

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
MESTRADO EM GESTÃO DO TERRITÓRIO

DIELY CRISTINA PEREIRA

CONDICIONANTES MORFOESTRUTURAIS E SUAS IMPLICAÇÕES NOS USOS
DA TERRA E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO SÃO JOÃO, CARAMBEÍ-PR

PONTA GROSSA
2015

DIELY CRISTINA PEREIRA

CONDICIONANTES MORFOESTRUTURAIS E SUAS IMPLICAÇÕES NOS USOS
DA TERRA E EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO SÃO JOÃO, CARAMBEÍ-PR

Dissertação apresentada para obtenção
do título de mestre na Universidade
Estadual de Ponta Grossa, Programa de
Pós-graduação em Geografia, Mestrado
em Gestão do Território.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Ligia Cassol
Pinto

PONTA GROSSA
2015

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

P436 Pereira, Diely Cristina
 Condicionantes morfoestruturais e suas
 implicações nos usos da terra e em áreas
 de preservação permanente da Bacia
 Hidrográfica do São João, Carambeí-PR/
 Diely Cristina Pereira. Ponta Grossa,
 2015.
 90f.

 Dissertação (Mestrado em Gestão do
 Território - Área de Concentração: Gestão
 do Território: Sociedade e Natureza),
 Universidade Estadual de Ponta Grossa.
 Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Ligia
 Cassol Pinto.

 1.Morfoestrutura. 2.Lineamentos.
 3.Bacia hidrográfica. I.Pinto, Maria Ligia
 Cassol. II. Universidade Estadual de
 Ponta Grossa. Mestrado em Gestão do
 Território. III. T.

CDD: 910

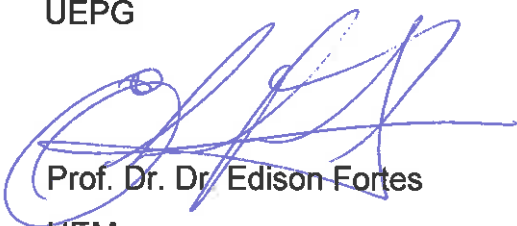
TERMO DE APROVAÇÃO

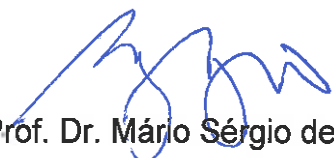
DIELY CRISTINA PEREIRA

“CONDICIONANTES MORFOESTRUTURAIS E SUAS IMPLICAÇÕES NOS USOS DA TERRA E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SÃO JOÃO, CARAMBEÍ-PR”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado em Gestão do Território, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:


Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Ligia Cassol Pinto
UEPG


Prof. Dr. Dr. Edison Fortes
UEM


Prof. Dr. Mário Sérgio de Melo
UEPG

Ponta Grossa, 27 de fevereiro de 2015.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela acolhida.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo período de vigência da bolsa de estudos.

A Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Carambeí, pelo apoio aos trabalhos de campo.

Ao professor Mário Sérgio de Melo, pelas contribuições à pesquisa desde o início do curso de mestrado.

Ao professor Edison Fortes pelas contribuições valiosas na banca de qualificação e defesa.

À professora Maria Ligia Cassol Pinto, pelas orientações, dedicação, paciência e amizade. Nossas conversas foram decisivas para o meu crescimento profissional e pessoal.

A minha família, pelo apoio, incentivo e amor incondicionais, em especial minha irmã Diane Coelho Pereira, minha mãe Valmira Coelho Pereira e meu pai Wagner Pereira.

Aos amigos do Laboratório de Geografia Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pelas contribuições durante o desenvolvimento da pesquisa, pela companhia nos trabalhos de campo e nos cafezinhos à tarde.

E a todos que contribuíram para que essa pesquisa se realizasse.

