento dos canais fluviais é provocado pelos processos de erosão das margens que estão entre os elementos mais dinâmicos dos canais fluviais. O entendimento sobre seu mecanismo de atuação e a quantificação da magnitude é importante para compreender a evolução dos diversos elementos da dinâmica fluvial.

### **Hierarquia fluvial**

Uma bacia hidrográfica evidencia a hierarquização dos rios, ou seja: a organização natural por ordem de menor volume para os mais caudalosos, que vai das partes mais altas para as mais baixas (SANTOS JÚNIOR, 2011). Outras formas de hierarquias consideram a grandeza do rio ou bacia pelo número de ordem, ou seja: levam em consideração a quantidade de canais inseridos no rio principal desde sua nascente até a sua foz. Os primeiros estudiosos a definir esse tipo de hierarquia foram Robert E. Horton, em 1945, e Arthur N. Strahler, em 1952 (CHRISTOFOLETTI, 1980).

De acordo com Strahler (1957) e Ziemer (1973), os canais de primeira ordem são aqueles que não têm tributários. Os canais de segunda ordem surgem na confluência de dois canais de primeira ordem e só recebem afluentes de canais de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores e assim sucessivamente.

A classificação de Strahler é uma adaptação da classificação de Horton (1945), que preconiza os mesmos critérios; porém, na ordenação proposta por Horton, o rio principal é consignado pelo mesmo número de ordem desde a sua nascente até sua foz. Para determinar qual é o rio principal e qual é o afluente a partir da bifurcação, o rio de menor extensão será designado como de ordem mais baixa (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Segundo Cunha (2015), os rios podem ser definidos como corpos de água em movimento dentro de um canal, podendo ser vistos como um tronco do sistema de drenagem. Não existe, no Brasil, uma regra geral ou critérios estabelecidos em termos de fluxo, tamanho ou extensão que definam o que pode ser chamado de rio, ou córrego, riacho, corixo etc. Dessa forma, percebemos a constatação de uma nítida regionalização na denominação dos termos genéricos pertencentes aos nomes geográficos no território brasileiro (SANTOS et al., 2014; IBGE, 2015).

Normalmente, guardamos o termo rio para designar canais de água mais caudalosos, e os outros termos (córrego, riacho, ribeirão) para canais com pequeno volume de água. Porém “[...] geológica e geomorfologicamente, o termo rio aplica-se exclusivamente a qualquer fluxo canalizado e, por vezes, é empregado para referir-se a canais destituídos de água [...]” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.65).

## **2.6. Dinâmica fluvial**

Erosão, transporte e deposição de sedimentos em leitos de cursos d’água são processos naturais e ocorrem de forma lenta e contínua; porém, quando o homem acelera esses processos, isso se torna um problema para o ambiente natural e para ele mesmo. A ocupação de forma desordenada e irresponsável nas áreas próximas aos rios, a falta de cuidados com a retirada da vegetação, o manejo inadequado do solo e a urbanização acelerada próxima aos rios são fatores que trazem sérias consequências para toda a dinâmica fluvial e para os seres vivos ao seu redor (SCAPIN, 2005).

A erosão fluvial é característica própria dos cursos de água, sendo realizada por meio dos processos de corrosão, corrasão e cavitação. A corrosão compreende todo e qualquer processo químico onde ocorre reação entre a água e as rochas superficiais com as quais mantém contato. A corrasão é o desgaste mecânico, resultado da movimentação das águas, geralmente devido ao impacto das partículas que estão sendo transportadas pelas águas. A cavitação ocorre somente sob condições de velocidade elevada da água,

quando as variações de pressão sobre as paredes do canal facilitam a fragmentação das rochas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A magnitude da erosão nas margens está associada a vários fatores, tais como: composição das margens (granulometria e estrutura dos sedimentos); características hidrodinâmicas do fluxo (vazão e transbordamento); morfologia da margem (altura e tipo de margem); e características ambientais (cobertura vegetal, geologia, geomorfologia, declividade, precipitação e uso do solo) (SOUZA; CUNHA 2012b).

Todo material que, ao longo do tempo, é erodido pelo rio e por ele transportado, compõe a sua carga, que pode estar dissolvida, em suspensão e no leito. A carga dissolvida é formada pelos íons e moléculas derivadas do intemperismo químico e da decomposição dos componentes biogênicos presentes na água. A composição dos sedimentos em suspensão depende de vários fatores ambientais, entre eles: clima, geologia, relevo e cobertura vegetal da bacia em que se insere o rio (NOVO, 2008).

A carga em suspensão corresponde as partículas sólidas, orgânicas e inorgânicas. As partículas orgânicas são compostas de organismo planctônicos, fragmentos de plantas e animais em decomposição. As partículas inorgânicas são formadas por silte e argila, cuja dimensão e peso permitem que sejam mantidos suspensos pela turbulência e pelos vórtices. Partículas de areia também podem ser mantidas em suspensão por correntes fortes, por pequenos períodos de tempo (FLORENZANO 2008).

De acordo com Christofolletti (1980), em relação ao trabalho dos rios, é preciso distinguir entre o transporte, erosão e deposição do material detrítico. Segundo esse autor, os sedimentos são carregados pelos rios de três maneiras diferentes, solução, suspensão e saltação. Os constituintes intemperizados das rochas que são transportados em solução química compõem a carga dissolvida dos cursos de água. A quantidade de matéria em solução depende, em grande parte, da contribuição relativa da água subterrânea e do escoamento superficial para o débito do rio. Porém, a composição química das águas dos rios é determinada por vários fatores tais como: o clima, a geologia, a topografia, a vegetação e a duração temporal gasta para o escoamento (superficial ou subterrâneo) atingir o canal. A carga dissolvida é transportada na mesma velocidade da água e é carregada até onde a água caminhar; a deposição desse material só se processa quando houver saturação.

As partículas de granulometria reduzida (silte e argila) são tão pequenas que se conservam em suspensão pelo fluxo turbulento, constituindo a carga de sedimentos em

suspensão. Esses sedimentos são carregados na mesma velocidade em que a água avança, enquanto a turbulência for suficiente para mantê-los. Quando ela atingir o limite crítico, as partículas precipitam-se, como ocorre em águas muito calmas ou lagos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O sedimento presente no curso d'água é oriundo da erosão ocorrida no próprio leito e das margens dos canais da bacia. Durante as ocorrências de chuvas, as enxurradas transportam muitas partículas para o rio; dessa forma, o sedimento move-se em suspensão ou no leito, rolando, deslizando ou em saltos. A velocidade da água pode levar as partículas do leito a entrar no meio líquido e ficar em suspensão e aí permanecer até que voltem a mover-se no leito quando a turbulência da corrente reduzir. A ação da corrente movimenta as partículas no leito; porém, cada uma delas está sujeita à resistência de atrito, resultando em menor velocidade de movimento do que os sedimentos que estão em suspensão (CARVALHO et al., 2000).

As partículas de granulometria maior, como as areias e cascalhos, são roladas, deslizadas ou saltam ao longo do leito dos rios, formando a carga do leito do rio. (CHRISTOFOLETTI, 1980). A carga sólida do leito é composta pelo material grosso, como areias e pedregulhos. Em período de baixas velocidades, as partículas mais grossas, como pedregulho, deixam de mover-se ou movem-se lentamente, aumentando a quantidade de material de areias em movimento. Os sedimentos grosseiros do leito, incorporados à carga fina em suspensão, são considerados carga de material do leito (CARVALHO et al., 2000).

Os rios podem depositar sua carga em qualquer ponto ao longo de seu curso, mas a maior parte do material é depositado nas seções onde o gradiente do canal é pequeno ou onde há mudanças bruscas no gradiente e na profundidade do canal, bem como na velocidade do escoamento. Os depósitos fluviais podem ser classificados em dois tipos, em função do local em que ocorreram: depósitos de canal e depósitos da planície de inundação (NOVO, 2008, p. 224).

Christofoletti (1980) considera que a deposição da carga detrítica transportada pelos rios ocorre quando há redução da competência ou da capacidade fluvial. Essa redução pode estar associada à declividade, pela redução do volume ou pelo aumento do calibre da carga detrítica. Entre as várias formas originadas pela sedimentação fluvial, destacam-se as planícies de inundação e os deltas, embora também possam ser-lhe imputados os cones de dejeção, as *playas* e *bahadas*, as restingas fluviais entre outras.

As planícies de inundação, conhecidas como várzeas na toponímia popular do Brasil, constituem a forma mais comum de sedimentação fluvial encontrada nos rios de todas as grandezas espalhados em seu território. A designação é apropriada porque em períodos de enchentes toda essa área é inundada, tornando-se o leito do rio (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Os depósitos de sedimentos do canal podem ser classificados em transitórios, intermitentes e de preenchimento. Os depósitos transitórios são acumulações deixadas no leito fluvial entre dois episódios sucessivos de variação na vazão do rio, as quais são removidas assim que a capacidade de transporte é recuperada. Os depósitos intermitentes tendem a persistir no leito por maior tempo que os depósitos transitórios, sendo movimentados mais esporadicamente. Os depósitos de preenchimento são encontrados tipicamente em canais inativos, como os meandros abandonados que recebem sedimentos durante o período de enchente (NOVO, 2008, p. 224).

Em relação a essas formas, Rocha e Souza Filho (2005) classificam como depósitos de canal as barras arenosas emersas no meio do canal, as quais se diferenciam das ilhas pela ausência de vegetação e pela baixa permanência, pois suas dimensões e formas são sujeitas à variação no tempo. Ele ainda afirma que os depósitos de canal também dão origem a barras arenosas laterais ou praias fluviais que ficam emersas no período de vazante.

Na natureza, os canais fluviais estão em equilíbrio com seus fluxos, havendo um balanço entre a descarga líquida, o transporte de sedimentos, a erosão e a deposição, de tal modo que o rio mantém a proporcionalidade do tamanho de sua calha, desde a nascente até sua foz (CUNHA, 2008).

Os processos citados anteriormente dependem da vazão ou descarga (relação entre o volume escoado pelo rio e o intervalo de tempo em que escoar). A vazão é o produto da velocidade média pela área da seção, podendo ser expressada em valores instantâneos ou médios, sempre em  $m^3/s$  (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

A vazão de um rio tanto maior será, à medida que ele vai em direção à jusante. Quanto maior o volume de água, maior será a carga detrítica que o rio carrega consigo. Ainda acrescentamos outras variáveis importantes, como observado por Christofolletti (1980): à medida que aumenta a quantidade de água, há crescimento proporcional da largura e da profundidade média do canal. Nas fases de elevação do nível das águas, nas

cheias e enchentes, há um aumento gradativo da largura e profundidade do canal e da velocidade da água.

Para Martins (1976), vazão é o volume de água escoado na unidade de tempo em uma determinada seção do curso de água. Ele distingue as vazões normais e as de inundação. Na primeira situação, estão as que, ordinariamente, escoam no curso de água e, no segundo caso, as que, ultrapassando um valor limite, excedem a capacidade normal das seções de escoamento dos cursos de água. São expressas em metros cúbicos por segundo ou em litros por segundo.

Cunha (2015) reconhece que as medições de vazão do rio representam um importante elemento para o conhecimento das fontes e perdas de água no sistema fluvial. Com dados de vazão/descarga (volume de fluxo por unidade de tempo, expresso por  $m^3/s$ ), pode ser desenhada a hidrografia que mostra a variação da carga ao longo do tempo e podem ser determinados a vazão total, a vazão de base (contribuição do lençol freático) e os períodos de alto e baixo fluxo.

Para uma mesma área de análise, as variações das vazões instantâneas serão maiores e dependerão tanto mais das chuvas de alta intensidade quanto: a) maior for a declividade do terreno; b) menores forem as depressões retentoras de água; c) mais retilíneo for o traçado e maior a declividade do curso de água; d) menor for a quantidade de água infiltrada; e) menor for a área coberta por vegetação (MARTINS, 1976).

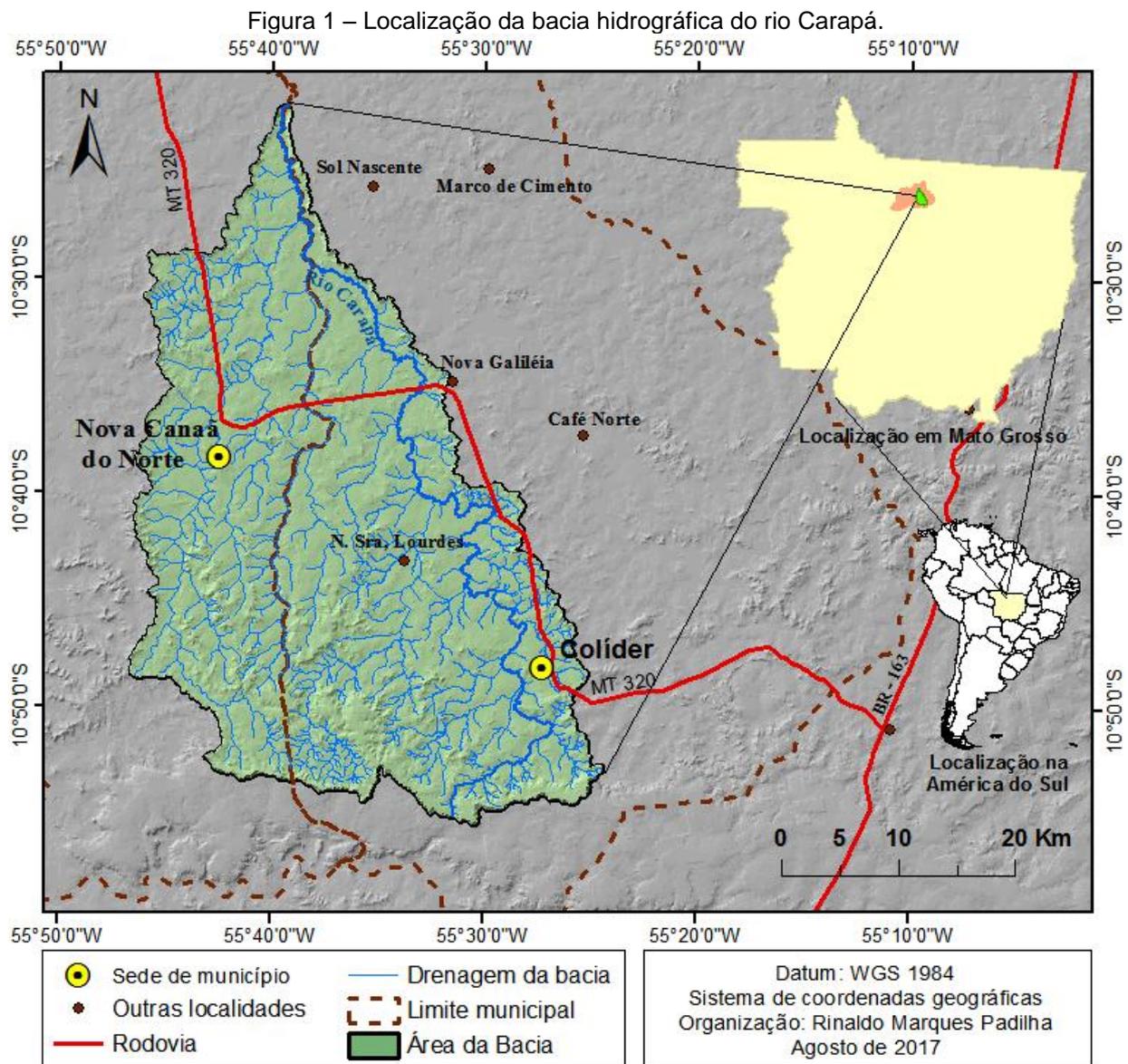
Pinto e Holtz (1976) descrevem que, de modo geral, a vazão é obtida a partir do nível da água, observando com a ajuda da régua linimétrica ou registrada pelo linígrafo. A forma para obter essa relação nível-vazão deve ser estabelecida por medições diretas em diversas situações de descarga, podendo, em geral, ser consubstanciada graficamente pela curva de descarga ou curva-chave da seção.

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Carapá localiza-se entre as coordenadas geográficas de 10°21'50" a 10°55'27" de latitude Sul e 55°24'26" a 55°46'38" longitude Oeste. Possui suas nascentes nas bordas do Planalto dos Parecis e seus canais percorrem a Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional no sentido sul-norte, tendo sua foz na confluência com o rio do Meio, dando origem ao rio Parado, que, por sua vez, deságua no rio Teles Pires. Sua área encontra-se no território dos municípios de Colíder e Nova Canaã do Norte (figura 1).



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de carta geomorfológica MDE – Topodata INPE na escala 1:250.000 e base cartográfica do banco de dados do IBGE no formato shapefile escala 1:250.000.

A bacia hidrográfica do rio Carapá começou a ser colonizada na década de 1970, após a abertura da rodovia BR-163, em um processo impulsionado pelos projetos de colonização oficial e particular do governo federal. Para garantir a posse da terra, os colonizadores e os primeiros moradores, oriundos em grande maioria da região Sul do país, ocuparam e desmataram a área entre o rio Carapá e o Jacaré para a prática de agricultura diversificada (OLIVEIRA, 1998).

## **3.2 Procedimentos metodológicos**

### **3.2.1 Características ambientais**

#### **3.2.1.1 Geologia, geomorfologia, solo e vegetação**

A caracterização dos elementos ambientais (geologia, geomorfologia, solo e vegetação) foi realizada por meio da compilação das informações disponibilizadas pelo projeto RADAMBRASIL, folha SC.21, Juruena (1980).

Para a confecção dos mapas (geomorfológico, geológico, solo e vegetação) uso-se a base cartográfica do RADAMBRASIL (1980 na escala 1:1.000.000, que foram georreferenciadas para o sistema de coordenadas geográficas Datum Sirgas 2000. Essas bases foram trabalhadas em software de SIG para a confecção dos mapas temáticos. Também foi consultado o livro Atlas de Mato Grosso da SEPLAN, publicações de Camargo (2011) e do IBGE por meio do Manual Técnico de Geomorfologia (2009) e Manual Técnico de Pedologia (2015).

Para a confecção do mapa de declividade usou-se como base cartográfica, a carta geomorfométrica MDE (Modelo Digital de Elevação), disponibilizada no Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil: TOPODATA – INPE com escala de 1:250.000. Essas bases cartográficas foram trabalhadas usando como ferramenta o software de SIG ArcGis 10.1, o qual foi utilizado para produzir os mapas. Posteriormente, foram realizados trabalhos de campo para a observação e caracterização dos elementos ambientais e confirmação das informações obtidas nos mapas.

A classificação das classes de declividade do relevo foi realizada de acordo com a EMBRAPA (2006), que considera relevo plano as superfícies com declividades entre 0 a 3%; suave ondulado são superfícies apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3 a 8%; ondulado são as superfícies de topografia pouco movimentada,

apresentando declives moderadas entre 8 a 20%; forte ondulado as superfícies de topografia movimentada, com declives variando entre 20 a 45%. Além disso, considera como relevo montanhoso a superfície com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives entre 45 a 75%; e como escarpadas as áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes e declividade superior a 75%.

### **3.2.1.2 Clima**

Para classificar o clima da região da bacia hidrográfica do rio Carapá, em Colíder e Nova Canaã do Norte, pesquisou-se em bibliografias que classificam ou descrevem os climas de Mato Grosso e do Brasil, como Bernasconi et al. (2009), Mendes (2009), Camargo (2011) e Tarifa (2011). Também foram analisadas e interpretadas as informações dos dados registrados pelas estações meteorológicas convencionais de Matupá e Gleba Celeste. A série de dados disponíveis nessas estações meteorológicas abrange o período de 1985 a 2014. Foram determinadas médias dos elementos do clima, como temperatura, precipitação atmosférica, evaporação, insolação e umidade relativa do ar. Posteriormente, foram construídos gráficos e tabelas, descrevendo o clima de acordo com as características dos elementos climáticos da região.

A confecção dos climogramas e das tabelas foi realizada em planilha eletrônica utilizando o software Microsoft Excel 2013.

### **3.2.2 Ocupação, uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Carapá**

Inicialmente, foi levantado o processo histórico de ocupação/uso da terra em diversas fontes bibliográficas publicadas sobre a região e em sites e documentos de órgão públicos como: IBGE, SEMA, INDEA, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Prefeitura Municipal de Colíder e Prefeitura Municipal de Nova Canaã do Norte.

Os mapeamentos e o processamento de todos os dados vetoriais e matriciais foram realizados no SIG ArcGIS 10.1, iniciando-se com a criação de um projeto e a adição dos planos de informações/shapes, abrangendo a área de estudo e adjacências ajustados, quando necessário, no sistema de projeção UTM, Datum SIRGAS-2000 Zona 21 Sul, com toda a cartografia produzida, seguindo a padronização proposta por Menezes e Fernandes (2013) e Fitz (2008).

Para confecção dos mapas temáticos de uso e cobertura da terra, foram utilizadas como base as imagens multiespectrais da série Landsat obtidas no Banco de Imagens da DGI/INPE, disponível no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE:

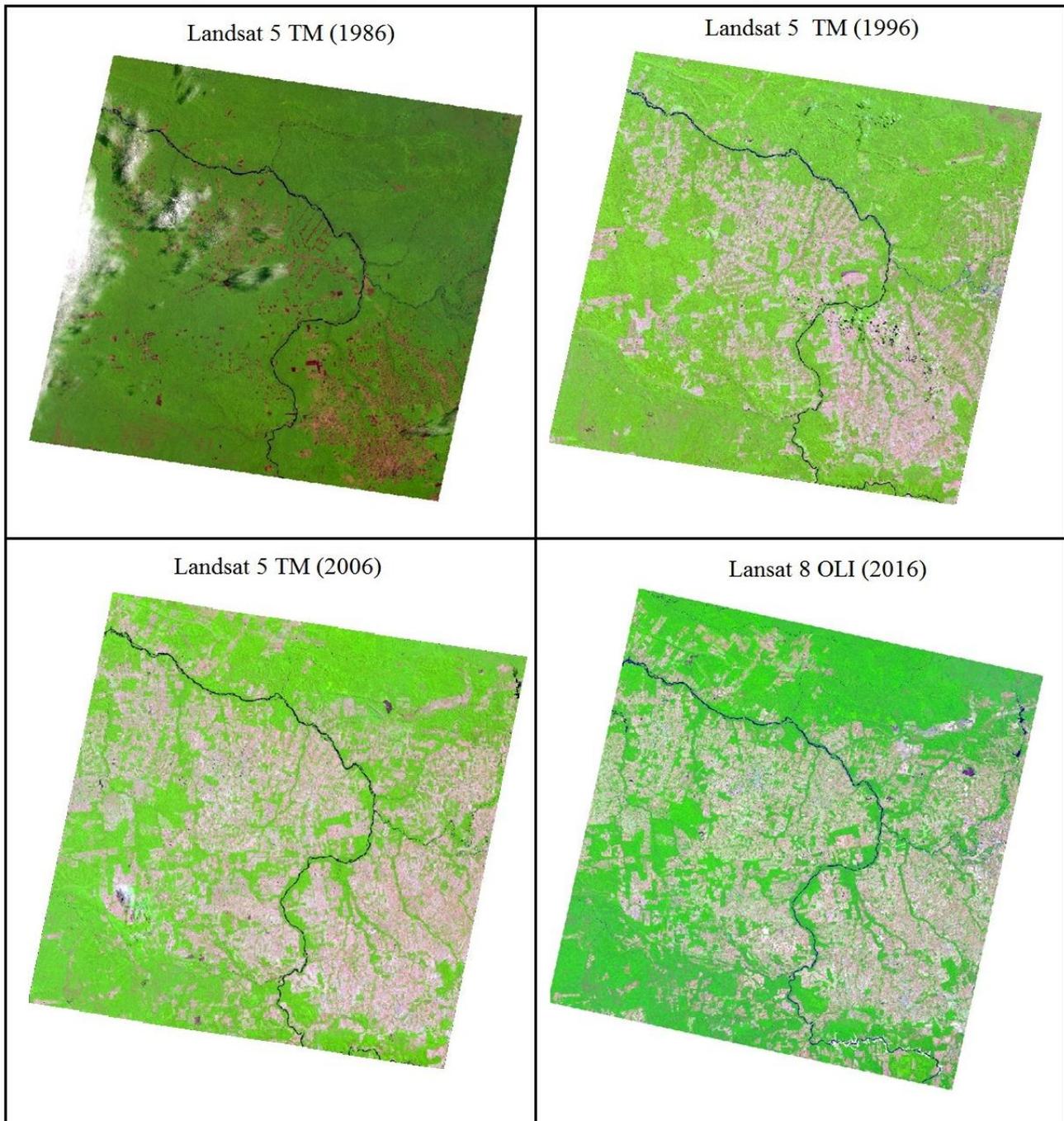
- Imagens Landsat-5 TM (1986), bandas 5, 4 e 3 com resolução espacial de 30 metros e data de passagem em 15/09/1986;
- Imagens Landsat-5 TM (1996), bandas 5, 4 e 3 com resolução espacial de 30 metros e data de passagem em 24/07/1996;
- Imagens Landsat-5 TM (2006) bandas 5, 4 e 3 com resolução espacial de 30 metros e data de passagem em 05/08/2006;
- Imagens Landsat-8 OLI (2016) com resolução espacial de 30 metros e data de passagem em 31/07/2016, bandas 6 5, 4, além da banda 8 com resolução espacial de 15 metros.

As imagens da série Landsat-5 TM, após o processo composição na falsa cor verde (R5, G4, B3), foram submetidas a um processo de georreferenciamento para correção geométrica. As imagens Landsat-8 OLI foram compostas na falsa cor verde (R6, G5, B4) seguida da fusão com a banda 8 (PAN) de maneira a obter uma resolução espacial de 15 metros (figura 2).

A vetorização foi realizada utilizando entre 60 e 100 amostras para classificação das áreas de vegetação, pastagens, lavoura e urbanização. O *layout* dos mapas, a exportação do vetor em formato *shapefiles* (shp) e, posteriormente, a classificação de cores e legenda.

Para gerar os mapas de localização e evolução territorial dos municípios de Colíder, Nova Canaã do Norte e do estado de Mato Grosso, foram utilizadas bases cartográficas do IBGE, no formato *Shapefile* (shp) na escala 1:250.000.

Figura 2 – Composição colorida na falsa cor verde das imagens Landsat.



Fonte: Banco de Imagens da DGI/INPE. Organizado por Rinaldo Marques Padilha.

### 3.2.3 Morfologia e morfometria da rede de drenagem

Para a determinação da classificação da bacia, sub-bacias e hierarquia fluvial, foi utilizado o método de Strahler (1957).

A razão de relevo (Rr) foi analisada conforme a proposição de Schumm (1956 apud Marchetti, 1980). Através da relação entre a diferença de altitude dos pontos extremos da

bacia ou amplitude altimétrica (H) e o maior comprimento (C), que corresponde à direção do vale principal, entre a foz e o ponto extremo sobre a linha do divisor de águas.

$(Rr) = H/C$ , onde:

Rr = Razão de relevo.

H = Amplitude altimétrica.

C = Maior comprimento da bacia.

A declividade total foi calculada segundo Strahler (1952, apud Marchetti, 1980), onde considera-se que a razão de relevo indica o declive total da superfície da bacia hidrográfica, sendo apenas aplicada a equação anterior multiplicada por 100, pois será representada em percentual.

Para determinar a declividade média da bacia foi utilizado o software ArcMap 10.1 que é um produto do ArcGis 10.1 *Student*, onde foi feita uma interpolação de imagens e dados gerando o mapa temático de declividade através da ferramenta *Surface/Slope*, que criou o mapa de classes de declividade e gerou a média através da ferramenta *Classification Statistics*.

A altitude média (Hm) foi obtida através da média aritmética entre os valores de maior altitude (AM) observada na cabeceira e a menor altitude (Am), na foz ou desembocadura sendo:  $(Hm) = (AM + Am) / 2$ .

A amplitude altimétrica (H) é a diferença entre a maior e a menor altitude da área da bacia, expressa em metros e foi obtida conforme a expressão:  $(H) = AM - Am$ .

A largura média da bacia (Lm), foi obtida utilizando a fórmula proposta por Villela e Mattos (1975) conforme a expressão:  $(Lm) = A/C$ .

Onde:

A = Área da bacia.

C = Maior comprimento da bacia (seguindo o canal principal).

A densidade de drenagem foi definida com base na proposta de Christofolletti (1980), utilizando a equação:  $(Dd) = L_t/A$ .

Onde:

Dd = Densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>).

L<sub>t</sub> = Comprimento total de todos os canais (km).

A = Área da bacia (km<sup>2</sup>).

Para identificar a densidade de rios da bacia hidrográfica, foi utilizada a fórmula definida por Horton (1945).

$(Dr) = N/A$ , onde:

Dr = Densidade de rios.

N = Número total de canais.

A = Área da bacia considerada.

A forma da bacia foi determinada adotando-se a técnica de Miller (1953, *apud* Christofolletti 1980), que leva em consideração o Índice de Circularidade.

$(Ic) = A/Ac$ , onde:

Ic = Índice de circularidade.

A = Área da bacia considerada.

Ac = Área do círculo de perímetro igual à da bacia considerada.

Para a confecção dos mapas de drenagem da bacia utilizou-se como material básico a Carta geomorfométrica - Modelo MDE do bando de dados Geomorfométricos – Topodata, com processamento de dados altimétricos SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e escala de 1:250.000, disponível gratuitamente no site do INPE.

Para a delimitação da bacia também foi utilizado o software ArcGis 10.1 Student, onde foram definidos todos os cursos de água e sua hierarquia. Pequenas correções foram feitas utilizando imagens de alta resolução do Google Earth 2015. Para gerar os mapas de localização foram utilizadas bases cartográficas do IBGE (2016), no formato Shapefile (shp) na escala 1:250.000.

### **3.2.4 Dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do rio Carapá**

O estudo da dinâmica fluvial foi realizado em seções ao longo do perfil longitudinal do canal principal e na foz do rio Jaracatiá, seu principal afluente da margem direita, envolvendo a descrição geral das seções: verificação da largura; profundidade do canal; velocidade do fluxo; vazão; erosão; análise granulométrica dos sedimentos das margens, do fundo e dos transportados em suspensão. Métodos semelhantes foram utilizados por Cunha (2010), Silva, E., (2012), Leandro, Souza e Nascimento (2014), Almeida, et al. (2014).

A escolha das seções ao longo do perfil longitudinal foi com base na compartimentação da bacia (alto, médio e baixo curso do rio Carapá). Em alguns trechos específicos foram escolhidos mais de uma seção devido sua representatividade na bacia como a montante e a jusante da área da captação de água para abastecimento de Colíder, e a confluência com o rio Jaracatiá, esse por ser o principal afluente pela margem esquerda

e por atravessar toda a área urbana do município de Colíder, onde sofreu grandes alterações morfológicas.

O monitoramento e as coletas foram realizadas em três etapas. A primeira ocorreu nos dias 14 e 15 do mês de julho de 2016, para a primeira coleta de sedimentos de fundo, margem, suspensão e monitoramento das variáveis hidrodinâmicas (velocidade, profundidade e largura) e fixação dos pinos e estacas. A segunda etapa se realizou nos dias 28 e 29 de dezembro de 2016 para a segunda coleta de sedimentos de fundo e suspensão e monitoramento das variáveis hidrodinâmicas. A terceira etapa ocorreu entre os dias 29 e 30 de maio e 03 de junho de 2017, onde foram observados os pinos e as estacas e mensurado a erosão das margens.

#### **3.2.4.1 Monitoramento das variáveis hidrodinâmicas (Batimetria)**

A velocidade do fluxo do rio foi obtida de acordo com Cunha (2010), utilizando flutuadores, trena e cronômetro. O processo consistiu em selecionar um trecho retilíneo do rio com, no mínimo, 10 metros de percurso livre de vegetação ou qualquer obstáculo que pudesse tocar o flutuador durante o seu percurso. O flutuador foi solto na água e foi medido utilizando cronômetro o tempo que ele levou para percorrer os 10 metros. O procedimento foi repetido 3 vezes sem contar as vezes que o flutuador tocou a margem.

Para mensurar a largura do canal foi utilizada trena de 30 metros, esticada de uma extremidade do canal ao outro. Foi medida a largura do canal ao nível da água e a margem plena, que é o limite atingido pela água no período chuvoso.

Para determinar a profundidade do canal foi utilizada trena nas áreas de pequenas profundidades onde era possível caminhar no leito do rio. Para as áreas de profundidade acima de 1,50 onde o acesso só era possível com barco, foi utilizado o Ecobatímetro GPS Garmin Fishfinder 350C (figuras 3 e 4).

As medições de profundidade foram realizadas dividindo o perfil transversal em vários pontos, com distâncias iguais entre cada ponto podendo variar entre 0,70 metros até 2,00 metros, dependendo da largura da seção do canal. Essa técnica foi necessária para determinar a área da seção e possibilitar a construção do desenho do perfil transversal do canal.

Figura 3 – GPS Garmin Fishfinder 350C, utilizado para medir profundidade do canal.



Figura 4 – Utilização de trena para medir pequenas profundidades do canal

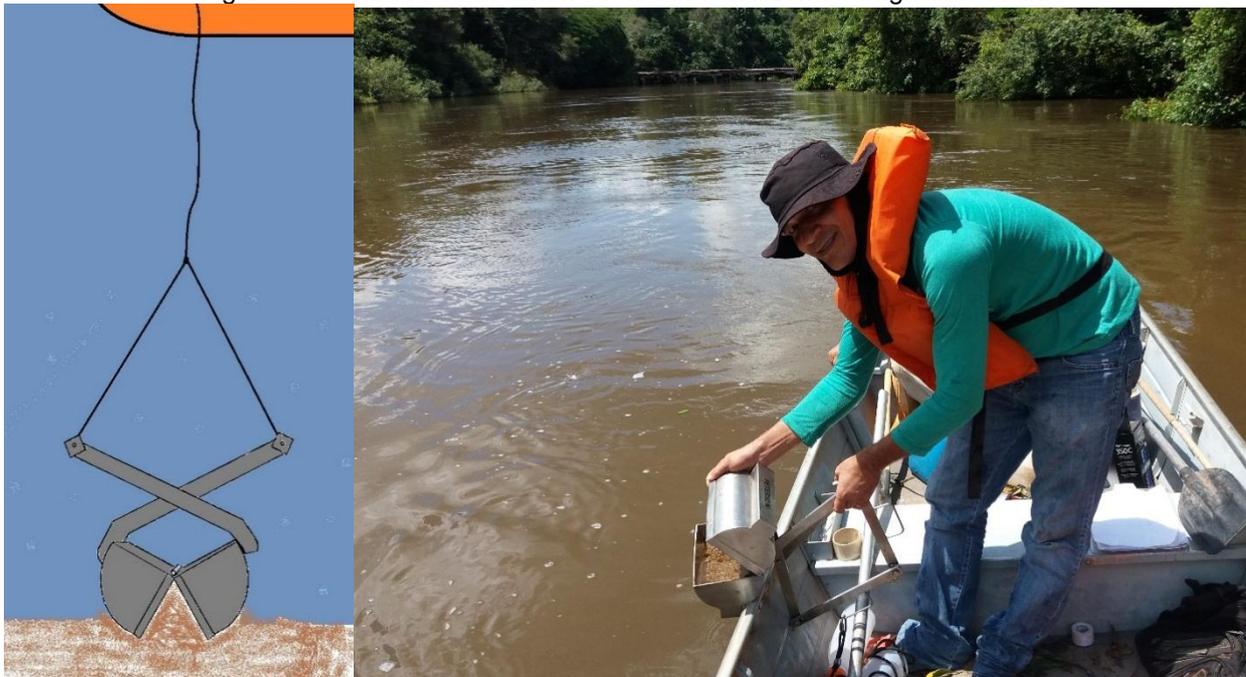


Rinaldo Marques Padilha. Dez/2016.

### 3.2.4.2 Coleta de sedimentos de fundo, margem e suspensão

A coleta de sedimentos de fundo foi realizada utilizando draga do tipo Van Veen (amostrador de mandíbulas). A draga era arremessada da beira do barranco ou de cima do barco e içada com os sedimentos (figura 5). As amostras foram armazenadas em sacolas plásticas transparentes de 1 kg e etiquetadas com dados sobre a localização para posterior análise granulométrica em laboratório.

Figura 5 – Retirada de sedimentos de fundo utilizando draga Van Veen.



Rinaldo Marques Padilha. Dez/2016.

Os sedimentos de margem foram coletados na face do barranco, com o auxílio de um enxadão que retirava uma amostra de sedimentos para determinar a granulometria e outra amostra em blocos de aproximadamente 20 x 20 cm, para análise de estabilidade de agregados. As amostras foram acondicionadas em sacolas plásticas devidamente etiquetadas com localização e descrição dos pontos.

Para coletar os sedimentos em suspensão foram utilizadas garrafas plásticas de um litro, que foram enxaguadas duas vezes com a água do próprio rio. Posteriormente as garrafas foram enchidas, devidamente etiquetadas e acondicionadas em caixas térmicas com gelo para encaminhamento ao laboratório e posterior análise.

#### **3.2.4.3 Monitoramento da erosão**

O monitoramento dos processos erosivos nas margens do rio Carapá foi realizado com a fixação de pinos de ferro e estacas de madeira. Essa técnica foi discutida e amplamente revisada por Thorne (1981), Silva (2009), Anstead (2012), Kuehn (2015) entre outros.

- Pinos.

Foram fixados de dois a quatro pinos (dependendo da altura do barranco) na margem do rio. Os pinos de vergalhão tinham 50 cm de comprimento e 8 mm de diâmetro e foram fixados no sentido vertical no barranco da margem com o auxílio de marreta. A fixação ocorreu no período de estiagem no mês de julho de 2016, sendo deixado 10 cm do pino exposto para quantificar a erosão marginal, o que foi realizado no final do período chuvoso (figura 6).

- Estacas.

Foram utilizadas estacas de madeira para garantir o monitoramento da erosão na possibilidade de os pinos serem levados pela própria erosão da margem do rio. Em todos os locais de instalação de pinos foi fixada uma estaca de madeira de 45 cm de comprimento, distante dois metros da margem do rio, deixando 10 cm da estaca exposto, para facilitar sua localização e a dos pinos no barranco da margem (figura 7).

Figura 6 – Pino de ferro para monitorar a erosão.



Figura 7 – Estaca de madeira fixada a dois metros da margem para garantir o monitoramento por pino.



Rinaldo Marques Padilha. Jul/2016.

### 3.2.4.4 Análise de laboratório

#### Análise dos sedimentos de fundo e margem

Para a análise e fracionamento do material de fundo e margem, foi utilizado o método de Dispersão Total - pipetagem e peneiramento (EMBRAPA, 1997). Os procedimentos tiveram as seguintes etapas:

Após a coleta, as amostras foram submetidas à secagem a 105 °C em estufa modelo TE-394/2 (figura 8). As amostras secas foram destorroadas, separando 20 g de sedimentos de cada ponto, acondicionados em béquer de 250 ml contendo 10 ml de solução dispersante (NaOH N. 0,1M.L-1) e adicionando 100 ml de água destilada. Em seguida, o conteúdo dos béqueres foi agitado com um bastão de vidro e tampado com um vidro de relógio, sendo deixado em repouso por uma noite.

Transcorrido o período de repouso, as amostras foram novamente agitadas mecanicamente durante 15 minutos no Agitador de Wagner TE-160 (figura 9). Na sequência, o material foi lavado em uma peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 (nº 270). As frações de areia grossa, média e fina ficaram retidas na peneira e as frações silte e a argila foram transportadas para uma proveta que foi completada com água até atingir 1000 ml.

O material da proveta foi agitado com um bastão de vidro por 30 segundos e deixado em repouso conforme tabela de temperatura e tempo de sedimentação. Transcorrido o tempo de sedimentação, foi introduzida uma pipeta no interior da proveta até a profundidade de 5 cm, em seguida aspirada a suspensão com a fração argila (figura 10).

Figura 8 – Estufa TE-394/2.



Figura 9 – Agitador de Wagner.



Figura 10 – Provetas com sedimentos para pipetagem



Rinaldo Marques Padilha. Abr/2017.

Ao fim do processo, tanto o material da pipeta (suspensão coletada) quanto da peneira foi transferido para béqueres de peso conhecido e identificados de acordo com o ponto de coleta e levados a estufa modelo TE-394/2 a 110 °C.

Concluída a secagem, o material mais grosseiro foi retirado para a etapa de fracionamento enquanto a argila foi pesada em balança analítica modelo AUY-220, subtraindo o peso do béquer, obtendo assim o peso da argila (figura 11). A fração silte equivalerá à diferença da soma areia/argila das 20 g iniciais. Foram realizados três ensaios por ponto de coleta para obtenção da composição média do material de fundo e das margens.

O material grosseiro retido na peneira de malha de 0,053 (nº 270) e seco na estufa, posteriormente passou pelo ensaio de peneiramento, que consiste em ser agitado mecanicamente no agitador de peneiras eletromagnético por 15 minutos (figura 12). As amostras passaram por uma sequência de peneiras padronizadas para fracionamento em areia grossa, média e fina (SUGUIO, 1973).

No fracionamento, a areia retida na peneira de 2 mm foi considerada grossa; aquela que passou pela peneira de 2 mm, mas ficou retida nas peneiras de 1,18 mm e 0,6 mm foi considerada média e, finalmente, a areia que passou pela peneira de 0,6 mm mas ficou retida nas peneiras de 0,075 mm e 0,053 mm foi classificada como fina.

Figura 11 – Balança analítica.



Figura 12 – Agitador de Peneiras.



Rinaldo Marques Padilha. Abr/2017.

### **Análise dos sedimentos em suspensão**

Para a análise e quantificação dos sedimentos em suspensão foi utilizado o método de evaporação e pesagem. Esse método consiste transferir o conteúdo da garrafa plástica (1.000ml) para um béquer que havia sido pesado anteriormente, tomando o cuidado para que não ficasse sedimento em deposição no fundo e nas laterais da garrafa.

O béquer foi levado a estufa modelo TE-394/2 com temperatura de 105°C, para a evaporação total da água. Após a evaporação e o resfriamento o béquer foi pesado em balança analítica e a diferença entre o peso da tara com sedimentos e o peso do béquer pesado anteriormente foi obtido o peso do material da amostra. O béquer foi levado a estufa a 100°C, sendo retirado e pesado novamente mais duas vezes para contra prova. Esses resultados são expressos em mg/L. (CARVALHO, 2008).

### **Análise de estabilidade de agregados**

Para medir a quantidade e a distribuição do tamanho dos agregados que são estáveis em água, relacionando-os com os que não desintegram pela tamisação, foi utilizado o método por via úmida (EMBRAPA, 1997).

Após a coleta em campo as amostras foram colocadas para secar ao ar. Quando secas foram destorroadas com as mãos cuidadosamente, quebrando os agregados maiores. Posteriormente as amostras foram passadas em peneira de 20cm de diâmetro com abertura de malha de 4mm e retida na de 2mm.

Foram pesadas 50 gramas em triplicata e colocada a primeira amostra em béquer de peso conhecido que foi levado para a estufa a 105°C por uma noite. Após esfriadas foram pesadas em balança analítica e seu peso foi utilizado para o cálculo do teor de agregados.

As outras duas amostras foram colocadas na parte superior de um conjunto de peneiras de 13cm de diâmetro, uma em cada jogo, sobre disco de papel de filtro na seguinte ordem: 2mm; 1mm; 0,50mm, 0,25mm e 0,10mm de abertura de malha.

O nível da água foi ajustado no recipiente, de modo que os agregados contidos na peneira superior fossem umedecidos por capilaridade permanecendo assim por 4 minutos. Foi inclinado o papel de filtro e por meio de jatos de água foi deixado os agregados na peneira sem que os jatos os atingissem.

Foi ligado o aparelho de oscilação vertical graduado para uma amplitude de 4 cm de altura e uma frequência de 32 oscilações por minuto. Após agitar por 4 minutos, retirou-se os suportes contendo os jogos de peneiras, transferindo cada fração retida para os béqueres que já estavam numerados e com peso conhecido. As amostras foram colocadas em estufa a 105°C por uma noite. Posteriormente as frações foram pesadas em balança analítica.

Para calcular o teor de agregados retidos nas peneiras utilizou-se a seguinte expressão: Teor de agregados = 1000.(a/b).

Onde:

a = Peso do agregado a 105°C.

b = Peso da amostra seca a 105°C.

Teor de agregados < 0,10 mm = 1000 - soma dos teores de agregados.

As análises de estabilidade de agregados de solo nas margens foram realizadas no Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF) Sandra Baptista da Cunha, da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) Campus de Cáceres.

Pela proximidade com a localização da área da pesquisa, as análises granulométricas de sedimentos de fundo, margem e suspensão foram realizadas no Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF) Antônio Christofolletti, da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Colíder.

### 3.2.4.5 Trabalho de gabinete

#### Velocidade do fluxo.

Para mensurar a velocidade, medida através dos flutuadores, foi utilizada a equação:

$$V = D/T \text{ (CUNHA, 2010).}$$

Onde:

V = Velocidade – (m/s).

D = Distância – (m).

T = Tempo – (s).

De acordo com Cunha (2010) a velocidade média do rio em uma seção vertical é 0,85 vez a velocidade da superfície, pois a velocidade da água é variável, decrescendo com a profundidade e na direção das margens, devido às forças de fricção entre o fluxo de água e as paredes laterais ou fundo do canal. Sendo assim, foi multiplicado o resultado da equação por 0,85. Dessa forma, temos a fórmula ( $V = D/T \cdot 0,85$ ).

#### Cálculo da área (seção transversal)

Para calcular a área na seção transversal no nível de margens plenas e área da seção molhada foi adotada a fórmula:  $A = L \times P$  (CUNHA, 2010).

Onde:

A = Área da seção – (m<sup>2</sup>).

L = Largura do canal – (m).

P = Profundidade média – (m).

#### Cálculo de vazão

Para obter o cálculo da vazão foi utilizada a seguinte fórmula:

$$Q = A \times V \text{ (CUNHA, 2010).}$$

Onde:

Q = Vazão – (m<sup>3</sup>/s).

A = Área – (m<sup>2</sup>).

V = Velocidade da água – (m/s).

#### Descarga sólida em suspensão

Para determinar a descarga sólida em suspensão que é transportada diariamente pelo rio, foi utilizada a fórmula:  $Q_{ss} = C_{ss} \times Q \times 0,0864$  (CARVALHO, et al. 2000).

Onde:

Q<sub>ss</sub> = Descarga sólida em suspensão em toneladas por dia (t/dia).

C<sub>ss</sub> = Concentração de sedimentos em suspensão em miligramas por litro (mg/L).

Q = Vazão ou descarga líquida em metros cúbicos por segundos (m<sup>3</sup>/s).

### **Sedimentos grosseiros**

Para medir o tamanho médio das partículas grosseiras como blocos, seixos e matacões, usou-se a fórmula  $\frac{a+b+c}{3}$  (CUNHA, 2010).

a = Eixo de maior comprimento.

b = Eixo de maior largura.

c = Eixo de maior altura.

### **Quantificação da magnitude da erosão marginal**

A quantificação da magnitude da erosão marginal, após a medição, foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula:  $E_m = (L_1 - L_0)/t$  (FERNANDEZ, 1996).

Onde:

$E_m$  = Magnitude da erosão (cm/dia ou cm/mês);

$L_1$  = Comprimento do pino exposto pela erosão (cm);

$L_0$  = Comprimento do pino exposto inicialmente, padronizada em 10 cm;

t = Tempo transcorrido (dias ou meses).

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa mostra aspectos relevantes da bacia hidrográfica do rio Carapá: as características ambientais (clima, geologia, geomorfologia, solos e vegetação); a morfologia e morfometria da rede de drenagem; o processo de ocupação; o uso e cobertura da terra e a dinâmica fluvial na bacia.

#### 4.1. Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio Carapá

##### 4.1.1 Geologia

A bacia hidrográfica possui três ocorrências litológicas: Formação Iriri com 1.193,119 km<sup>2</sup> (84,67% da área da bacia); o Complexo Xingu com 209,166 Km<sup>2</sup> (14,84% da área), que aparece na parte nordeste da bacia e a Formação Dardanelos 6,836 Km<sup>2</sup> (0,49% da área) encontrada em pequenas proporções no alto curso da bacia (figura 13).

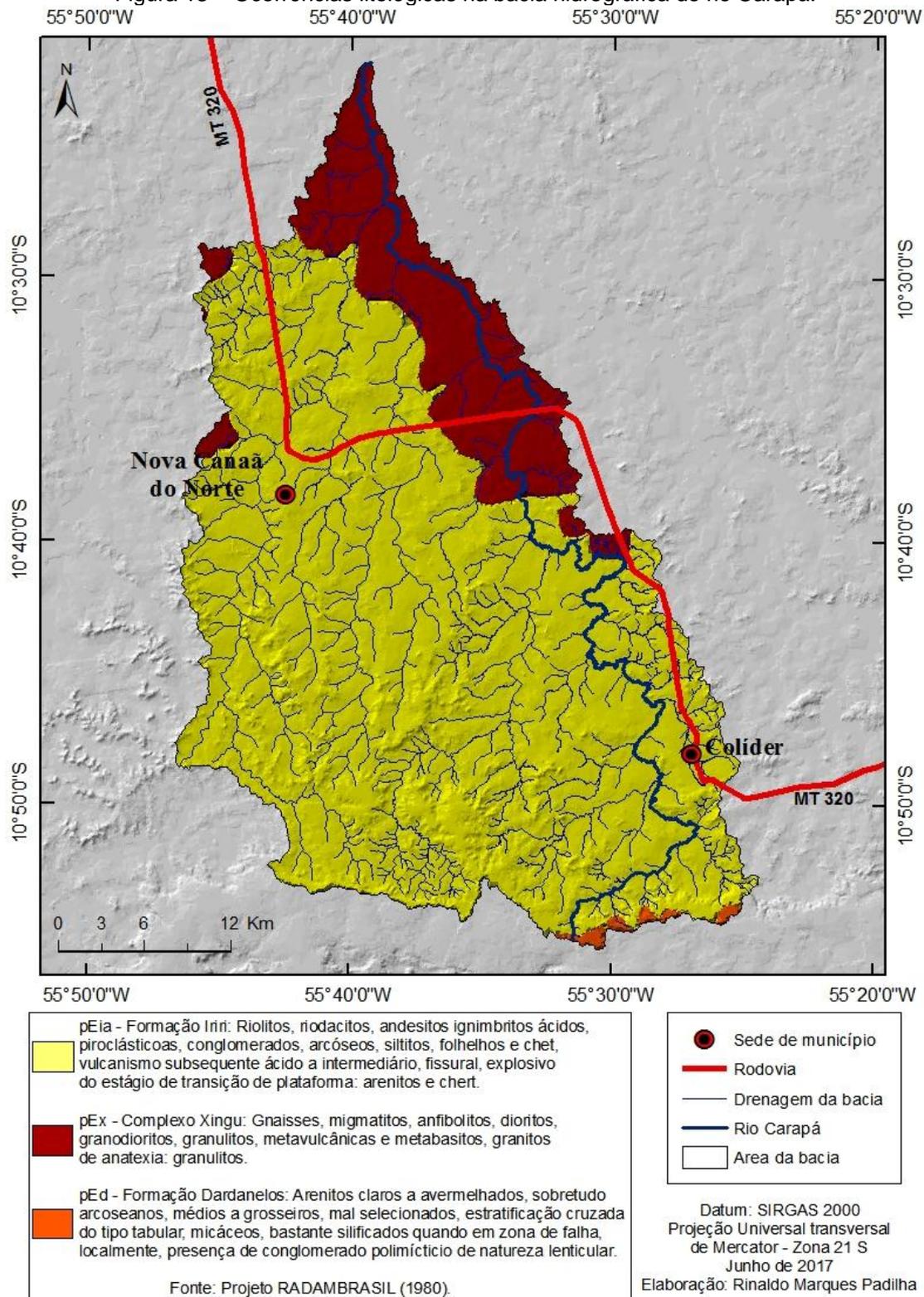
##### **Formação Iriri**

O nome Formação Iriri foi proposto pela SUDAM (1972), que identificou ignimbritos, riolitos, dacitos, os quais são representantes de uma fase efusiva a qual sucede uma etapa de intrusões ácido-intermediárias, na forma de granófiro, microgranito, diorito, riolito e andesito.

Liberatore et. al. (1972) empregam a designação informal de Efusivas Ácidas para os quartzo-porfíros (riolitos), tufos, ignimbritos e aglomerado vulcânico, datados do período Pré-Cambriano Superior. Araujo et al. (1975) consideram a unidade Pré-Cambriano, as rochas vulcânicas ácidas (riodacitos e dacitos), intrusivas ácidas (adamelitos e granitos) e piroclásticas (tufos).

Para Basei (1974), os tipos mais representativos dessa unidade litoestratigráfica na área em pauta são os vulcanitos ácidos como riolitos, riodacitos e dacitos, seguido dos tufos, ignimbritos e aglomerados vulcânicos e, mais subordinadamente, os andesitos e basaltos. São incluídas nessa formação metavulcânica outras rochas sedimentares associadas às eruptivas representadas por conglomerados polimicticos, arcóseos, metarcóseos, subgrauvaca vulcânica, quartzito cataclástico, quartzito felspático, chert, folhelhos e siltitos.

Figura 13 – Ocorrências litológicas na bacia hidrográfica do rio Carapá.



Fonte: Elaborado pelo autor através da base cartográfica RADAMBRASIL (1980).

Basei (1974), ao abordar o magmatismo ácido na região meridional da Amazônia, refere-se a dois conjuntos vulcânicos datados pelo método Rb/Sr que parecem evidenciar

dois episódios vulcânicos. O primeiro ocorreu por volta de 1720 MA, e o segundo por volta de 1560 MA.

### **Complexo Xingu**

O Complexo Xingu faz parte da unidade basal do Cráton Amazônico, sendo as rochas mais antigas. Para Almeida e Nogueira Filho (1959), o Complexo do Xingu data do Pré-Cambriano Indiferenciado ao complexo gnáissico-migmatítico orientado regionalmente, onde se destacam granitos e granodioritos cataclasados milonitizados, bem como metassedimentos: quartzitos brancos, micáceos e granatíferos com transição para xistos, com feições estruturais.

Segundo o relatório do Radambrasil (1980), o Complexo Xingu é constituído por um conjunto de rochas polimetamórficas, formadas por biotita-gnaisses, variando lateralmente para biotita-hornblenda-gnaisses e hornblenda-biotita-gnaisses, além de anfibolitos, migmatitos, granitos de anatexia, granodioritos e rochas cataclásticas. Associados aos gnaisses, ocorrem veios e diques de pegmatitos, concordantes ou não com o bandejamento, além de rochas ácidas e básicas/ultrabásicas de caráter intrusivo.

Suszczynski (1970) designa sequência de rochas quartzíticas, filitosas, xisto-micáceas, xisto-calcífera e anfibolítica que evoluíram de oeste para leste, com direções gerais de NO-ESE e ONO-ESE, que caracterizam a porção centro-ocidental da “fase orogênica Rondônia” Rochas da fácies charnoquito, associadas a maciços ultrabásicos isolados, ocupam uma posição central e mantêm a mesma orientação, estendendo-se até o sul de Mato Grosso. Na direção oriental, a série encontra-se sob a cobertura sedimentar dobrada “Cachimbo – Cubencranquém”.

Padilha et al. (1974) chamam de Complexo Basal os biotitagnais facoidais, leptinitos e gnaisses leptiníticos, granulitos, migmatitos, granitos, anfibolitos, granodioritos e rochas cataclásticas, retirando do Complexo Basal a sequência metassedimentar descrita por Almeida e Nogueira Filho.

O Complexo Xingu é constituído de granitos, adamelitos granodioritos, quartzodioritos, metabasitos, xistos e raros anfibolitos e granulitos. Para esse grupo, as características mineralógicas são: minerais essenciais, o quartzo, microclínio e plagioclásio. O varietal típico é a biotita, enquanto que os acessórios mais importantes são: titanita, epidoto e hornblenda-hastingsítica. Apatita, opacos e zircão são muito frequentes e a muscovita, alanita, fluorita e turmalina são ocasionais. Os constituintes secundários, na

ordem de importância, são a sericita, argilo-minerais, óxido de ferro, leucoxênio e carbonatos (ALMEIDA, 1974).

Basei (1974) pontua que, de acordo com os dados geocronológicos obtidos em amostras pertencentes ao Complexo Xingu, as rochas apresentam idades de 1960 MA para o granito e 1870 MA para o gnaiss da mesma localidade.

Basei e Teixeira (1975) apresentam algumas determinações K/Ar de rochas do embasamento. Os resultados evidenciam uma época do resfriamento regional dessa parte do Cráton do Guaporé e as amostras com Idades em torno de 1.350 MA sugerem que eventos metamórficos posteriores afetaram a área em questão.

### **Formação Dardanelos**

Almeida e Nogueira Filho (1959) chamam de Formação Dardanelos as camadas vulcano clásticas levemente metamorfizadas e moderadamente deformadas de origem continental. Constitui-se de quartzitos tufáceos mais ou menos conglomeráticos e tufos, em parte ignimbríticos, ocorrendo de modo subordinado camadas de ardósia. Os autores registram a ocorrência de arenitos feldspáticos e arcoseanos, arenitos silicificados, conglomerados polimícticos infraformacionais, subgrauvaca vulcânica e arcóseos. A Formação Dardanelos é um pacote sedimentar tipicamente continental.

Os arenitos apresentam cores variadas (cinza, creme, róseo, marrom-arroxeadado, cinza-claro), compondo-se principalmente de quartzo, grã fina a média com selecionamento e grau de arredondamento variado, ocorrendo subordinadamente, feldspato, sericita e opacos. São friáveis ou tenazes, principalmente quando em zona de falha. São maciços ou bem estratificados (ALMEIDA, 1974).

Os arcóseos têm cores cinza, chocolate e marrom-avermelhado, grã média dominante, tendo-se também fina e grosseira. O arredondamento e a seleção são bastante variados. Sua composição mineralógica é quartzo, feldspato, óxido de ferro e material argiloso.

#### **4.1.2 Clima**

Mato Grosso sofre a influência de três massas de ar: Massa Equatorial Continental (mEc), Massa Tropical Continental (mTc) e Massa Polar Atlântica (mPa). A Massa Equatorial Continental, que atua praticamente o ano inteiro na bacia hidrográfica, é originária da Amazônia, região com grande umidade devido à intensa evapotranspiração.

Ela é caracterizada por altas temperaturas, baixas pressões atmosféricas e forte evaporação, o que justifica a grande quantidade de precipitações na maior parte do ano (MENDES, 2009).

O clima é um fator fundamental na formação física e biótica de uma determinada região (BERNASCONI et al. 2009). Dessa forma, o índice elevado de precipitação contribui para a manutenção do fluxo da bacia hidrográfica do rio Carapá durante o ano.

A unidade climática da área de estudo de acordo com Tarifa (2011), é denominada de Clima Equatorial Continental Úmido com estação seca bem definida da Depressão Sul-Amazonica.

De acordo com Camargo (2011), esse clima tem temperaturas médias anuais oscilando entre 24,3°C e 24,8°C, sendo as médias das temperaturas máximas de 31,3°C a 31,9°C e as médias das temperaturas mínimas oscilam entre 19,7°C e 20,6°C. A precipitação média fica em torno de 2.000 a 2.300mm anuais, sendo considerado pelos autores como um clima moderado seco e um elevado excedente hídrico.

A partir dos dados das estações meteorológicas Matupá e Gleba Celeste, correspondentes ao período de 1985 e 2014 (tabelas 1 e 2, figuras 14 e 15), observamos que a temperatura média anual em ambas fica em torno de 25°C, a média das temperaturas mais altas em torno de, 36°C e a média das temperaturas mínimas em 16,8°C. Comparando os dados obtidos nas estações com os trabalhos de Tarifa (2011), Bernasconi, et al. (2009) e Camargo (2011), percebe-se que eles encontraram temperaturas médias mais baixas, médias de temperaturas mínimas mais altas e médias de temperaturas máximas mais baixas. Essa situação pode ser explicada pelo fato de que os dados aqui coletados referem-se a apenas uma pequena área do Clima Equatorial Continental Úmido com estação seca bem definida da Depressão Sul-Amazonica, que ocupa uma grande área ao norte de Mato Grosso e abrange também outros estados.

Com relação a precipitação, a média entre as duas estações (tabelas 1 e 2) os valores foram bem parecidos, ficando em torno de 2.033,7mm anuais, sendo os meses mais chuvosos os que se situam entre novembro e março; e os meses mais secos aqueles entre maio e agosto. A evaporação (piche) que foi obtido por meio do evaporímetro de piche, a média anual entre as duas estações foi de 1.229,4mm, o que ajuda explicar o grande excedente hídrico observado por Tarifa (2011).

Tabela 1 – Dados da estação meteorológica Gleba Celeste 1985 – 2013.

Mês	Precipitação	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Insolação	Evaporação (piche)	Temperatura Compensada Média	Umidade Relativa Média
Jan	325,1	35,8	20,0	4,0	67,3	25,32	86,2
Fev	349,5	36,1	19,9	4,1	59,2	25,38	84,9
Mar	302,2	35,9	18,6	4,6	62,1	25,59	84,2
Abr	122,7	36,1	18,7	6,2	73,1	25,87	81,8
Mai	22,2	35,5	15,3	7,4	99,5	25,06	76,9
Jun	3,2	35,4	14,1	8,3	113,7	23,98	71,1
Jul	7,6	36,3	12,7	8,6	140,7	23,73	65,5
Ago	11,4	38,2	13,1	8,1	176,3	25,11	59,7
Set	58,3	38,6	15,1	5,3	148,4	26,33	67,4
Out	168,3	38,0	19,7	5,2	109,2	26,55	76,0
Nov	262,7	37,2	19,7	4,5	79,2	25,92	81,8
Dez	331,0	35,9	19,8	3,9	64,0	25,55	84,0
<b>Ano</b>	<b>1964,1</b>	<b>36,6</b>	<b>17,2</b>	<b>5,9</b>	<b>1192,6</b>	<b>25,37</b>	<b>76,6</b>

Elaborado pelo autor a partir dos dados históricos disponibilizados pelo INMET, (2016).

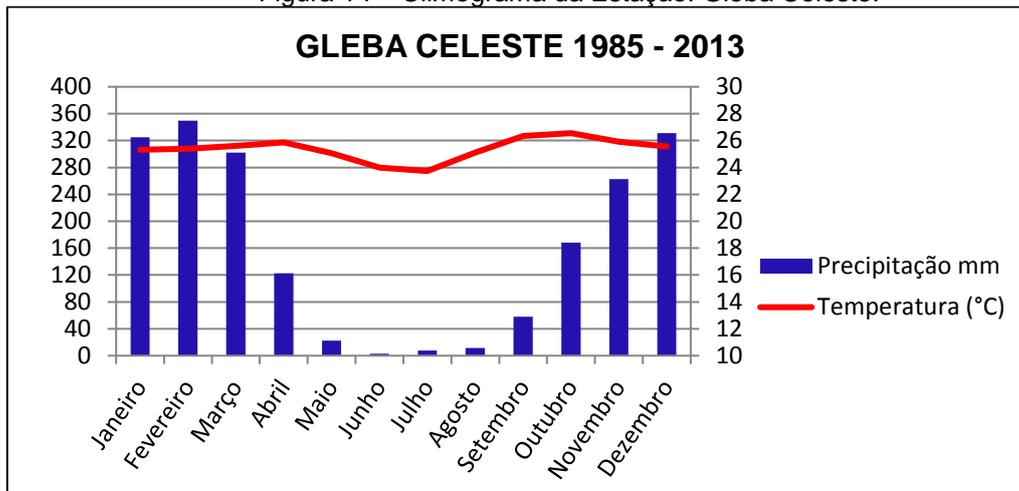
Analisando os dados das tabelas 1 e 2, percebe-se que a estação meteorológica de Matupá apresentou médias anuais de precipitação atmosférica superiores às da estação Gleba Celeste. Isso pode estar associado ao fato da estação estar mais ao norte, portanto sujeita a maior influência da massa de ar mEc. A estação Matupá também registrou valores de insolação superiores, em média 6,2 horas de sol incidindo diretamente sobre a estação, consequentemente apresentou maior evaporação anual que a estação Gleba Celeste.

Tabela 2 – Dados da estação meteorológica Matupá 1987 – 2014.

Mês	Precipitação	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Insolação	Evaporação Piche	Temperatura Compensada Média	Umidade Relativa Média
Jan	370,7	34,63	18,35	4,5	55,2	24,91	88,47
Fev	316,7	34,78	17,40	4,3	52,2	24,88	88,52
Mar	340,7	34,33	18,09	4,6	59,0	25,04	87,96
Abr	164,1	34,37	18,03	5,9	76,0	25,48	86,49
Mai	38,6	34,41	15,76	7,5	97,1	25,21	81,49
Jun	5,6	34,82	14,34	9,3	161,1	24,54	73,32
Jul	3,6	36,61	12,67	9,6	221,8	24,44	65,78
Ago	10,9	37,70	13,23	7,7	192,2	25,63	58,82
Set	84,7	37,65	15,69	5,2	140,8	26,24	70,82
Out	193,9	36,45	17,56	6,1	93,6	25,95	79,73
Nov	251,0	35,90	18,42	5,1	62,0	25,49	84,22
Dez	322,6	34,79	18,46	4,6	55,3	25,10	86,67
<b>Ano</b>	<b>2103,2</b>	<b>35,53</b>	<b>16,50</b>	<b>6,2</b>	<b>1266,2</b>	<b>25,24</b>	<b>79,36</b>

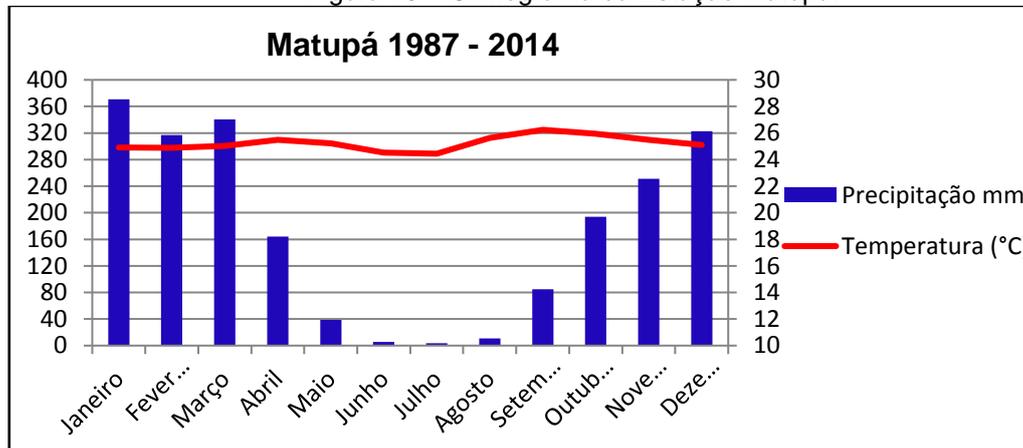
Elaborado pelo autor a partir dos dados históricos disponibilizados pelo INMET, (2016).

Figura 14 – Climograma da Estação: Gleba Celeste.



Elaborado pelo autor a partir dos dados históricos disponibilizados pelo INMET, (2016).

Figura 15 – Climograma da Estação Matupá.



Elaborado pelo autor a partir dos dados históricos disponibilizados pelo INMET, (2016).

Em relação à temperatura do ar, a estação Gleba Celeste apresentou valores maiores de temperatura máxima, mínima e média na maior parte do ano, embora seja em um percentual bem pequeno em relação à estação Matupá (tabelas 1 e 2).

A umidade relativa do ar ficou acima de 75% nas duas estações meteorológicas, com um destaque para a estação de Matupá, que registrou umidade do ar acima da média, principalmente nos meses de janeiro, fevereiro e março, com um valor em torno de 88%. O índice elevado da umidade do ar é estimulado pelos expressivos valores de precipitação atmosférica. Segundo Torres e Machado (2016, p. 40): “[...] a umidade relativa média anual apresenta uma estreita relação com o total anual de precipitação, pois a precipitação é o processo de alimentação das fontes naturais de vapor de água”.

Ao estabelecer uma média para a região, considerando as duas estações, o valor diário anual de 6,1 horas/dia de insolação está bem acima da média da região, que, de

acordo com Tiba (2000), fica em torno de 5 horas/dia. Essa alta taxa de insolação é um dos fatores determinantes no processo de evapotranspiração, principalmente entre os meses de junho a setembro.

As chuvas são abundantes na área da bacia hidrográfica, porém elas não ocorrem continuamente, como pode ser observado nos climogramas (figuras 14, 15 e 16). Os meses de maior precipitação atmosférica correspondem ao período de outubro a março, com destaque para o mês de fevereiro, que registra 349 mm no sudeste da bacia (estação Gleba Celeste) e o mês de janeiro, com 370 mm no nordeste da bacia (estação Matupá).

O período mais chuvoso é responsável pela grande disponibilidade de água da bacia, provocando excesso de volume de água no rio Carapá e em seus afluentes, resultando em transbordamento de suas águas em seu leito principal em vários pontos do médio curso nos dias subsequentes e em fortes chuvas e alagamento das margens no baixo curso durante todo o período de chuvas mais intensas.

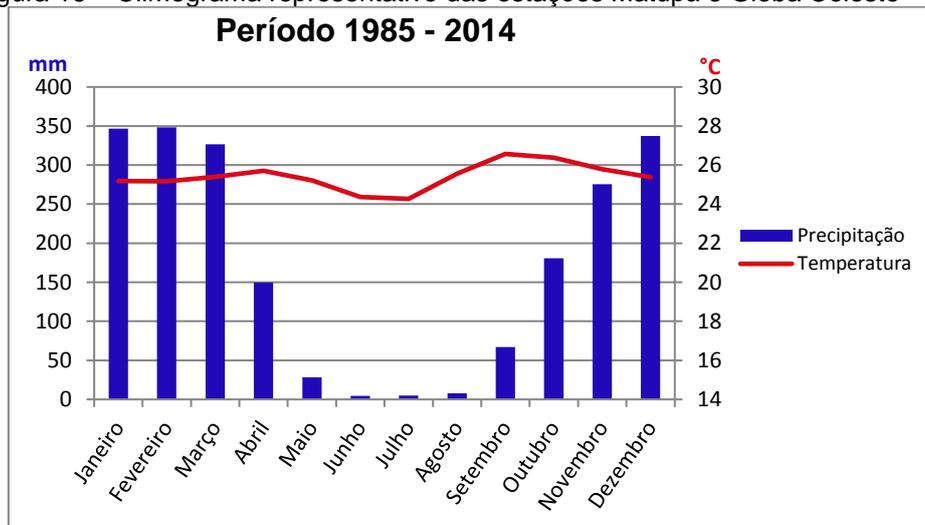
Nos meses de maio e junho, apresenta-se a estiagem, onde as chuvas praticamente não ocorrem em alguns anos. Nesses meses, a disponibilidade hídrica da bacia diminui e muitos córregos têm seu nível de água reduzido drasticamente (alguns até secam) pelo fato de não existir vegetação nas APPs, principalmente nas áreas de nascentes.

No período de estiagem, são registrados os menores valores de umidade relativa do ar, os maiores índices de insolação e a maior quantidade de evaporação (tabelas 1 e 2), pois é um período de céu claro e poucas nuvens.

Levando em consideração as médias mensais de temperatura e a precipitação das duas estações: Matupá e Gleba Celeste, foi construído um climograma para a melhor visualização do comportamento anual dos principais elementos do clima dessa região (figura 16).

De acordo com o climograma (figura 16), a região da bacia hidrográfica do rio Carapá apresenta temperaturas médias elevadas o ano inteiro, com destaque para os meses de setembro e outubro, onde as máximas podem chegar a 38°C (tabelas 1 e 2) e as médias são superiores a 26°C.

Figura 16 – Climograma representativo das estações Matupá e Gleba Celeste – MT.



Elaborado pelo autor a partir dos dados históricos disponibilizados pelo INMET, (2016).

A bacia do rio Carapá está inserida em uma região de clima com verão quente úmido e inverno quente e seco. As estações de outono e primavera apresentam-se com chuvas bem distribuídas e com temperaturas elevadas. Considerando-se as temperaturas médias, o clima apresenta uma amplitude térmica anual de apenas 2,2°C, evidenciando uma área com temperaturas elevadas durante todo o ano.

### 4.1.3 Geomorfologia

A bacia hidrográfica do rio Carapá possui duas unidades de relevo. A Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional (1313,118 Km<sup>2</sup>); e Planalto dos Parecis subdividido em: Planalto dos Parecis com forma tabular (50,384 Km<sup>2</sup>) e Planalto dos Parecis com superfícies erosivas (45,619 Km<sup>2</sup>) (quadro 1 e figura 17).

Quadro 1 – Geomorfologia, litologia e aspectos morfológicos da bacia hidrográfica do rio Carapá.

Litologia	Geomorfologia	Aspectos morfológicos
- Formação Dardanelos arenitos; - Formação Iriri; Rochas Vulcânicas - ácidas (riodacitos e dacitos), intrusivas ácidas (adamelitos e granitos) e piroclásticas (tufos). Intercalado com arenitos, arcóseos, conglomerados polimícticos, folhelhos e siltitos.	Planalto dos Parecis com forma tabular.	- Escudos antigos em intrusões e coberturas residuais de plataformas; - Planalto com formas dissecadas tabulares; - Formas tabulares, com vertente escarpada; - Processos erosivos atuais sulcos e ravinhas.
- Formação Iriri.	Planalto dos Parecis com superfícies erosivas.	- Escudos antigos em intrusões e coberturas residuais de plataformas; - Planalto com formas erosivas, com presença de morros convexos isolados; - Formas convexas, com vertentes convexas; - Processos erosivos atuais: sulcos e ravinhas.
- Formação Iriri; - Complexo Xingu, formado por gnaisses, biotita e granitos.	Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional.	- Vasta superfície rebaixada dissecada em formas dominantes convexas; - Vales extensos e de fundo plano.

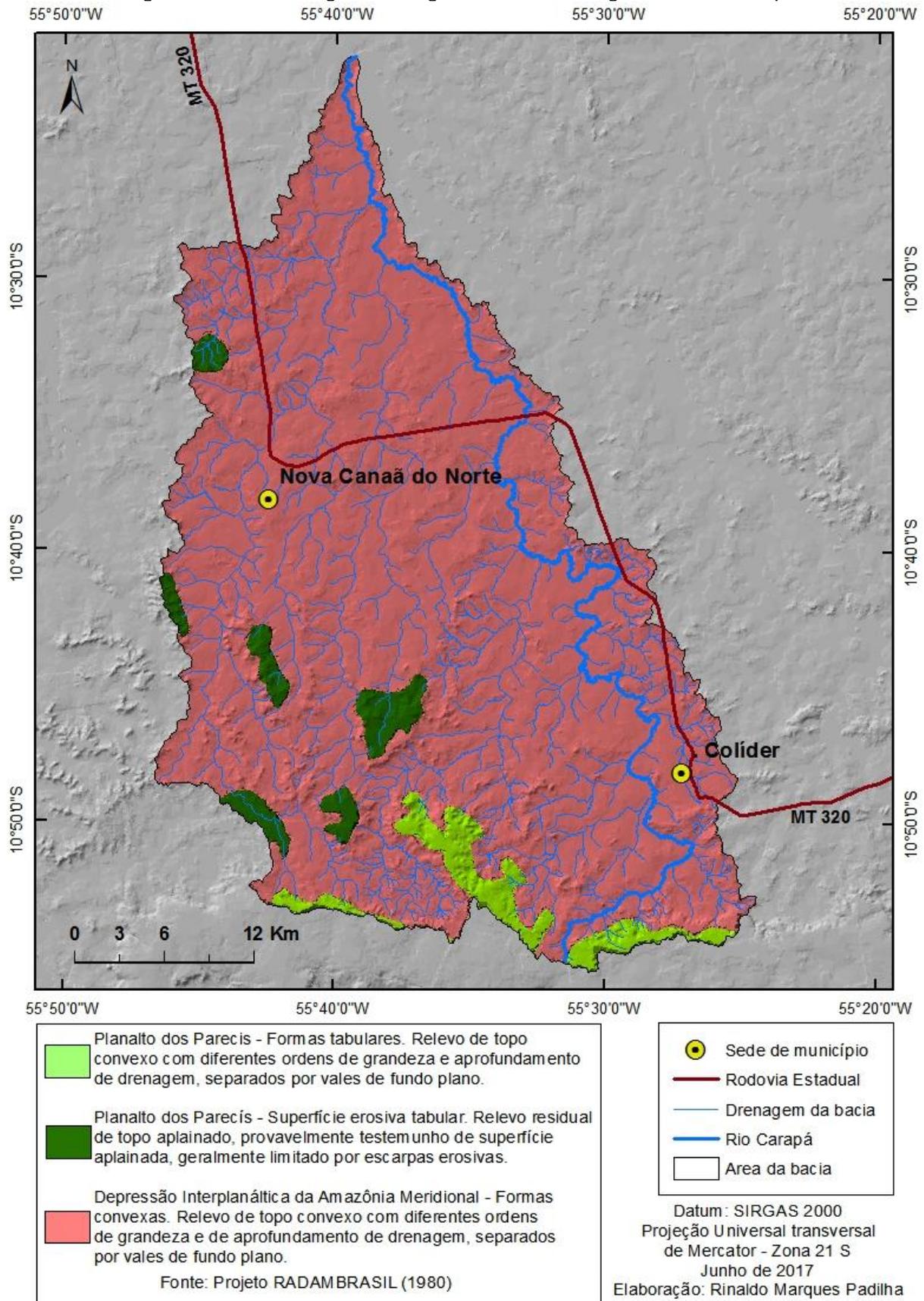
Fonte: RADAMBRASIL (1980).

#### Planalto dos Parecis

O planalto dos Parecis constitui um compartimento relativamente homogêneo, com altimetrias que variam de 350 a 400 m, de leste para oeste (KUX; BRASIL; FRANCO, 1979). Embora a grande característica do planalto seja sua continuidade e relativa homogeneidade, devido à predominância de formas dissecadas tabulares, o grau de intensidade da dissecação varia, aumentando de leste para oeste.

Essa unidade de relevo encontra-se em Intrusões e coberturas residuais de plataformas e é constituído por coberturas sedimentares residuais de diversos ciclos erosivos associados a intrusões graníticas, derrames vulcânicos, cuja litologia é datada do Cretáceo, com recobrimento descontinuado de detritos finos do terciário.

Figura 17 – Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Carapá.



Fonte: Elaborado pelo autor através da base cartográfica RADAMBRASIL (1980).

O Planalto dos Parecis com forma tabular caracteriza-se por ser uma área dissecada em formas tabulares com espaçamento interfluvial. Compreende uma vasta superfície topográfica homogênea, cortada por grandes eixos de drenagem. O padrão geral de drenagem é subdendrítico, com drenagem de primeira ordem expressiva em termos quantitativos. Esse compartimento encontra-se no alto curso da bacia, onde litologicamente registra-se a ocorrência dos arenitos pré-cambrianos das Formações Dardanelos e Iriri (figura 18).

Figura 18 – Vista panorâmica da Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional (em primeiro plano) e do Planalto dos Parecis (em segundo plano).