RESUMO

As paisagens apresentam padrões que expõem diferentes intensidades, duração e magnitude nas interações e inter-relações físico-naturais, nelas estabelecidas ao longo do tempo, em especial àquelas referentes ao tempo geológico. Qualquer perturbação, interna ou externa, em seus elementos conduz a um reordenamento de suas relações, resultando em novos padrões de arranjos. As perturbações de natureza geológico-geomorfológica são significativas por produzirem formas e feições peculiares, em diferentes escalas, que podem tanto agregar valor cênico à paisagem como desvalorizar a aptidão dos solos à agricultura. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi analisar a dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do São João, a partir da influência das estruturas lineares nas formas de relevo e no uso da terra. Partiu-se da hipótese de que a presença de feições estruturais lineares atua como um fator condicionante na dinâmica da paisagem na referida bacia, seja por limitar a expansão dos usos do solo, seja por ampliar as áreas de preservação permanente. A bacia está situada na mesorregião Centro-oriental paranaense, entre os municípios de Castro e Carambeí, na transição morfoestrutural entre a Bacia Sedimentar do Paraná e seu embasamento, diretamente influenciada pelos movimentos ascensionais do Arco de Ponta Grossa. Para alcançar o objetivo, buscou-se a obtenção de dados geomorfométricos da SRTM, para o mapeamento das feições estruturais lineares, o que resultou na identificação de um total de 92 lineamentos, tipo vales/cânions, cujo comprimento médio é de 1,33km, e direções predominantes SE/NW, coincidente àquela do Arco. Os lineamentos associam-se a formação da rede hidrográfica, em especial aqueles de primeira e segunda ordem (Strahler, 1952), cujos vales apresentam-se encaixados entre vertentes declivosas, geralmente maior que 45°. Pela análise morfométrica, a partir dos dados obtidos pela carta topográfica de Castro (SG-22-X-A-V-4), constatou-se que a bacia tem forma alongada e irregular e abriga uma rede hidrográfica de hierarquia fluvial de 4ª ordem, com baixa densidade de canais fluviais que revela a influência litoestrutural e na sua dificuldade de manutenção de drenagem e grande entalhamento de vertentes. O levantamento de campo permitiu identificar o predomínio de Neossolos litólicos, entrecortados de afloramentos rochosos, que limitam as atividades de agricultura intensiva. Mediante a classificação supervisionada da imagem do satélite LandSat 5 TM, de 05 de maio de 2011, identificou-se como classes de uso da terra: cobertura florestal, silvicultura, campos e áreas agrícolas e, em menor proporção, o perímetro urbano de Carambeí. Em geral estes usos encontram restrições nas propriedades de solos rasos, na forte declividade, nas áreas de preservação permanente, ao longo da rede hidrográfica. A paisagem estrutural na área da bacia do Rio São João encerra um conjunto de nascentes e vales encaixados, cujas margens de no mínimo 30m de largura, são enquadradas como Áreas de Preservação Permanentes, ao lado de vertentes cuja declividade seja superior a 45°. De uma área total da bacia do Rio São João, 15% dela encontra-se nesta condição, fato este que comprova a hipótese inicial.

Palavras-chave: morfoestrutura, lineamentos, bacia hidrográfica.

ABSTRACT

Landscapes show standard which expose different intensity, duration and magnitude in long term physical-natural interaction and inter relational, in special in those referring to geological time. Any disturbance, internal or external, in its elements conducts to a reordering in its relations, resulting in new standard arrangements. This geological-geomorphologic natural disturbances are meaningful as they produce peculiar shapes and features, in different scale, which can add scenic value to the landscape as well as to devalue the soil fitness to agriculture. This way, the aim of this research was to analyze the landscape in São João River Basin, from the linear structure in landforms and use of land. It has started by the hypotheses that linear structural feature presence acts as condition factor in the landscape in the referred basin, not only for limiting the use of land expansion but also for enlarging permanent preservation areas. The Basin is located in the Center- oriental mesoregion in Paraná, between the cities Castro e Carambeí, in the morphostructural transition between sedimentary Basin of Paraná and its basement, directly influenced by ascension movement of Ponta Grossa Arc. To reach to this objective, it was searched SRTM geomorphometric data , to map linear structural feature, which results in identification of 92 lineaments, like valleys/canyons, which average length is 1,33km, and predominant directions SE/NW, coincidently to the arc. Lineaments associate to the hydrographic system, in the special the ones from first and second order (Strahler, 1952), which valleys are embedded in steep slopes, usually bigger than 45° . Through morphometric analyses, using obtained data by Castro topographic map (SG-22-X-A-V-4), it has been detected that the Basin has irregular and elongated shape, and it houses a fluvial hydrographic system of 4 order, with low density of fluvial canals which shows lithostructural in drainage maintenance difficulty and big carving sheds. The field survey allowed to identify the predominance of litholic Neosol, intersected by rocky outcrop, which limit intense agriculture activities. Through supervised classification by LandSat 5 TM satellite image, on May 5th, 2011, it was identified as classes of land use: forest cover, forestry, fields and agricultural areas, and in lowest proportion, the urban area of Carambeí. In general, these uses have restriction in shallow soil properties. In strong slope, in permanent preservation area, all through the hydrographic system. The structural landscape in São João Basin ends a set of springs and enclosed valleys, which banks with minimum of 30m width, were defined as Permanent Preservation Areas, besides strands with superior 45° declivity. From the total area of São João River Basin, 15% is in this condition, fact that proves the initial hypothesis.

Key-words: morphostructure, lineaments, watershed.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localização da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR, em diferentes escalas espaciais.....	13
Figura 2.	Unidades litoestruturais da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR, e seu entorno.....	16
Figura 3.	Estratigrafia das litologias do Grupo Castro.....	17
Figura 4.	Exemplo comum de bloco aflorante da Formação Furnas.....	18
Figura 5.	Estratigrafia da Formação Furnas.....	19
Figura 6.	Alinhamentos estruturais do Arco de Ponta Grossa	21
Figura 7.	Seção esquemática do Estado do Paraná: estrutura geológica e do relevo.....	23
Figura 8.	Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR, e seu entorno.....	24
Figura 9.	Vista panorâmica do Primeiro Planalto Paranaense.....	25
Figura 10.	Vista panorâmica do Segundo Planalto Paranaense.....	26
Figura 11.	Grupos de solos da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR e seu entorno.....	28
Figura 12.	Vegetação da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR e seu entorno.....	29
Figura 13.	Propriedades da rede de drenagem.....	42
Figura 14.	Modelo de blocos movimentados por falha normal.....	45
Figura 15.	Fluxograma das etapas de desenvolvimento da pesquisa.....	52
Figura 16.	Pontos de controle de medições das larguras dos canais fluviais..	58
Figura 17.	Modelos de elevação da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR, com destaque para a hipsometria e classes de declividade.....	61
Figura 18.	Orientações dos canais fluviais da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR.....	63
Figura 19.	Anomalias da rede de drenagem da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR.....	64
Figura 20.	Exemplo de desvio brusco da drenagem em forma de cotovelo em 90 ⁰	65