Rinaldo Marques Padilha. Jul/2016

O Planalto dos Parecis com superfícies erosivas aparece na bacia em feições isoladas, constituindo a maior parte do relevo de topo contínuo e aguçado, com diferentes ordens de grandeza e de profundidade de drenagem, geralmente separadas por vales e apresentando formas convexas. Litologicamente, registra a presença da Formação Iriri (vulcânicas ácidas: riodacitos e dacitos; intrusivas ácidas: adamelitos e granitos e; piroclásticas: tufos). Apresenta formas erosivas de superfície tabular, relevo residual de topo aplanado, geralmente limitado por escarpas erosivas (figura 19).

Figura 19 – Superfícies erosivas nas bordas do Planalto dos Parecis.



Rinaldo Marques Padilha. Jul/2016.

### **Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional**

A Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional é uma superfície rebaixada, sendo dissecada em formas dominantes convexas, com altimetrias que variam de 200m a 350m e drenagem organizada segundo padrão dendrítico. Nela afloram litologias pré-cambrianas do Complexo Xingu e rochas vulcânicas da Formação Iriri (MELO; FRANCO, 1980).

A depressão constitui, inicialmente, uma superfície rebaixada e dissecada em formas convexas, tipo que interpenetra os relevos do Planalto Dissecado Sul da Amazônia. Em decorrência dessa penetração, a depressão comporta inúmeros relevos residuais e conjuntos mais expressivos de relevo dissecado (figura 20). Nessa seção, a unidade foi elaborada nos granitos e gnaisses do Complexo Xingu, subordinadamente atingindo rochas vulcânicas da Formação Iriri (MELO; FRANCO, 1980).

Em alguns setores, o relevo deprimido possui forma circular, com pequeno resalto topográfico. O interior da depressão é bastante aplainado, delimitado por escarpas erosivas de pequeno resalto. Apresenta uma conformação elipsoidal com o interior aplainado, mas com uma suave dissecção que origina formas tabulares amplas (MELO; FRANCO, 1980).

Figura 20 - Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional.



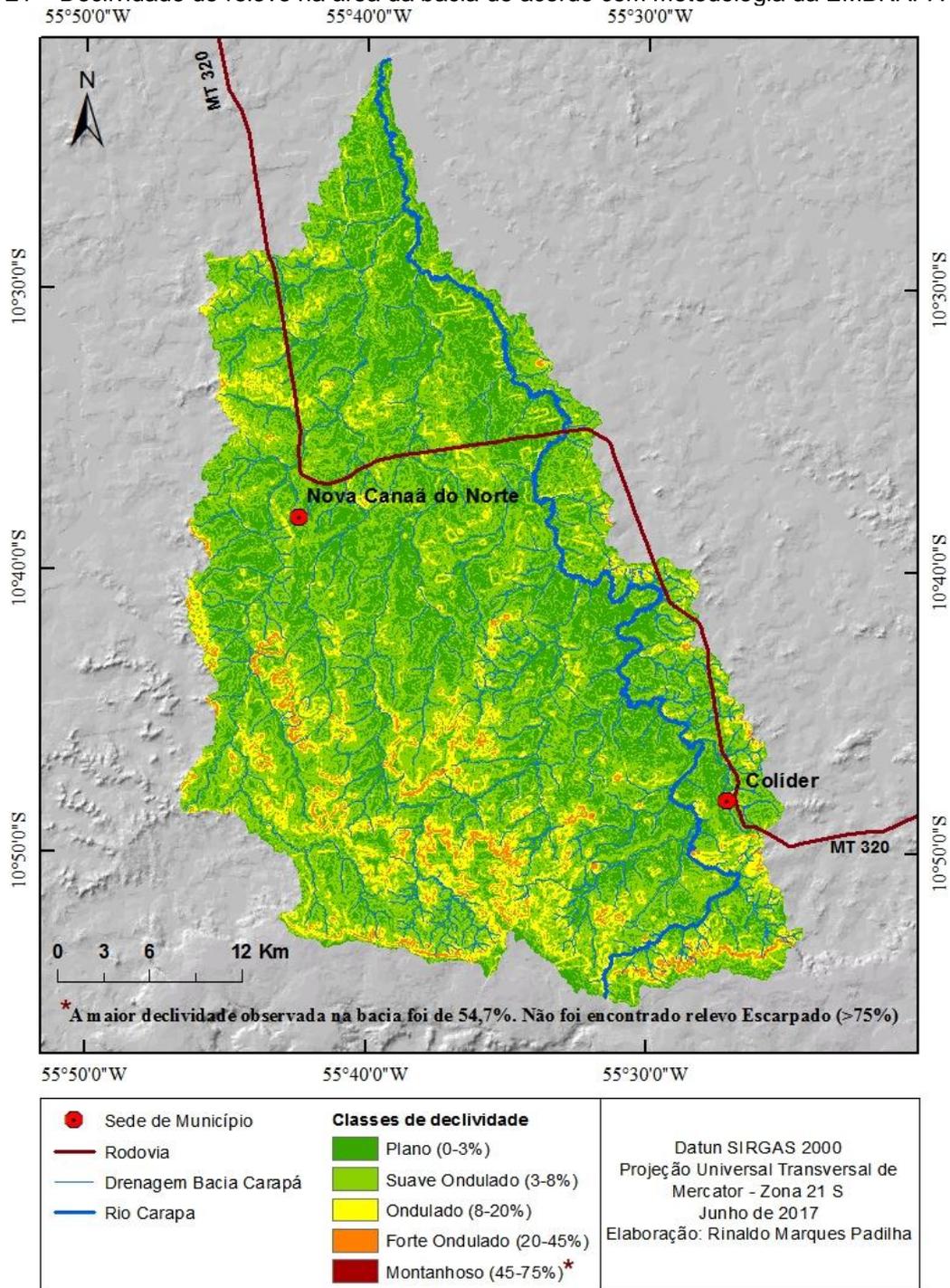
Rinaldo Marques Padilha. Jul/2016.

Para o sul, no contato com o Planalto dos Parecis, a depressão estabelece uma reentrância na borda do planalto, que configura um cotovelo, mudando sua direção de sudoeste-nordeste para leste-oeste. Trata-se de uma região de contato entre os arenitos da Formação Dardanelos e as rochas vulcânicas da Formação Iriri. Observa-se a presença de matacões geralmente de cor esbranquiçada que ocupam as vertentes dos relevos dissecados em formas convexas. Sua ocorrência está associada ao Complexo Xingu (MELO; FRANCO, 1980).

#### **4.1.3.1 Declividade do relevo da bacia hidrográfica**

A bacia hidrográfica do rio Carapá não apresenta grandes áreas com declividade acentuada. Cerca de 84% da área apresenta um relevo que vai varia entre plano a suave ondulado, com declividade entre 0 a 8%. As áreas com declividade ondulado entre 8 a 20% encontram-se em várias porções da bacia, representando 10,52%. A classe de declividade caracterizada como forte ondulado (20 a 45%) representa aproximadamente 3,95% da bacia, estando as áreas de nascentes principalmente na porção sul e sudoeste. O relevo montanhoso com declividade entre 45 e 75% corresponde a aproximadamente 1,52% (figura 21).

Figura 21 – Declividade do relevo na área da bacia de acordo com metodologia da EMBRAPA (2006).



Elaborado pelo autor a partir de dados disponibilizados pelo Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil: (TOPODATA – INPE, 2016).

Não foram registrados, dentro dos limites da bacia, terrenos com declividade caracterizados como escarpado (75 a 100%) que, em grande parte, são Áreas de Preservação Permanente (APPs).

As áreas urbana e industrial dos dois municípios que integram a bacia do Carapá estão com declividade abaixo de 30%, índice considerado adequado de acordo com De Biasi (1992). Percebe-se que a expansão urbana está ocorrendo dentro do limite máximo, estabelecido pela legislação federal, conforme Lei nº 6.766/79, que trata do parcelamento do solo urbano, a qual proíbe a divisão do terreno em áreas com declividade superior a 30%.

#### **4.1.4 Solos**

Na área da bacia hidrográfica do rio Carapá, registra-se a ocorrência de cinco tipos de solos de acordo com a reclassificação baseado na EMBRAPA (2013): Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd); Plintossolo Pétrico Concrecionário (FFc), Nitossolo Vermelho Distrófico (NVd), Latossolo Vermelho-Amarelo Alumínico (LVAd); Neossolo Quartzarênico Hidromórfico (RQg) (figura 22).

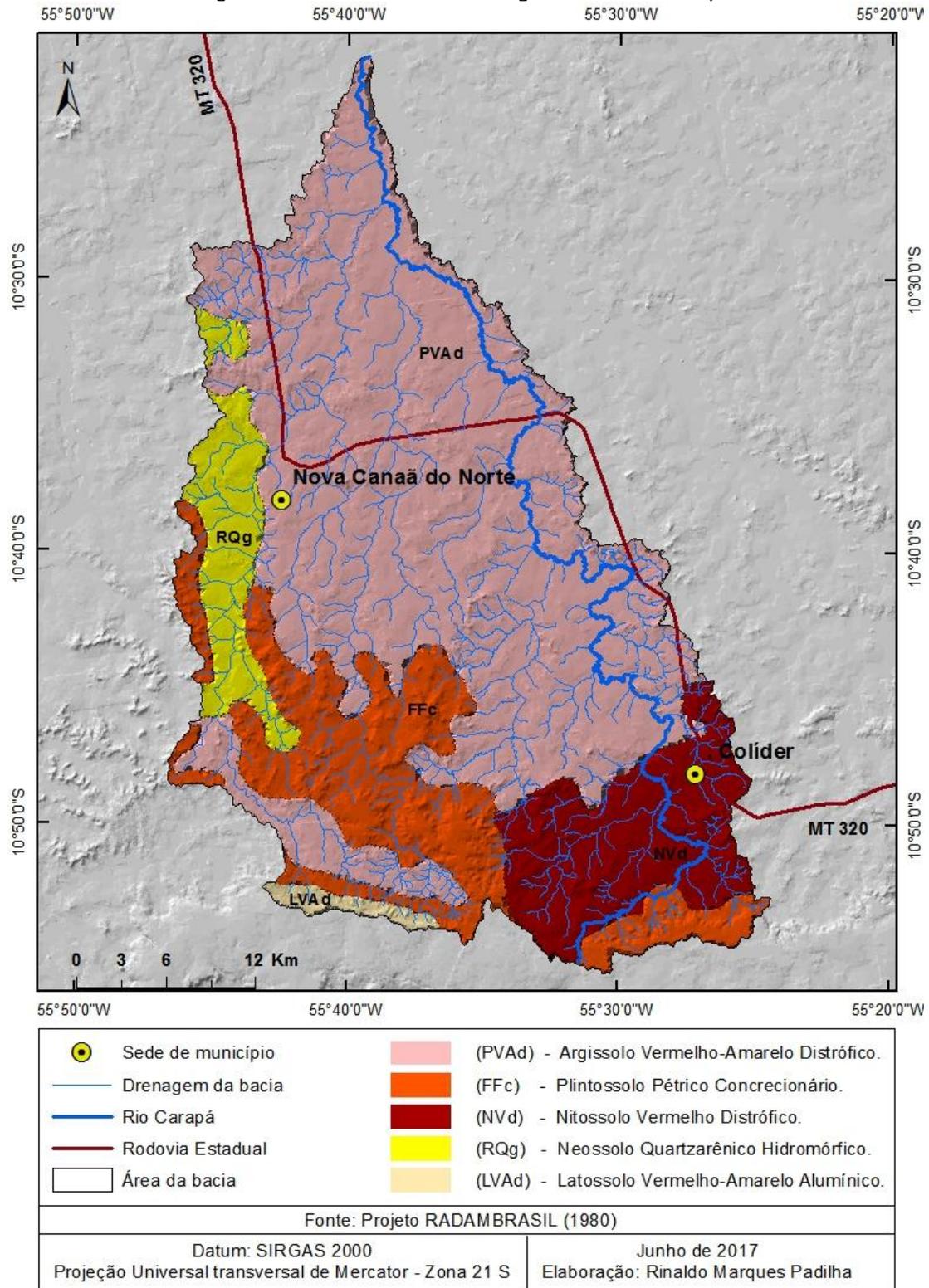
##### **Argissolos Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd)**

Essa classe compreende solos constituídos por material mineral que apresenta como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa ou alta, conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos (EMBRAPA 2013).

Os Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos representam a maior proporção da área da bacia (62,51%), correspondendo a 880,839km<sup>2</sup>. Estão presentes nos dois municípios, principalmente no norte e no médio norte da bacia (figura 21).

De acordo com Embrapa (2013), grande parte dos solos dessa classe apresenta um evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B, com ou sem decréscimo nos horizontes subjacentes. A transição entre os horizontes A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual. Os solos são de profundidades variáveis, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e, mais raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este.

Figura 22 – Solos da bacia hidrográfica do Rio Carapá



Fonte: Base cartográfica RADAMBRASIL (1980) e adaptado para a reclassificação da EMBRAPA (2013).

Variam de fortes a moderadamente ácidos, com saturação por base alta ou baixa, predominantemente caulíníticos e, com relação molecular  $K_i$  em geral variando de 1,0 a

3,3. Os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos apresentam Solos (saturação por bases < 50%) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA, 2013).

### **Plintossolos Pétricos Concrecionários (FFc)**

De acordo com a Embrapa (2013), essa classe compreende solos minerais, com formação sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados, que se caracterizam fundamentalmente por apresentar expressiva plintitização com ou sem petroplintita na condição de que não satisfaçam os requisitos estipulados para as classes dos Neossolos, Cambissolos, Luvisolos, Argissolos, Latossolos, Planossolos ou Gleissolos.

Os Plitossolos compreendem uma área de 251,487km<sup>2</sup>, representando 17,85% da área total da bacia hidrográfica. Estão presentes na área de nascente do rio Carapá e pequena área do alto curso da bacia na porção leste. Também se fazem presentes na região central e na porção oeste do médio curso da bacia.

São solos que apresentam muitas vezes horizonte B textural sobre ou coincidente com o horizonte plíntico, ou com o horizonte concrecionário. Ocorrem também solos com horizonte B incipiente, B latossólico, horizonte glei e solos sem horizonte B. Geralmente, são solos bem diferenciados, podendo o horizonte A ser de qualquer tipo, tendo sequência de horizontes A, AB, ou A, E seguidos de Bt, ou Bw, ou Bi, ou C, ou F, em sua maior parte acompanhados dos sufixos f ou c (EMBRAPA, 2013).

Apesar da coloração desses solos ser bastante variável, verifica-se o predomínio de cores pálidas com ou sem mosqueados de cores alaranjadas a vermelhas, ou coloração variegada, acima do horizonte diagnóstico (plíntico, concrecionário ou litoplíntico). Alguns solos dessa classe, embora tenham sua gênese associada a condições de excesso de umidade ou restrição temporária à percolação d'água, ocorrem nos tempos atuais em condições de boa drenagem, podendo apresentar cores avermelhadas na maior parte do perfil (EMBRAPA, 2013).

Predominantemente, são solos fortemente ácidos, com saturação por base baixa e atividade da fração argila baixa. Todavia, verifica-se a existência de solos com saturação por bases que vão de médias a altas, ou argila de alta atividade, bem como solos com propriedades solódica e sódica (EMBRAPA, 2013).

Parte dos solos dessa classe (solos com horizonte plíntico) tem ocorrência relacionada a terrenos de várzeas, áreas com relevo plano ou suavemente ondulado e, menos frequentemente, ondulado, em zonas geomórficas de depressão. Ocorrem, também, em terços inferiores de encostas ou áreas de surgentes, sob condicionamento de oscilação do lençol freático ou de alagamento ou encharcamento periódico por efeito de restrição à percolação ou escoamento de água. Outra parte (solos com horizonte concrecionário principalmente) apresenta melhor drenagem e ocupa posições mais elevadas em relação aos primeiros (EMBRAPA, 2013).

### **Nitossolo Vermelho Distrófico (PVAd)**

São solos constituídos por material mineral com horizonte B nítico, textura argilosa ou muito argilosa (teores de argila maiores que 350g/kg de solo a partir do horizonte A), estrutura em blocos subangulares, angulares, ou prismática, de grau moderado ou forte, com cerosidade expressiva nas superfícies dos agregados (EMBRAPA, 2013).

Os Nitossolos abrangem uma área de 168,722km<sup>2</sup>, representando 11,97% da bacia. Estão presentes nas imediações da nascente do rio Carapá e representam uma grande parte da área do alto curso da bacia na porção leste, inclusive a área urbana do município de Colíder (figura 22).

De acordo com a Embrapa (2013), esse tipo de solo apresenta horizonte B bem expresso em termos de grau de desenvolvimento de estrutura e cerosidade, com gradiente textural menor que 1,5.

Para essa classe, são excluídos os solos com incremento no teor de argila requerido para a maior parte do horizonte B textural, sendo a diferenciação de horizontes menos acentuada que a dos Argissolos, com transição do A para o B clara ou gradual e, entre subhorizontes do B, gradual ou difusa. São profundos, bem drenados, de coloração que varia de vermelho a brunada. São, em geral, moderadamente ácidos a ácidos, com argila de atividade baixa ou com caráter alítico, com composição caulínico – oxídica. Quando possuem o caráter alítico, apresentam mineralogia da argila com hidróxi-Al entre camadas. Podem apresentar horizonte A de qualquer tipo (EMBRAPA 2013).

Os Nitossolos Vermelhos Distróficos são aqueles com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (exclusive BA). Os solos apresentam-se com saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA 2013).

### **Latossolo Vermelho-Amarelo Alumínico (LVaa)**

Solos dessa classe, de acordo com Embrapa (2013), são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200cm da superfície do solo ou dentro de 300cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura.

Os Latossolos Vermelho-Amarelo Alumínicos compreendem uma extensão de 14,613 km<sup>2</sup>, sendo a menor porção de solo na área estudada. Estão localizados no alto curso da bacia, nas cabeceiras dos rios Kayapá e Corgão ou rio Bonito. Os Latossolos representam apenas 1,04% da área total da bacia hidrográfica (figura 22).

Em geral, são solos com estágio avançado de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Os solos são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo e têm capacidade de troca de cátions da fração argila baixa, inferior a 17cmolc/kg de argila sem correção para carbono, comportando variações desde solos predominantemente cauliníticos, com valores de Ki mais altos, em torno de 2,0, admitindo o máximo de 2,2, até solos oxídicos de Ki extremamente baixo (EMBRAPA, 2013).

Estão variando entre fortemente a bem drenados, podendo ocorrer solos que, com cores pálidas, de drenagem moderada ou até mesmo imperfeitamente drenada, possuem indicativa de formação em condições, atuais ou pretéritas, com certo grau de gleização (EMBRAPA, 2013).

De acordo com a Embrapa (2013), são solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos. Ocorrem, todavia, solos com saturação por bases médias e até mesmo altas; encontrados geralmente em zonas que apresentam estação seca pronunciada, semiáridas ou não, ou ainda por influência de rochas básicas ou calcárias.

São solos típicos das regiões intertropicais, podendo ocorrer também em zonas subtropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas, inclusive em relevo montanhoso. São originados a partir das mais diversas espécies de rochas e sedimentos, sob condições de clima e tipos de vegetação os mais diversos (EMBRAPA, 2013).

### **Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos (RQg)**

De acordo com Embrapa (2013), os Neossolos compreendem solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, seja por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos.

Os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos compreendem uma área de 93,460km<sup>2</sup> (6,64%). Estão presentes apenas no município de Nova Canaã do Norte, no médio curso do rio Corgão, situado no lado oeste da bacia (figura 22).

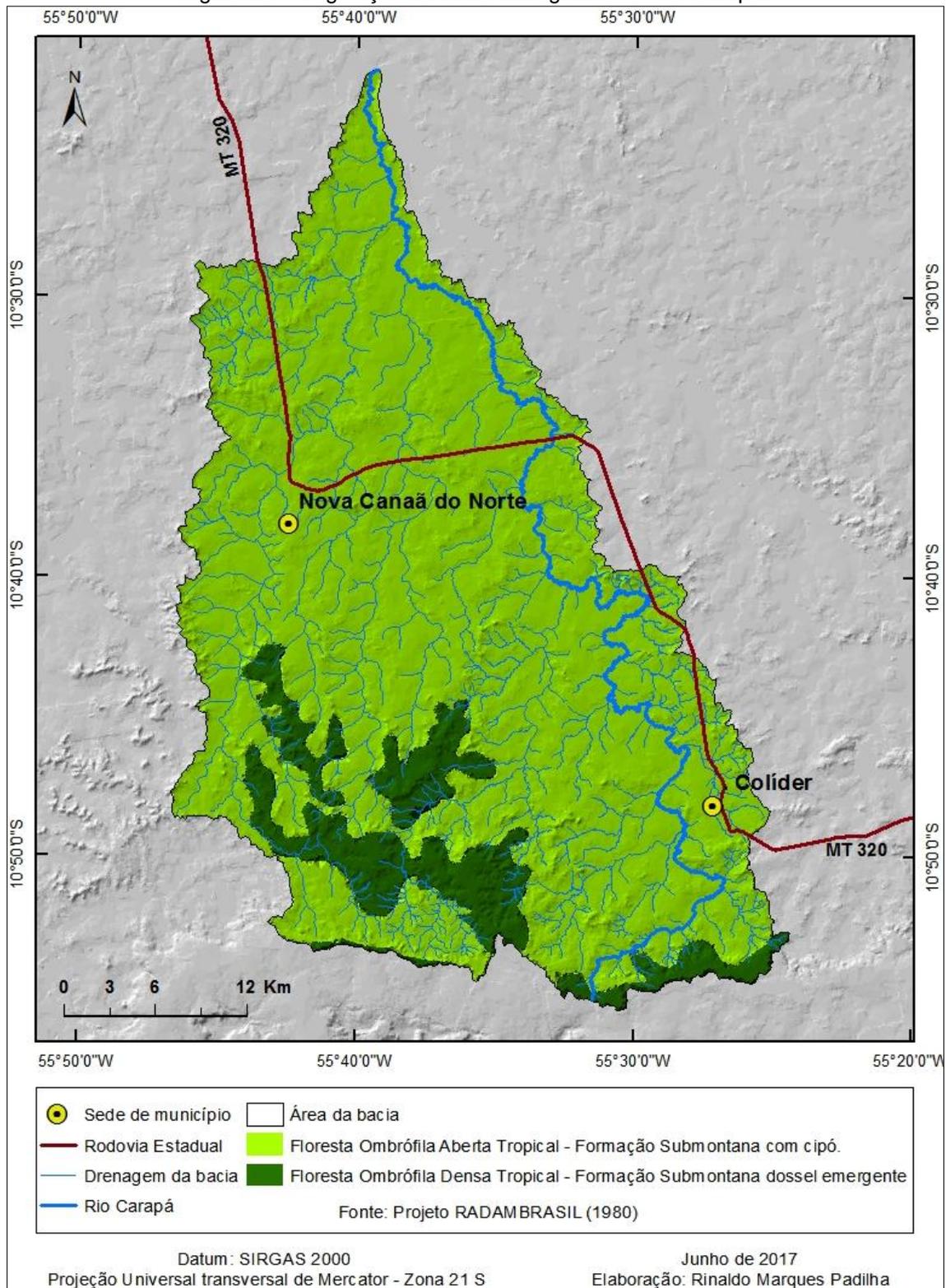
Possuem sequência de horizonte A-R, A-C-R, A-Cr-R, A-Cr, A-C, O-R ou H-C sem atender, contudo, aos requisitos estabelecidos para serem identificados nas classes dos Chernossolos, Vertissolos, Plintossolos, Organossolos ou Gleissolos. Essa classe admite diversos tipos de horizontes superficiais, incluindo horizonte O, com menos de 20 cm de espessura quando sobrejacente à rocha, ou horizonte A húmico ou proeminente, com mais de 50 cm quando sobrejacente à camada R, C ou Cr. Alguns solos podem ainda apresentar horizonte B, mas com insuficiência de requisitos (espessura muito pequena, por exemplo) para caracterizar qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Podem ocorrer horizontes C em diagnósticos para outras classes; porém, em posição que não permite enquadrá-los nas classes dos Gleissolos, Vertissolos ou Plintossolos (EMBRAPA, 2013).

#### **4.1.5 Vegetação**

A vegetação natural da área da bacia hidrográfica do rio Carapá foi praticamente extinta devido ao processo de colonização iniciado na década de 1970, que estimulava o desmatamento para garantir a posse e a intensa exploração madeireira da década de 1990. Na atualidade as Áreas de Preservação Permanente na bacia são restritas ao previsto na legislação para cada propriedade, principalmente nas margens de rios e córregos.

Assim, a descrição de ocorrência a vegetação natural, na figura 23 remete a década de 1980; pois, a partir desse período, as atividades antrópicas provocaram grande devastação da vegetação para práticas agrícolas e pecuárias, sendo a pastagem a principal paisagem observada na área da bacia com o predomínio da pecuária no atual uso da terra (figura 23).

Figura 23 – Vegetação da bacia hidrográfica do Rio Carapá.



Fonte: Elaborado pelo autor através da base cartográfica RADAMBRASIL (1980).

De acordo com Brasil (1980), a vegetação natural predominante na área da bacia do Rio Carapá é a Floresta Ombrófila Aberta Tropical – Formação Submontana com cipó. Ela

compreende desde o alto curso da bacia, passando pelo médio curso e até o baixo curso. No alto e médio curso da bacia, existem pequenas áreas de vegetação Floresta Ombrófila Densa Tropical – Formação Submontana dossel emergente que está concentrada nas regiões sul e sudoeste (figura 23).

### **Floresta Ombrófila Aberta Tropical - Formação Submontana com cipó**

A região dessa vegetação ocupa grandes extensões de terreno com diferentes aspectos fisiográficos e litológicos, tanto na área da bacia do Carapá, quanto no estado de Mato Grosso. Segundo Loureiro, Dias e Magnago (1980), a formação apresenta dominância de formas biológicas fanerófitas ombrófilas rosuladas e lianas lenhosas.

Essa formação, de acordo com o Projeto RADAMBRASIL (1980), foi delimitada em diversos pontos da área ora mapeada com as fisionomias das subformações com cipó e com palmeiras. Ocasionalmente, ocorre a fisionomia de Floresta Aberta com bambu, ocupando pequenas áreas dispersas dos domínios das outras duas.

A Floresta Ombrófila Aberta Tropical – Formação Submontana com cipó, antes do processo de antropização, compreendia uma área de 1.259,123 km<sup>2</sup>, abrangendo o alto, o médio e o baixo curso da bacia (figura 24). Essa vegetação ocupava 89,35% de toda a área da bacia hidrográfica do rio Carapá que hoje, em sua maioria, foi substituída por pastagens.

Figura 24 – Floresta Ombrófila Aberta Tropical - Formação Submontana com cipó – Colíder, 2017.



Rinaldo Marques Padilha, maio/2017.

Na Subformação com cipó apresenta fisionomia muito rica, com ocorrência de grande número de indivíduos arbóreos por unidade de área, com distinção de cumaru (*Coumarouma odorata*), envira-preta (*Xilopia poeppigiana*), quarubatinga (*Vochysia guianensis*), quinarana (*Geissospermum sericeum*), angelim-pedra (*Dinizia excelsa*), canela (*Ocotea spixiana*), peroba (*Aspidosperma* sp.), mogno (*Swietenia macrophylla*), ipê (*Tabebuia*), carapanaúba (*Aspidosperma carapanauba*) e uxirana (*Saccoglothis guianensis*). Os mantos de lianas evidenciaram profusão de espécies como cipó-cruz (*Chicocca brachiata*), cipó-de-sangue (*Machaerium guinata*), rabo-de-camelão (*Buettneria* sp.) e cipó-de-fogo (*Cissus erosa*) (LOUREIRO; DIAS; MAGNAGO, 1980).

Muitas espécies apresentam-se com os emaranhados de cipós mais adensados nas formas dissecadas em cristas. A floresta ainda exhibe elementos arbóreos baixos, com fustes defeituosos, sendo frequentes indivíduos de abio-seco (*Pouteria laurifolia*) e muirapiranga (*Brosimum guianensis*). Além das lenhosas sarmentosas já citadas inclui-se grande frequência de cipó-abuta (*Abuta* spp.), imbé (*Philodendron* sp.) e titica (*Heteropsis* sp.).

A fisionomia da vegetação evidencia-se, também, pela grande quantidade de plantas lenhosas escandentes que invadem os espaços abertos, recobrando o estrato inferior e envolvendo a maioria das copas arbóreas, formando de certa forma autênticas torres verdes; onde o relevo apresenta-se mais movimentado, é comum acontecerem, nos talwegues, adensamentos de palmeiras. Nos interflúvios tabulares, ocorrem, ocasionalmente, áreas restritas com fisionomia de Floresta Aberta com bambu e de Floresta Densa (LOUREIRO; DIAS; MAGNAGO, 1980).

Foi constatado, nos estudos do Projeto RADAMBRASIL que a composição florística da Floresta Aberta com cipó é bastante variada e, além das espécies anteriormente citadas, são muito frequentes:

Elementos arbóreos de breu-manga (*Tetragastris altíssima*), louro (*Ocotea* spp., *Nectandra* sp. e *Lícaria* sp.), abioranas (*Pouteria* spp.), cedro-branco (*Cedrela* sp.), marupá (*Simaruba amara*), mututi (*Pterocarpus* sp.), matamatás (*Eschweilera* spp.), janitá e amapás (*Brosimum* spp.), andirobarana (*Guarea kunthii*), morácea-chocolate (*Pseudolmedia* sp.) paineira (*Chorisia* sp.), taxi-amarelo (*Sclerolobium chryzophyllum*), maparajuba (*Manilkara amazonica*), vergalho de jabuti (*Erisma uncinatum*), castanha de paca (*Scleronema praecox*), muirapixuna (*Martiodendron parviflora*), freijó-branco (*Cordia bicolor*) e ucuubas (*Virola* spp.). Entre as fanerófitas sarmentosas ocorrem ainda com expressiva frequência juquiri (*Mimosa* sp.), japecanga (*Ipomoea* sp.), cipó-de-leite (*Allamanda catártica*), macaca-cipó

(*Marsdenia* sp.), maracujá-de-rato (*Passiflora* sp.), maracujá (*Passiflora quadrangulares*), ituá (*Gnetum* sp.), capa-homem (*Aristolochia trilobata*), timbó-açu (*Derris guianensis*), tracuá (*Philodendron myrmecophyllum*), mucunã (*Dioclea lisiocarpa*) e diversas graxamas (*Big noniaceae*) ((LOUREIRO; DIAS; MAGNAGO, 1980. p.348 e 349).

As lianas constituem espécies heliófilas por excelência e competem fortemente com o estrato arbóreo, provocando o estrangulamento de galhos e troncos e o abafamento das copas arbóreas, causado, invariavelmente, atrofias e, às vezes, a morte de muitas árvores, uma das causas prováveis da existência de tantos espaços abertos na “floresta de cipó”. A submata é igualmente influenciada pela concorrência do cipó, principalmente pela falta de luminosidade, sendo comum a ocorrência de plântulas ombrófilas nesse estrato (LOUREIRO; DIAS; MAGNAGO, 1980).

#### **Floresta Ombrófila Densa Tropical - Formação Submontana dossel emergente**

Essa é uma formação com composição de espécies florísticas bastante diversificadas, que, de acordo com as formas do terreno, refletem características ambientais múltiplas. É constituída de árvores com alturas entre 20-30m, troncos retos e bem copados que representam os estratos dominantes e codominantes (LOUREIRO; DIAS; MAGNAGO, 1980).

A área dessa floresta dentro da bacia era de 149,998 km<sup>2</sup>, localizando-se na porção sudoeste e sul, espalhada em pequenos fragmentos no meio da Floresta Ombrófila Aberta Tropical – Formação Submontana com cipó, representando apenas 10,65% da área da bacia.

De acordo com Loureiro, Dias e Magnago, (1980), essa floresta sempre apresenta grande número de espécies, constituída por árvores de boa qualidade, com diâmetros e alturas consideráveis, o que proporciona alto volume de madeira por hectare. Os agrupamentos dessas subformações constituem fisionomias distintas, com os agrupamentos de árvores emergentes em visível densidade, formando, geralmente, povoamentos puros de indivíduos altos, grossos e bem copados, ocasionando uma submata bem sombreada que favorece o desenvolvimento de espécies ombrófilas. Grande parte das madeiras existentes nesse local é de espécies de qualidades comerciáveis.

A submata é limpa e de fácil acesso, com grande variedade de arbustos (marantáceas, piperáceas, musáceas e violáceas) e plântulas da regeneração arbórea. O

estrato intermediário é constituído por indivíduos finos e baixos, mas com a mesma variedade de espécies que formam os outros estratos (LOUREIRO; DIAS; MAGNAGO, 1980).

#### **4.2. Ocupação, uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Carapá**

Este item refere-se ao processo de ocupação, uso e cobertura da terra dos municípios (Colíder e Nova Canaã do Norte) que estão localizados no espaço geográfico que compreende a bacia hidrográfica do rio Carapá. A finalidade é resgatar o processo histórico de formação dessas localidades, as características da produção local, as mudanças espaciais decorrentes da colonização desse espaço, o uso atual do bioma e a degradação proveniente das ações antrópicas que modificaram a paisagem na área da bacia.

##### **4.2.1 O processo de ocupação da terra nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Carapá**

A ocupação da área onde está inserida a bacia hidrográfica do rio Carapá iniciou-se no ano de 1973, a partir dos projetos de colonização particular do governo federal. Doravante, várias empresas privadas aproveitaram-se de benefícios oferecidos pelo Estado, como incentivos financeiros por intermédio da Sudam (Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia) e da Sudeco (Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste) entre outras vantagens (MENDES, 2009).

##### **4.2.2 A ocupação da terra no município de Colíder**

A Colonizadora e Imobiliária Líder no início da década de 1970 comprou do governo uma vasta quantidade de terra e comercializou-a com colonos originários principalmente dos estados do Sul e Sudeste. A colonização foi possível devido à construção da BR-163, ligando Cuiabá – Santarém pelo 9º BEC (Nono Batalhão de Engenharia e Construção) que, além de ter aberto a estrada também promovia assistência aos futuros donos da terra, às vezes fornecendo-lhes, alimentos e medicamentos e até água (OLIVEIRA, 1998).

Conforme Oliveira (1998) e Ferreira e Silva (2008), Gleba Cafezal foi o primeiro nome usado pelos colonizadores para a área que mais tarde tornar-se-ia o município de Colíder. Esse nome foi originado da sigla da empresa Imobiliária Colonizadora Líder (COLÍDER S/A). De acordo com autores como Schaefer (1985), Oliveira (1998; 2007) e Aranha (2014),

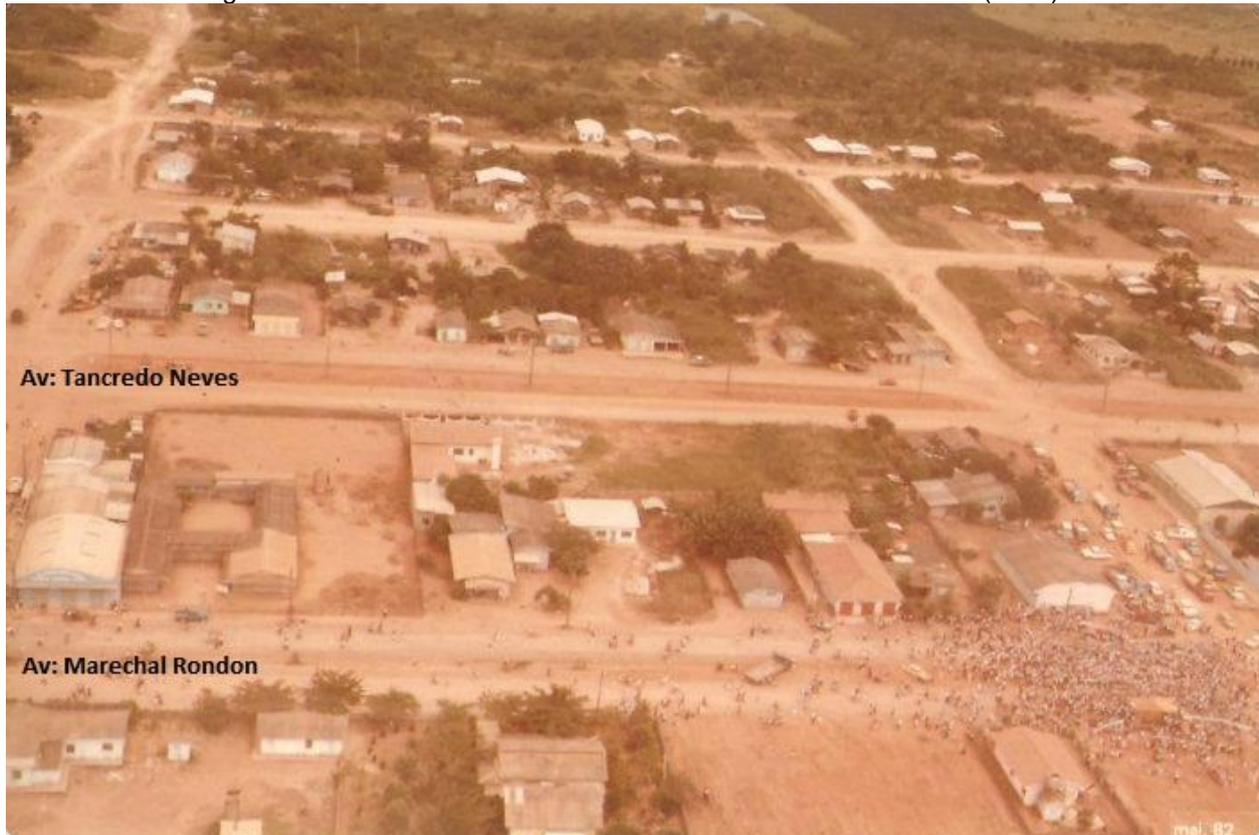
embora os primeiros moradores tivessem se instalado nos primeiros meses de 1973, a inauguração oficial organizada pela colonizadora deu-se no dia 07 de maio de 1974, sendo considerado o dia de Colíder. Nessa época, a área de Colíder e da bacia do Carapá pertenciam ao município de Chapada dos Guimarães, que era o maior do mundo em área territorial.

Segundo Schaefer (1985), logo nos primeiros meses de 1974, a Colíder S/A intensificou a propaganda no Paraná, anunciando que havia excelentes terras na região da Cafelândia, com ótimo clima e facilidades para pagamentos dos lotes. Em pouco tempo, muitas famílias, posseiros, grileiros e agricultores individuais foram chegando e instalando-se ao redor da sede da Gleba Cafezal para ocupar a terra prometida. Essa migração provocou, nos últimos anos da década de 1970, um aumento significativo da população do ainda distrito de Chapada dos Guimarães, que se elevou para aproximadamente 40.000 habitantes, somando a gleba principal (Cafezal) e mais duas glebas (Canaã e Karapá) que fazia parte do distrito (TSUKAMOTO; MINELLI, 1980).

No dia 18 de dezembro de 1979, Colíder (figura 25) foi desmembrado de Chapada dos Guimarães e elevado à categoria de município por meio da Lei Estadual nº 4.158/1979. Em 1980, de acordo com o IBGE, Colíder contava com uma área de 53.091 km<sup>2</sup> (IBGE 2017).

A colonizadora não conseguia honrar todas as promessas feitas por meio das propagandas veiculadas para captar compradores e os colonos enfrentavam dificuldades para obter a escritura da terra, o que inviabilizava possíveis financiamentos. Muitas vezes, a mesma terra era vendida a várias pessoas, o que dificultava a legalização da posse aos verdadeiros donos. Essa prática acabava provocando desavenças que muitas vezes culminavam em violência e morte (OLIVEIRA, 1998; SCHAEFER, 1985).