Figura 21.	Lineamentos estruturais na bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR, destacando os lineamentos de maior expressividade cuja rede de drenagem se instalou.....	67
Figura 22.	Frequência e comprimento dos lineamentos estruturais na bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR.....	68
Figura 23.	Frequência e comprimento absolutos dos lineamentos estruturais nas morfoestruturas percorridas pela rede de drenagem da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR.....	69
Figura 24.	Perfil topográfico na bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR, destacando as morfoestruturas e o conjunto de lineamentos..	70
Figura 25.	Uso das terras na bacia hidrográfica do São João, Carambeí PR, e seu entorno.....	73
Figura 26.	Pinus entremeados na vegetação campestre na borda do lineamento estrutural.....	75
Figura 27.	Áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR.....	76
Figura 28.	Áreas de preservação permanente respeitadas próximas a planície fluvial do São João.....	77
Figura 29.	Áreas de preservação permanente respeitadas pela vegetação campestre e silvicultura em vales encaixados do São João.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Pontos de controle de observação das APP's.....	56
Tabela 2	Parâmetros morfométricos areais de bacias hidrográficas	59
Tabela 3	Parâmetros morfométricos basilares em bacias hidrográficas....	59
Tabela 4	Parâmetros morfométricos lineares de bacias hidrográficas.....	62
Tabela 5	Relação das áreas de classes de usos da terra em APP's.....	76

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	BACIA DO RIO SÃO JOÃO, CARAMBEÍ-PARANÁ: Uma paisagem marcada pela morfologia.....	15
2. 1	Caracterização geoecológica	15
2. 1.1	Arcabouço geológico: Bacia Sedimentar do Paraná e seu embasamento.....	15
2. 1. 2	Arcabouço estrutural: o Arco de Ponta Grossa.....	21
2. 1. 3	Aspectos geomorfológicos e domínios morfoestruturais.....	22
2. 1. 4	Aspectos climáticos regionais e pedológicos.....	26
2. 1. 5	Cobertura vegetal regional e local.....	28
2. 1. 6	Histórico do uso e ocupação das terras na microrregião de Ponta Grossa e em Carambeí- PR.....	29
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA ACERCA DAS TEMÁTICAS DA PESQUISA.....	32
3. 1	Paisagem: do conceito a análise.....	32
3. 2	Relevos estruturais e a organização da drenagem: uma paisagem natural.....	34
3.2.1	Bacias hidrográficas: uma análise morfométrica.....	35
3.2.1.1	Características dos traçados fluviais.....	41
3.3	Estruturas geológicas controladoras do relevo: fraturas, juntas e falhas.....	44
3.4	Lineamentos estruturais: conceito e aplicações.....	45
3.5	Uso das terras nas paisagens estruturais: questões legais.....	48
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	52
4. 1	Análise Morfométrica.....	52
4. 2	Identificação dos lineamentos estruturais.....	53
4.3	Caracterização dos usos da terra.....	54
4. 4	Tratamento das áreas de preservação permanente.....	55
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	59
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

1 INTRODUÇÃO

As formas e as feições de relevo são elementos de apreciação primeira em qualquer paisagem. Nelas o traçado dos rios, a presença de florestas, campos, ou mesmo áreas intensamente antropizadas criam cenários típicos. Alguns despertam a atenção dos viajantes, outros preocupam os ambientalistas, e os responsáveis pela gestão dos territórios, estimulando a curiosidade científica.

Para além da apreciação dos elementos das paisagens, quem estuda o espaço geográfico busca compreender as relações e conexões nelas contidas. Para Sauer (1925) o termo paisagem estabelece o conceito unitário da Geografia. A sua unicidade é determinada pela dinâmica de evolução e composição dos elementos cujos fluxos de matéria e energia interferem na sua estrutura e funcionamento (RODRIGUEZ, 2007).

Considera-se que as inter-relações e interações físico-naturais no tempo, em especial do geológico, impuseram padrões diferenciados à sua modelação. Sob qualquer perturbação interna/externa, a paisagem reordena-se ganhando novos padrões de arranjo, resultado das complexas e distintas relações estabelecidas entre seus componentes e seus fatores: seja quanto a intensidade ou preponderância destas relações e seus processos.

Na presente investigação, que versa sobre a dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do São João a partir da influência das estruturas lineares nas formas de relevo e no uso e ocupação da terra, entende-se que a configuração das paisagens atuais resulte da interação entre os processos tectônicos antigos e da presença da atividade humana.