Figura 25 – Colíder: Av. Marechal Rondon e Av. Tancredo Neves (1982).

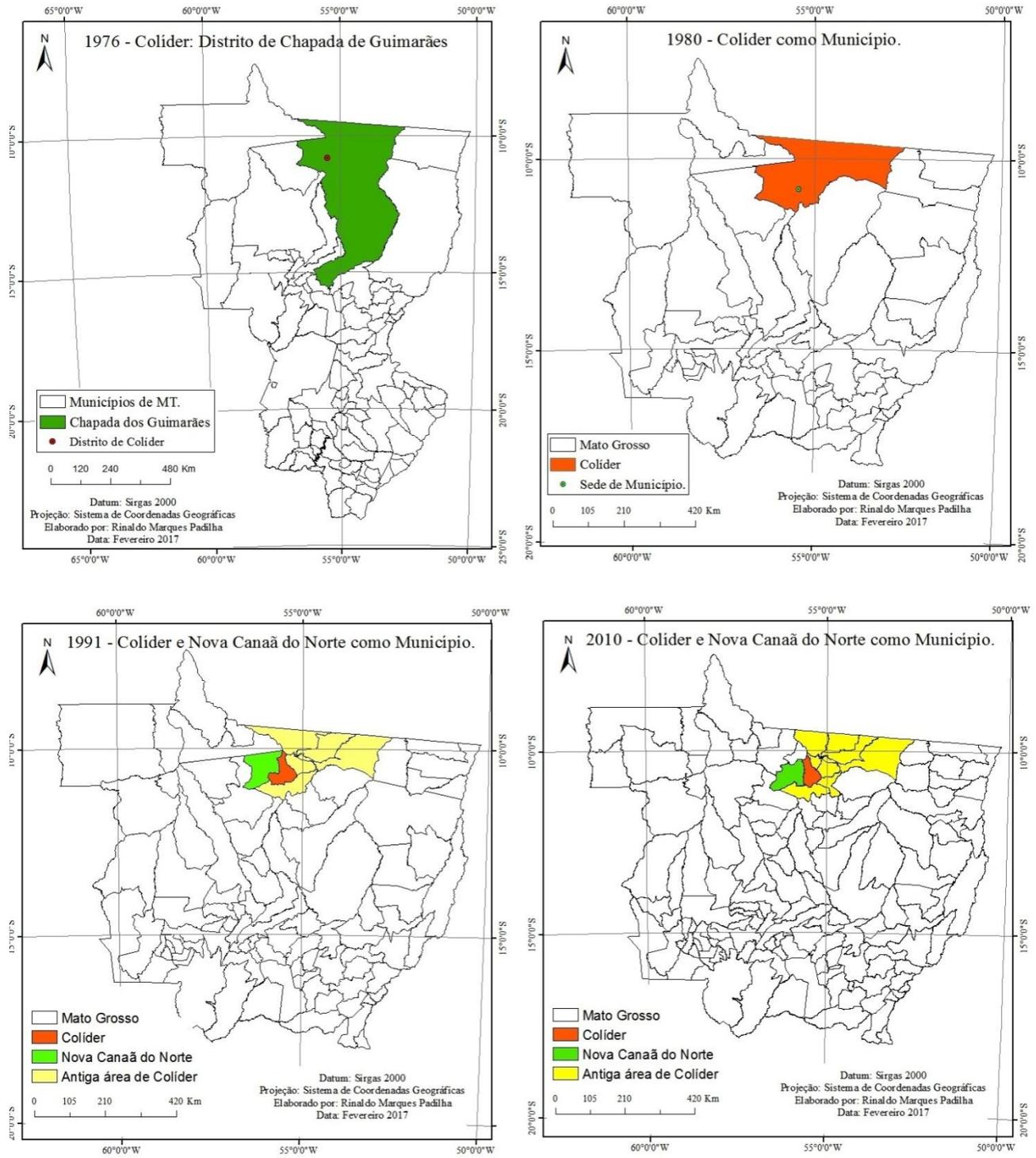


Fonte: Página de Silvana Capelari (Facebook) 2011.

Nos anos seguintes, vários povoados foram se elevando à categoria de distritos. O município de Colíder, até o ano de 1986, era composto de seis distritos além da sede (Itaúba, Guarantã do Norte, Nova Canaã do Norte, Peixoto de Azevedo, Terra Nova do Norte e Matupá); porém, um a um, foram se emancipando, reduzindo a área do município de Colíder a apenas 3.093,171 km<sup>2</sup> (IBGE 2017), ou seja, menos de 6% de seu tamanho original (figura 26).

No Censo de 1980, o primeiro após a elevação de distrito para município, Colíder registrava 34.503 habitantes e, no ano 2000, quando todos os seus distritos tinham sido emancipados, a população contava 28.051 habitantes. De acordo com o IBGE (2017), sua população estimada em 2016 era de 32.120 habitantes, evidenciando um baixo crescimento populacional nos últimos 16 anos.

Figura 26 – Evolução territorial: Colíder e Nova Canaã do Norte.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do banco de dados do IBGE, (2016).

#### 4.2.3 A ocupação da terra no município de Nova Canaã do Norte

O processo de ocupação de Nova Canaã do Norte (figura 27) confunde-se com a história do município de Colíder, pois foi colonizado pela mesma empresa Imobiliária Líder. Imediatamente após instalação da Gleba Cafezal, iniciaram-se os trabalhos de abertura de estradas e 50 km mais adiante, surgia um novo povoamento.

Figura 27 – Nova Canaã do Norte: Av. Brasil (1980).



Fonte: Página de Fotos Históricas de Nova Canaã do Norte (Facebook) 2016.

As mesmas propagandas vinculadas na mídia do Sul e do Sudeste do país para agenciar colonos para a Gleba Cafezal também atraíram famílias para a nova Gleba. O primeiro nome dado ao povoado foi Gleba Nova Era, idealizado pelos próprios donos da Colonizadora Líder. Alguns anos mais tarde, o nome “Nova Canaã” foi sugerido pelo então Bispo de Sinop, D. Henrique Froehlich, que quis com essa iniciativa dar a ideia de que ali era a “Terra Prometida” aos que vinham se instalar na região, trazendo sonhos, coragem para trabalhar e muita esperança no futuro (CARDOSO, 1989).

Os problemas administrativos da colonizadora e a falta de legalização de posse das terras por meio de escrituração na sede de Colíder também afetaram Nova Canaã. Diante desse contexto, o INCRA (Instituto Nacional de Reforma Agrária) intercedeu no processo de colonização, desapropriando os colonizadores, assumindo oficialmente a colonização e a regularização fundiária de muitas propriedades (CARDOSO, 1989).

Nova Canaã tornou-se distrito do município de Colíder em 23 de novembro de 1981 por intermédio da Lei Estadual nº 4.396/1981. Naturalmente, o distrito foi crescendo e o seu relativo progresso possibilitou a elevação do distrito para município com a denominação de Nova Canaã do Norte, por meio da Lei Estadual nº 4.997, de 13 de maio de 1986, desmembrado dos municípios de Colíder e Diamantino (figura 26). O primeiro Censo após a emancipação apontou uma população de 14.033 habitantes no ano de 1991. Em 2016, a área territorial do município era de 5.966,196 km<sup>2</sup> e a população tinha uma estimativa de 12.355 habitantes (IBGE, 2017).

#### **4.2.4 Cultivos na bacia hidrográfica do rio Carapá**

As primeiras formas de uso da terra na bacia do Carapá, de acordo com Oliveira (2007) e Aranha (2014), foram com lavouras de arroz, feijão e milho. O cultivo foi realizado logo nos primeiros meses de 1973, com lavouras provisórias de poucos hectares enquanto os colonos não chegavam às suas terras definitivas. Em contrapartida, os registros mostram que, além dessas culturas, um dos colonos pioneiros teria plantado algodão, mamona, mamão, banana, hortaliças e café (FERREIRA; SILVA, 2008).

Nos primeiros anos de colonização, a prioridade era derrubar a mata para dar lugar à lavoura e, ao mesmo tempo, garantir a posse; mas, posteriormente, foram introduzidas criações de animais para o abate. As fazendas maiores apresentavam considerável rebanho de gado bovino. De acordo com Cardoso (1989) e Aranha (2014), a descoberta de ouro e a criação de garimpos em várias glebas do distrito, como em Colíder, Peixoto de Azevedo e em Nova Canaã, também contribuiu para atrair pessoas de todo o país para ocupar a área e movimentar o comércio e a economia da região. Quando os garimpos foram exauridos, alguns garimpeiros ficaram e foram trabalhar a terra como peões de fazenda ou até mesmo agricultores.

A atividade madeireira foi uma prática econômica importante para a época, pois, ao mesmo tempo em que havia a necessidade de retirada de madeira para explorar a terra, aumentava o comércio local e automaticamente a mão-de-obra que precisava ser empregada. Segundo Tsukamoto e Minelli 1980, as madeiras mais exploradas economicamente foram o angelim-pedra (*Dinizia excelsa*), a canela (*Ocotea spixiana*), a peroba (*Aspidosperma* sp.), o cedro (*Cedrela odorata*), o mogno (*Swietenia macrophylla*) e o ipê (*Tabebuia*). Apenas uma serraria cortou no ano de 1977, cerca de 1.200m<sup>3</sup> de madeira.

No final da década de 1970, havia produção agrícola considerável de vários produtos na área da bacia. Estudos feitos pelo Projeto RADAMBRASIL e publicados em 1980, destacaram algumas culturas que serão descritas a seguir.

A cultura do algodão herbáceo era plantada nos meses de janeiro e fevereiro, sendo colhido em maio e julho. O retardamento do plantio alcançou produtividade média em torno de 2.000 kg/ha, nada devendo às melhores lavouras do estado de São Paulo. O amendoim era plantado com finalidade comercial, obtendo rendimento em torno de 2.600 kg/ha, sem adubação (CAMPOS; DIRANI; RIBEIRO, 1980).

O arroz é uma cultura de ciclo curto e, segundo os mesmos autores, o plantio era feito de setembro, época das primeiras chuvas, até janeiro. O plantio precoce visa à obtenção de três cortes, tendo os seguintes rendimentos para variedades não selecionadas: 1º corte: 2.500 a 3.000 kg/ha; 2º corte: 1.500 a 1.800 kg/ha; 3º corte: 600 a 720 kg/ha.

De acordo com Campos, Dirani e Ribeiro (1980), o café plantado na época era apenas da espécie arábica. A colheita nessa região ocorria entre maio e junho, produzindo com aproximadamente 20 meses de campo, apesar de apresentar também floradas intercalares, embora isso prejudicasse sensivelmente o bom desenvolvimento da planta, por não possuir período de repouso vegetativo.

Os mesmos registros também indicaram a presença do cultivo da mamona, que é uma cultura rústica que vegeta nas regiões tropicais e subtropicais e que necessita de chuvas abundantes durante a fase de crescimento e de um período menos chuvoso na fase de maturação das sementes. Tais condições climáticas são uma característica da região, favorecendo o cultivo. O plantio da mamona acontecia em fevereiro e março, com a colheita no final da estação seca, em agosto e setembro, quando era obtida uma produtividade média em torno de 1.250 kg/ha, para cultivos não selecionados.

O feijão era muito representativo na balança comercial e, segundo Tsukamoto e Minelli (1980), era, depois do arroz, a cultura mais cultivada na região da área de estudo. A variedade de feijão mais cultivada era a Rosinha, que é plantada no início das águas (agosto e setembro) e colhida em novembro e dezembro. Esse grão também era plantado no fim das águas (abril e maio), sendo colhido em junho e julho, quando a produtividade chegava a atingir 2.000 kg/ha, o que não acontecia na outra época, quando era muito baixa a produtividade.

O milho também era cultivado e o plantio de variedades não selecionadas era feito em janeiro e fevereiro, com colheita em maio e junho, com boa produtividade. Os produtos em si eram para subsistência uma vez que a área desmatada até aquele momento era pequena. No distrito de Colíder e no vizinho município de Porto dos Gaúchos, os produtores contavam, para o armazenamento dos produtos, com a atuação da Companhia de Armazéns e Silos de Mato Grosso (CASEMAT), pois para época tal situação era indispensável para manter a produção (TSUKAMOTO; MINELLI, 1980).

Quanto à pecuária, até o final da década de 1970, existiam inúmeras fazendas estabelecidas na área, entre pequenas, médias e grandes propriedades; porém, não foi possível quantificar o número efetivo de bovinos existentes nas áreas referidas. O gado que compreendia o rebanho local, na sua maioria, é o mestiço Nelore, desenvolvido por intermédio de um sistema criatório extensivo, e os capins utilizados eram: colônia (*Panicum maximum*), jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) e braquiária (*Brachiaria decumbens / Brachiaria Brizantha Satrf*). Havia também o gado leiteiro com produção diária que era consumido *in natura* pela população local. A doença mais comum que atingia o rebanho na época era a aftosa, seguida da brucelose (TSUKAMOTO; MINELLI, 1980).

Ainda de acordo com Tsukamoto e Minelli, 1980, a região, até os últimos anos da década de 1970, contava com pequenas indústrias sendo uma marcenaria, duas serrarias, duas olarias, uma fábrica de refrigerantes e uma fábrica de fossas sépticas. O comércio era promissor, contando com várias pequenas empresas de diversos segmentos.

Após a emancipação política do município de Colíder, um dos primeiros registros de uso da terra foi realizado por Schaefer (1985), a partir de dados disponibilizados pela EMATER. Em pouco tempo, o desenvolvimento acelerou e, em 1981, Colíder contava com 12 serrarias, que mensalmente cortavam 1.600 m<sup>3</sup> de madeira.

Com a intensa exploração de madeira, o solo, antes coberto por florestas, foi dando lugar à lavoura com uma grande diversidade, mas com destaque expressivo para o café, arroz, feijão e milho (tabela 3).

Tabela 3 – Produção agrícola de Colíder em 1981.

Produtos	Área colhida em hectares	Produção em toneladas	Rendimento médio sacas/hectare
Café	15.000	10.000	30
Arroz	30.000	35.000	25
Feijão	6.000	4.000	20
Milho	15.000	15.000	30

Fonte: Schaefer (1985)

Nos primeiros anos de emancipação política, a atividade de pecuária já se destacava. Em 1981 contava com 94.634 cabeças de bovinos; 947 cabeças de equinos; 36.270 cabeças suínos e 252.552 cabeças galináceos em geral. Com números um pouco menos expressivos, apontam-se os rebanhos de caprinos, com 86 cabeças, e o de ovinos com 155 cabeças (IBGE, 2007).

Com a emancipação política de Nova Canaã do Norte em 1986, os dados passaram a ser divulgados separadamente a partir do ano seguinte; porém, em consulta ao banco de dados do IBGE, os registros oficiais da agricultura dessa localidade feitos pelo Instituto datam a partir do ano de 1990. As informações indicam que a área plantada de lavouras no município de Colíder reduziu drasticamente em 2006, tendo uma ligeira recuperação apenas nas lavouras temporárias em 2015; no entanto, ainda bem menor do que o ano de 1990 (tabelas 4 e 5). A lavoura em geral perdeu espaço de área plantada principalmente em função do aumento da área de pastagens destinada à pecuária, que registrou aumento nesse mesmo período.

Tabela 4 – Lavouras temporárias – Colíder e Nova Canaã do Norte.

ÁREA PLANTADA EM HECTARES				
Ano	1990	1996	2006	2015
Colíder	16.508	7.915	1.373	11.689
Nova Canaã do Norte	10.300	9.481	9.555	44.196

Fonte: IBGE (2017).

Tabela 5 – Lavouras permanentes – Colíder e Nova Canaã do Norte.

ÁREA PLANTADA EM HECTARES				
Ano	1990	1996	2006	2015
Colíder	2.487	367	385	206
Nova Canaã do Norte	3.000	99	168	46

Fonte: IBGE (2017).

Os dados registrados para os dois municípios que possuem área da bacia do Carapá mostraram que, no município de Colíder, o número de rebanhos suínos, caprinos, e galináceos resultaram em queda no período das quatro décadas pesquisadas. Os outros rebanhos apresentaram aumento no número de cabeças, principalmente de bovinos que, no período de 1986 a 2015, registrou um crescimento de 109,61% (tabela 6).

Não existe registro da pecuária em 1986 do município de Nova Canaã do Norte, pois, nos registros do IBGE, o município ainda era distrito de Colíder. A quantidade dos rebanhos de suínos e galináceos diminuiu e os demais aumentaram. Novamente, o destaque é para o rebanho bovino que registrou um acréscimo de 99,65% (tabela 7). Quando se comparam

esses dados com a população de bovinos em 1987, que era de 30.001 cabeças, a ampliação é de 1.230,9%.

Em geral o rebanho de bovinos dobrou nos dois municípios e outros tipos de rebanhos tiveram aumento significativo, o que mostra uma maior demanda por área para criação desses animais e conseqüentemente uma redução da área destinada à lavoura.

Tabela 6 – Efetivos de rebanhos (cabeças) em Colíder.

Ano	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos em geral
1986	180.342	85	3.321	65.931	296	1.157	413.945
1996	254.484	138	6.030	10.936	194	2.131	130.852
2006	345.081	70	7.343	13.576	646	4.021	160.985
2015	378.011	143	5.273	5.227	226	3.326	42.928

Fonte: IBGE (2017).

Tabela 7 – Efetivos de rebanhos (cabeças) em Nova Canaã do Norte.

Ano	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos em geral
1986	-	-	-	-	-	-	-
1996	200.000	3	3.356	8.037	195	1.551	61.003
2006	386.629	116	4.252	12.144	208	3.292	90.437
2015	399.295	157	4.591	4.890	556	3.633	43.890

Fonte: IBGE (2017).

A atividade garimpeira teve participação no processo de ocupação dos municípios que se encontram na área da bacia, contribuindo para a erosão e o assoreamento de vários canais. Na atualidade no município de Colíder, não há registros oficiais de atividade garimpeira, porém ainda hoje em alguns pontos do canal principal as conseqüências da atividade garimpeira não foram superadas.

No município de Nova Canaã do Norte, embora exista uma cooperativa de exploração mineral com essa finalidade, suas atividades não estão dentro do perímetro da bacia do rio Carapá. Em trabalho de campo, pela área da bacia no território do município, foi encontrado apenas um garimpo que está com suas atividades paralisadas. É visível, no entanto, em vários cursos de água próximos à zona urbana, os vestígios de alterações no leito e nos cursos dos canais provocadas pela atividade garimpeira ocorridas em um passado recente.

No ano de 2015, a polícia e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) fecharam dois garimpos ilegais que atuavam no município de Nova Canaã do Norte e pelo

menos um deles estava na área da bacia hidrográfica do Carapá. As áreas de antigos garimpos passam por um lento e delicado processo de recuperação ambiental.

#### **4.2.5 O uso atual da terra na área da bacia hidrográfica do rio Carapá**

Na atualidade, a bacia hidrográfica do rio Carapá é usada predominantemente com pastagem para pecuária, principalmente pelo gado bovino que é criado no sistema extensivo, ocupando a maior parte da área da bacia. É importante também a presença de rebanhos de bubalinos, caprinos, suínos, equinos galináceos entre outros.

A lavoura existente, que aparece em poucas áreas, está dividida em variadas culturas tanto temporária quanto permanente. As mais importantes do ponto de vista econômico são as lavouras temporárias, com destaque para a soja, milho e arroz, mas encontram-se em quantidades significativa as culturas de mandioca, abacaxi, melancia, melão entre outras. Dentre as lavouras permanentes, as mais importantes economicamente são banana e borracha, porém são cultivadas diversas outras como: café, castanha-de-caju, guaraná, palmito (figura 28), entre outras (IBGE, 2017).

Não foi possível quantificar os números de área plantada e a quantidade em toneladas de cada tipo de lavoura temporária dentro da área da bacia; porém, o IBGE divulgou esses dados por município para o ano de 2015. A partir dessas informações percebe-se que ao longo de 40 anos de cultivo da lavoura nos municípios de Colíder e Nova Canaã do Norte, as culturas tradicionais, que impulsionaram a colonização e a economia nas décadas de 1970 e 1980, foram perdendo espaço para a soja (figura 29). Esse grão, por sua vez, acompanhou as tendências de crescimento no restante do estado de Mato Grosso, concretizando-se como principal produto da lavoura temporária. Em 2015, a soja compreendia uma área de 38.712 hectares e produziu 127.750 toneladas (tabela 8).

As culturas permanentes também foram quantificadas pela área total dos dois municípios que se encontram na área da bacia hidrográfica do Carapá. A partir dos dados disponibilizados pelo IBGE para o ano de 2015, constatou-se que as lavouras permanentes ocupam um percentual bem menor em relação às temporárias, sendo a cultura da banana o principal produto. O cultivo dessa fruta tem registrado um crescimento de 160% na área plantada e 632% na produção em toneladas em relação ao ano de 2006. A área plantada com a banana em 2015 foi de 65 hectares e sua produção foi de 1.230 toneladas (tabela 9).

Figura 28 – Cultivo de palmito pupunha em Nova Canaã do Norte, 2017.



Figura 29 – Lavoura de soja no município de Colíder, 2017.



Rinaldo Marque Padilha. Jan/2017.

Tabela 8 – Lavouras temporárias nos municípios em 2015.

Lavoura	Área total em hectares		Produção em toneladas	
	Colíder	Nova Canaã do Norte	Colíder	Nova Canaã do Norte
Abacaxi	20	13	600	260
Arroz	1.327	3.000	4.777	10.800
Cana-de-açúcar	20	--	800	--
Feijão	300	--	360	--
Mandioca	100	15	1.500	450
Melancia	30	10	750	200
Melão	15	--	105	--
Milho	2.820	9.498	16.074	54.139
Soja	7.052	31.660	23.272	104.478
Tomate	05	--	100	--
Total	11.689	44.196	48.338	170.327

Fonte: IBGE (2017).

Tabela 9 – Lavouras permanentes em 2015.

Lavoura	Área total em hectares		Produção em toneladas	
	Colíder	Nova Canaã do Norte	Colíder	Nova Canaã do Norte
Banana (cacho)	30	35	600	630
Borracha (látex coagulado)	140	--	126	--
Café (em grão)	--	06	--	04
Castanha-de-caju	20	--	08	--
Guaraná (semente)	05	--	03	--
Laranja	04	--	32	--
Palmito	07	05	11	07
Total	206	46	780	641

Fonte: IBGE (2017).

A partir da observação em trabalho de campo, foi constatada a predominância do uso da terra como pastagem para a pecuária, principalmente ao rebanho bovino. A pecuária de corte no sistema de cria, recria e engorda com gado da raça Nelore é a predominante, porém também há várias propriedades que praticam a pecuária leiteira, abastecendo as indústrias de laticínios na região (figura 30).

Além da lavoura tradicional, a região conta também com a produção advinda da agricultura familiar, com uma produção significativa de produtos hortifrutigranjeiros (Alface, almeirão, ovos, tomate, quiabo, abobora etc.), que são comercializados pela Associação dos Feirantes, nas feiras livres de quartas-feiras e aos sábados em Colíder e em Nova Canaã do Norte (figura 31). De acordo com a prefeitura municipal de Colíder, (2017), as feiras livres proporcionam fomento, trabalho e emprego aos trabalhadores que se ocupam da agricultura familiar, fortalecendo e valorizando a produção de produtos orgânicos.

Figura 30 – Pecuária leiteira no município de Colíder, 2017.



Figura 31 – Horta de agricultura familiar com produtos orgânicos em Colíder, 2017.



Rinaldo Marques Padilha. Jan/2017.

#### 4.2.6 O uso direto dos rios na bacia

Embora a bacia hidrográfica seja de 6ª ordem na classificação de Strahler, os rios em geral são de pequeno porte com pouco volume de água durante o ano, exceto nos picos de cheia no período chuvoso. Essa característica impossibilita a navegação mesmo com pequenas embarcações e excetuando alguns casos isolados a atividade pesqueira não é exercida economicamente na área da bacia, sendo exercida apenas para o consumo próprio por moradores de baixa renda ou como atividades de lazer por outras classes sociais.

Muitos agricultores que têm um ou mais cursos hídricos em sua propriedade resolveram diversificar a produção para aumentar a renda familiar e passaram a atuar na piscicultura, prática comum em muitas propriedades rurais que compreendem o perímetro da bacia. Os proprietários de terras escavam tanques nas margens de rios e córregos e desviam o curso de água, enchendo os reservatórios que são usados para criar diversas espécies de peixes (figura 32).

No município de Colíder, em 2014, a prefeitura municipal criou um incentivo para ajudar pequenos produtores a obterem uma renda extra com a piscicultura. O projeto consistia em ajudar inicialmente 25 pequenos agricultores a escavarem seus tanques ofertando assistência técnica para o processo produtivo, desde a escavação, compra de alevinos, compra de ração, dosagem no tratamento e venda para o mercado consumidor. Em 2016, em continuidade ao projeto, a Secretaria de Agricultura do município juntamente com a EMPAER fizeram doação de 10 mil alevinos a pequenos produtores para incentivar a piscicultura e a agricultura familiar.

Figura 32 – Tanque para a piscicultura de tambaqui e tambacu – Colíder, 2017.



Rinaldo Marques Padilha. Fev/2017

Os peixes são comercializados no comércio local e na região (cidades vizinhas). Não foi possível quantificar a produção comercializada apenas na área da bacia do Carapá, mas dados divulgados pelo IBGE (2017) por municípios mostram que o município de Colíder comercializou 225 mil quilos de peixe, contabilizando um total de R\$ 1.073 milhão de reais,

enquanto o município de Nova Canaã do Norte negociou 29,5 mil quilos de peixe que resultaram em uma receita de R\$ 184 mil reais (tabela 10).

Tabela 10 – Produção de alevinos em tanque em 2015, Colíder e Nova Canaã do Norte, MT.

Espécies	Colíder		Nova Canaã do Norte	
	kg	Reais (R\$)	Kg	Reais (R\$)
Piau, piapara, piauçu, piava	5.000	23.000	3.000	14.000
Pintado, cachara, cachapira e pintachara, surubim	20.000	150.000	15.000	113.000
Tambacu, tambatinga	100.000	450.000	5.000	23.000
Tambaqui	100.000	450.000	5.000	23.000
Matrinxã	--	--	500	4.000
Outros peixes	--	--	1.000	7.000

Fonte: IBGE (2017)

Em alguns casos, o produtor, além de comercializar o peixe em supermercados, bares e peixarias, também é dono de um pesque-pague, muitas vezes associando-o a um restaurante, criando uma fonte de renda paralela e permanente durante o ano inteiro e, ao mesmo tempo, gerando mais uma opção de lazer para a população local.

#### 4.2.7 A urbanização da bacia hidrográfica

A área urbana da bacia hidrográfica do Carapá corresponde à sede dos municípios de Colíder (10,993 km<sup>2</sup>) e de Nova Canaã do Norte (3,811 km<sup>2</sup>). Para este trabalho foi considerado como urbano, apenas a área da cidade e que efetivamente configuram-se com função urbana e apresentem pelo menos quatro dos principais equipamentos urbanos, que de acordo com a Lei nº 6.766/79 são (água encanada e tratada, rede de esgoto, galerias de águas pluviais, coleta de lixo, redes de distribuição de energia elétrica, iluminação pública, redes telefônicas e pavimentação). Essa definição foi adotada para diferenciar da que foi estipulada pelo plano diretor dos municípios de Colíder e Nova Canaã do Norte, que para aumentar a arrecadação do IPTU considera perímetro urbano todas as áreas chácaras e sítios no entorno da cidade que atualmente têm função rural com práticas de agricultura familiar, pecuária de leite e de corte, piscicultura e hortaliças.

De acordo com o IBGE (2017), o Censo de 2010 registrou que o município de Colíder contava com uma população urbana de 25.014 habitantes, quantia que representava 81,3% da população total. O município de Nova Canaã do Norte apresentava 6.816 habitantes

residindo na área urbana, perfazendo 56,2% da população total. Em 2016, o IBGE registrou um crescimento populacional de 4,4% para Colíder e de 1,9% para Nova Canaã do Norte.

Porém, nesse mesmo período a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a SEMA-MT autorizaram a construção da Usina Hidrelétrica Colíder, no rio Teles Pires. Esse empreendimento gerou uma grande demanda por mão de obra, estimulando a chegada de trabalhadores de vários estados do país, parte dos quais se instalaram nas cidades de Colíder e Nova Canaã do Norte. Assim, a imigração temporária estimulou o setor de construção civil e a própria população a construir novas residências para venda ou aluguel, muitas das quais ficaram desocupadas quando grande parte desses trabalhadores foram dispensados durante o estágio final de implantação da usina.

Conforme o Ministério das Cidades (BRASIL, 2017), o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) registrou até o ano de 2015 que 100% da população urbana residente na sede dos dois municípios da bacia do rio Carapá era atendida com água encanada e tratada. A água é retirada do rio Corgão em Nova Canaã do Norte enquanto que no município de Colíder a coleta é feita no rio Carapá e no córrego Esperança.

A rede de distribuição de água em Nova Canaã do Norte em 2013 contava com 45 km de extensão e 2.280 ligações ativas, distribuindo 647.000 m<sup>3</sup>/ano de água tratada; em Colíder, a rede de distribuição em 2015 computava 107,19 km de extensão e 8.555 ligações ativas que distribuíram 1.838.750 m<sup>3</sup>/ano de água tratada (BRASIL, 2017).

A água tratada, que é distribuída na área urbana, é utilizada principalmente para uso doméstico, mas também para todo o setor comercial e uma grande parte do setor industrial que é de pequeno porte. As poucas indústrias de médio e grande porte, como frigoríficos, curtumes, laticínios etc., estão localizadas mais distantes dos centros urbanos e contam com poços artesianos ou semi artesianos para uso interno.

O município de Nova Canaã do Norte não possui sistema de coleta e tratamento de esgoto. Os dejetos produzidos pela população são depositados na bacia por intermédio de fossas domésticas. O lixo doméstico é depositado em lixão, pois o município ainda não finalizou as obras do aterro sanitário.

No município de Colíder o aterro sanitário foi concluído em 2008, desde então deixou de descartar o lixo a céu aberto que contribuía para a contaminação do solo e algumas nascentes da bacia. Inaugurado na mesma época, o sistema de coleta e tratamento de

esgoto, atende apenas uma parte da população, principalmente no centro e nos bairros próximo a ele.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no ano de 2015, havia 55,82 km de rede esgotos, em 2.990 ligações ativas, coletando cerca de 638.660 m<sup>3</sup>/ano de esgoto *in natura* que são tratados antes de ser liberados novamente no solo ou rio. O esgoto coletado e tratado das residências, comércios e pequenas indústrias atende apenas 46,7% da população urbana de Colíder, ficando a maior parte dos dejetos depositados em fossas domésticas sem tratamento (BRASIL, 2017).

Com relação aos córregos urbanos, existem quatro canais que nascem na área urbana do município de Colíder, sendo que três deles têm suas nascentes no norte da cidade. Um desses córregos teve sua nascente principal suprimida para construção de uma escola estadual e a parte que resiste teve sua vegetação ciliar totalmente retirada para a prática da pecuária. Outro canal com nascente no norte passa por uma pequena área de pastagem, onde os animais durante muitos anos dessedentavam diretamente no canal. Mais abaixo, o córrego passa por bairros, onde foram construídas residências, desrespeitando os limites estabelecidos em lei (figura 33).

Figura 33 – Córrego urbano com presença de residências em APPs.  
Bairros Jardim Alegre e Jardim Barbiero – Colíder 2017.



Rinaldo Marques Padilha. Fev/2017.

Não foi observada ligação de esgoto *in natura* das casas sendo despejado no córrego, mas é visível em alguns trechos o lixo descartado e perceptível o mau cheiro, principalmente no período da estiagem. A erosão e o assoreamento vêm aumentando gradativamente devido à falta de vegetação nas suas margens, sendo uma realidade em todo o seu percurso.

O maior canal urbano é o rio Jaracatiá que nasce no sudeste da cidade e percorre toda a parte leste e nordeste da área urbana (figura 34). Esse curso de água teve a vegetação de suas margens totalmente suprimida nas décadas de 1970 e 1980. Suas nascentes estavam totalmente degradadas, por isso iniciou em 2005 a recuperação delas a partir do plantio de árvores de várias espécies, por alunos das escolas públicas do município. Na atualidade, a nascente está recuperada e sua área foi transformada em parque florestal, atrativo de turismo ecológico. Nos dias que correm, o parque está fechado ao público para estruturação de acessibilidade, iluminação, bancos e trilha de caminhada (figura 35).

Figura 34 – Rio Jaracatiá na periferia da zona urbana de Colíder, 2017.



Figura 35 – Parque Florestal que abriga a nascente do rio Jaracatiá, Colíder, 2017.



Rinaldo Marques Padilha. Mar/2017.

Em 2012 foi construído por parte da prefeitura um lago artificial, com o objetivo de promover uma opção de lazer à população (figura 36). Aproximadamente 750 metros abaixo da nascente, o rio sofreu uma grande alteração em seu leito. Embora o projeto tivesse o objetivo de revitalizar o rio e valorizar a paisagem urbana na região central da cidade, até hoje a obra não foi concluída, ficando a maior parte das margens desse curso d'água sem cobertura vegetal adequada. A erosão e a sedimentação são constantes, principalmente em sua margem esquerda, por não haver pavimentação asfáltica na via de

acesso, contribuindo para o escoamento de sedimentos para o lago pela margem com solo exposto.

Figura 36 – Lago dos Pioneiros. Rio Jaracatiá, Colíder, 2017.



Rinaldo Marques Padilha. Mar/2017.

A jusante do lago, o rio percorre áreas que foram urbanizadas com várias ocupações irregulares, cujas casas, em sua maioria, têm o seu quintal dentro da APP do rio Jaracatiá. Em todo o percurso em que o rio atravessa a cidade, não há vegetação natural, o que se vê são apenas gramíneas que nasceram espontaneamente ou são vestígios de pastagens da atividade pecuária recente. Carmo et al. (2016), em seus estudos sobre as ocupações irregulares nessa área, constataram que a maioria das residências irregulares é ocupada por pessoas de baixa renda.

Algumas propriedades não possuem canalização necessária à drenagem correta de esgoto, o qual é despejado em fossas domésticas, que estão às margens do rio Jaracatiá. Embora exista coleta regular de lixo, não é difícil encontrar entulhos de lixo doméstico no leito do rio.

Praticamente não há canalização do rio exceto em pequenos trechos atravessados por ruas e avenidas, mas o canal passou por escavações para retirada de lixo e entulhos que foram jogados por moradores ou que foram levados pela tubulação de águas pluviais. Essa tornou o leito retilíneo em alguns pontos, modificando a morfologia do canal.

O município de Nova Canaã do Norte possui dois córregos urbanos, que nascem no centro da cidade e cortam a área urbana no sentido sudeste-nordeste. O córrego Central nasce ao sul da cidade e percorre 880 metros na área urbana e tem a sua nascente totalmente cercada por residências e pavimentação asfáltica em espaço de 1.500m<sup>2</sup> aproximadamente. É uma área demasiadamente pequena para preservação de uma nascente que nos dias atuais encontra-se sem nenhuma forma de proteção.

Com fácil acesso de qualquer pessoa, a área sofreu o impacto da urbanização e não conta mais com a vegetação natural, restando apenas vários pés de bananeiras e algumas palmeiras. Além da falta da vegetação, a área registra tijolos de construção civil, embalagens plásticas e de metal (figura 37).

Figura 37 – Nascente do córrego Central. Nova Canaã do Norte, 2017.



Rinaldo Marques Padilha. Fev/2017.

O córrego Central só é canalizado nas travessias das largas avenidas e ruas da cidade e a parte que corre em seu leito não tem mais sua vegetação natural, mas é visível em alguns trechos o reflorestamento às margens do córrego. Outro problema é o lixo que pode ser visto em vários pontos do canal, descartado de forma incorreta por uma pequena parte da população, levado pelas enxurradas em dias chuvas (figura 38).

Além do acúmulo de lixo doméstico no leito e nas margens do córrego, também foi observado restos de construção civil e resíduos orgânicos diversos. Depois de passar pela área central da cidade, o córrego segue por uma área de pastagens, é represado várias vezes até encontrar a mata ciliar cerca de 3 km depois.

Figura 38. Córrego Central no centro da área urbana. Nova Canaã do Norte, 2017.



Rinaldo Marques Padilha. Fev/2017.

O segundo canal urbano, denominado de córrego Fundo também nasce no centro da cidade ficando ao norte do anterior. Esse córrego teve sua nascente principal totalmente suprimida pela pavimentação de ruas e edificação de residências, não sendo possível verificar área em que efetivamente surge água. Os primeiros vestígios visíveis de água surgem das tubulações de águas pluviais estruturadas abaixo das avenidas da cidade, começando então o leito do canal.

Assim como o córrego Central, o córrego Fundo não tem vegetação natural preservada. Em alguns pontos existe uma forma tímida de reflorestamento; porém, na maioria do seu percurso, o canal é margeado por gramíneas. É visível, no leito, em vários pontos, lixo doméstico e até mesmo restos de construção. Devido à falta de vegetação adequada, está ocorrendo erosão e assoreamento do seu leito em uma área periférica da cidade (figura 39).

Antes de deixar a cidade, o córrego passa por um terreno baldio que recebe uma grande quantidade de sobras de construção civil, resíduos que praticamente estancaram o

fluxo do córrego, criando uma área de alagamento com pouca quantidade de água, seguindo o seu fluxo normal (figura 40).

Figura 39 – Erosão e assoreamento no córrego Fundo, Nova Canaã do Norte, 2017.



Figura 40 – Entulhos e restos de construção no córrego Fundo, Nova Canaã do Norte, 2017.



Rinaldo Marques Padilha. Fev/2017.

#### 4.2.8 As mudanças espaço temporal na bacia hidrográfica

A análise espaço-temporal mostra a evolução do desmatamento na bacia hidrográfica do Carapá em trinta anos. Nesse período, as áreas desmatadas aumentaram progressivamente em virtude de a vegetação ter sido substituída pela agricultura, pastagem e urbanização (tabela 11).