Desta forma, o objetivo central foi analisar a dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do São João, a partir da influência das estruturas lineares nas formas de relevo e no uso da terra, atendendo a objetivos específicos, tais como:

- Determinar o padrão morfométrico na bacia hidrográfica do São João, destacando suas anomalias.
- Interpretar as feições estruturais lineares e sua relação com o uso da terra na bacia hidrográfica do São João.
- Identificar o uso da terra e as relações espaciais entre as classes de declividade e solo.

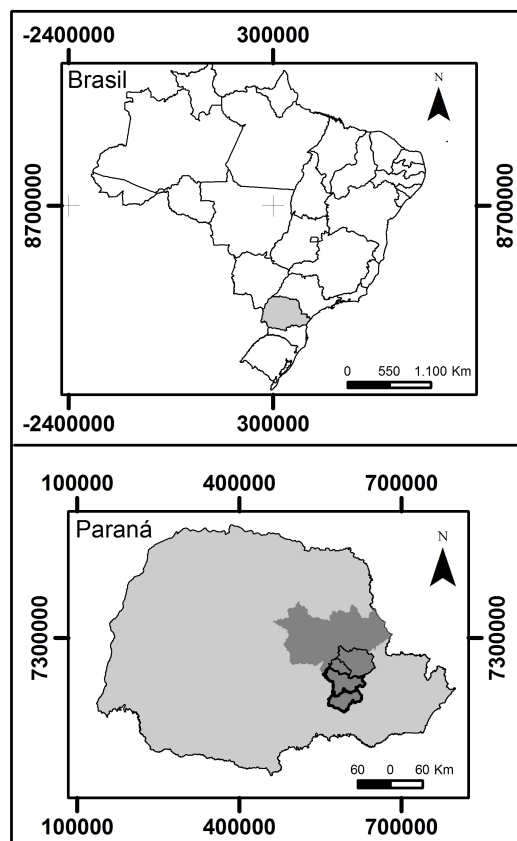
- Delimitar as Áreas de Preservação Permanente relacionando-as com as estruturas lineares presentes na bacia hidrográfica do São João.

A proposta apresentou ainda dois grandes desafios, de naturezas distintas. O primeiro desafio referiu-se ao entendimento do arcabouço morfoestrutural da bacia hidrográfica do São João que possui expressividade notória das feições estruturais lineares e a sua influência na dinâmica da paisagem da bacia refletindo nas formas de uso da terra. Assim, partiu-se da hipótese que a presença de feições estruturais lineares é fator condicionante na dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do São João, com forte influência no comportamento da rede de drenagem e no uso e ocupação da terra.

O segundo desafio abrangeu questões de ordem metodológica: em especial no que se refere de um lado ao conceito de paisagem em geografia e de outro ao(s) método(s) e tratamento do tema. Em relação à adoção do conceito de paisagem enquanto categoria de análise geográfica, no âmbito da Geografia Física, ressalta-se que já existe uma tendência para a conceituação de paisagens, seja para o caso de região, de lugar, e mais fortemente de bacia hidrográfica. Uma paisagem cuja análise parte das relações estabelecidas a partir da circulação das águas superficiais com os demais componentes físico-naturais e antrópicos (sociedade/natureza).

Em relação ao método de investigação, técnicas e recursos, a opção foi adotar a abordagem dos sistemas complexos, de interdependências e conexões, identificando as principais variáveis físico-naturais, neste caso: a morfoestrutura, utilizando-se de extração de lineamentos morfoestruturais; rede de drenagem; morfometria de vertentes e de rios, com respaldo da análise morfométrica e classificação supervisionada de usos das terras. As geotecnologias apareceram como ferramentas indispensáveis à caracterização e modelagem das variáveis físico-naturais, bem como na identificação dos pontos de validação dos dados morfométricos.

A paisagem da bacia do rio São João (figura 1), objeto de estudos desta pesquisa, situa-se entre os municípios de Castro e Carambeí, na mesorregião geográfica Centro Oriental Paranaense e microrregião de Ponta Grossa (IPARDES, 2015).