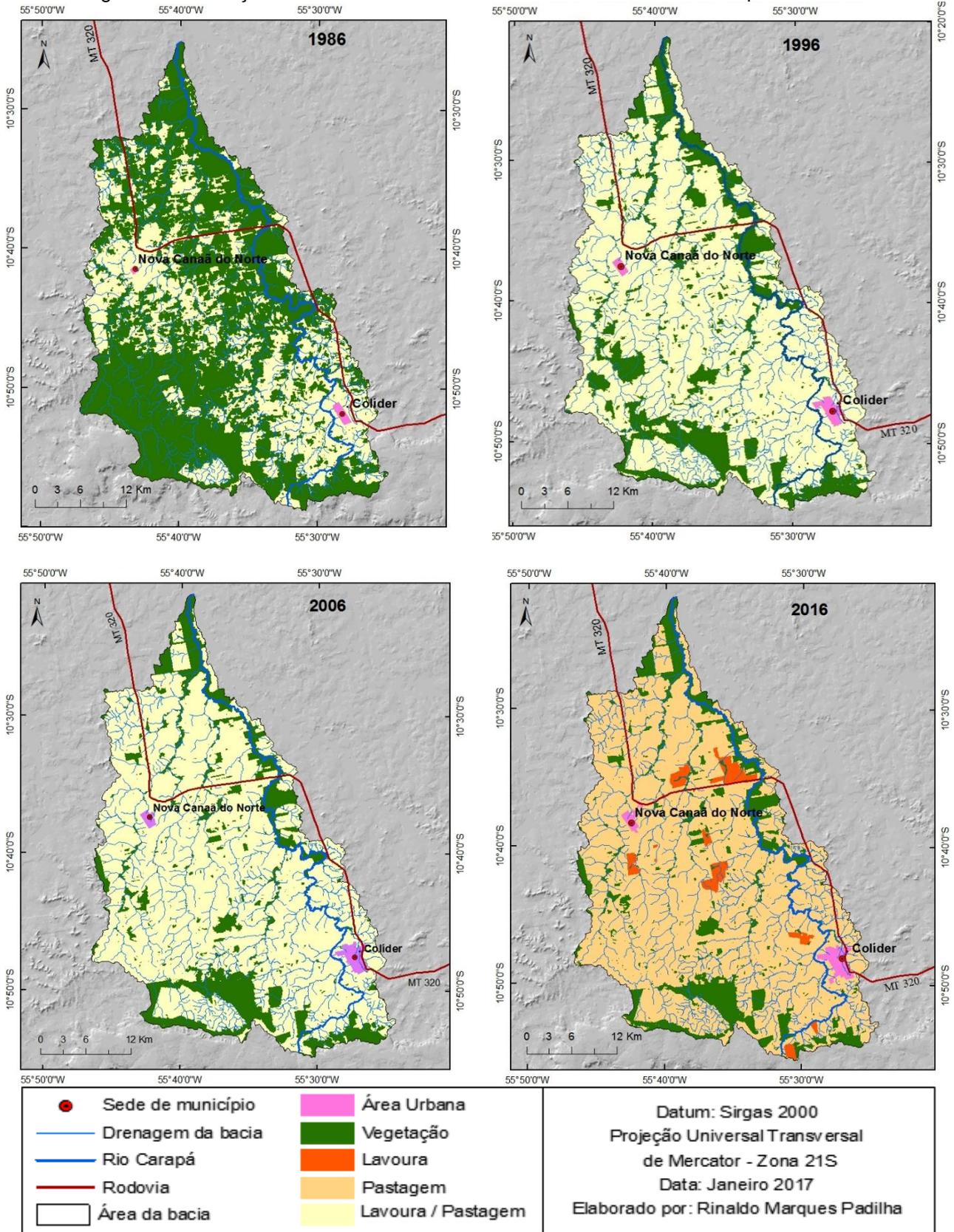
Tabela 11 – Evolução espaço-temporal do desmatamento na bacia do rio Carapá.

Ano	Área preservada		Área desmatada	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
1986	885,451	62,84	523,670	37,16
1996	355,009	25,20	1054,112	74,80
2006	321,566	22,82	1087,555	77,18
2016	293,481	20,83	1115,640	79,17

Fonte: Elaborada por Rinaldo Marques Padilha a partir de dados das imagens Landsat.

Em 1986, o mapeamento mostra que a maior parte da área da bacia do rio Carapá possuía vegetação preservada em aproximadamente 62,84% e o espaço desmatado para uso da agricultura e pecuária correspondia a cerca de 36,90%. A área urbana dos dois municípios era relativamente pequena, em torno de 0,26 % de toda a área da bacia (figura 41).

Figura 41 – Evolução do desmatamento e uso da terra na bacia do rio Carapá. 1986-2016.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir das imagens Landsat, disponibilizada pelo INPE (2017).

As imagens de 1996 apresentam uma grande mudança nas proporções em relação ao desmatamento e à mata preservada. A área de vegetação passou corresponder 25,20% e a desmatada representava 74,16%, enquanto a área urbana das sedes dos dois municípios computava 0,64% (figura 41).

Em 1996, o desmatamento mais que dobrou, ou seja, apresentou um aumento de 101,3%, em relação à área desmatada em 1986. Na metade da década de 1990, a exploração madeireira apresentava sinais de decadência em virtude da pressão por parte dos órgãos do governo federal, impondo o fim do desmatamento ilegal, os mesmos órgãos que incentivaram o desmatamento no passado como forma de garantir a posse da terra. Passos (2007) esclarece que, nos projetos de colonização oficial, o INCRA exigia, entre vários trâmites burocráticos, o desmatamento de 50% da área total para emitir o título definitivo de posse.

Em 2006, a área de vegetação natural preservada reduziu 22,82%, o que corresponde apenas a 321,566 km<sup>2</sup>. A área urbana dos municípios de Colíder e de Nova Canaã do Norte cresceu para 0,84%, o que corresponde aproximadamente a 11,836 km<sup>2</sup>, e a área desmatada para uso da agricultura e pecuária aumentou 76,34%, sendo que antes correspondia a aproximadamente 1.075,719 km<sup>2</sup>. A vegetação preservada restringia-se à mata ciliar e à cobertura vegetal de encosta (figura 41).

A partir das imagens do satélite Landsat 5, as análises apontaram que, no ano de 2006, houve uma redução no ritmo do desmatamento na área da bacia em relação ao ano de 1996. Nesse interstício, o crescimento do desmatamento foi de 3,19%, números pequenos, pois a área da bacia encontrava-se bastante devastada, restando poucas áreas preservadas, grande parte delas em APPs (Área de Preservação Permanente).

Nesse ínterim, havia se consolidado o processo de transição da predominância da atividade de agricultura, observada no início do processo de colonização, para a atividade de pecuária. Assim como aconteceu em regiões vizinhas, aos poucos os pequenos agricultores, que não tinham condições de repor os nutrientes do solo após alguns anos de cultivo, o desmatamento da área e a substituição da mata por pastagem foi a alternativa mais rápida para valorizar suas terras. Ao mesmo tempo, para os proprietários de grandes latifúndios, o desmatamento e a implantação da pecuária extensiva foi a forma encontrada para garantir a legitimação jurídica da propriedade (TEIXEIRA, 2006).

Constatou-se que a área de vegetação natural da bacia hidrográfica em 2016 era de 293,481 km<sup>2</sup>, correspondendo a 20,83 % de toda a área da bacia. A área destinada a

pastagens ocupava 1.068,530 km<sup>2</sup>, perfazendo 75,83%. A área de lavoura abrangia 32,305 km<sup>2</sup>, representando 2,29% da área da bacia. As sedes dos dois municípios encontram-se na bacia, com 14,805 km<sup>2</sup> de área urbana, correspondendo a 1,05% da área total (figura 41).

Nos últimos dez anos (2006-2016), a agropecuária estava consolidada na área da bacia e o índice de desmatamento cresceu apenas 2,58%; porém, se considerar o Código Florestal de 2012, essa legislação determina como reserva legal 80% de preservação da área de floresta da Amazônia Legal. Não deveria, portanto, ocorrer desmatamento e sim reflorestamento nesse mesmo período. A área urbana apresentou um aumento de 25%, com o surgimento de novos bairros, reestruturação de alguns existentes e implementação de alguns loteamentos pelas imobiliárias.

### 4.3. Morfologia e morfometria da rede de drenagem

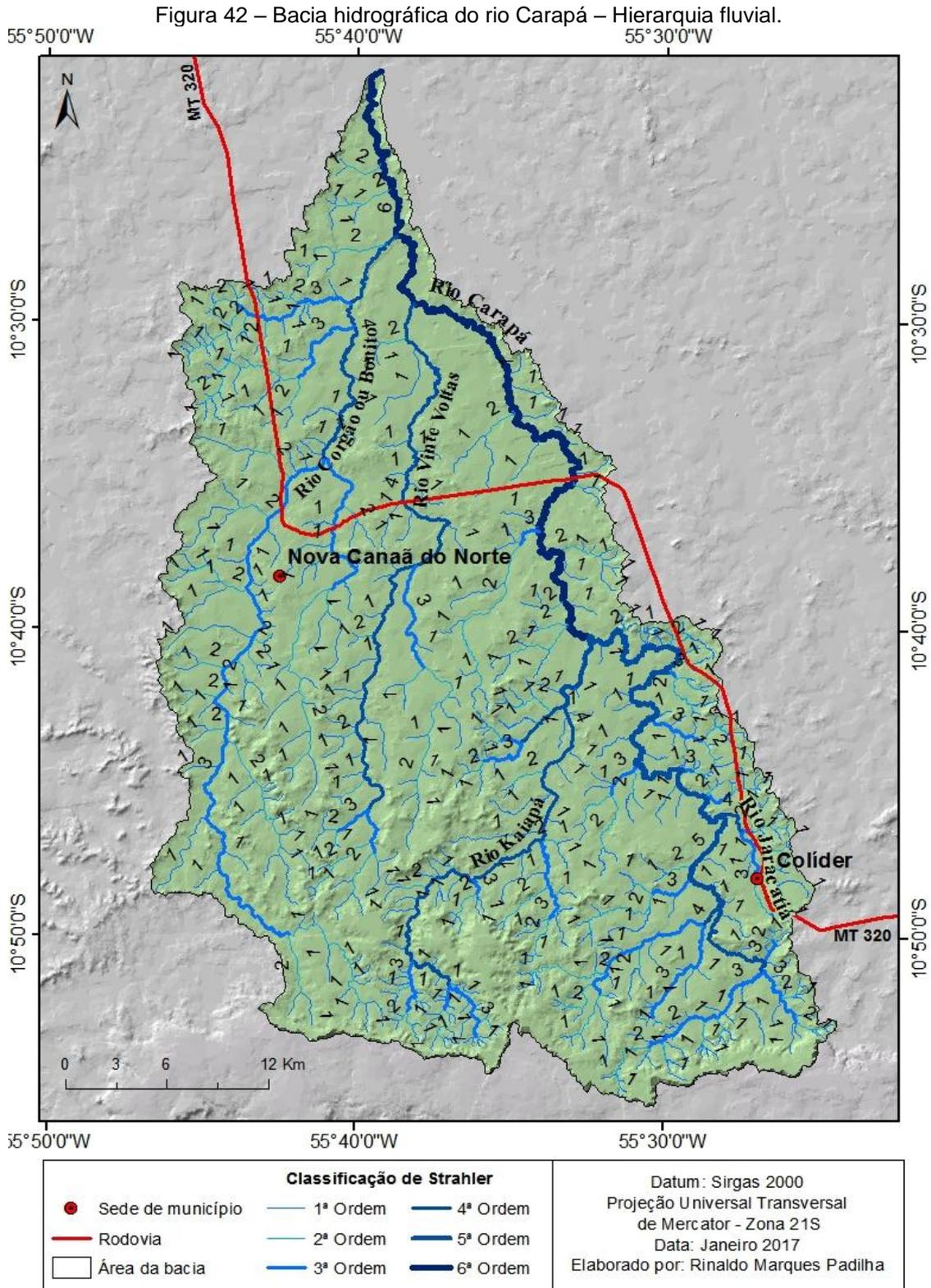
#### 4.3.1. Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica do rio Carapá, de acordo com a classificação de Strahler, é de sexta ordem e pode ser subdividida em várias bacias hidrográficas menores, entre elas estão: bacia do rio Corgão ou rio Bonito, bacia do Kaiapá, bacia do Jaracatiá, bacia do rio Vinte Voltas, entre outras (tabela 12, figura 42). A nascente do rio principal está na altitude de 390 m e sua foz está em 250 metros de altitude, dessa forma registra uma amplitude altimétrica de 140 m.

Tabela 12 – Bacia do rio Carapá: principais rios, hierarquia, extensão e dados altimétricos.

Rios	Hierarquia	Extensão	Altitude máxima	Altitude mínima	Amplitude altimétrica
Carapá	6ª Ordem	163,526 km	390 m	250 m	140 m
Kaiapá	5ª Ordem	41,442 km	400 m	271 m	129 m
Alto Carapá	5ª Ordem	40,619 km	390 m	284 m	106 m
Corgão	4ª Ordem	72,505 km	421 m	258 m	163 m
Jaracatiá	4ª Ordem	9,243 km	325 m	284 m	41 m
Vinte voltas	4ª Ordem	50,523 km	400 m	255 m	145 m

Elaborado pelo autor.

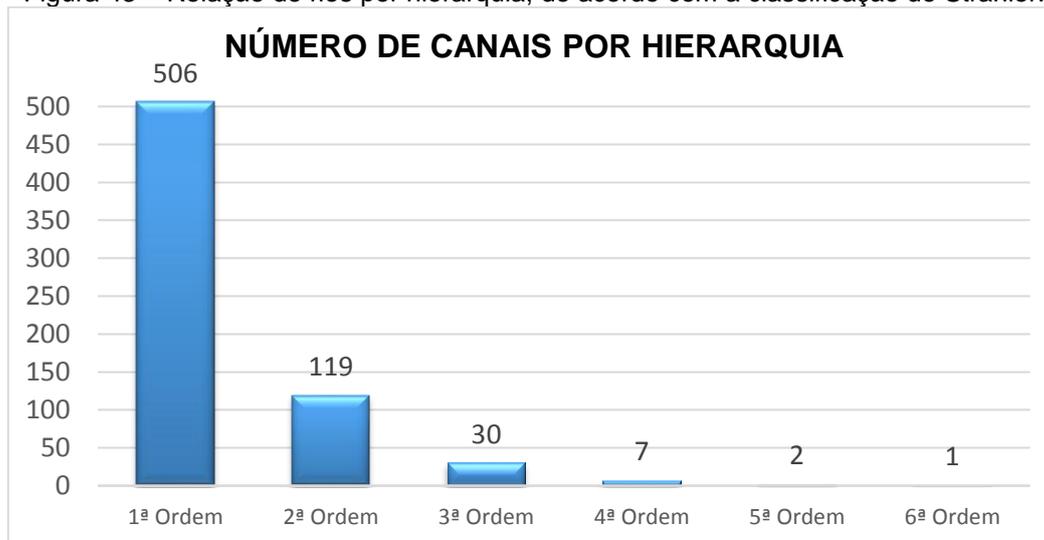


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de carta geomorfológica MDE – TOPODATA INPE (2016).

A maior área drenada da bacia encontra-se à margem esquerda, ficando à margem direita pouquíssimos cursos de água e de pequenas extensões. Isso se explica devido à proximidade com o rio do Meio, que corre paralelamente desde a nascente até a sua foz.

O canal principal da bacia do Carapá possui 163,526 km de extensão e a soma de todos os canais chega a 1.362,195 km. A bacia possui 506 nascentes, que geram 119 canais de segunda ordem, 30 canais de terceira ordem, sete canais de quarta ordem, dois canais de quinta ordem e o canal de sexta ordem que corresponde ao rio principal (tabela 12 e figura 43).

Figura 43 – Relação de rios por hierarquia, de acordo com a classificação de Strahler.



Elaborado pelo autor.

O rio Kaiapá, um dos afluentes da margem esquerda, forma a maior sub-bacia, de acordo com a classificação de Strahler (quinta ordem), possuindo uma área de 1.970,011 km<sup>2</sup> e uma amplitude altimétrica de 129 metros. O número total de canais calculado dessa bacia é de 143, sendo um canal de quinta ordem, dois canais de quarta ordem, oito canais de terceira ordem, 28 canais de segunda ordem e 104 canais de primeira ordem. O comprimento total de todos os rios dessa bacia é de 218,580 km e o canal principal tem 41,442 km de extensão (figura 44).

O rio Corgão situa-se à margem esquerda do rio Carapá, formando uma bacia de quarta ordem na classificação de Strahler. Embora seja de ordem inferior à bacia do Kaiapá, é a bacia de maior extensão territorial, com uma área de 432,791 km<sup>2</sup> e uma amplitude altimétrica de 163 metros. O total de canais da bacia é de 161 cursos de água, sendo um canal de quarta ordem, quatro canais de terceira ordem, 26 canais de segunda ordem e 130 canais de primeira ordem. O comprimento total de todos os canais é de 389,223 km; o canal principal tem 72,505 km, sendo o rio de maior extensão depois do rio Carapá (45).

Figura 44 – Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do rio Kaiapá.

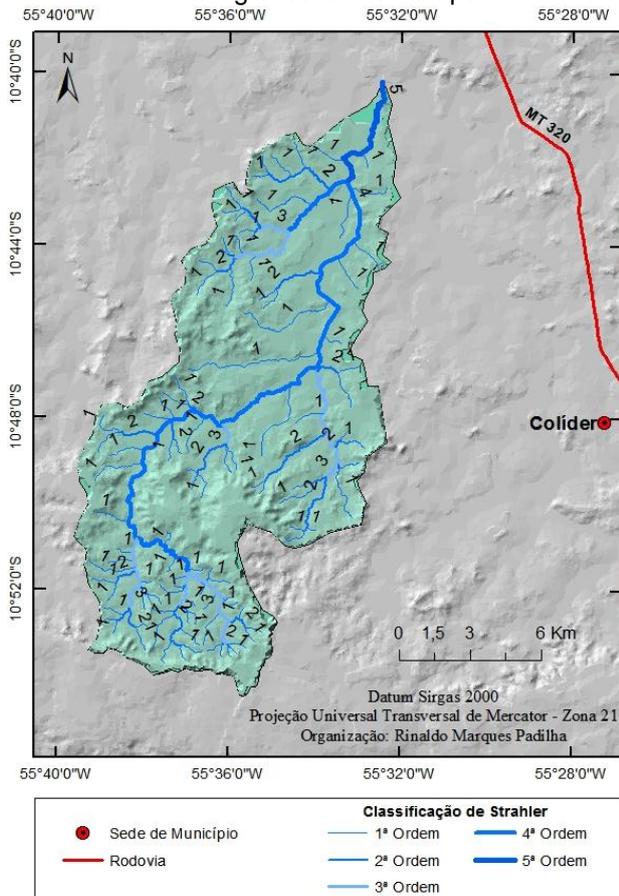
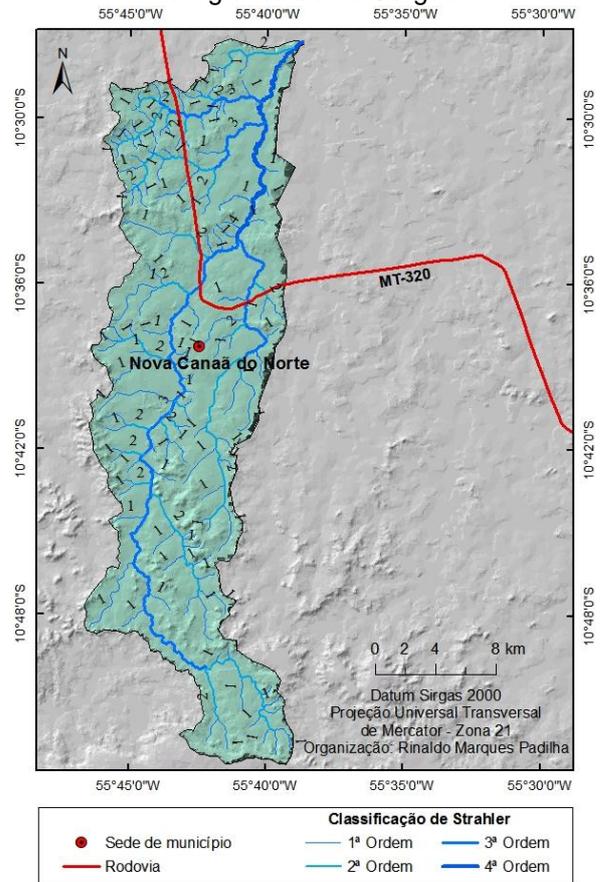


Figura 45 – Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do rio Corgão.

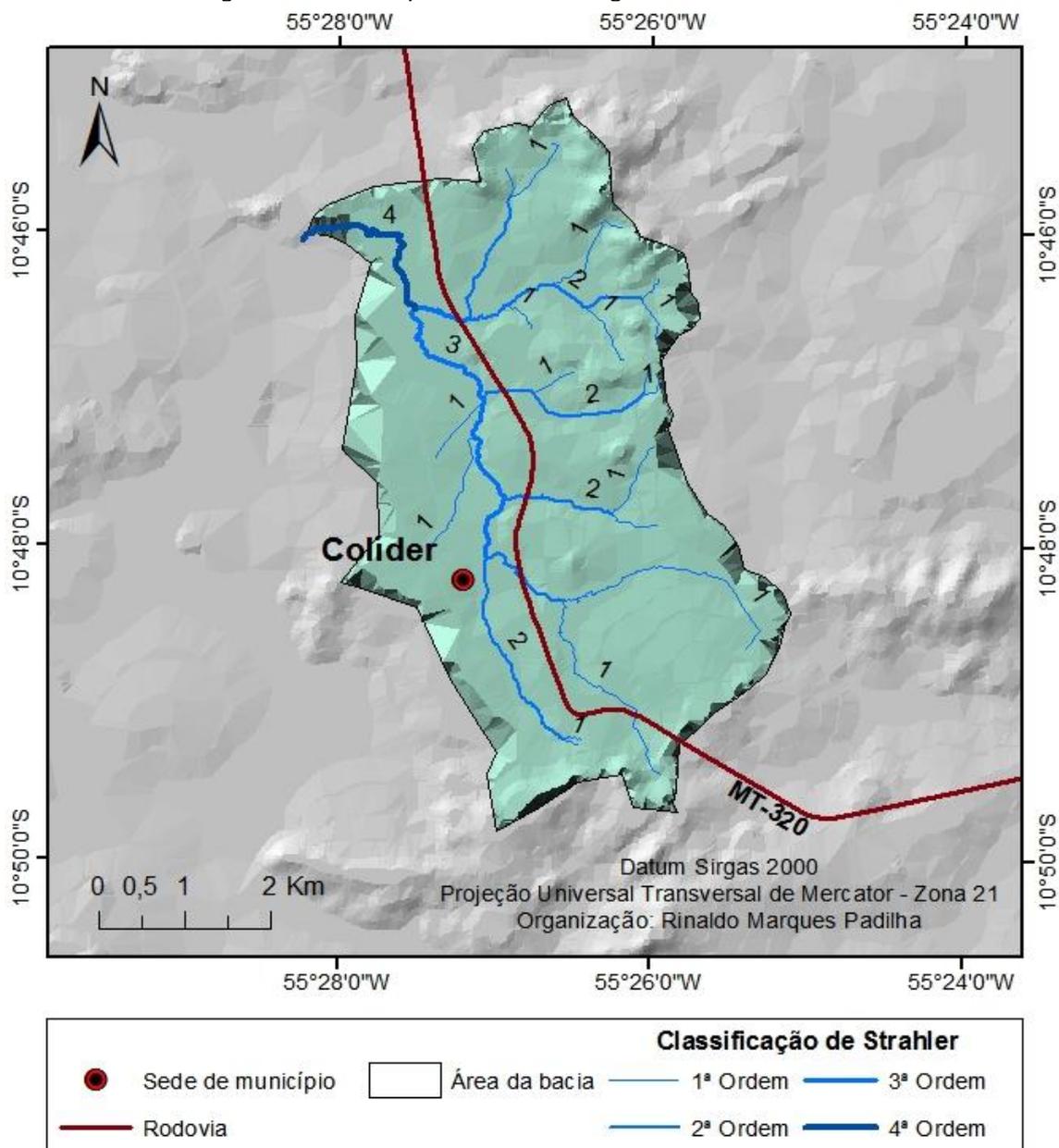


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de carta geomorfométrica MDE – Topodata INPE (2016).

O rio Jaracatiá, embora seja um canal de pequeno fluxo de água, é assim chamado porque, historicamente, a comunidade local denominava-o de rio, devido à regionalização. Neste trabalho também o denominaremos de rio Jaracatiá. De acordo com Christofolletti (1980), qualquer fluxo de água canalizada pode receber a denominação de rio.

O Jaracatiá nasce na área urbana do município de Colíder e forma a maior sub-bacia da margem direita, sendo de quarta ordem de acordo com a classificação de Strahler. A bacia do rio Jaracatiá compreende uma área de 27,436 km<sup>2</sup>, possuindo uma amplitude altimétrica de 41 metros. Nessa bacia existem um total de 27 canais, sendo um de quarta ordem, dois canais de terceira ordem, seis canais de segunda ordem e 18 canais de primeira ordem. Somando-se o comprimento de todos os canais, chegou-se ao um total de 35,024 km, tendo o canal principal 9,243 km de extensão; é o menor canal de quarta ordem de toda a bacia do Carapá (figura 46).

Figura 46 – Hierarquia da bacia hidrográfica do rio Jaracatiá.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de carta geomorfométrica MDE – Topodata INPE, (2016).

O rio Vinte Voltas também é um importante afluente da margem esquerda e forma uma bacia de quarta ordem, com uma área drenada de 215,442 km<sup>2</sup> e uma amplitude altimétrica de 145 metros (tabela 12). Essa bacia tem um total de 63 canais, sendo um canal de quarta ordem, três canais de terceira ordem, 11 canais de segunda ordem e 48 canais de primeira ordem. O comprimento total dos canais da bacia é de 166,148 km, e o canal principal tem 50,523 km. É o terceiro maior rio em extensão de toda a bacia, ficando atrás apenas do Carapá e do rio Corgão (figura 47).

A sub-bacia do Alto Carapá, onde se encontra a nascente do rio principal, forma uma bacia com área de drenagem considerável (195,441 km<sup>2</sup>), com hierarquia de quinta ordem de acordo com a classificação de Strahler. A bacia conta com 131 canais, sendo um de quinta ordem, dois canais de quarta ordem, seis canais de terceira ordem, 22 canais de segunda ordem e 100 canais de primeira ordem (figura 48).

Figura 47 – Hierarquia da bacia do rio Vinte Voltas.

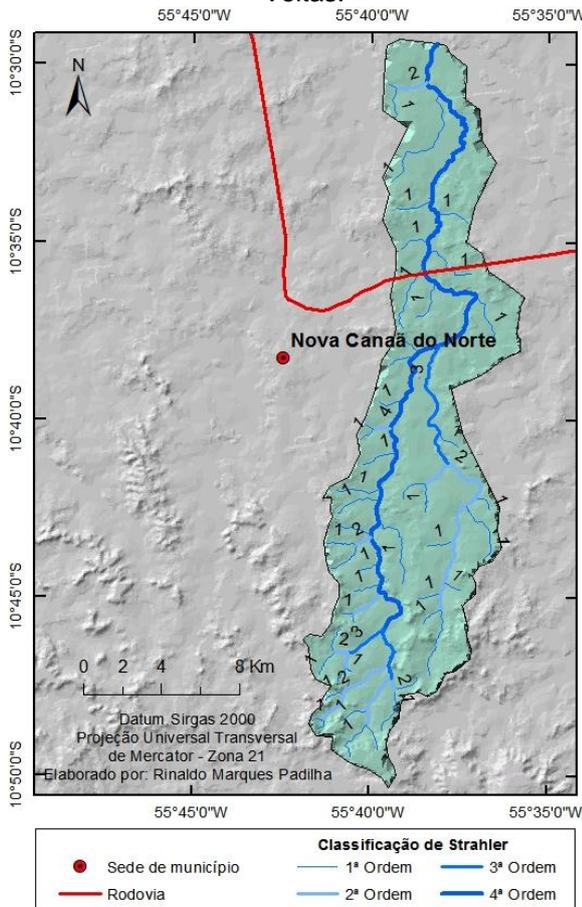
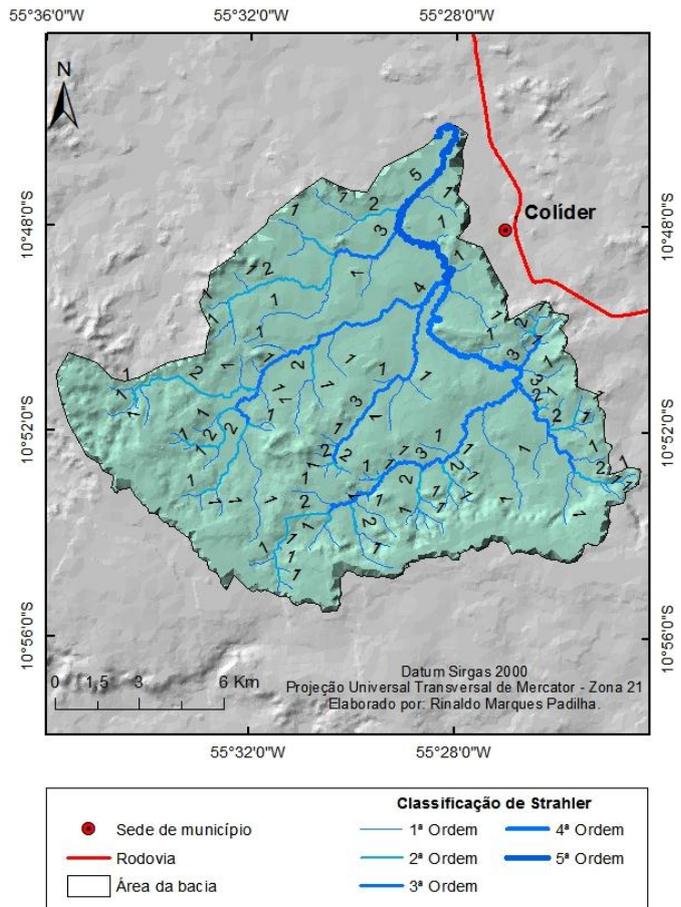


Figura 48 – Hierarquia da bacia do Alto Carapá.



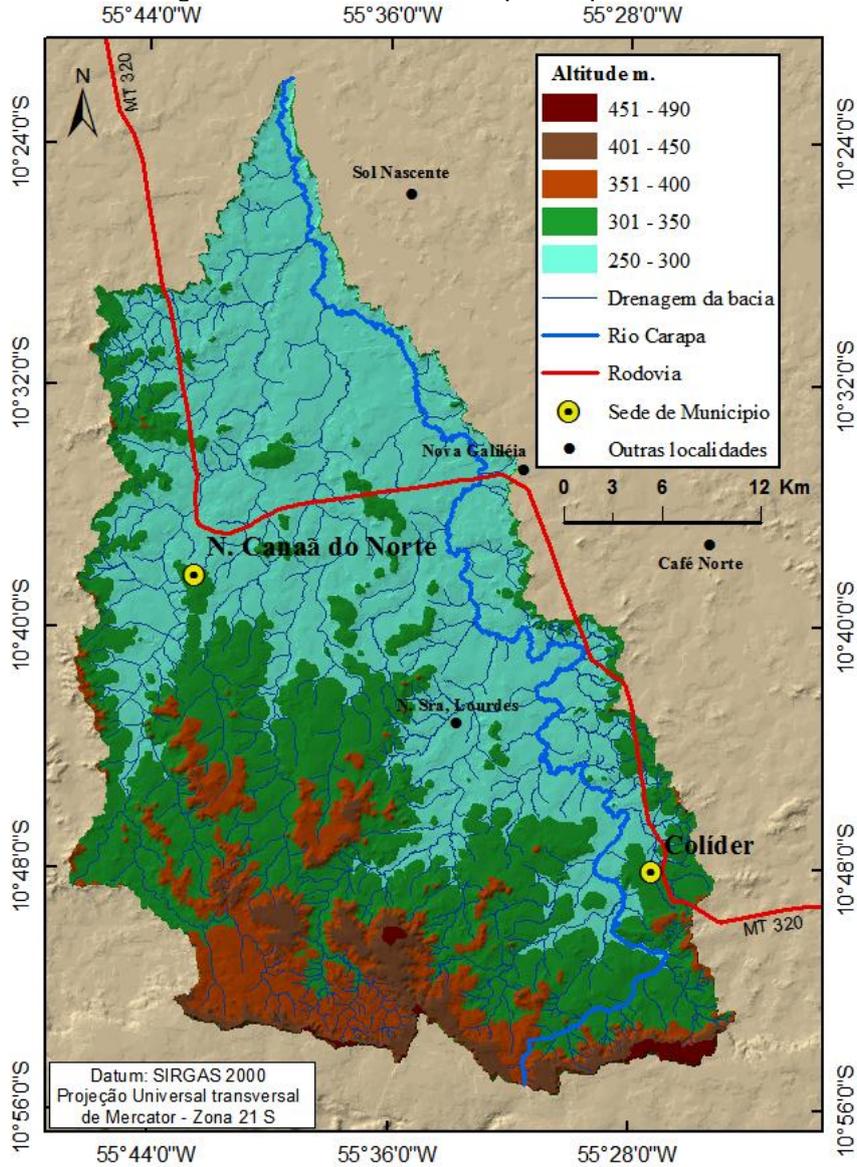
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de carta geomorfométrica MDE – Topodata INPE, (2016).

### 4.3.2 Características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Carapá

#### Hipsometria

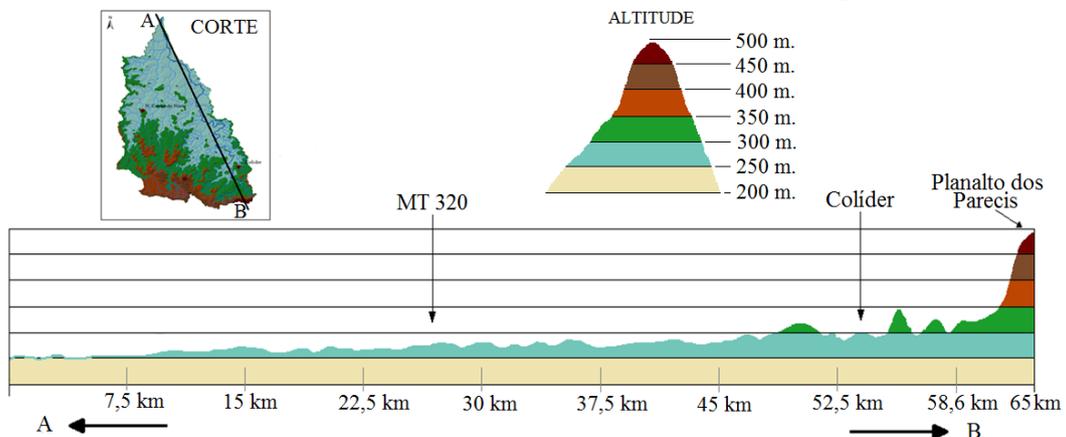
As altitudes do relevo da bacia hidrográfica foram divididas em seis classes (figuras 49 e 50). Na maior parte da área, o relevo apresenta altitudes baixas principalmente no médio e baixo curso da bacia (250 a 300 metros), que corresponde a, aproximadamente, 49,5% de toda a área estudada.

Figura 49 – Bacia do rio Carapá – Hipsometria.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de carta geomorfométrica MDE – TOPODATA INPE, (2016).

Figura 50 – Perfil altimétrico da bacia do rio Carapá, na maior extensão margeando o canal principal.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de carta geomorfométrica MDE – TOPODATA INPE, (2016).

Com um percentual de 35,2% da área, as altitudes estão entre 301 a 350 metros. É nessa faixa de altitude que se encontram as áreas urbanas da bacia. Aproximadamente 10,9% da área apresentam altitudes variando entre 351 a 400 metros, distribuídas principalmente na região sul e sudoeste da bacia.

O relevo mais elevado está dividido em duas classes: de 401 a 450 e de 451 a 490. São pequenas áreas de 3,8% e 0,5%, respectivamente, em relação à área total, localizadas na porção sul da bacia e pertencentes ao Planalto dos Parecis.

O maior comprimento do relevo da área da bacia corresponde a 65,1 km de extensão no sentido norte sul, margeando o curso do canal principal (figura 50 e tabela 13). A altitude média é de 370 metros e sua amplitude altimétrica do relevo é de 240 metros. A baixa declividade média do relevo (4,88%) pode ser explicada pelo fato de a maior parte da área ser de baixa altitude e relativamente plana (figuras 49 e 50).

### **Razão de relevo**

A bacia do Carapá apresentou uma razão de relevo de 0,0037 (tabela 13), o que se explica pela baixa amplitude altimétrica e, conseqüentemente, por uma baixa declividade média, caracterizando o relevo como suave ondulado. Segundo Strahler (1952 apud MARCHETTI, 1980), a razão de relevo indica a declividade geral ou o declive total da superfície da bacia hidrográfica, que nesse caso corresponde um declive total de 0,37%.

Tabela 13 – Parâmetros da morfologia e morfometria da rede de drenagem.

Maior altitude	490 m.
Menor altitude	250 m.
Altitude média	370 m.
Amplitude altimétrica	240 m.
Declividade média da bacia	4,883%
Declividade total (Declividade da superfície)	0,37%
Razão de relevo	0,0037
Maior comprimento da bacia	65,1 km
Área da bacia	1409,121 km <sup>2</sup>
Largura média da bacia	21,645 km
Forma da bacia. (Índice de circularidade)	0,343
Densidade de rios	0,471
Densidade de drenagem	0,966 km/km <sup>2</sup>

Elaborado pelo autor.

### **Forma da bacia**

A forma da bacia do Carapá foi analisada por intermédio do índice de circularidade (IC) adotado por Christofolletti (1980), que é a relação existente entre a área da bacia e a área do círculo de mesmo perímetro.

A bacia apresentou um IC de 0,343 nesse índice que vai de 0,0 a 1,0 (tabela 13). Quanto mais próximo de um (1,0) for o IC, mais próximo da forma circular. Como o IC da bacia apresentou um valor baixo, há uma indicação de que a bacia não se configura como forma circular; portanto, é menos suscetível a inundações mais acentuadas, ou seja, como a bacia apresenta forma alongada, possui menores chances de ser atingida por chuvas intensas ao mesmo tempo em toda sua extensão.

As bacias hidrográficas podem apresentar diversas formas geométricas e representam um papel importante no comportamento hidrológico. De acordo Villela e Mattos (1975), uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior.

### **Densidade de rios**

O valor de densidade de rios encontrado para a bacia foi de 0,471 (tabela 13), índice considerado baixo para uma bacia desse porte, embora se estejam levando em consideração apenas os canais de 1ª ordem. Machado e Souza (2005) observaram que o índice de densidade de rios possibilita identificar as propriedades hidrográficas do substrato rochoso e das formações superficiais no que se refere à permeabilidade do terreno. Assim, baixas densidades mostram que o substrato é rochoso, enquanto que altas densidades mostram um substrato mais permeável.

### **Densidade de drenagem**

A densidade de drenagem encontrada na bacia hidrográfica do Carapá foi de 0,966 km de rio para cada km de área da bacia. Conforme Villela e Mattos (1975 p.16), “pode-se afirmar que este índice varia de 0,5 km/km<sup>2</sup>, para bacias com drenagem pobre, a 3,5 km/km<sup>2</sup>, ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas”.

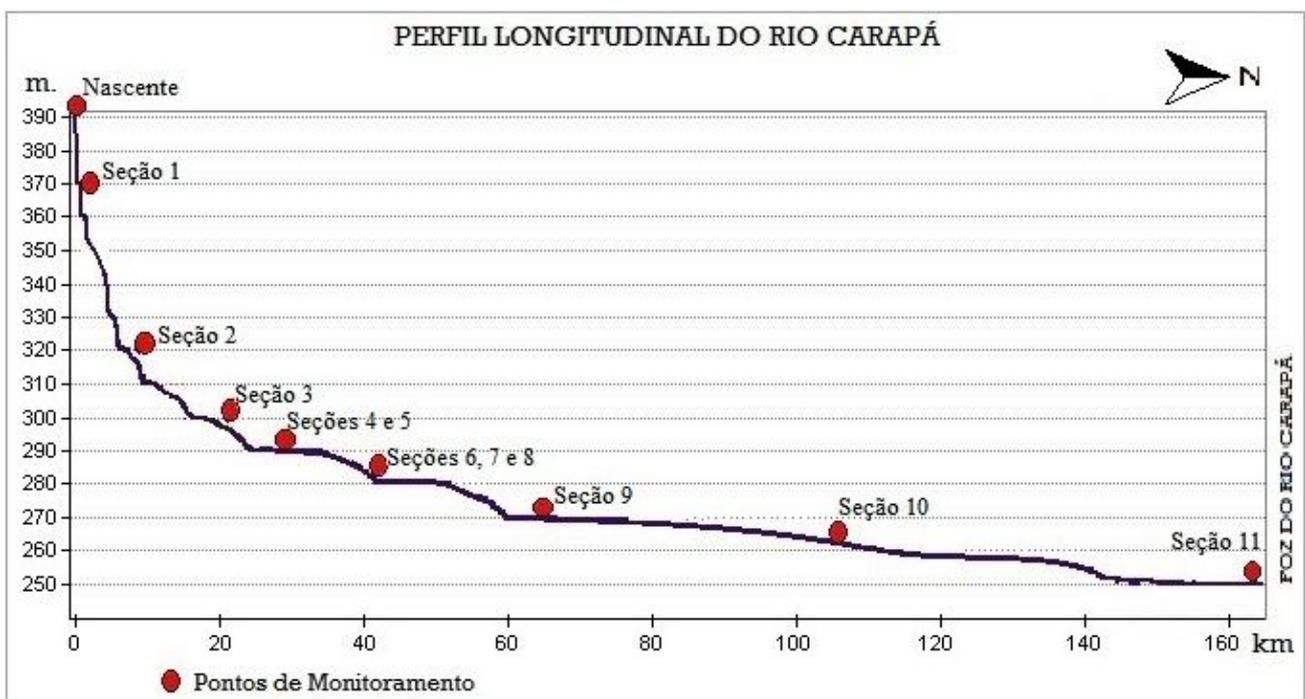
Segundo Cardoso et al. (2006), o estudo da densidade de drenagem indica a maior ou menor velocidade com que a água escoar para o exutório. Dessa forma, indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, ou seja, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia.