-  Mesorregião Centro Oriental
-  Microrregião de Ponta Grossa

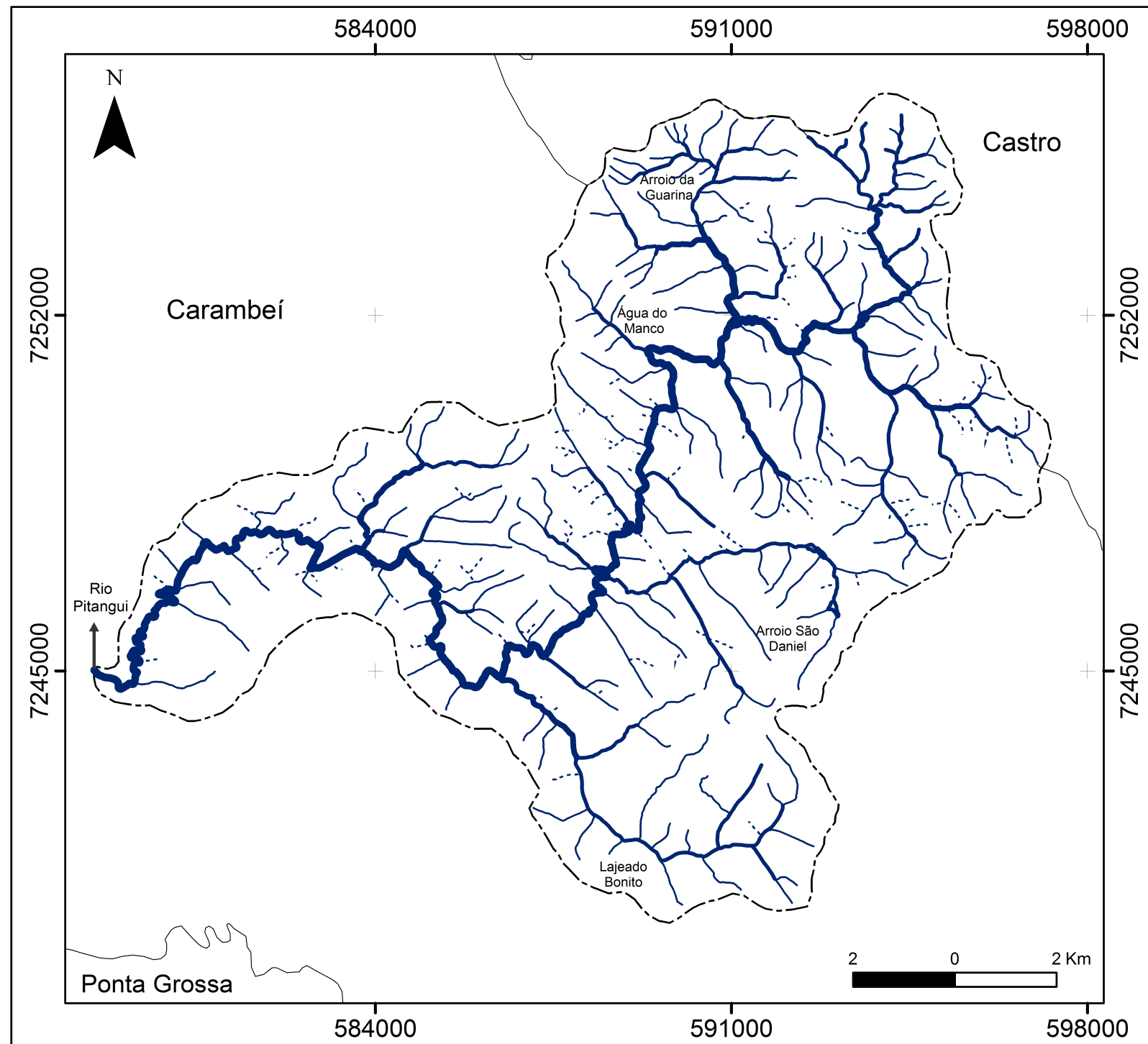
Rede de drenagem

-  Drenagem intermitente
-  1ª ordem
-  2ª ordem
-  3ª ordem
-  4ª ordem
-  Perímetro da bacia

Informações cartográficas
UTM-SAD69-22S

Fonte: STRALHER (1957)/ITCG (2007)

Elaboração: PEREIRA, D.
LAGEF-UEPG-2015



Dentre suas principais características citam-se:

- a) qualidade de água para o abastecimento, após tratamento primário (CARAMBEÍ, 2006);
- b) vazão média perene de $0,666\text{m}^3/\text{s}$ capaz de atender as necessidades de usos prioritários (GOMES, CASSOL PINTO; 2014);
- c) topografia favorável as atividades agropecuárias;
- d) um relevo movimentado, rico em formas e feições peculiares que bem evidenciam a influência estrutural do Arco de Ponta Grossa;
- e) beleza cênica proporcionada pela transição morfoestrutural e morfoescultural, entre a Bacia Sedimentar do Paraná e seu embasamento, que cria formas peculiares marcadas por lineamentos estruturais.

Tais transição é marcada pelos paredões da Escarpa Devoniana que cortam a bacia no sentido noroeste-sudeste, e que também distinguem usos da terra diferenciados desta paisagem estrutural. De um lado, na área situada sobre o Primeiro Planalto Paranaense, a vegetação nativa é composta principalmente por fragmentos da Floresta Ombrófila Mista, que vem enfrentando forte pressão da silvicultura, especialmente em áreas de topos ou com declividade alta, ocupando terras do ponto de vista agrícola menos produtivas, mas que as espécies de pinus e eucalipto conseguem se adaptar.

De outro, no Segundo Planalto, as terras possuem uso agropecuário intensivo e agroindústrias, cuja vegetação de campos resiste nas áreas de intrínseca relação com afloramentos rochosos, quase sempre condicionados por estruturas lineares que controlam os canais fluviais retilíneos e encaixados. O uso agrícola verificado na bacia é favorecido pelas baixas declividades, relativa fertilidade dos solos principalmente na planície de deposição e em áreas de topos aplainados e vertentes convexo-côncavas.

O conjunto descontinuidades representados pelos lineamentos estruturais se configuram como áreas de preservação permanente (APP's) minimamente pelos canais fluviais instalados e a alta declividade nos seus vales e, predominantemente, com solos jovens e pouco desenvolvidos contendo afloramentos rochosos que limitam as atividades de agricultura intensiva.