#### 4.4 Dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do rio Carapá

A bacia hidrográfica do rio Carapá possui a área territorial de 1409,121 km<sup>2</sup>, sendo classificada em sua grandeza espacial como uma grande bacia. De acordo com Christofolletti (1999), as grandes bacias hidrográficas possuem área superior a 1.000 km<sup>2</sup>. A bacia tem o padrão de drenagem exorréica, ou seja, o seu escoamento é de forma contínua e toda a sua água tem como destino final o oceano.

Os primeiros quilômetros de percurso do rio principal possuem padrão meandrante encaixado. Percorre as bordas do Planalto dos Parecis em região com altitudes superiores a 350 metros e declives acentuados até entrar na Depressão Interplanática da Amazônia Meridional, percorrendo cerca de 150 km em relevo com baixa declividade. O canal passa a ser sinuoso divagante em maior parte de seu trajeto; porém, em alguns trechos, o rio apresenta padrão irregular (figura 51 e 52).

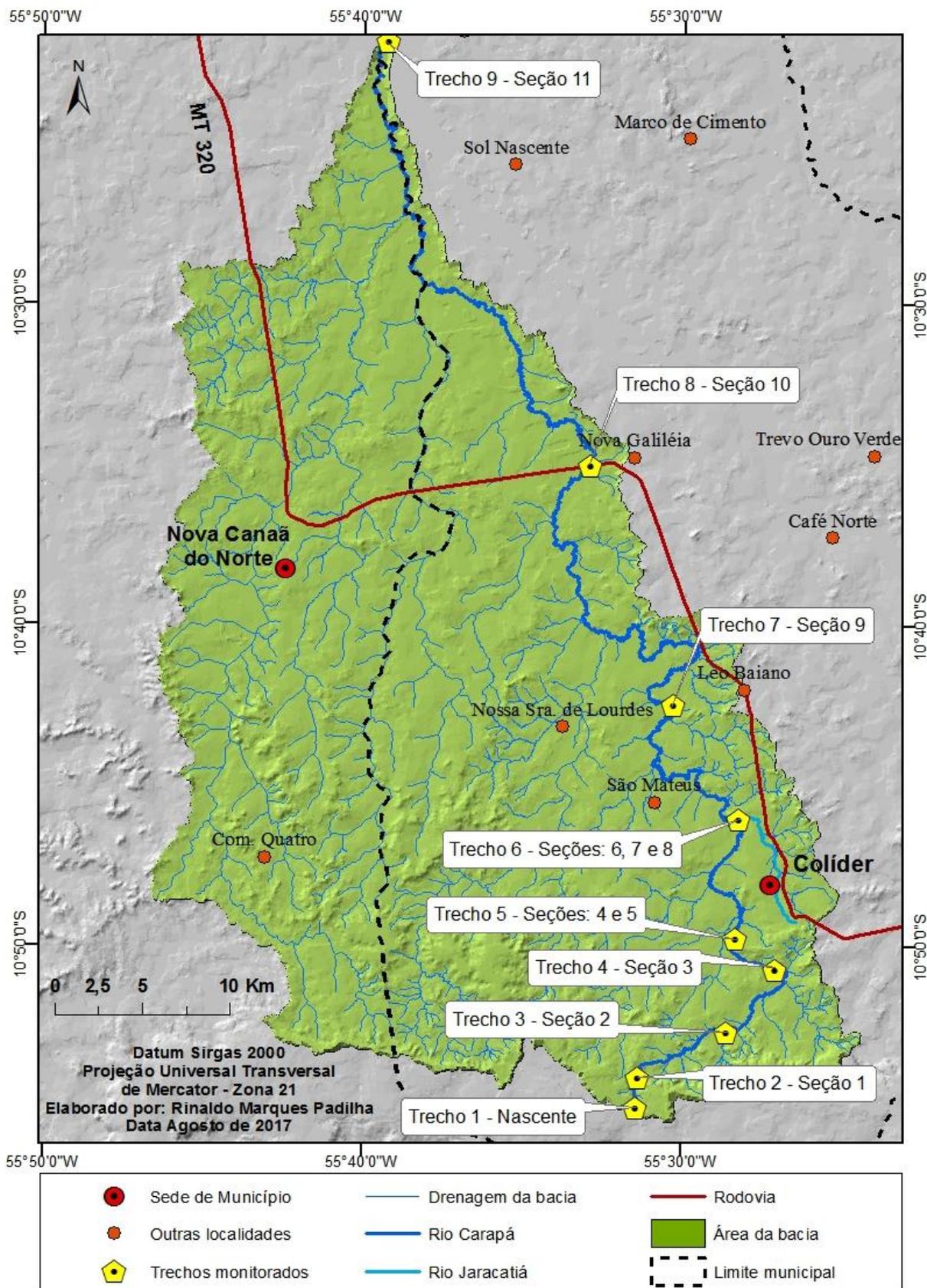
Figura 51 – Perfil longitudinal do rio Carapá.



Elaborado pelo autor.

Foram monitorados nove segmentos ao longo do perfil longitudinal (figura 51 e 52), totalizando 11 seções com informações sobre largura e profundidade do canal, velocidade do fluxo, vazão, transporte de sedimentos de fundo e suspensão, erosão e sedimentação.

Figura 52 – Localização dos trechos e seções de monitoramento. Rios Carapá e Jaracatiá.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de carta geomorfométrica MDE – TOPODATA INPE (2016).

#### 4.4.1 Variáveis hidrodinâmicas e sedimentológicas

Quadro 2 – Localização geográfica das seções monitoradas.

Trecho	Seção	Coordenadas geográficas	Altitude (m)
1	Nascente	10°55'01" Sul e 55°31'25" Oeste	390
2	1	14°54'07" Sul e 55°31'19" Oeste	348
3	2	10°52'39" Sul e 55°28'35" Oeste	314
4	3	10°50'45" Sul e 55°27'06" Oeste	301
5	4	10°49'46" Sul e 55°28'16" Oeste	293
5	5	10°49'44" Sul e 55°28'21" Oeste	292
6	6	10°46'02" Sul e 55°28'14" Oeste	284
6	7	10°46'03" Sul e 55°28'13" Oeste	284
6	8	10°46'02" Sul e 55°28'15" Oeste	284
7	9	10°42'31" Sul e 55°30'16" Oeste	270
8	10	10°35'03" Sul e 55°32'54" Oeste.	259
9	11	10°21'51" Sul e 55°39'13" Oeste.	250

Elaborado pelo autor.

##### Trecho 1

O trecho 1 refere-se à área da nascente do rio Carapá, trata-se de uma vereda (área úmida com buritizais) que abrange aproximadamente 0,05 km<sup>2</sup>. Seu entorno encontra-se desmatado e é utilizado para a prática da pecuária extensiva. Conforme o Manual Técnico de Geomorfologia (2009), a vereda pode ser classificada como uma zona deprimida de forma ovalada, linear ou digitiforme, dentro de área estruturalmente plana ou aplanada por erosão. É assinalada por vegetação típica, caracterizada por palmeiras de diferentes espécies, particularmente buritis e outras plantas indicadoras de umidade como açai e capim redondo (figura 53). Na área da nascente, possui acúmulo de água, formando uma lagoa a montante.

A concentração de sedimentos em suspensão (Css) na nascente foi de 12 mg/L no período de estiagem, e de 16 mg/L no período chuvoso.

A área apresenta pisoteio do gado, usada para dessedentação diretamente da nascente, alterando de forma constante a morfologia da vereda, podendo comprometer no futuro a manutenção do fluxo de água dos primeiros quilômetros do canal (figura 54).

Figura 53 – Nascente do rio Carapá – Colíder 2016.



Rinaldo Marques Padilha. Jul/2016.

Figura 54 – Pisoteio do gado na área da nascente – Colíder 2016.



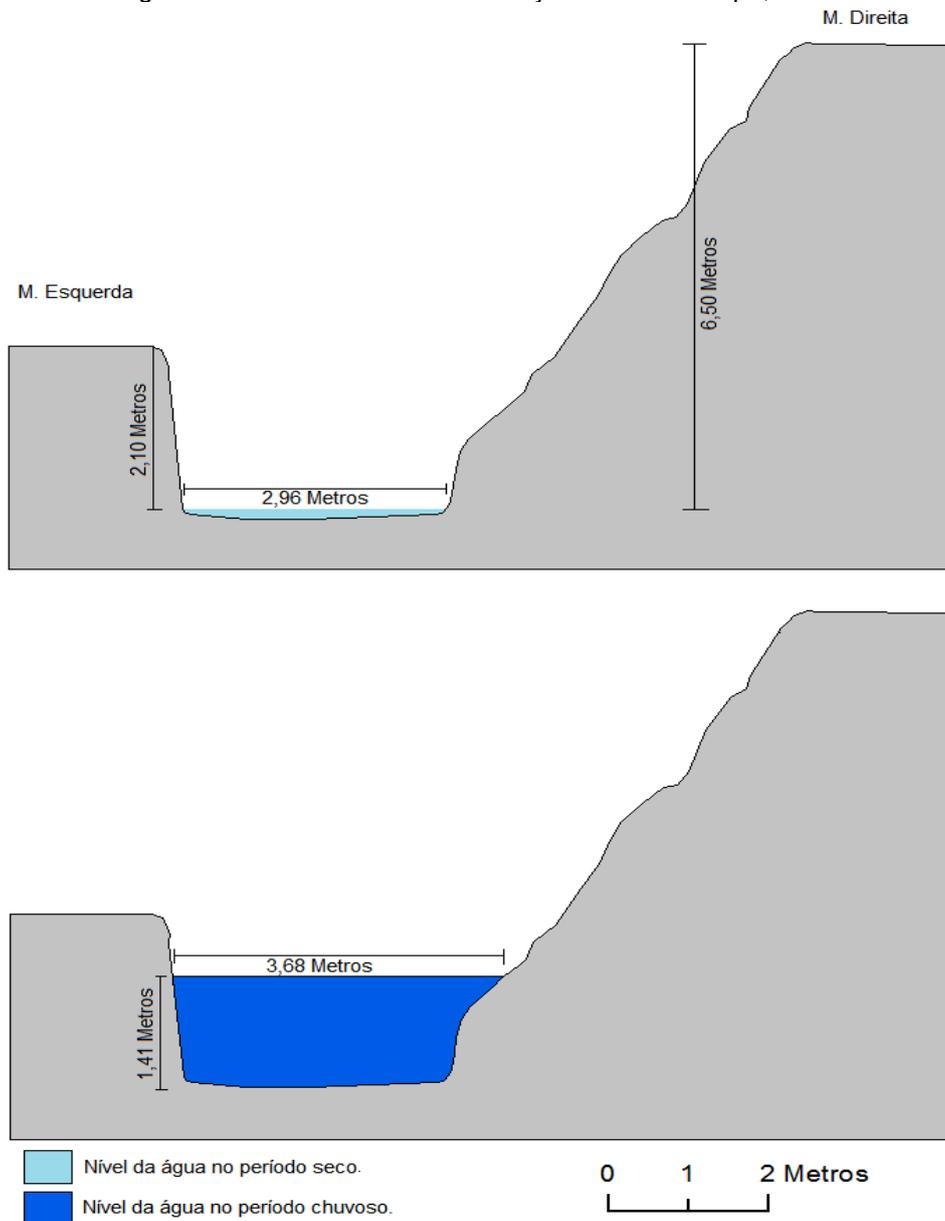
Rinaldo Marques Padilha. Jul/2016.

## Trecho 2

A primeira seção encontra-se no trecho 2. Na seção 1, o leito é encaixado, em formato de “U”, com padrão sinuoso, com afloramento rochoso no fundo, propiciando a formação de corredeiras que também são obstáculos para o fluxo no período de estiagem (figura 55).

A vegetação do entorno é composta por espécies arbóreas, arbustivas com uma grande variedade de cipós. Ela está presente em aproximadamente 5 a 6 metros em cada lado da margem do canal, existindo trilhas feitas pelo gado para ter acesso a água. Nesse segmento, foi selecionada a primeira a seção transversal.

Figura 55 – Perfil transversal da seção 1 – Rio Carapá, 2016.



Elaborado pelo autor.

Na primeira seção, os sedimentos da margem são constituídos de materiais finos, com predomínio de silte 51,99% seguido da areia fina 41,86% (tabela 14). O teor de agregados estáveis em água registrou que 55,08% são compostos de agregados maiores de 2,00 mm. Esse percentual evidencia que são solos pouco susceptíveis à erosão.

A magnitude de erosão obtida pela técnica de pinos ficou entre 0,07 a 0,11 cm/mês e a maior erosão acumulada para o período foi de 1,2 cm, observada no pino mais distante da lâmina de água (tabela 15). O baixo valor de erosão acumulada corrobora com os índices de estabilidade de agregados para a seção, que apresentou 55,08% de partículas com tamanhos maiores que 2,00mm (tabela 16). De acordo com Chaves e Calegari (2001), quanto maior a agregação e a estabilidade dos sedimentos, maior a resistência à erosão hídrica.

Oliveira (2006), concluiu que a erosão da margem depende, sobretudo, das características do barranco (altura, geometria, estrutura, propriedades mecânicas de seus constituintes).

Tabela 14 – Granulometria dos sedimentos de margem – julho de 2016.

Trecho	Seção	Areia Grossa %	Areia Média %	Areia fina %	Silte %	Argila %
1	Nascente	---	---	---	---	---
2	1	2,36	1,16	41,86	51,99	2,65
3	2	0,00	0,21	28,51	67,90	3,39
4	3	0,15	1,02	56,81	39,93	2,09
5	4	---	---	---	---	---
5	5	0,00	3,33	63,54	30,91	2,23
6	6	23,32	10,14	25,31	37,08	4,16
6	7	14,63	5,16	14,72	61,44	4,06
6	8	---	---	---	---	---
7	9	0,00	0,00	25,01	71,17	3,82
8	10	4,27	4,68	29,58	56,35	5,13
9	11	0,00	0,00	75,79	22,32	1,89

Elaborado pelo autor.

Na primeira seção transversal, no período de estiagem, a velocidade do fluxo foi de 0,19 m/s, a área de seção molhada era de 0,248 m<sup>2</sup> e a vazão de 0,047 m<sup>3</sup>/s. No período chuvoso, a área da seção molhada era de 4,434 m<sup>2</sup>, a velocidade do fluxo registrou 0,49 m/s e a vazão 2,174 m<sup>3</sup>/s (tabela 17).

Tabela 15 – Monitoramento de erosão por pinos e estacas – 2016/2017.

Trecho	Seção	Nº de Pinos	Período (Meses)	Pinos de erosão				Estacas
				Exposição inicial Jul/2016 (cm)	Exposição final Mai-jun/2017 (cm)	Erosão Acumulada (cm)	Magnitude da erosão (cm/mês)	Recuo da margem (cm)
1	Nascen	---	---	---	---	---	---	---
2	1	1	10,5	10	10,8	0,8	0,07	---
		2	10,5	10	11,2	1,2	0,11	
3	2	1	10,5	10	11,3	1,3	0,12	---
		2	10,5	10	12,1	2,1	0,20	
4	3	1	10,5	10	15	5	0,47	2
		2	10,5	10	12	2	0,19	
5	4	---	---	---	---	---	---	---
5	5	1	10,5	10	12,8	2,8	0,26	---
		2	10,5	10	13,1	3,1	0,29	
6	6	1	10,5	10	10,6	0,6	0,05	---
		2	10,5	10	10,4	0,4	0,03	
6	7	1	10,5	10	12,1	2,1	0,20	3
		2	10,5	10	11,8	1,8	0,17	
6	8	---	---	---	---	---	---	---
7	9	1	10,5	10	Removido	---	---	30
		2	10,5	10	Removido	---	---	
8	10	1	10,5	10	11,9	1,9	0,18	2
		2	10,5	10	10,5	0,5	0,04	
9	11	1	10,5	10	Submerso	---	---	10
		2	10,5	10	18,4	8,4	0,80	
		3	10,5	10	21	11	1,04	
		4	10,5	10	19,3	9,3	0,88	

Elaborado pelo autor.

Tabela 16 – Estabilidade de agregados dos sedimentos de margem (%) – julho de 2016.

Trecho	Seção	Tamanho (mm)					
		2,00 a 4,00	1,00 a 2,00	0,50 a 1,00	0,25 a 0,50	0,10 a 0,25	< 0,10
1	Nascente	---	---	---	---	---	---
2	1	55,08	14,64	13,97	9,65	5,07	1,58
3	2	---	---	---	---	---	---
4	3	43,53	14,56	20,71	11,58	6,21	3,41
5	4	---	---	---	---	---	---
5	5	20,91	10,51	7,40	24,01	26,91	10,27
6	6	24,19	12,03	23,36	23,07	9,96	7,39
6	7	28,86	8,50	12,11	11,21	17,46	21,87
6	8	---	---	---	---	---	---
7	9	3,27	6,08	12,03	27,41	28,11	23,10
8	10	58,76	11,16	10,60	8,78	7,27	3,44
9	11	6,48	6,21	20,64	27,65	24,95	14,07

Elaborado pelo autor.

Tabela 17 – Variáveis hidrodinâmicas das seções monitoradas.

Trecho	Seção	Período de estiagem. Julho/2016.			Período chuvoso. Dezembro/2016.		
		Área seção molhada em m <sup>2</sup>	Velocidade m/s	Vazão m <sup>3</sup> /s	Área seção molhada em m <sup>2</sup>	Velocidade m/s	Vazão m <sup>3</sup> /s
1	Nascente	--	--	--	--	--	--
2	1	0,248	0,190	0,047	4,434	0,490	2,174
3	2	0,639	0,137	0,087	4,558	0,495	2,257
4	3	1,512	0,173	0,262	7,227	0,500	3,613
5	4	9,426	--	--	16,239	--	--
5	5	6,915	*0,286	*0,235	14,778	0,289	4,282
6	6	0,157	0,331	0,052	9,104	0,481	4,380
6	7	3,327	0,113	0,378	12,670	0,510	6,462
6	8	1,171	0,398	0,466	23,582	0,472	11,136
7	9	7,262	0,093	0,680	36,746	0,750	27,559
8	10	4,229	0,593	2,508	43,611	0,665	29,011
9	11	11,591	0,331	3,838	103,350	0,728	75,297

\* Pela inexistência de fluxo, foram medidos 50 metros a jusante da seção.

Elaborado pelo autor.

A granulometria dos sedimentos de fundo ficou assim distribuída no período de estiagem: 45,77% de areia grossa, 29,27% de areia fina e 19,35% de areia média. Os sedimentos mais finos representaram menor proporção 4,93% silte e 0,68% argila. No período chuvoso, o rio teve maior capacidade de transportar material grosseiro: 37,95% de areia grossa, 35,93% de areia média e 21,49% de areia fina. Por se tratar de uma região de planalto, com uma declividade acentuada em relação aos demais pontos, foi favorecido o transporte de sedimentos grosseiros provenientes da erosão do próprio leito (tabela 18).

Bayer e Carvalho (2008) constataram que, com relação à granulometria do material de fundo, o rio Araguaia transporta basicamente, no trecho entre o rio Crixás-Açu e a bifurcação Araguaia-Javaés, material arenoso de textura média. Nas margens, o rio apresenta, ao longo desse trecho, material muito fino (silte e argila).

Nessa seção, verificou-se a presença de material por rolamento, como seixos, blocos e matações, principalmente no período chuvoso, quando a velocidade é maior, mostrando, assim, a capacidade e a competência de transportar sedimentos. Os tamanhos dos materiais variaram na seção (figura 56), da esquerda para a direita: blocos com diâmetros de 210 mm, 155 mm, 125 mm, 80 mm, 65 mm e seixo com diâmetro de 42,5 mm.

Figura 56 – Seixos e blocos arrolados pelo rio seção 1. Rio Carapá, Colíder 2016.



Fonte: Rinaldo Marques Padilha.

Tabela 18 – Granulometria dos sedimentos de fundo. Períodos: estiagem jul/2016 e chuvoso dez/2016.

Trecho	Seção	Areia Grossa %		Areia Média %		Areia Fina %		Silte %		Argila %	
		Estiag.	Chuva	Estiag.	Chuva	Estiag.	Chuva	Estiag.	Chuva	Estiag.	Chuva
1	Nasc.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	1	45,77	37,95	19,35	35,93	29,27	21,49	4,93	4,00	0,68	0,65
3	2	35,60	7,73	17,64	28,48	38,19	58,91	7,91	4,24	0,66	0,64
4	3	40,52	35,11	17,07	33,78	37,61	26,90	4,19	3,68	0,61	0,53
5	4	6,44	6,85	2,99	10,72	32,43	40,00	55,14	39,25	3,01	3,19
5	5	2,64	66,16	9,18	15,33	77,09	3,53	10,25	13,06	0,85	1,93
6	6	41,06	36,90	30,19	46,43	26,08	14,02	2,25	1,94	0,42	0,71
6	7	13,16	22,25	20,21	40,25	61,96	34,76	3,98	2,08	0,69	0,65
6	8	75,74	25,77	13,53	58,54	9,72	15,07	0,34	0,05	0,68	0,58
7	9	34,82	18,07	15,87	57,43	44,03	18,05	4,65	5,88	0,64	0,57
8	10	4,05	24,89	19,91	19,23	74,83	31,25	0,51	23,60	0,70	1,02
9	11	7,68	1,71	8,61	13,26	82,86	84,09	0,54	0,24	0,32	0,70

Elaborado pelo autor.

Quanto à concentração de sedimentos e à descarga sólida suspensa, houve aumento de montante para jusante ao longo do perfil longitudinal. De acordo Souza et al. (2015), o aumento da concentração de sedimentos ao longo perfil longitudinal está associado à contribuição dos tributários e ao uso da terra.

A concentração dos sedimentos suspensos na primeira seção foi de 33 mg/L no período seco e de 34 mg/L no período chuvoso. A descarga sólida em suspensão (Q<sub>ss</sub>) foi de 0,135 t/dia no período de estiagem e de 6,388 t/dia no período chuvoso (tabela 19).

Estudos realizados no rio Paraguai por Souza et al. (2017) mostraram que a concentração de sedimento em suspensão apresentou valores superiores em época da cheia. O aumento na quantidade de sedimentos finos em suspensão nesse período está relacionado ao alto índice pluviométrico que favorece o arrastamento de sedimentos e aumenta a quantidade desses materiais na calha do rio.

Tabela 19 – Concentração de sedimentos em suspensão (Css).  
Descarga sólida em suspensão (Qss) – 2016.

Trecho	Seção	Css - mg/L		Qss - t/dia	
		Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso
1	Nascente	12	16	--	--
2	1	33	34	0,135	6,388
3	2	50	63	0,378	12,287
4	3	41	73	0,929	22,793
5	4	39	252	--	--
5	5	49	136	0,834	50,319
6	6	106	78	0,479	29,522
6	7	61	55	1,996	30,708
6	8	59	82	2,379	78,898
7	9	59	39	3,471	92,866
8	10	53	54	11,486	135,355
9	11	60	61	19,899	396,850

Elaborado pelo autor.

### Trecho 3

No trecho 3 está a seção 2 e apresenta as Áreas de Preservação Permanente parcialmente preservadas com espécies arbóreas, arbustos, bananeiras e uma grande variedade de cipós trepadeiras e lianas lenhosas. São espécies bem características da Floresta Ombrófila Aberta Tropical – Formação Submontana com cipó (figura 57).

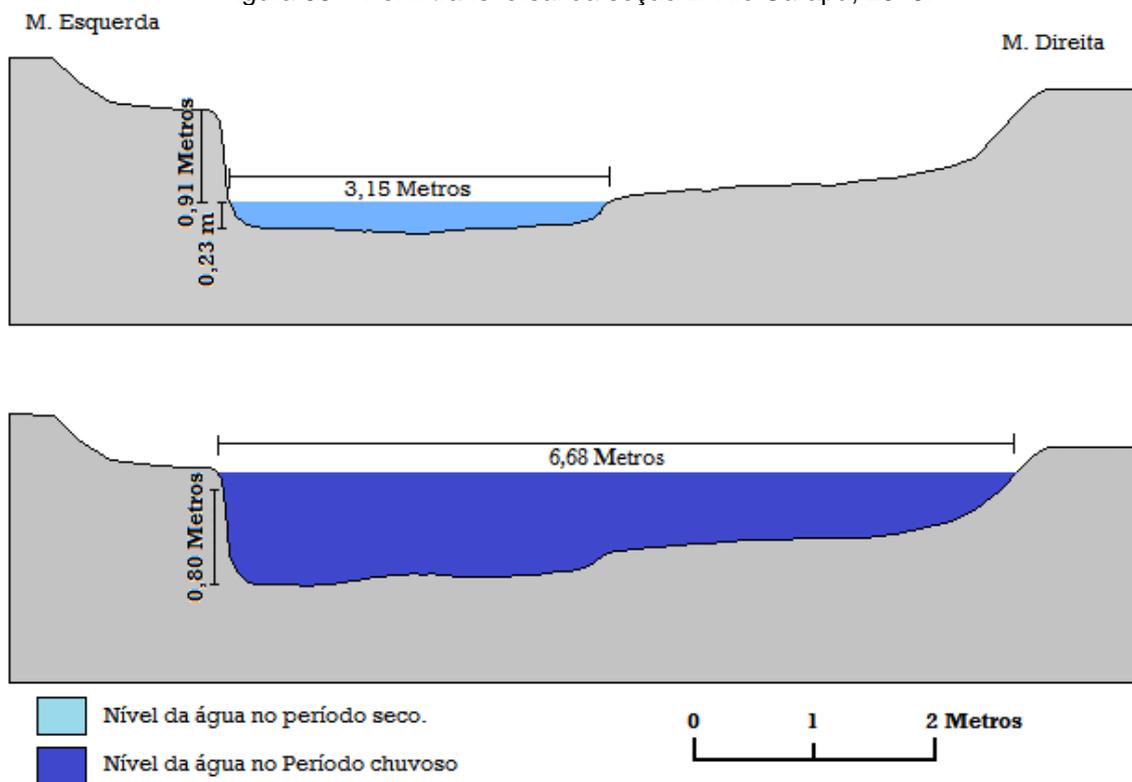
Na segunda seção, o canal é irregular e apresenta sua margem esquerda escarpada; a margem direita apresenta-se rampeada, com grande potencial de erosão (figura 58). No período de estiagem, a área de seção molhada era de 0,639 m<sup>2</sup>, a velocidade do fluxo foi de 0,137 m/s e a vazão encontrada foi de 0,087 m<sup>3</sup>/s. No período chuvoso, a área de seção molhada aumentou para 4,558 m<sup>2</sup>, a velocidade do fluxo aumentou para 0,495 m/s e a vazão para de 2,257 m<sup>3</sup>/s (tabela 17).

Figura 57 – Rio Carapá, seção 2. Vegetação de cipós.



Rinaldo Marques Padilha. Jul/2016.

Figura 58 – Perfil transversal da seção 2. Rio Carapá, 2016.



Elaborado pelo autor.

A análise granulométrica do material da margem mostrou a predominância de sedimentos finos, 67,9% de silte e 3,39% de argila. A fração de areia grossa e média não alcançou 0,3%. Mesmo tendo apresentado baixo percentual de areia, a seção registrou uma erosão maior que a seção 1, sendo registrados valores entre 0,12 a 0,20 cm/mês e erosão acumulada de 2,1 cm para o período (tabela 15).

Estudo realizado na margem do rio Paraguai por Justiniano, Souza e Pierangeli (2013) mostra que a presença do silte age como inibidora de coesão da argila, contribuindo para o recuo da margem. Segundo Resende (1985), a erosão tende a ser maior em solos com maiores teores de silte e areia e menor nos solos argilosos.

A segunda seção apresentou a seguinte distribuição da granulometria dos sedimentos de fundo: 35,60% de areia grossa, 17,64% de areia média e a maior proporção foi de areia fina de 38,19%, 7,91% silte e 0,66% argila. No período chuvoso, reduziu o percentual de areia grossa, aumentou a proporção de areia média e areia fina. As frações de silte e argila tiveram seu percentual reduzido (tabela 18).

Silva (2009) e Santos (2013), analisando a dinâmica fluvial de córregos de menor grandeza, encontraram valores pouco expressivos para os sedimentos mais finos, como silte e argila, nos primeiros quilômetros do alto curso. Esses resultados corroboram com o baixo percentual encontrado para o mesmo material no rio Carapá.

A análise da concentração dos sedimentos suspensos apontou 50 mg/L no período de estiagem, transportando carga de sedimentos suspensa de 0,378 t/dia. No período chuvoso, a concentração dos sedimentos suspensos foi de 63 mg/L de material e carga suspensa 12,287 t/dia.

#### **Trecho 4**

Nesse trecho, a vegetação ciliar encontra-se parcialmente preservada, com espécies arbóreas de pequeno porte, arbustos, cipós e lianas lenhosas. O trecho possui padrão irregular, o barranco é íngreme na margem esquerda e rampeado na margem direita. Essa erosão diferenciada que acontece na margem esquerda está relacionada principalmente à composição granulométrica do sedimento.

Na terceira seção, no período de estiagem, o canal apresentou área molhada de 1,512 m<sup>2</sup>, a velocidade de fluxo da água era de 0,173 m/s e vazão de 0,262 m<sup>3</sup>/s. No período chuvoso, a área da seção molhada aumentou para 7,227 m<sup>2</sup>, a velocidade da água foi de 0,500 m/s e a vazão do canal foi de 3,613 m<sup>3</sup>/s (Tabela 17).

Na seção 3, a análise granulométrica dos sedimentos de margem evidenciou o predomínio de areia, com 56,81% de areia fina, seguida 39,93% de silte (tabela 14). O teor de agregados registrou que 43,53% dos sedimentos têm entre 2,00 a 4,00mm seguido de 14,64% de sedimentos entre 1,00 a 2,00 mm, revelando um médio grau de estabilidade dos agregados.

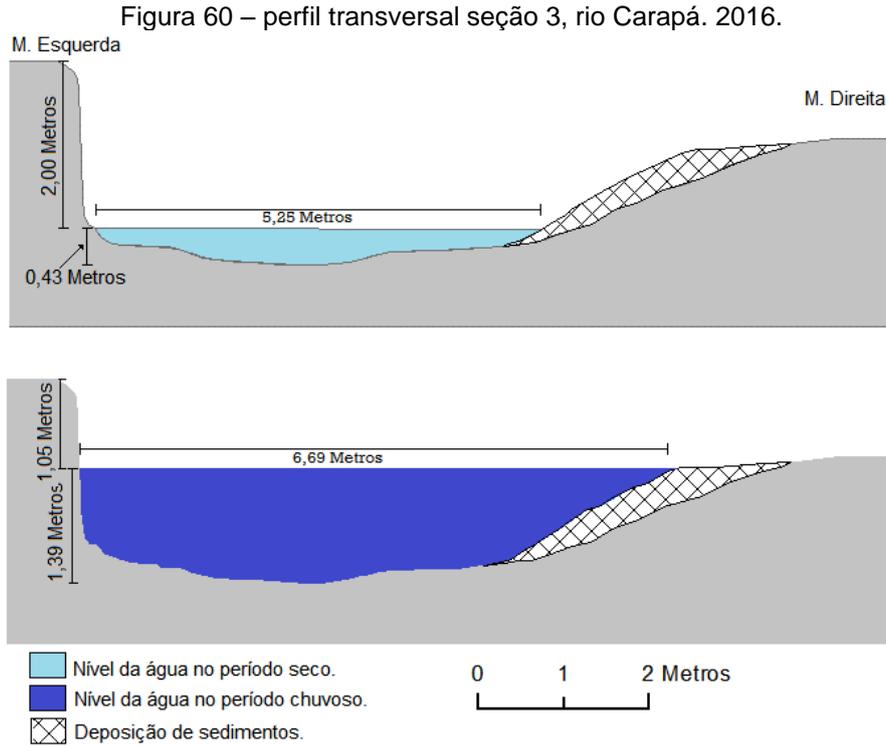
A erosão acumulada foi de 5 cm no pino mais próximo da lâmina de água e de 2cm no pino próximo ao topo do barranco. A magnitude variou entre 0,19 a 0,47 cm/mês (tabela 15). A areia e o silte, principais componentes da margem, são materiais vulneráveis ao processo erosivo, por ser constituída por sedimentos finos, de fácil remoção e transporte.

Na margem esquerda (côncava), verifica-se processo erosivo intenso, deixando expostas raízes e troncos de árvores pelo solapamento basal (figura 59). Na margem direita (convexa), ocorre a deposição de sedimentos no leito maior como areia, folhas e galhos (figura 60).

Figura 59 – Erosão por solapamento na margem esquerda. Seção 3, rio Carapá, 2016.



Rinaldo Marques Padilha. Jul/2016.



Elaborado pelo autor.

Nessa seção, em relação ao material de fundo, predominam os sedimentos grosseiros (areia grossa, media e fina) nos dois períodos (estiagem e chuvoso). Os sedimentos mais finos de silte e de argila não ultrapassaram 4,19% e 0,61%, respectivamente, no período seco (tabela 18).

O canal apresenta afloramento rochoso no fundo do leito e nas margens (figura 61), que são erodidas pelo próprio rio, contribuindo para a carga detrítica do canal. Observou-se a presença de seixos e blocos rochosos no leito. Os fragmentos variam entre 30 a 230 mm de diâmetro (figura 62).

Figura 61 – Afloramento rochoso no barranco da margem esquerda.



Figura 62 – Seixos e blocos transportados no leito do rio, Colíder, 2016.



Rinaldo Marques Padilha. Jul/2016.

### Trecho 5

No trecho 5, foram monitoradas duas seções (4 e 5), por tratar-se do local onde está localizada a estação de captação e tratamento de água potável para o município de Colíder. A seção 4 está a montante da barragem onde se encontra a bomba de captação (figuras 63 e 64). A área apresenta vegetação arbustiva, com poucas espécies arbóreas, pastagem e gramíneas. As margens praticamente não apresentam barranco, o que é resultado do represamento do canal, provocando alagamento do leito maior principalmente no período chuvoso.

Figura 63 – Estação de captação de água no período de estiagem. Colíder, jul/2016.

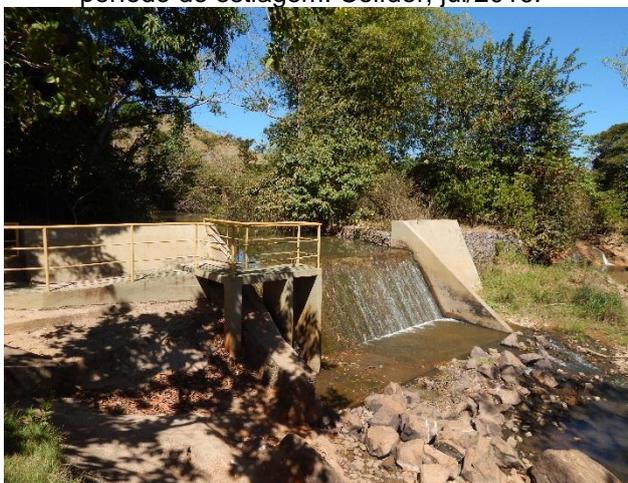


Figura 64 – Estação de captação de água no período chuvoso. Colíder, dez/2016.



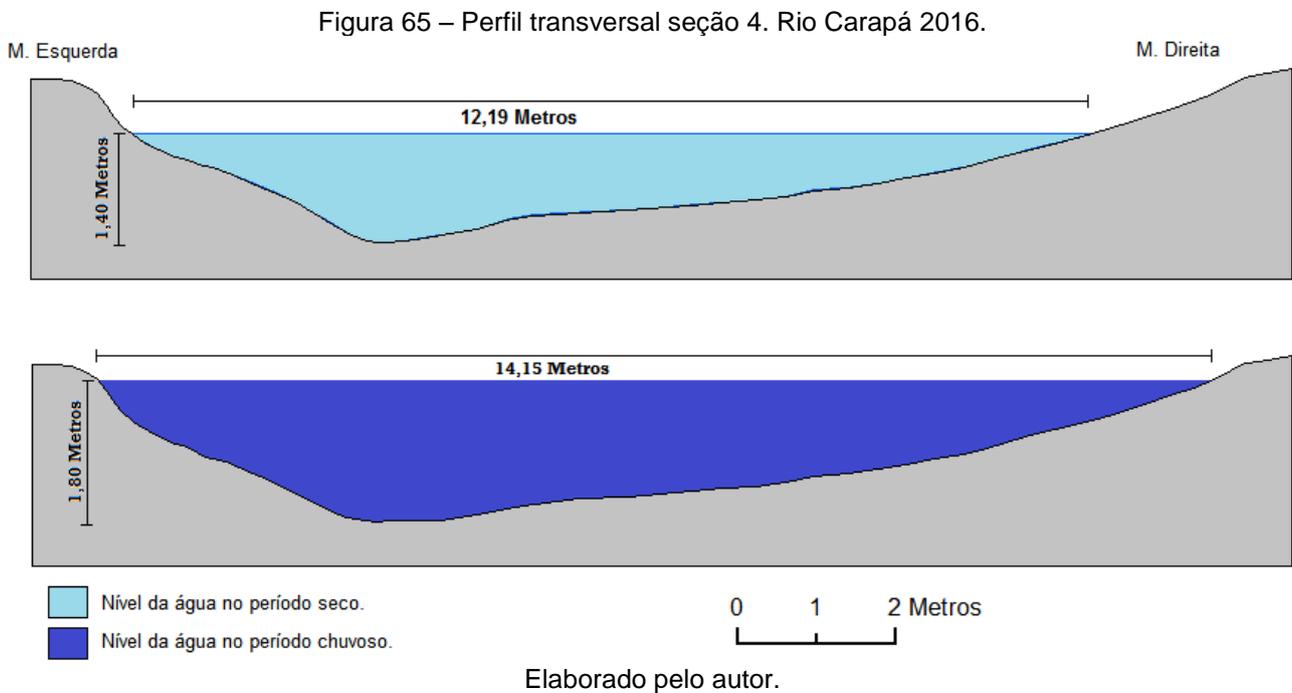
Rinaldo Marques Padilha. Jul-dez/2016.

A seção apresentou uma área de 9,426 m<sup>2</sup> no período de estiagem e 16,239 m<sup>2</sup> no período chuvoso (figura 65), por tratar-se de um reservatório, com baixa velocidade do fluxo, não foram obtidos dados de vazão.