2 BACIA DO RIO SÃO JOÃO, CARAMBEÍ-PARANÁ: Uma paisagem marcada pela morfologia

2.1. Caracterização Geoecológica

A paisagem da bacia do rio São João situada entre os municípios de Castro e Carambeí – Paraná é o objeto de estudos desta investigação.

2.1.1 Arcabouço geológico: Bacia Sedimentar do Paraná e seu embasamento

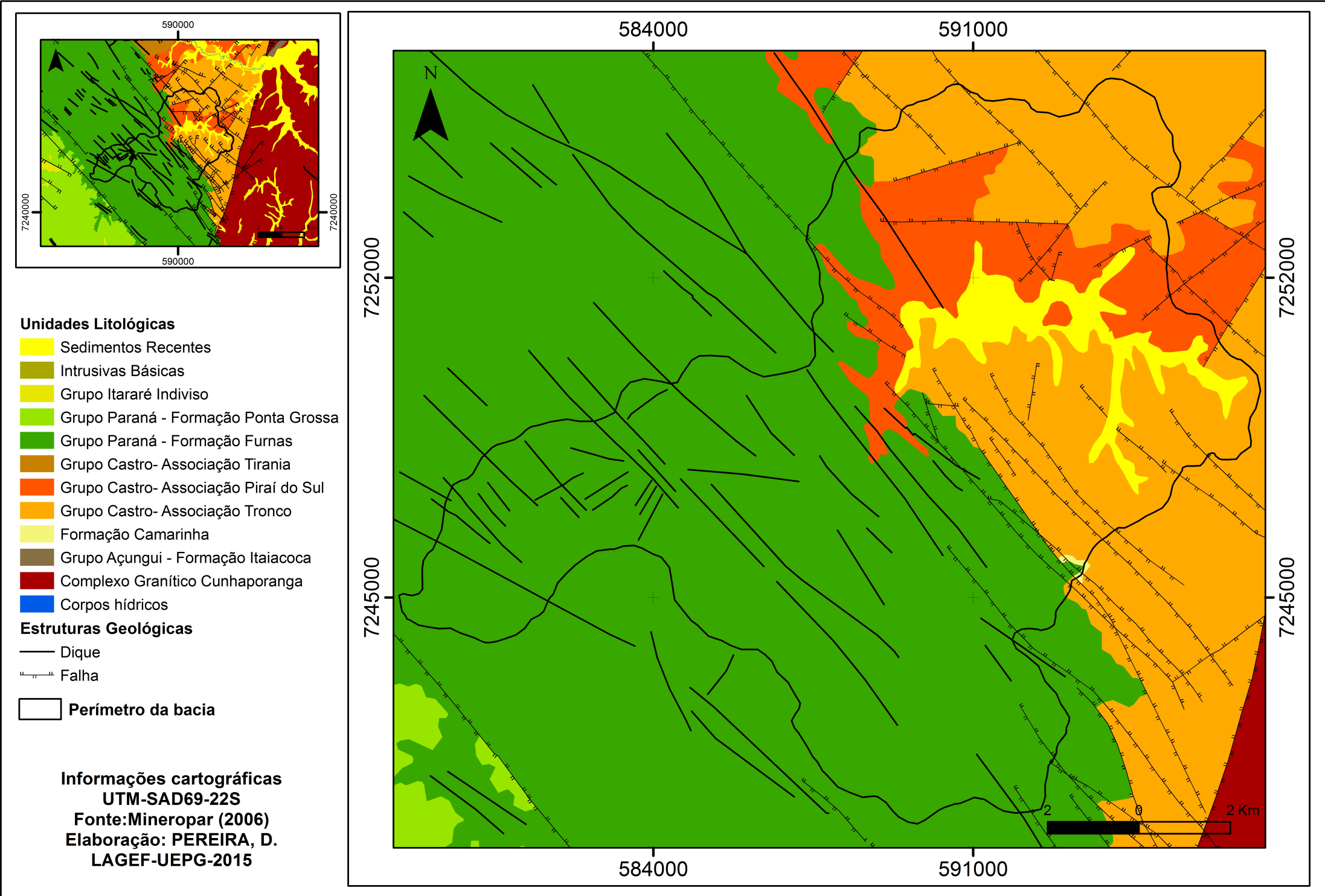
O sítio sobre o qual está assentada a bacia do São João corresponde a Bacia Sedimentar do Paraná e seu embasamento (figura 2). Esta ocupa um vasto território entre Brasil, Uruguai, Paraguai e Argentina o qual é preenchido por rochas sedimentares e vulcânicas de idades que variam entre o Siluriano e o Cretáceo do Fanerozoico circundada por terrenos estruturados formados no final do Pré-Cambriano e início do Proterozoico Superior (STEVAUX, 1988).

São distinguidas seis unidades estratigráficas como tais Rio Ivaí, Paraná, Gondwana I que correspondem a ciclos transgressivo-regressivos paleozoicos do nível do oceano; Gondwana II, Gondwana III e Bauru que são pacotes sedimentares continentais mesozoicos com rochas ígneas associadas (QUINTAS; MANTOVANI e ZALÁN 1999); (MILANI et al. 2007).

O embasamento da Bacia Sedimentar do Paraná foi desenvolvido no supercontinente Gondwana composto por vários cinturões orogênicos e crátons formados por rochas metassedimentares dobradas e empurradas durante o ciclo Brasileiro que bordejam toda a bacia sedimentar. Este conjunto de crátons e faixas móveis possuem numerosas zonas de fraqueza o segmenta em muitos blocos permitindo sua movimentação vertical e horizontal que influenciariam as mudanças e distribuições sedimentares na Bacia do Paraná (ZALÁN et al., 1990).

A porção leste da bacia hidrográfica do São João situa-se no Embasamento que é constituído pela unidade morfoestrutural do Cinturão Orogrênico do Atlântico. A sua história geológica é um tanto complexa remetendo as estruturas do Escudo Atlântico ainda com os estágios de evolução controversos.

Figura 2. Unidades litoestruturais da bacia hidrográfica do São João, Carambei-PR, e seu entorno.



De acordo com Cordani et al. (1984) o flanco E/SE da Bacia do Paraná situa-se sobre rochas das Faixas Móveis Ribeira (Apiaí/ São Roque) e Dom Feliciano, do Ciclo Brasileiro, com direções estruturais NE-SW, com estruturas de falhas transcorrente e compartimentação bem definida.

Regionalmente, existe um predomínio das rochas do Grupo Castro que datam do Paleozoico Inferior, no período Cambro-ordoviciano. No entanto, há uma pequena porção da Formação Camarinha. Moro et al. (2004) e Moro e Neves (2009) descrevem-na como uma sequência sedimentar, datada do Paleozoico inferior, mais frequente próximo ao noroeste do município de Campo Largo. Compreende siltitos, conglomerados, arcósios e argilitos cujas características deposicionais indicam ambiente de sedimentação marinha, com estruturas dobradas dos tipos anticlinal e sinclinal.

O Grupo Castro foi formado entre o final do Ciclo Brasileiro e a cratonização da Plataforma Sul-americana, em bacia molássica, pós- orogênica, pós-colisional, não apresenta metamorfismo ou deformação compressional expressiva. Está encoberto a oeste pela Formação Furnas e a leste limita-se por falhamento oblíquo, se justapõe com as unidades proterozoicas do Complexo Granítico Cunhaporanga e cambrianas dos granitos Serra do Carambeí e Joaquim Murtinho.

Pode ser subdividido em três unidades (figura 3) as quais representam uma sequência vulcânica ácida compreendendo os riolitos e piroclásticas ácidas associadas; uma sequência sedimentar que se constitui de arcósios, conglomerados, arenitos e siltitos que acumularam-se em ambientes de leques aluviais, fluviais e/ou lacustre e uma sequência vulcânica intermediária contando com andesitos e intercalações pouco espessas de sedimentos epiclásticos no topo (MORO; PALUDO; SOARES,1992); (ASSINE; SOARES; MILANI, 1994).

Figura 3. Estratigrafia das litologias do Grupo Castro. Adaptado de Moro; Bonacim e Soares (1993)



Reis Neto, Moro, Siga Jr.(1994) e Seoane (1999) apontam que o grupo possui três associações litológicas. A associação de base é a Associação Tronco que ocorre ao longo das bordas sudeste e noroeste do grupo Castro e em blocos altos associados ao soerguimento do Arco de Ponta Grossa. É constituída por intercalações de riolitos andesinos, além de rochas piroclásticas como tufos e ignimbritos, e conglomerados de leques aluviais. A intermediária Associação Piraí do Sul é constituída por arenitos arcossianos, siltitos e lamitos de planície de inundação e lagos. A Associação de topo Tirania é formada por riolitos, quartzo latitos, brechas piroclásticas, tufos e ignimbritos e conglomerados de leques aluviais.

Na área correspondente a Bacia Sedimentar do Paraná as rochas presentes são da Formação Furnas de idade siluro-devoniana pertencentes ao Grupo Paraná na segunda unidade estratigráfica de sedimentação da Bacia do Paraná. Constitui-se basicamente de quartzo arenitos médios a grosseiros com estratificações cruzada e horizontal, arenitos conglomeráticos e siltitos esbranquiçados (figura 4) (LOBATO; BORGHI, 2004).

Figura 4. Exemplo comum de bloco aflorante da Formação Furnas. Observar estratificação cruzada e processos de dissolução na base. Localização: 588683 N, 7244973 E



Assine (1999) demonstra que na região dos Campos Gerais, a Formação Furnas possui três unidades (figura 5) faciológicas de sedimentação vertical referidas como unidade inferior, média e superior descritos de acordo com o autor citado.

A unidade média é constituída por arenitos finos a grossos, que se apresentam dispostos em camadas tabulares e/ou cuneiformes, com 0,5 a 2,0 m de espessura e estratificação cruzada planar, por vezes com sentidos contrários de fluxo. Em intervalos de granulação mais fina, os estratos cruzados podem apresentar lâminas de argila entre as camadas frontais, estrutura flaser e intraclastos com estruturas geradas pela ação de ondas.