Na seção 4, predominou a concentração de silte, 55% no período estiagem e 39,25% no período chuvoso, seguido de 32,43% e 40% de areia fina. Na seção 5, predominou areia fina 66,16% (estiagem) e 77,09 % (chuvoso). Essa diferença na proporção de concentração de silte pode ser explicada pelo fato da seção 4 ser uma barragem, onde a velocidade do fluxo é baixa, possibilitando a decantação dos materiais finos no fundo do canal.

Rocha e Souza Filho (2005, p. 31) concluíram que a interação entre a variação sazonal das condicionantes hidrodinâmicas e a entrada de material proveniente do rio Paraná, em seção transversal do canal Cortado, mostra-se insuficiente para o transporte contínuo de materiais entre areias médias e grossas encontradas no seu leito, permitindo

a mobilização maior apenas de areias finas. Destacam ainda que tais variações são responsáveis pelo desenvolvimento de processos que concentram os sedimentos grosseiros.



A quinta seção encontra-se no trecho retilíneo, com vegetação arbórea de pequeno porte em meio a várias espécies de cipós e trepadeiras. A área de APPs está resumida em apenas 2 a 5 metros na seção. Ao mesmo tempo, na jusante da seção monitorada, não há vegetação natural e a pastagem chega até a margem do canal, permitindo ao gado beber água diretamente no rio.

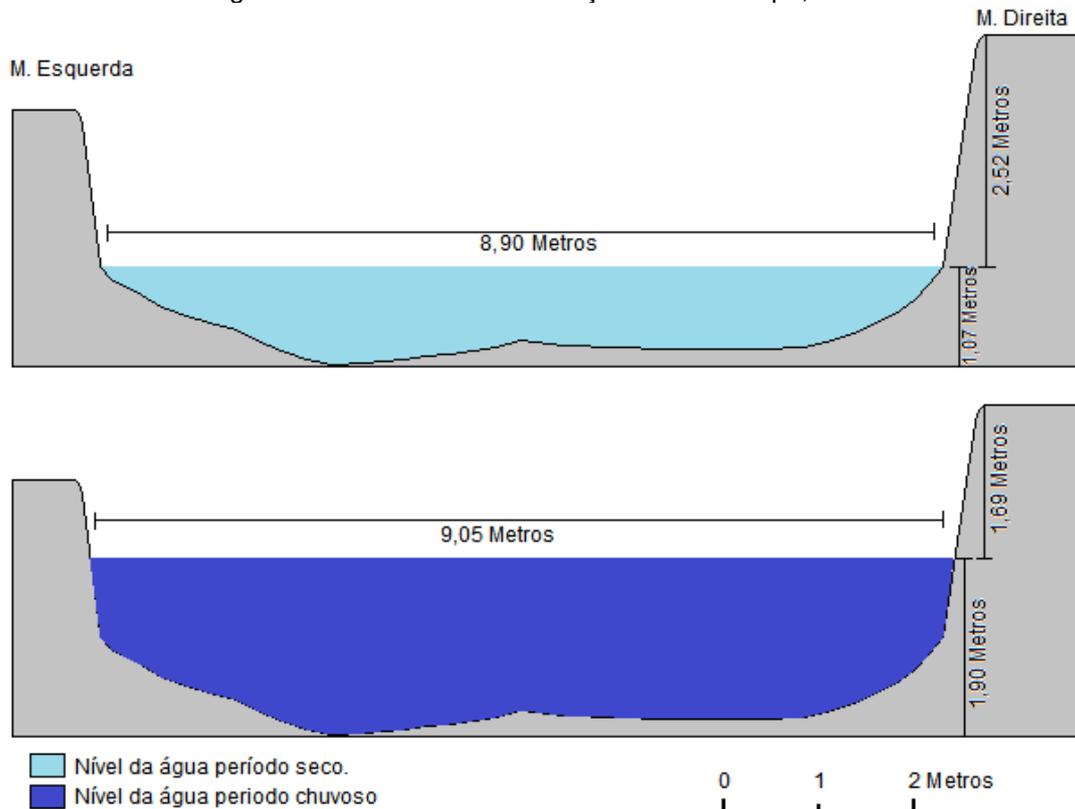
O canal é encaixado em formato de “U”, com barranco escarpado nas duas margens (figura 66). A área da seção molhada no período estiagem era de 6,915 m<sup>2</sup>, a velocidade do fluxo era de 0,286 m/s e a vazão de 0,235 m<sup>3</sup>/s. No período chuvoso, a área da seção molhada aumentou para 14,778 m<sup>2</sup>, a velocidade do fluxo foi de 0,289 m/s e a vazão foi de 4,282 m<sup>3</sup>/s.

A seção 5 apresentou características arenosas, predominando a areia fina com 63,54% dos sedimentos analisados. Os sedimentos mais finos como silte e argila apresentaram 30,91 e 2,23% respectivamente.

Para essa seção, os agregados apresentaram-se pouco estáveis em água. As análises revelaram que apenas 20,91% dos sedimentos com diâmetros entre 2,00 a 4,00

mm e 10,51% entre 1,00 a 2,00 mm. De acordo com Pagliarini et al. (2012) e Souza et al. (2015), quanto maior o agregado, ou seja, quantos mais agregados forem retidos na maior classe de diâmetros, melhor é sua estabilidade e é mais difícil de haver a quebra no ponto de fraqueza.

Figura 66 – Perfil transversal seção 5. Rio Carapá, 2016.



Elaborado pelo autor.

A erosão acumulada ficou entre 2,8 a 3,1 cm e a magnitude de erosão variou entre 0,26 a 0,29 cm/mês. A alta taxa de erosão está relacionada à composição granulométrica dos sedimentos com predomínio de areia fina e silte com a baixa coesão das frações, facilmente removidos e transportados pela água.

De acordo com Christofolletti (1980), os sedimentos com granulometria reduzida (silte e argila) são tão pequenos e leves que se conservam em suspensão pelo fluxo turbulento da água, sendo transportados pela mesma velocidade em que a água flui. Se a velocidade do fluxo atinge o limite crítico, as partículas precipitam-se, iniciando o processo de deposição.

A concentração de sedimentos em suspensão na seção 4 foi de 39 mg/L no período seco e 252 mg/L no período chuvoso. Na seção 5, foi de 49 e 136 mg/L, respectivamente.

Na seção 5, a vazão foi de 0,834 t/dia no período estiagem e de 50,319 t/dia no período chuvoso.

A concentração de sedimentos suspensos pode variar de acordo com a velocidade do fluxo, ambiente fluvial e uso e ocupação do entorno. Nesse sentido, Leli et al. (2010, p. 51) afirmam que “a ocupação antrópica na bacia hidrográfica do rio Ivaí na sua mais ampla variedade tem alterado sensivelmente a concentração de sedimentos suspensos nos canais”.

### Trecho 6

No trecho 6, foram monitoradas três seções por se tratar da confluência do rio Jaracatiá e o rio Carapá. O rio Jaracatiá é o principal afluente pela margem direita do rio Carapá, percorre vasta área, inclusive o perímetro urbano de Colíder. A sexta seção encontra-se no rio Jaracatiá; a sétima seção encontra-se no rio Carapá, a montante da confluência com o rio Jaracatiá, e a oitava seção encontra-se a jusante da mesma região (figura 67).

Figura 67 – Localização das seções no trecho 6.



Fonte: Google Earth, 2013.

No entorno da sexta seção, há pastagem e vegetação arbórea esparsa em processo de regeneração. O canal apresenta o leito com fundo parcialmente rochoso, com a presença de seixos de vários tamanhos.

A área da seção molhada no período de estiagem compreendia 0,157 m<sup>2</sup>, a velocidade do fluxo era de 0,331 m/s e a vazão foi de 0,52 m<sup>3</sup>/s. No período chuvoso, aumentou a área da seção molhada para 9,104 m<sup>2</sup>, velocidade do fluxo da água foi de 0,481 m/s e vazão de 4,380 m<sup>3</sup>/s. Essa seção registrou alagamento, preenchendo toda a margem plena no período de cheias (figuras 68 e 69).

Figura 68 – Rio Jaracatiá, período de estiagem (A), período chuvoso (B), Colíder, 2016.



Rinaldo Marques Padilha. Jul-dez/2016.

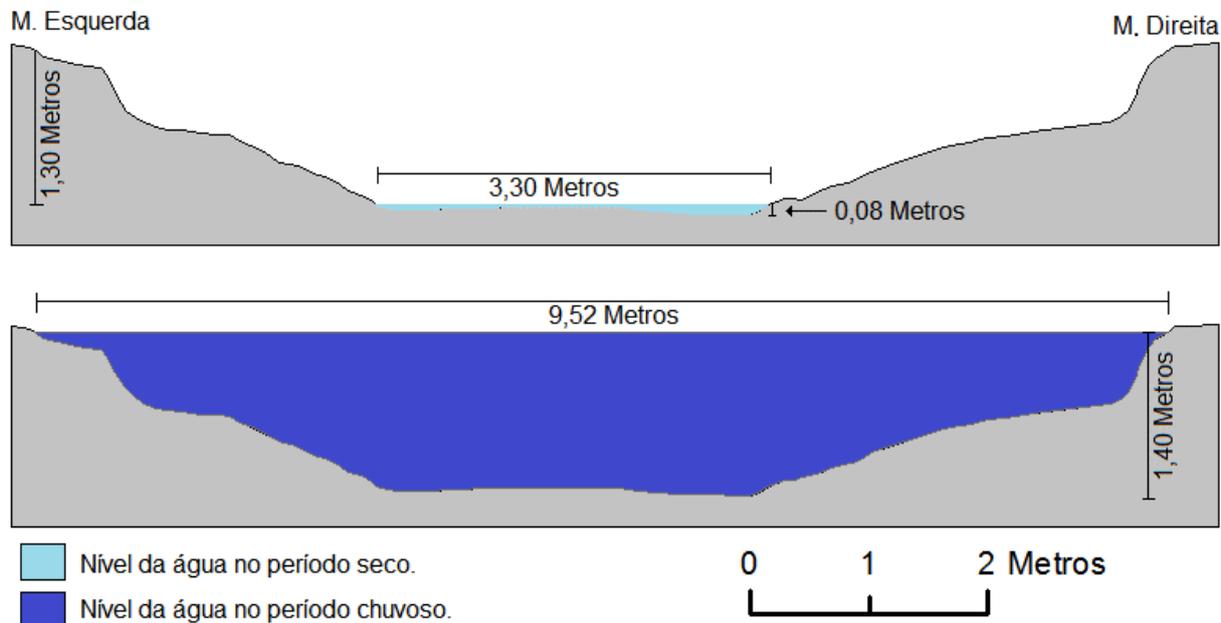
Nessa seção a granulometria dos sedimentos de margem apresentou frações mais bem distribuídas; porém, predominou o silte, com 37,08%, seguido de areia fina, representando 25,31%. O mesmo aconteceu com o teor de agregados, que constatou uma diferença relativamente pequena na distribuição da porcentagem nas classes de tamanho dos agregados estáveis em água.

A erosão acumulada foi pequena, variando entre 0,4 e 0,6 cm. A magnitude da erosão, que não ultrapassou 0,05 cm/mês, fez dessa seção a área que apresentou o menor índice de erosão de todos os trechos monitorados. O baixo potencial erosivo pode ser explicado pelo bom equilíbrio na granulometria dos sedimentos do barranco, também há a ocorrência de frações de argila que fornece maior estabilidade da margem.

A análise granulométrica dos sedimentos de fundo da sexta seção no rio Jaracatiá mostrou que o rio tem potencial de transportar sedimentos grosseiros. Foi constatado, nessa seção, que 41,06% eram compostos de areia grossa e 30,19% de areia média no

período de estiagem. Já no período chuvoso, os números foram: 36,9% de areia grossa e 46,43% de areia média (tabela 18).

Figura 69 – Perfil transversal no rio Jaracatiá, Colíder, 2016.



Elaborado pelo autor.

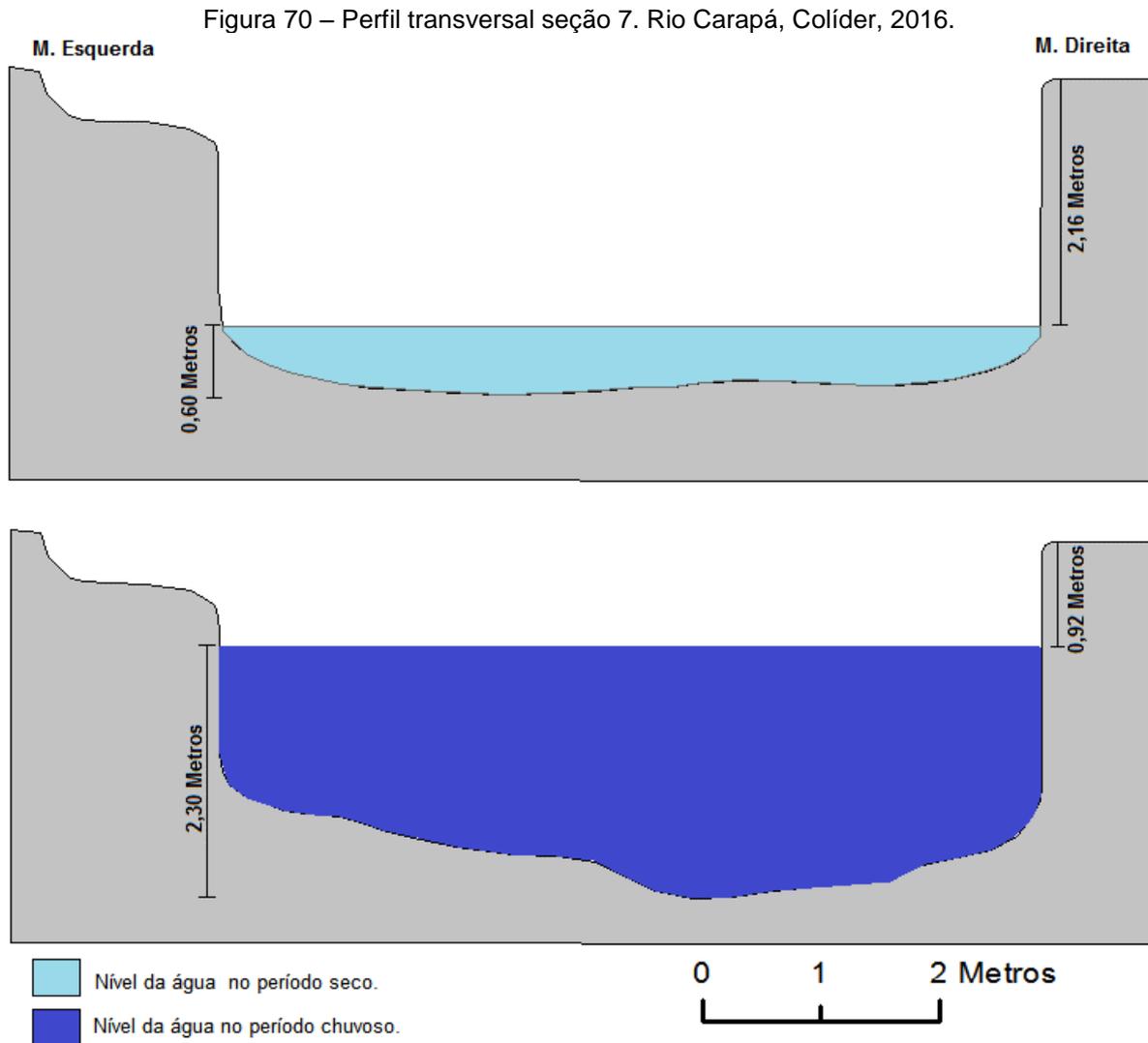
A sétima seção apresenta um canal encaixado em formato de “U”, suas margens são escarpadas, com alto potencial erosivo (figura 70). A vegetação arbórea ou arbustiva foi, na sua maioria, substituída por pastagem.

A batimetria revelou que a área molhada no período seco correspondia a 3,327 m<sup>2</sup>, a velocidade do fluxo de água era de 0,113 m/s e vazão de 0,378 m<sup>3</sup>/s. Enquanto, no período chuvoso, a área da seção molhada foi de 12,670 m<sup>2</sup>, a velocidade do fluxo de água era de 0,510 m/s e vazão de 6,462 m<sup>3</sup>/s (tabela 14).

Na seção 7, predominaram os sedimentos mais finos, com destaque para o silte, que representou 61,44% das amostras analisadas. A areia grossa representou apenas 14,63% dos sedimentos. Com relação à estabilidade de agregados, o maior percentual de agregados estáveis em água foi de diâmetro entre 2,00 a 4,00, que representou 28,86% das amostras.

A predominância do silte e a presença de areia colaboraram para reduzir a estabilidade das margens, o que tornou essa margem susceptível à erosão marginal. A erosão acumulada para essa seção ficou entre 1,8 a 2,1cm e a magnitude da erosão variou

entre 0,2 a 0,14 cm/mês. Esses valores estão próximos à média de erosão das seções anteriores.



Elaborado pelo autor.

Na seção sétima, predominou a fração de areia fina no período estiagem: 61,96% da carga de sedimentos de fundo. No período chuvoso, os valores ficaram proporcionalmente distribuídos entre os sedimentos grosseiros (areia grossa, média e fina).

A oitava seção encontra-se com canal retilíneo, as margens são rampeadas. A vegetação natural foi totalmente suprimida por pastagem. Com o intenso processo de sedimentação, que provocou a diminuição da profundidade do canal, aumentou a sua largura (figuras 71 e 72).

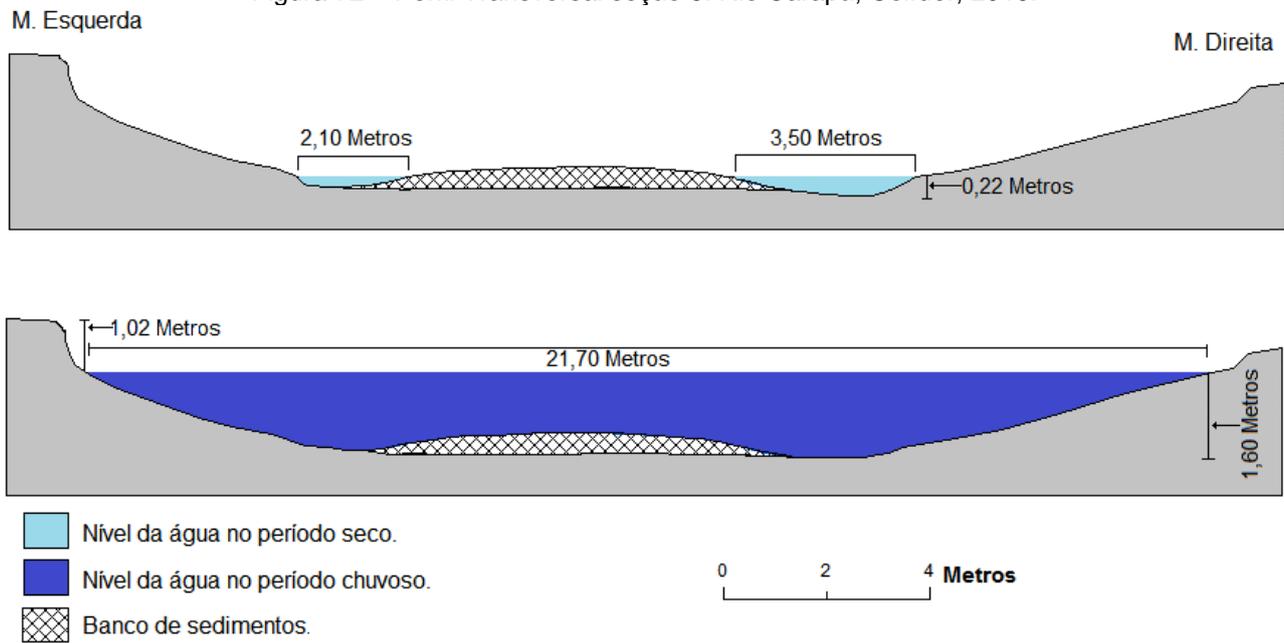
Figura 71 – Banco de sedimentos no centro do canal período seco (A).  
Nível do rio em sua margem plena período chuvoso (B). Rio Carapá, Colíder 2016.



Rinaldo Marques Padilha. Jul-dez/2016.

O canal apresenta afloramentos rochosos, principalmente na margem direita, e ocorrência de seixos e blocos de vários tamanhos. No centro, o canal possui um banco de sedimentos que é visível em todo o período de estiagem (figura 72).

Figura 72 – Perfil Transversal seção 8. Rio Carapá, Colíder, 2016.



Elaborado pelo autor.

A área da seção molhada no período de estiagem foi de 1,171 m<sup>2</sup>, a velocidade da água era de 0,398 m/s e a vazão de 0,466 m<sup>3</sup>/s. No período chuvoso, aumentou a área da seção molhada, atingindo 23,582 m<sup>2</sup>, a velocidade do fluxo da água foi de 0,472 m/s e a

vazão de 11,136 m<sup>3</sup>/s. O aumento da vazão nessa seção está associado à contribuição do volume de água do rio Jaracatiá.

A oitava seção apresentou o maior percentual de areia grossa no período de estiagem (75,74%). No período de chuvoso, predominaram as frações médias (58,54%). A grande concentração de sedimentos grosseiros, possibilitou a formação de uma barra central de sedimentos no canal.

Nas seções 6, 7 e 8, as concentrações de sólidos suspensos foram de 106 mg/L, 61 mg/L e 59 mg/L no período de estiagem. No período chuvoso, as concentrações de sólidos suspensos foram: 78 mg/L, 55 mg/L e 82 mg/L. As três mostram a capacidade dos rios para transportar a carga suspensa, aumentando expressivamente no período chuvoso (tabela 19).

### **Trecho 7**

Nesse trecho, o canal possui o padrão meandrante, a margem côncava é íngreme e a margem convexa é rampeada (figura 73). A vegetação natural foi retirada e substituída por pastagem, o gado tem acesso direto ao rio para dessedentação; a montante da seção existe uma ponte que contribuiu para modificar o leito. As alterações registradas no leito são os processos erosivos e sedimentação (barras).

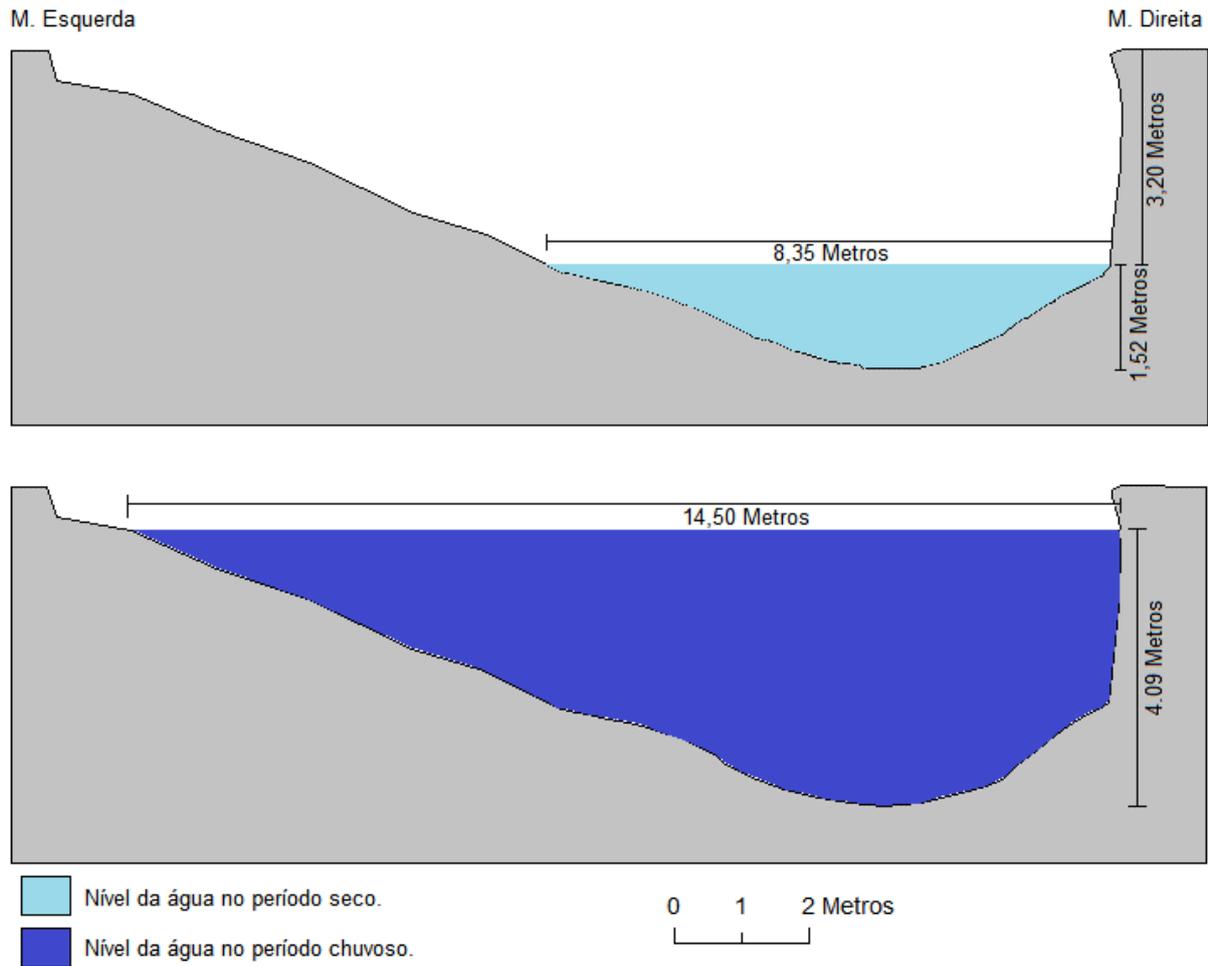
Na seção nove, no período de estiagem, a área da seção molhada era de 7,262 m<sup>2</sup>, a velocidade do fluxo foi de 0,093 e a vazão foi de 0,680 m<sup>3</sup>/s. No período chuvoso, a área da seção molhada foi de 36,746 m<sup>2</sup>, a velocidade foi de 0,750 m/s e de 27,559 m<sup>3</sup>/s.

Nesta seção, em relação à textura do material das margens, predominou o silte, sendo superior a 70% (tabela 14). As frações de areia grossa e fina não foram encontradas nas amostras e a fração argila representou 3,82%.

O teor de estabilidade de agregados foi mais baixo (3,27%) para os grãos maiores, entre 2,00 e 4,00 mm; e 6,08% entre 1,00 e 2,00 mm. A maior concentração de agregados estáveis (28,11%) foi registrada na classe de diâmetros entre 0,10 a 0,25 mm. Esses resultados evidenciam que essa seção é a mais vulnerável à erosão.

Não foi possível obter as informações de erosão pela técnica de pinos, pois eles foram levados pelo próprio processo erosivo. Dessa forma, a erosão foi quantificada por meio da estaca fixada a 2,00 m da margem e, no dia da verificação, foi constatado uma distância de 1,70 m, evidenciando uma erosão acumulada de 30,00 cm.

Figura 73 – Perfil Transversal seção 9. Rio Carapá, Colíder, 2016.



Fonte: Rinaldo Marques Padilha.

O intenso processo erosivo ocorreu devido à grande concentração de silte no solo e ao baixo teor de agregados estáveis em água. Outro fator relevante deve-se ao fato de o local ser um meandro e o ponto de coleta estar na margem côncava, que naturalmente é a margem de erosão. As outras seções foram monitoradas em trechos retilíneos, apresentando menor índice de erosão.

Nessa seção, verificou-se a presença de várias barras de sedimentos com predominância de material grosseiro (seixos com tamanho que varia entre 5,0 a 08 mm e areia) no leito principal e no leito maior. Quanto às informações sobre a granulometria dos sedimentos de fundo, houve a predominância de areia fina no período de estiagem, com 44,03 %; no período chuvoso ficou predominante a fração de areia média.

## Trecho 8

O trecho de monitoramento da seção 10 ocorreu a 70 metros a montante da ponte de concreto da rodovia MT 320. Sua construção provocou mudanças no leito do rio e no seu entorno. Com exceção da área da rodovia, a vegetação natural está preservada com muitas espécies arbóreas de grande porte, cipós e lianas lenhosas. O canal está encaixado no relevo com margem rampeadas e escarpadas com fundo rochoso. O afloramento de rochas é visível no fundo e nas margens do rio (figura 74).

Figura 74 – Seção 10. Canal com afloramento rochoso, rio Carapá, 2016.

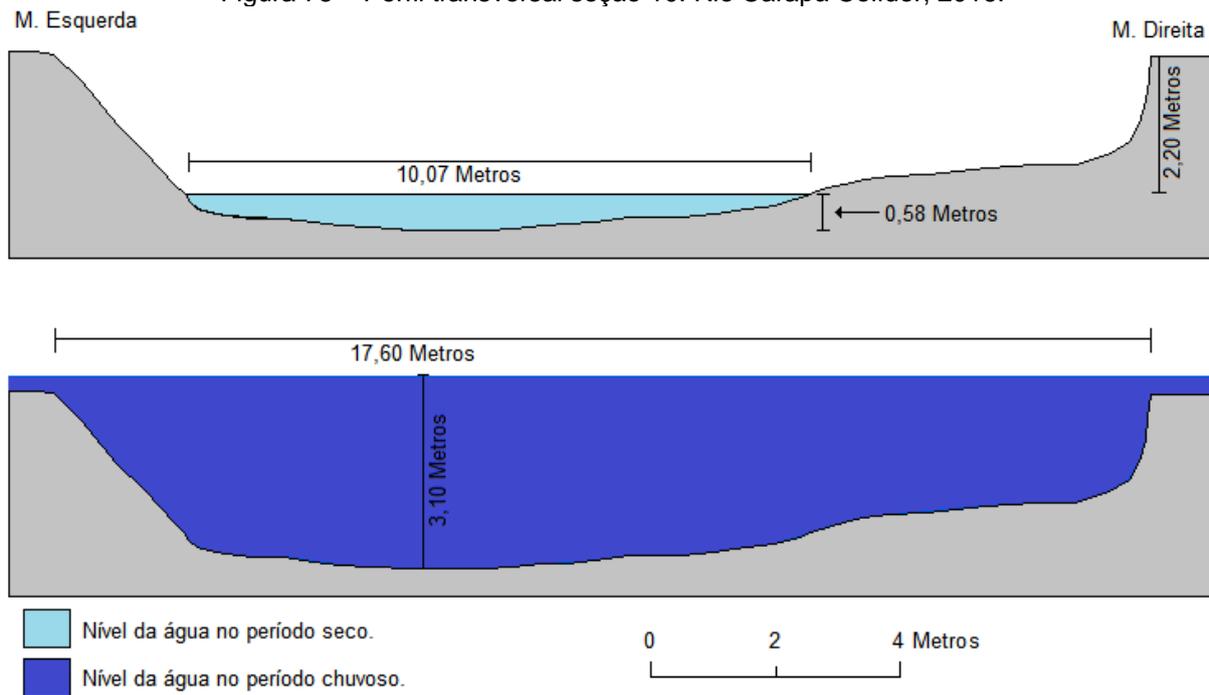


Fonte: Rinaldo Marques Padilha.

A batimetria mostrou que a área da seção molhada no período de estiagem é de 4,229 m<sup>2</sup>, a velocidade do fluxo de 0,593 m/s e vazão de 2,508 m<sup>3</sup>/s. No período chuvoso, o nível da água subiu além dos limites da calha, transbordando sobre as duas margens provocando alagamento do leito maior (figura 75). A área da seção no período chuvoso representava 43,611 m<sup>2</sup>, a velocidade do fluxo da água foi de 665 m/s e vazão de 29,011 m<sup>3</sup>/s.

A análise granulométrica do material da seção 10 mostrou o predomínio de silte (56,35%); além disso, a fração argila (5,13%) apresentou a maior concentração em todas as seções monitoras. As frações de areia grossa e média não alcançaram 9% na granulometria.

Figura 75 – Perfil transversal seção 10. Rio Carapá Colíder, 2016.



Fonte: Rinaldo Marques Padilha.

O solo da seção 10 apresentou a melhor estabilidade de agregados, concentrado 58,76% de agregados estáveis em água na classe de diâmetro entre 2,00 a 4,00 mm. Contribui para essa estabilidade o maior percentual de argila na composição do solo que ajudou a conter a erosão das margens.

Os valores de erosão acumulada ficaram entre 0,5 a 1,9 cm e a magnitude da erosão no período oscilou entre 0,04 a 0,18 cm/mês.

Na décima seção, houve predomínio de areia fina no fundo do canal, correspondendo 74,83% no período seco. No período chuvoso, os sedimentos grosseiros predominaram, porém apresentou 23,6% de silte no material. Registrou-se também a presença de seixos com diâmetros entre 5,0 a 9,0 mm.

A taxa de concentração de sedimentos em suspensão manteve-se entre 53 mg/L e 54 mg/L nos dois períodos; porém, a descarga sólida em suspensão foi de 11,486 t/dia no período estiagem, elevando-se para 135,355 t/dia no período de cheia.

## Trecho 9

O trecho nove está a montante da confluência do rio Carapá com o rio do Meio que formam o rio Parado. Corresponde à área mais preservada de todos os trechos monitorados da bacia, com vegetação natural de médio e grande porte com várias espécies arbóreas

como cedro (*Cedrela fissilis*), mogno (*Swietenia macrophylla*), canela (*Cryptocarya aschersoniana*), paineira (*Chorisia speciosa*), açai (*Euterpe olearacea* Mart), ingazeiros de diversas espécies entre outros. Assim como em quase todos os pontos da pesquisa, existem também várias espécies de cipós, trepadeiras e lianas lenhosas, além de algumas espécies de vegetação arbustivas e plantas aquáticas.

A seção 11 apresenta um canal encaixado no relevo com margens escarpada, com alto potencial erosivo principalmente pela margem esquerda. Os troncos de árvores caídas ao longo do canal são resultados da erosão por solapamento basal que retira blocos de sedimentos abaixo das raízes levando à queda de árvores no leito do rio (figura 76).

Figura 76 – Erosão por solapamento basal. Rio Carapá, Nova Canaã do Norte 2016.



Fonte: Rinaldo Marques Padilha.

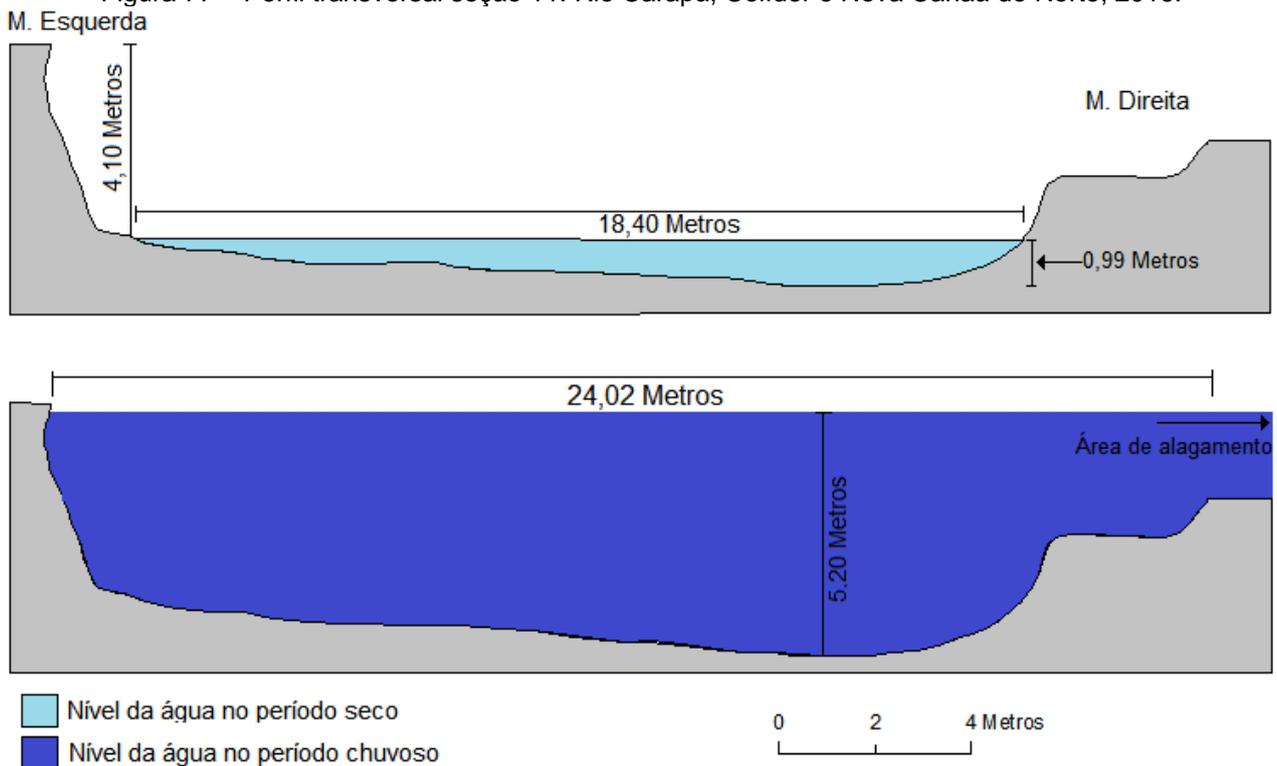
Na seção 11, a análise granulométrica dos sedimentos de margem, revelou maior percentual de areia fina 75,79%. A fração silte registrou-se como 22,32% dos sedimentos, não sendo encontradas nessa seção as frações de areia grossa e média.

O teor de agregados estáveis em água ficou mais distribuído nas classes de diâmetros entre 0,10 a 0,25 mm, 0,25 a 0,50mm e 0,50 a 1,00mm. Esses valores, associados ao baixo percentual de argila (1,89%), tornam solo muito suscetível a processos erosivos. Esses processos, por sua vez, ocorreram com muita intensidade, sendo registrada uma erosão acumulada entre 8,4 a 11 cm. A magnitude de erosão registrada

ficou entre 0,80 a 1,04 cm/mês. Foi a maior magnitude de erosão medida pela técnica de pinos na área de estudo.

A batimetria mostrou que a área da seção molhada do estudo possuía 11,591 m<sup>2</sup> no período de estiagem, a velocidade do fluxo foi de 0,331 m/s e a vazão de 3,838 m<sup>3</sup>/s. No período chuvoso, a velocidade do fluxo foi de 0,728 m/s, a área da seção molhada era de 103,350 m<sup>2</sup> e a vazão de 75,297 m<sup>3</sup>/s (figura 77).

Figura 77 – Perfil transversal seção 11. Rio Carapá, Colíder e Nova Canaã do Norte, 2016.

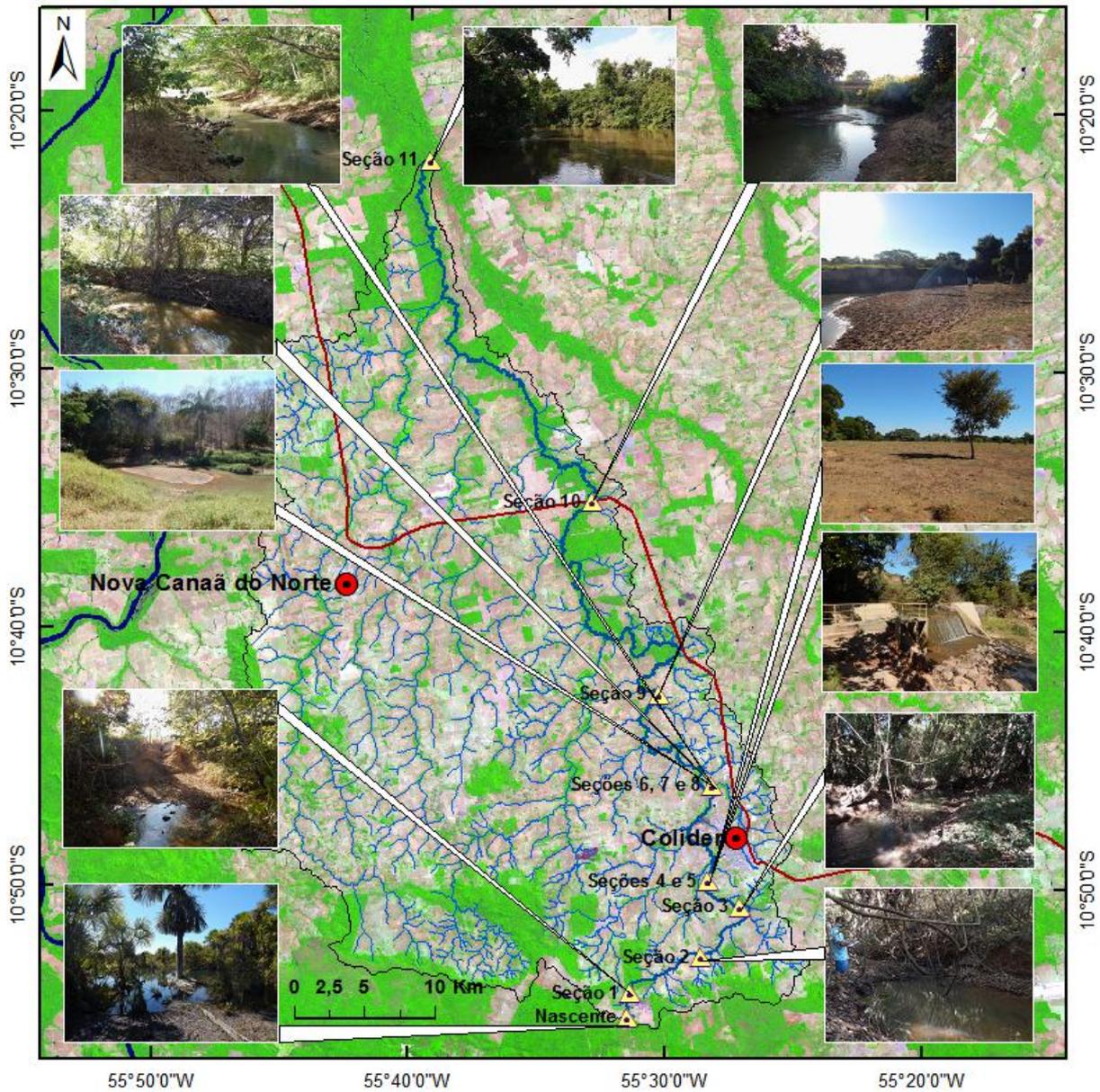


Fonte: Rinaldo Marques Padilha.

Nessa última seção, nos sedimentos de fundo, predominou a fração de areia fina, com 82,86, e 84,09% nos dois períodos de monitoramento. A concentração de sedimentos em suspensão ficou em torno de 60 mg/L e a carga sólida suspensa foi de 19,899 t/dia no período de estiagem e de 396,850 t/dia no período chuvoso.

Com exceção da seção 11, todos os trechos monitorados sofreram alterações nas áreas de APPs que foram parcialmente ou totalmente suprimidas por pastagem (figura 78). Essa prática que é comum em toda a área da bacia contribui para a erosão, assoreamento e diminuição do fluxo de água nos rios e córregos na área de estudo.

Figura 78 – Alterações e degradação ao longo do perfil longitudinal na bacia do rio Carapá, 2016.



Datum: Sirgas 2000  
 Sistema de coordenadas geográficas  
 Elaborado por: Rinaldo Marques Padilha

● Sede de município     — Drenagem da bacia     □ Área da bacia  
▲ Seções monitoradas     — Rodovia MT 320

Seção	Geologia	Geomorfologia	Solo	Vegetação
Nascente	pEd	PPt	FFc	FDse
1	pEia	DPc	NVd	FAsc
2	pEia	DPc	FFc	FAsc
3	pEia	DPc	NVd	FAsc
4	pEia	DPc	NVd	FAsc
5	pEia	DPc	NVd	FAsc
6	pEia	DPc	PVAd	FAsc
7	pEia	DPc	PVAd	FAsc
8	pEia	DPc	PVAd	FAsc
9	pEia	DPc	PVAd	FAsc
10	pEx	DPc	PVAd	FAsc
11	pEx	DPc	PVAd	FAsc

Geologia	pEd - Formação Dardanelos.
	pEia - Formação Iriri.
	pEx - Complexo Xingu.
Geomorfologia	PPt - Planalto dos Parecis - Formas tabulares.
	DPc - Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional - Formas convexas.
Solo	FFc - Plintossolo Pétrico Concrecionário.
	NVd - Nitossolo Vermelho Distrófico.
	PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico.
Vegetação	FDse - Floresta Ombrófila Densa Tropical - Formação Submontana dossel emergente.
	FAsc - Floresta Ombrófila Aberta Tropical - Formação Submontana com cipó.

Fonte: elaborado pelo autor a partir das imagens de carta geomorfológica MDE – Topodata INPE (2016), e de imagens Landsat 8 OLI, do Banco de imagens da DGI/INPE (2017).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do rio Carapá constitui uma importante rede de drenagem, que drena os municípios de Colíder e Nova Canaã do Norte, Mato Grosso. Sendo contribuinte da bacia do rio Teles Pires, estando inserida na bacia do rio Amazonas.

A unidade climática da área da bacia hidrográfica do rio Carapá é denominada de Clima Equatorial Continental Úmido, com estação seca bem definida da Depressão Sul-Amazônica. O clima possui chuvas abundantes, com médias superiores a 2.000 mm que alimentam o grande número de nascentes da bacia hidrográfica e colaboram para uma alta taxa de umidade relativa do ar durante o ano. As temperaturas são elevadas o ano todo, com média de 25,3°C e máximas superiores a 37°C, o que contribui para um elevado índice de evaporação e precipitação atmosférica na bacia.

Na caracterização da geologia, a bacia hidrográfica registrou a ocorrência da Formação Iriri, que predomina na bacia, o Complexo Xingu e a Formação Dardanelos. Quanto à geomorfologia, ela possui duas unidades de relevo: Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional e Planalto dos Parecis, o qual é subdividido em: Planalto dos Parecis com forma tabular e Planalto dos Parecis com superfícies erosivas.

A bacia registra a ocorrência de cinco tipos de solo, de acordo com reclassificação da EMBRAPA (2013): Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd), que predomina na região, com ocorrência em mais de 62% da área total, Plintossolo Pétrico Concrecionário (FFc), Nitossolo Vermelho Distrófico (NVd), Latossolo Vermelho-Amarelo Alumínico (LVAd) e o Neossolo Quartzarênico Hidromórfico (RQg).

A vegetação natural predominante na área da bacia do rio Carapá é a Floresta Ombrófila Aberta Tropical – Formação Submontana com cipó, mas existem pequenas áreas de vegetação Floresta Ombrófila Densa Tropical – Formação Submontana dossel emergente que estão concentradas nas regiões sul e sudoeste da área da bacia. Atualmente, a vegetação natural é escassa, resultado de intensa exploração madeireira, dando lugar à lavoura e, principalmente, à pecuária extensiva. O estudo comprovou que muitas áreas de APPs, como nascentes e margens de rios e córregos, não foram preservadas, restando apenas aproximadamente 20% da vegetação natural em toda a bacia.

A bacia hidrográfica do Carapá está sofrendo por várias décadas os efeitos do uso inadequado da terra, vinculados a atividades realizadas diretamente (abastecimento,

dragagem e lançamento de lixo nos afluentes) e indiretamente (garimpo, urbanização, agricultura e pecuária), promovendo a degradação (desmatamento, assoreamento, poluição dos cursos de água, diminuição da vazão, etc...).

Os cursos de águas fluviais nas áreas urbanas da bacia mostram um intenso processo de degradação, associado ao desmatamento da mata ciliar; barramento artificial; lançamentos de restos de materiais de construção, esgoto, animais e lixos diretamente nos córregos e rios, promovendo o entulhamento e poluição da água.

A ocupação da terra na área da bacia do rio Carapá, na década de 1970 foi incentivada por políticas do governo federal, que estimulava o desmatamento acelerado sob o pretexto de garantir a posse da terra. As primeiras formas de uso da terra foram realizadas com a agricultura de arroz, feijão, milho e café, culturas que impulsionaram o desenvolvimento do local, dando origem ao município de Colíder. Na década de 2010, aproximadamente 80% da área se encontravam desmatadas em virtude de o uso da terra ser destinado predominantemente à pecuária extensiva.

A morfologia e a morfometria da rede de drenagem evidenciaram que a bacia hidrográfica é formada, em sua maioria, por baixas altitudes e, conseqüentemente, por uma pequena amplitude altimétrica, resultando em índices de declividade pouco expressivos. Os baixos valores de declividade não se tornaram um problema, uma vez que a bacia apresenta-se com um índice de circularidade baixo, demonstrando que tem uma forma alongada sendo então pouco suscetível a enchentes e alagamentos.

A hierarquização de bacias hidrográficas é importante e faz-se necessária para um diagnóstico da dimensão da área de estudo, facilitando o acesso a metodologias de pesquisas para diversas vertentes dentro da hidrografia em geral. Concluímos que a bacia do rio Carapá é de sexta ordem, subdividindo-se em duas bacias de quinta ordem, cinco bacias de quarta ordem e 21 bacias de terceira ordem. No total, a bacia é composta por 665 canais de todas as hierarquias citadas, somando 1.246,086 km de extensão.

O rio principal é irregular, contendo pequenas distâncias de canal retilíneo e muitos trechos com sinuosidade sem padrão definido, apresentando, durante o seu percurso, alguns pontos com canal de meandros irregulares. No alto curso, o rio apresenta declividade acentuada que persiste durante 10% do trajeto e depois percorre por terras de pequena declividade.

As informações sobre a dinâmica fluvial evidenciaram que o rio tem um alto potencial de transporte de sedimentos grosseiros, com predominância arenosa variando de areia

grossa a fina nas seções. A concentração de sedimentos em suspensão variou entre 12 a 106 mg/L no período de estiagem e 16 a 252 mg/L no período chuvoso. Os maiores valores de descarga sólida suspensa foram registrados nas seções 10 e 11 no baixo curso, nos dois períodos (estiagem e chuvoso). A capacidade de transportar sedimentos foi maior no período chuvoso, a descarga sólida em suspensão chegou a 396,850 t/d na seção 11. A vazão manteve a tendência natural de aumentar de montante para jusante e os maiores valores serem diagnosticados no período chuvoso. Variando de 0,047 a 3,838 m<sup>3</sup>/s no período de estiagem e 2,174 a 2,174 m<sup>3</sup>/s no período chuvoso.

A erosão acumulada nas margens pode estar associada alguns fatores: ao grau de curvatura das margens (raio hidráulico); altura do barranco; a proteção das margens (vegetação); a composição granulométrica (predominância de areia fina e silte em todas as seções); a estabilidade dos agregados e a velocidade do fluxo. Os maiores valores de erosão acumuladas foram obtidas na seção 11, no baixo curso.

Vale mencionar algumas sugestões para o uso e preservação da bacia hidrográfica do rio Carapá, após a execução da pesquisa:

- Divulgação dos resultados da pesquisa junto à comunidade (população de Colíder e Nova Canaã do Norte);
- Continuação de estudos na área da bacia, principalmente nos trechos mais críticos diagnosticados na pesquisa;
- Contribuir para subsidiar políticas de gestão da bacia hidrográfica.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de; NOGUEIRA FILHO, José do Vale. **Reconhecimento geológico no rio Aripuanã**. B. Div. Geol. Mineral, Rio de Janeiro, 1959.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. Evolução tectônica do Cráton Guaporê comparada com a do Escudo Báltico. **R. Bras. Geoci**, São Paulo, 1974b. 4(3) 191-204.
- ALMEIDA, Jennyfer Carla. et al. Descrição Morfológica e Sedimentar do Rio Paraguai no Segmento entre o Poço do Renato a Baía da Inharosa. **Revista Geonorte**, Edição Especial 4, v.10, n.1, p.256-260, 2014.
- ANSTEAD, Lenka. **River bank erosion rates and the case for willow spiling as a bank stabilisation solution**. Thesis (Doctor in Philosophy) school of Environmental Sciences. University of East Anglia – UK, April 2012.
- ARANHA, Elias Alves. Colíder e sua Formação Histórica. Colíder: **Jornal Folha de Colíder** versão online. 2014. Disponível em <<http://folhadecolider.com.br/eu-faco-parte-desta-historia/>>. Acesso em 10 fev. 2017.
- ARAÚJO, Vanderlei Antônio de. et al. Projeto Manissauá-Missu. **Reconhecimento geológico**, relatório final Goiânia, DNPM/CRPM, 1975 4v (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2442) v1.
- ASSINE, Mario Luís; SILVA, Agnaldo. Contrasting fluvial styles of the Paraguay River in the northwestern border of the Pantanal wetland, Brazil. **Geomorphology**. v. 113, p. 189-199, 2009.
- AYOADE, Johnson Olaniyi. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- BALTHAZAR, Vincent et al. **Human impact on sediment fluxes within the Blue Nile and Atbara River basins**. *Geomorphology*, 2012.
- BASEI, Miguel Angelo Stipp. Estudo geocronológico do magmatismo ácido da região meridional da Amazônia In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28. Porto Alegre, 1974 **Anais...** Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia.
- BASEI, Miguel Angelo Stipp; TEIXEIRA, Wilson. **Geocronologia e considerações estratigráficas preliminares da região Cachimbo-Dardanelos**. Belém, Projeto RADAM. 1975 19p (Relatório Interno RADAM, 37-G)
- BAYER, Maximiliano; CARVALHO, Thiago Morato de. Processos morfológicos e sedimentos no canal do Rio Araguaia. *Revista de estudos ambientais*, v.10, n. 2, 2008. p. 24-31. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/1215/878>>. Acesso em: 25 fev. 2017.

BERNASCONI, Paula. et al. **Avaliação ambiental integrada: território Portal da Amazônia**. Alta Floresta: ICV, 2009.

BERTRAND, Georges. **Paisagem e geografia física Global. Esboço metodológico**. Tradução: Olga Cruz. R. RAÍE GA, Curitiba: Editora UFPR. n. 8, p. 141-152, 2004. Trabalho publicado, originalmente, na "Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest", Toulouse, v. 39 n. 3, p. 249-272, 1968, sob título: Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. Publicado no Brasil no Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n. 13, 1972.

BOLÓS, Maria de. Problemática actual de los estudios de paisaje Integrado. **Revista de Geografia**, Barcelona, v. 15, 1-2, pp. 45-68. 1981.

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; SILVA, Antônio Soares; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC.21. Juruena; **geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1980. (Levantamento de Recursos Naturais, 20).

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento SNIS. Brasília: SNIS, 2017. Disponível em <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

CAMARGO, Ligia (Org.). **Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômico-ecológica**. Cuiabá: Entrelinhas, 2011.

CAMPOS, Acindino Vieira de; DIRANI, Ademar; RIBEIRO, Antônio Giacomini. Uso Potencial da Terra - Capacidade Natural Média do Uso da Terra. In BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RadamBrasil. Folha SC.21 Juruena: **Geologia, Geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. 460p. Rio de Janeiro, 1980.

CARDOSO, Christiany Araujo. et al. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ**. Rev. Árvore vol.30 nº2 Viçosa Mar./Abr. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622006000200011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622006000200011)>. Acesso em: 05 dez. 2016.

CARDOSO, Jose Soares. **Mato Grosso em Foco**. Cuiabá: Guia Press, 1989.

CARMO, Judite de Azevedo.; VIEIRA, Willian Borges.; CARMO, Beatriz de Azevedo. **Ocupações Irregulares no Espaço Urbano de Colíder – Mato Grosso**. XVIII Encontro Nacional de Geógrafos – A construção do Brasil: geografia, ação política e democracia. São Luís, 24 a 30 julho de 2016.

CARVALHO, Newton de Oliveira. et al. **Guia de práticas sedimentométricas**. Brasília: ANEEL, 2000.

CARVALHO, Newton de Oliveira. **Hidrossedimentologia prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CHAVES, Júlio Cesar Dias; CALEGARI, Ademir. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, v.22, n.212, p.53-60, 2001.

CHIEN, Ning. Changes in river regime after the construction of upstream reservoirs. **Earth Surface Processes and Landscape**. n.10, p.143-159, 1985.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia fluvial: o canal fluvial**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

\_\_\_\_\_. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

COELHO NETTO, Ana Luiza. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, Antônio José; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

COLÍDER. Prefeitura Municipal. Conheça Colíder. Economia. Colíder, 2017. Disponível em: <<http://www.colider.mt.gov.br/Economia/>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

CORRÊA, Roberto Lobato. Espaço, um conceito-chave da geografia. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (Org.). **Geografia: conceitos e temas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

CUNHA, Sandra Baptista. Bacias hidrográficas. In: CUNHA, Sandra Baptista; GUERRA, Antônio José Teixeira. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1998.

\_\_\_\_\_. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista. (Org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 8. ed. Rio de Janeiro: ed. Bertrand Brasil, 2008.

\_\_\_\_\_. Geomorfologia fluvial. In: Cunha, Sandra Baptista; Guerra, Antônio José Teixeira. (Org.) **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand do Brasil, 2010.

\_\_\_\_\_. Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, Sandra Baptista; GUERRA, Antônio José Teixeira (Org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 9. ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 2015.

CUNHA, Sandra Baptista; GUERRA, Antônio José Teixeira. Degradação ambiental. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2012.

DE BIASI, Mario. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH-USP, São Paulo, n.6, p. 45- 60, 1992.

DIAS, Jailton. **As potencialidades paisagísticas de uma região cárstica**: o exemplo de Bonito, MS. 1998.183 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, 1998. Disponível em: <<http://jailton.tripod.com/apresent.html>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF, EMBRAPA, 2013.

FERNANDEZ, Oscar Vicente Quinonez. **Mudanças no canal fluvial do rio Paraná e processos de erosão nas margens**: região de Porto Rico-PR. 1990. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP. Campus de Rio Claro, SP, 1990.

\_\_\_\_\_. O método dos pinos na quantificação da erosão marginal em rios reservatórios. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA**. Anais. Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia, 1996. p.160-163.

FERREIRA, João Carlos Vicente; SILVA, Pe. José de Moura. **Cidades de Mato Grosso: Origem e Significado de Seus Nomes**. Cuiabá: J.C.V. Ferreira, 2008.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos. 2008b.

FLORENZANO. Tereza Gallotti. Introdução à geomorfologia. In: FLORENZANO, Tereza Gallotti (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**, 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Edgard Blucher, 1988.

GRIZIO, Edinéia Vilanova; SOUZA FILHO, Edvard Elias. As modificações do regime de descarga do rio Paraguai Superior. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 11, n. 2, p. 25-33. 2010.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

HORTA, Ivana de Marco Fonseca. **Levantamento dos solos e ocupação da superfície do município de Nazareno, MG**. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG. Lavras, 2006. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2779/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Levantamento%20dos%20solos%20e%20ocupa%C3%A7%C3%A3o%20da%20superf%C3%8Dcie%20do%20munic%C3%ADpio%20de%20Nazareno%2C%20MG.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2779/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Levantamento%20dos%20solos%20e%20ocupa%C3%A7%C3%A3o%20da%20superf%C3%8Dcie%20do%20munic%C3%ADpio%20de%20Nazareno%2C%20MG.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2016.

HORTON, Robert E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America Bulletin**, Colorado, v. 56, pp. 275-370. March/1945.

HUMPHRIES, Marc S. et al. **137Cs and 210Pb derived sediment accumulation rates and their role in the long-term development of the Mkuze River floodplain, South Africa**. *Geomorphology* 88–96. Contents lists available at Science Direct *Geomorphology*, 2010. Journal homepage: <[www.elsevier.com/locate/geomorph](http://www.elsevier.com/locate/geomorph)>. Acesso em 13 jun. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Glossário dos termos genéricos dos nomes geográficos utilizados no mapeamento sistemático do Brasil**. Coordenação de Cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

\_\_\_\_\_. (2016). **Portal de Mapas**. Disponível em: <<http://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa201760>>. Acesso em: 05 dez. 2016.

\_\_\_\_\_. (2017). **Banco de Dados: cidades**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/5103205>>. Acesso em: 11 fev. 2017.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia (2016). **Banco de dados meteorológicos para pesquisadores (BDMeP)**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2016). **TOPODATA: banco de dados geomorfométricos do Brasil**. São José dos Campos. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. (2016). **Imagem Landsat-5** Bandas 1, 2 e 3 orbita: 227, ponto: 067 – datas de passagens 15/09/1986, 24/07/1996 e 05/08/2006. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 04 dez. 2016.

\_\_\_\_\_. (2016). **Imagem Landsat-8** Bandas 2, 3, 4 e 8 orbita: 227, ponto: 067 – data de passagem 31/07/2016. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/#>>. Acesso em: 04 dez. 2016.

JUSTINIANO, Laura Aparecida de Arruda; SOUZA, Célia Alves. Evolução das margens e transporte de sedimentos no rio Paraguai entre a foz do rio Sepotuba e a foz do rio Cabaçal. In: SANTOS, José Eduardo; GALBIATI, Carla; MOSCHINI, Luiz Eduardo. (Org.). **Gestão e Educação Ambiental: água, biodiversidade e cultura**. v. 3. São Carlos, SP: Rima Editora, 2010.

JUSTINIANO, Laura Aparecida de Arruda; SOUZA, Célia Alves de; PIERANGELI, Maria Aparecida Pereira. Migração lateral do rio Paraguai entre a foz do rio Sepotuba e a foz do rio Cabaçal em Mato Grosso. **Revista GeoPantanal**. UFMS/AGB. Corumbá/MS. 8(14): p. 106-128. Jan./Jun. 2013.

KUEHN, Ezekiel. **Stream bank erosion trends and sediment contributions in a Southwestern Missouri river**. Thesis (Master of Science, Geospatial Sciences in Geography, Geology, and Planning) Missouri State University, July 2015.

KUX, Hermann Johann Heinrich; BRASIL, Antônia Eloisa; FRANCO, Maria do Socorro Moreira. Geomorfologia In: BRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 20 **Guaporé: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra** Rio de Janeiro, 1979.

LEANDRO, Gustavo Roberto dos Santos; SOUZA, Celia Alves de; CHAVES, Istéria Jovem de Freitas. Aspectos sedimentares na baía Negra, corredor fluvial do rio Paraguai, Pantanal de Cáceres (MT). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 43, p. 204-216, 2012.

LEANDRO, Gustavo Roberto dos Santos; SOUZA, Célia Alves; NASCIMENTO, Flávio Rodrigues. Processo de deposição fluvial na Baía Comprida, rio Paraguai, município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. **Revista. Ra'e Ga**. Curitiba, v.31, p.296-316, dez./2014.

LELI, Isabel Terezinha; STEVAUX, José Cândido; NÓBREGA, Maria Teresa da. Produção e transporte da carga suspensa fluvial: teoria e método para rios de médio porte. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 43-58, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/8472/6098>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

LIBERATORE, G. et al. (1972). **Projeto Aripuanã-Sucundun, relatório final Manaus**, DNPM/CPRM (Relatório de Arquivo Técnico da DGM, 2000).

LIMA, Mario Ivan Cardoso de. **Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico**. 3. ed. Belém, 2006. Disponível em: <<http://www.neotectonica.ufpr.br/geomorfologia/1.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2016.

LIMA, Walter de Paula. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2008.

LOPES, Jecson Girão. As especificidades de análise do espaço, lugar, paisagem e território na geográfica. **Revista: Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16, n.2 p. 23–30, maio/ago. 2012.

LOUREIRO, Rui Lopes de; DIAS, Alfeu de Araujo; MAGNAGO, Heliomar. Vegetação: As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos: estudo fitogeográfico. In: BRASIL, Departamento Nacional da Produção mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC.21. **Juruena; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1980. (Levantamento de Recursos Naturais, 20).

MACHADO, Gilnei; SOUZA, Juliano Oliveira Pinto de. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Chôco – Ibaiti – PR. X Encontro de Geógrafos da América Latina. 20 a 26 de março de 2005. **Anais ...** Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/9309363-Analise-morfometrica-da-bacia-hidrografica-do-rio-choco-ibaiti-pr.html>>. Acesso em: 05 fev. 2016.

MACIEL, Ana Beatriz Câmara; LIMA, Zuleide Maria Carvalho. O conceito de paisagem: diversidade de olhares. Natal, **Revista Sociedade e Território**, v. 23, nº 2, p. 159-177, 2011.

MANUAL técnico de geomorfologia / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. (Manuais técnicos em geociências n. 5)

MANUAL técnico de pedologia / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p. (Manuais técnicos em geociências).

MARCHETTI, Delmar Antônio Bandeira. **Características da rede de drenagem e formas de relevo em três unidades de solo de Piracicaba, SP**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, 15(3):349-358, jul 1980. Disponível em: <<https://seer.sct.EMBRAPA.br/index.php/pab/article/viewFile/16580/10864>>. Acesso em: 07 dez. 2016.

MARTINS, José Augusto. Escoamento superficial. In: PINTO, Nelson L. de Souza. et al. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1976.

MELO, Diana Peixoto de; FRANCO, Maria do Socorro Moreira. Geomorfologia. In: Brasil, Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC.21. **Juruena; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1980.

MENDES, Marcos Amaral. **História e Geografia de Mato Grosso**. 3ª ed. Cuiabá: Cafarnaum, 2009.

MENEZES, Paulo Marcio Leal de; FERNANDES, Manoel do Couto. **Roteiro de cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

MOBARAKI, Alipour. F, GHODRATI, A.R, NAZAMI, M.T. **Investigation of Stabilization of River Margins with use of Biological method for prevention of soil Erosion and sediment production**. Intl J Agri Crop Sci. v., 4 (11), 691-695, 2012.

NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes. Ambientes fluviais. In: FLORENZANO, Teresa Gallotti **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais** (Org.). São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

OLIVEIRA, Siloé de. **Colonização e massacre**. Colíder, MT. 1998.

\_\_\_\_\_. **Quem foram eles**. Colíder, MT. 2007.

- OLIVEIRA, Vandemberg Salvador de. **Erosão marginal no baixo curso do rio São Francisco e seus efeitos nos agroecossistemas**. 2006. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Núcleo de Pós-Graduação e Estudos em Recursos Naturais. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2006.
- ORFEO, Oscar; STEVAUX, J. Hydraulic and morphological characteristics of middle and upper reaches of the Paraná River (Argentina and Brazil). **Geomorphology** v.44 p.309–322, Holanda, 2002.
- PADILHA, A. V. et al. **Projeto Centro-Oeste de Mato Grosso, relatório final Goiânia**, DNPM/CPRM, 1974 4v (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2 220).
- PAGLIARINI, Maximiliano Kawahata; MENDONÇA, Veridiana Zocoler de; ALVES Marlene Cristina. Distribuição de tamanho de agregados estáveis em água em solos de Selvíria-MS e Ilha Solteira-SP, Brasil. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.6, n.1, p.45-51, mar. 2012. Disponível em: <<http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-06-2012/volume-6-numero-1-marco-2012/tca6109.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2017.
- PASSOS, Messias Modesto dos. **BR-163, de estrada dos colonos a corredor de exportação**. Maringá: Massoni, 2007.
- PETER, W. Downs.; Andrew Simon. Fluvial geomorphological analysis of the recruitment of large woody debris in the Yalobusha River network, Central Mississippi, USA. **Geomorphology**, 2001.
- PILLAR, Valério De Patta. **Clima e vegetação**. UFRGS, Departamento de Botânica, 1995. Disponível em: <[http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Reprints&Manuscripts/Manuscripts & Misc/6\\_Clima\\_95Nov07.pdf](http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Reprints&Manuscripts/Manuscripts & Misc/6_Clima_95Nov07.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2016.
- PINTO, Néelson L. de Sousa e HOLTZ, Antônio Carlos Tatit. Medições de vazão. In: PINTO, Néelson L. de Souza. et al. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1976.
- QUINLAN, Emma et al. **Impacts of Small Scale Flow Regulation on Sediment Dynamics in an Ecologically Important pland River**. Springer Science+Business Media New York 2014.
- RAMONELL, Carlos G. et al. **Ajustes morfológico-sedimentarios del río Bermejo en torno al Puente Lavalle (Chaco Argentino)**, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral (UNL), 2014.
- RESENDE, M. Aplicação de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 3-18, 1985.
- RICCOMINI, Claudio et al. Processos fluviais e lacustres e seus registros. In: TEIXEIRA, Wilson et al (Org.). **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.
- ROCHA, José Carlos. Diálogo entre as categorias da geografia: espaço, território, e paisagem. **Caminhos de Geografia Uberlândia** v. 9, n. 27 set/2008 p. 128 – 1421.

ROCHA, Paulo César; SOUZA FILHO, Edvard Elias de. Interações dinâmicas entre os materiais do leito de um canal secundário com o canal principal no trecho multicanal do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. São Paulo, v. 6, n. 1, p. 19-32, 2005. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/viewFile/36/34>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

RODRIGUES, Aline Sueli Lima; MALAFAIA, Guilherme; CASTRO, Paulo Tarso Amorim. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, 2008.

RODRIGUES, Valdemir Antônio. et al. Análise do relevo da microbacia. II Simpósio Internacional de Microbacias Hidrográficas: Botucatu, **Anais...** FCA/UNESP, 2008. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/microbacias/2010/2008/artigos.html>>. Acesso em: 21 maio 2017.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teórico e metodológico da geografia**. São Paulo: Hucitec, 1988.

SANTOS, Cláudio João Barreto et al. **Estudo sobre a ocorrência na denominação dos termos genéricos de cursos d'água no território brasileiro**. XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia. **Anais...** 2014. Gramado, RS. Disponível em: <[http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/1/611/CT01-27\\_1404426018.pdf](http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/1/611/CT01-27_1404426018.pdf)>. Acesso em: 28 jul. 2016.

SANTOS JUNIOR, Elias Lira dos. (Org.). **Bacia Hidrográfica - Desafios da gestão de recursos hídricos e do saneamento básico no município de Cuiabá-MT**. Cuiabá: Ginco, 2011. Disponível em: <<http://www.ginco.com.br/arquivos/downloads/livro-bacia-hidrografica-ginco-layout-92158-1-191112196.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

SANTOS, Marcos. **Uso, ocupação da terra e dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha no município de Cáceres, Mato Grosso**. 2013. 148f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres, 2013. Disponível em: <[http://portal.unemat.br/media/oldfiles/ppgca/docs/Marcos\\_dos\\_Santos.pdf](http://portal.unemat.br/media/oldfiles/ppgca/docs/Marcos_dos_Santos.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SANTOS, Wesley Alves; ARAÚJO, Hélio Mário. Clima e condições meteorológicas da sub-bacia hidrográfica do rio Cotinguiba, SE. **Maringá: Boletim de Geografia**, v. 31, n. 1, p. 41-52, jan-abr., 2013.

SAUER, Carl. O. A morfologia da paisagem. In: CORREA, Roberto Lobato; ROSENDAHL, Zeny (Org.). **Paisagem, tempo e cultura**. Rio de Janeiro: Ed. Uerj, pp. 12-74. 1998.

SCAPIN, Juliana. **Caracterização do transporte de sedimentos em um pequeno rio urbano na cidade de Santa Maria, RS**. 2005. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, 2005.

SCHAEFER, José Renato. **As Migrações Rurais e Implicações Pastorais: Um estudo das migrações campo-campo do sul do país em direção ao norte do Mato Grosso.** São Paulo: Edições Loyola, 1985.

SCHÄFFER, Wigold Bertoldo et al. **Áreas de preservação permanente e unidades de conservação & áreas de risco: o que uma coisa tem a ver com a outra?** Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro, Brasília: MMA, 2011.

SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antônio Fernando Monteiro. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações.** Ilhéus: Editus, 2002.

SILVA, Edenio Sebastião Faria. et al. Evolução das feições morfológicas do rio Paraguai no Pantanal de Cáceres, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geomorfologia.** v. 13, n. 4, p. 435-442, 2012.

SILVA, Edenio Sebastião Faria. **Dinâmica fluvial do rio Paraguai no segmento entre o Furado do Touro e Passagem Velha, Pantanal de Cáceres, Mato Grosso.** 2012. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres, 2012. Disponível em: <[http://portal.unemat.br/media/oldfiles/ppgca/docs/edenio\\_da\\_silva.pdf](http://portal.unemat.br/media/oldfiles/ppgca/docs/edenio_da_silva.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SILVA, Júlio César Félix da. **Categorias analíticas da geografia: caminhos para leitura do espaço geográfico.** Revista Diálogos – n. 14, p. 237-250, ago./set. 2015.

SILVA, Rosimeire Vilarinho.; SOUZA, Célia Alves. Rio Paraguai: ocupação e degradação no perímetro urbano de Cáceres, MT. In: SOUZA, Célia Alves (Org.) **Bacia hidrográfica do rio Paraguai, MT: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental.** São Carlos: Editora Cubo, 2012.

SILVA, Rodrigo Kuhn. **A evolução do conceito de espaço geográfico.** XVI Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão SEPE. v. 3, Santa Maria: UNIFRA, 2012. Disponível em: <<http://www.unifra.br/eventos/sepe2012/Trabalhos/5199.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2016

SILVA, Leila Nalis Paiva. **Bacia hidrográfica do córrego das Pitãs, MT: dinâmica fluvial e o processo de ocupação, como proposta de gestão dos recursos hídricos.** 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres, 2009. Disponível em: <<http://www.unemat.br/prppg/ppgca/teses/2009/17.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

SILVEIRA, Andre Luiz Lopes da. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In. TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. (Org). **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, cap. 2, p. 35-51, 2004.

SOARES, Amarindo Fausto; SILVA, João dos Santos Vila da. **Uniformização da legenda de solos do Brasil ao milionésio.** Campinas: EMBRAPA Informática Agropecuária, 2005. (Documentos / EMBRAPA Informática Agropecuária, 49).

SOUSA, Flávio Alves de; MOURA, Derick Martins Borges de. Descrição geológica da bacia hidrográfica do Córrego das Vacas em Diorama, GO. Jataí: **Geoambiente On-line. Revista eletrônica do curso de geografia**, Jatai/UFG. n. 23, jul-dez/2014.

SOUSA, Juberto Babilônia de. et al. Descrição morfológica e atributos do solo nas margens do rio Paraguai, Cáceres, Mato Grosso, Brasil. **Ciência Geográfica**. Bauru. v. XXI (1): jan./dez. p. 74-87, 2017.

SOUZA, Célia Alves. **Bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, MT**: avaliação da dinâmica atual. 1998. 117 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_. **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã, MT**. 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, Célia Alves; CUNHA, Sandra Baptista. Feições morfológicas do rio Paraguai e sua dinâmica entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã, MT. In: SOUZA, Célia Alves. (Org.). **Bacia hidrográfica do rio Paraguai, MT**: dinâmica das águas, uso, ocupação e degradação ambiental. São Carlos-SP: Cubo, 2012.

\_\_\_\_\_. Evolução das margens do Rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha Taiamã – MT. In: SOUZA, Célia Alves. (Org.). **Bacia hidrográfica do Rio Paraguai – MT**: Dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental. São Carlos-SP: Cubo, 2012.

SOUZA, Celia Alves. et al. Informações preliminares sobre transporte de sedimentos no rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da ilha de Taiamã, Pantanal Superior, Mato Grosso, Brasil. **Revista Portuguesa de Recursos Hídricos**. v. 36 (2). p. 47-55. 2015. Disponível em: <[http://www.aprh.pt/rh/pdf/rh36\\_n2-4.pdf](http://www.aprh.pt/rh/pdf/rh36_n2-4.pdf)>. Acesso em: 06 abr. 2017.

SOUZA, Célia Alves. et al. Aporte de sedimentos dos afluentes da margem direita do rio Paraguai, Pantanal Superior – Mato Grosso – Brasil. **Ciência Geográfica** - Bauru - XXI - Vol. XXI - (1): 18-31. 2017. Disponível em: <[http://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXI\\_1/agb\\_xxi\\_1\\_versao\\_internet/Revista\\_AGB\\_JanDez2017-02.pdf](http://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXI_1/agb_xxi_1_versao_internet/Revista_AGB_JanDez2017-02.pdf)>. Acesso em: 21 maio 2017.

SOUZA, Leticia Helena Campos de. et al. Estabilidade de agregados de um Latossolo vermelho distrófico sob diferentes usos e manejos em Lambari D'Oeste-MT. **Cerrado Agrociências**, Patos de Minas, UNIPAM n. 6, dez. 2015, 12-23. Disponível em: <<http://revistaagrociencias.unipam.edu.br/documents/57126/1028593/Artigo+2+-+Estabilidade+de+agregados+de++um+latossolo+vermelho+++distr%C3%B3fico+sob+diferentes+usos+e+manejos+em+Lambari+D-Oeste-MT.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2017.

SOTCHAVA, Viktor Borisovich. **O Estudo de geossistemas**. Métodos em questão. 16. IG-USP. São Paulo, 1977.

STRAHLER, Arthur Newell. **Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology**. Transactions, American Geophysical Union. v. 38. p. 913-920. 1957.

SUDAM. DRN; GEOMINERAÇÃO LTDA. **Pesquisa mineral no IRIRI, CURUA**: relatório preliminar. Belém: SUDAM, 1972.

SUGUIO, Kenitiro. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgar Blücher, 1973.

SUGUIO, Ketiniro; BIGARELLA, José João. **Ambiente fluvial**. 2 ed. Florianópolis: ed. UFSC, 1990.

SUSZCZYNSKI, E. F. **La géologie et La tectonique de la plateforme Amazonienne**. **Geol Rundschau**, Stuttgart. 59(3) 1232-1253, 1970.

TARIFA, José Roberto. **Mato Grosso**: clima: análise e representação cartográfica. Cuiabá: Entrelinhas, 2011.

TEIXEIRA, Luciana. **A Colonização no norte de Mato Grosso: O exemplo da Gleba Celeste**. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista – UNESP. Presidente Prudente, 2006. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp012588.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.

THORNE, Colin R. **Field measurements of rates of bank erosion and bank material strength**. Erosion and Sediment Transport Measurement (Proceedings of the Florence Symposium, June 1981). IAHS Publ. no. 133.

TIBA, Chiqueru (Coord.) **Atlas solarimétrico do Brasil**: banco de dados solarimétricos. Recife: Universitária da UFPE, 2000.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; MACHADO, Pedro José de Oliveira. **Introdução à climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

TORRES, Filipe Tamiozzo Pereira.; MARQUES NETO, Roberto.; MENEZES, Sebastião Oliveira. **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TROPPEMAIR, Helmut; GALINA, Marcia Helena. Geossistemas. **Mercator, Revista de Geografia da UFC**, ano 05, número 10, 2006.

TSUKAMOTO, Ruth Youko; MINELLI, Maria Luiza. Uso Potencial da Terra – Diagnostico Sócio-econômico. In BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RadamBrasil. Folha SC.21 **Juruena: Geologia, Geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. 460p. Rio de Janeiro, 1980.

VIEIRA, Danielle Melo; TEIXEIRA, Pedro Wellington Gonçalves Nascimento; LOPES, Wilza Gomes Reis. Identificação dos usos e ocupações do solo nas áreas de preservação permanente do rio Poti e sua compatibilidade legal no perímetro urbano de Teresina, Piauí - Brasil. VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. **Anais...** Fortaleza, 2007.

VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

ZIEMER, G. L. Quantitative Geomorphology of Drainage Basins Related to Fish Production. Alaska: **Informational Leaflet**, n. 162. 1973.