A unidade superior é composta de arenitos médios a muito grossos, dispostos em camadas com estratificações cruzadas tabular e acanalada, com espessuras que variam de 0,5 a 7,0 m. A unidade caracteriza-se pela existência de depósitos residuais de seixos, delgados e extensos, que ocorrem em superfícies erosivas planares separando camadas com estratificação cruzada. Os seixos são quartzosos, arredondados, assimétricos, ocorrendo também calhaus com diâmetro máximo constatado de 15 cm. Frequentemente constituem superfícies com clastos dispersos sem contato físico entre si, mas, por vezes, formam camadas de conglomerados quartzosos clastos suportados com até 0,5m de espessura. Escassos e pouco espessos os siltico-argilosos por vezes recobrem os pavimentos de seixos, evidenciando que estes são feições de topo e não depósitos basais.

Os arenitos da Formação Furnas apresentam formas singulares, típicas de relevo de dissolução cárstica como dolinas, depressões úmidas e secas, cavernas, sumidouros e ressurgências, relevos ruiniformes resultados da interação de fatores como a textura e composição mineral, processos de sedimentação, falhas e fraturas derivadas de tectonismo, além de aspectos ligados ao clima subtropical (MELO, et al., 2011).

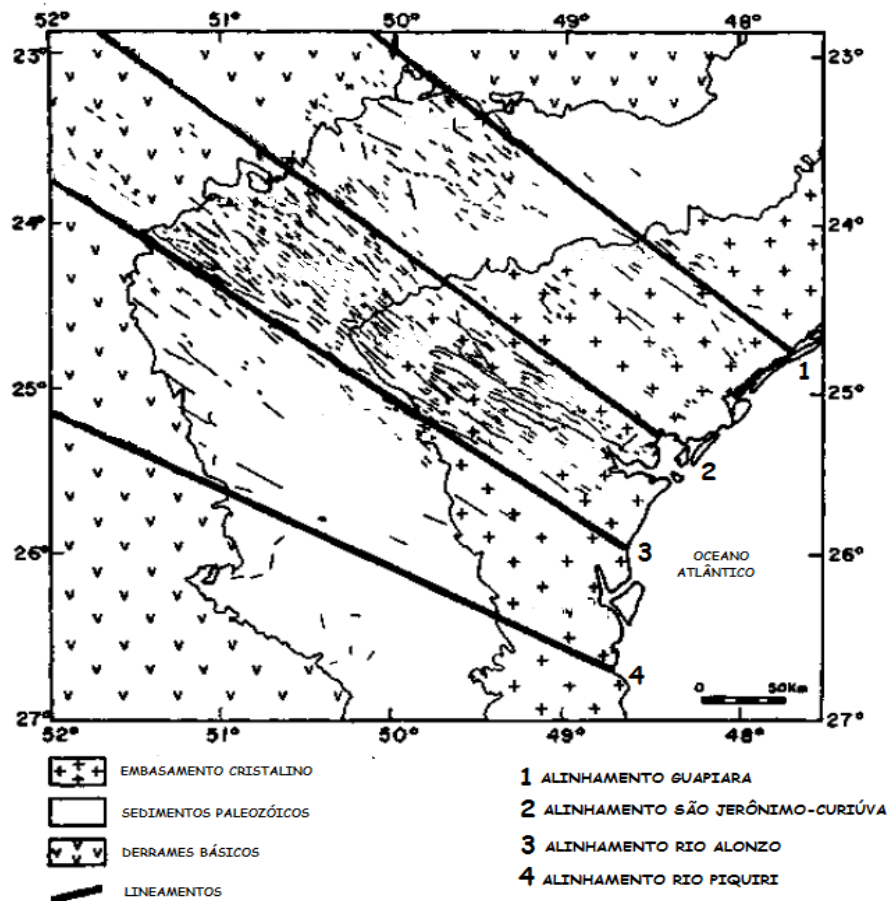
Melo e Giannini (2007) assim como De Ros (1998) apontam que as feições de dissolução são derivadas da erosão química do quartzo arenito da Formação Furnas, onde o cimento argiloso é dissolvido e libera os grãos de quartzo produzindo formas exuberantes.

De acordo com De Ros (1998) a Formação Furnas tem diferenças consideráveis a partir de diferentes movimentos verticais que envolvem subsidência e soerguimentos regionais, dentre eles o Arco de Ponta Grossa que produziu uma série de falhas e fraturas que influenciam o gradiente hidráulico e a evolução das formas.

2. 1. 2 Arcabouço estrutural: o Arco de Ponta Grossa

As estruturas do Arco de Ponta Grossa (figura 6) são resultado de episódios de soerguimento da crosta onde sua evolução e picos de maior atividade podem ser reconhecidos no final do Mesozoico, iniciando-se em associação com a separação entre América do Sul e África, ao longo do Cenozoico. O embasamento e as camadas sedimentares da borda leste da bacia sofreram elevação e arqueamento que originou extensas fraturas, falhas de direção NW-SE, transversais às estruturas do embasamento, que deram passagem a um grande volume de magma preenchendo diques - ora básicos, ora alcalinos (STRUGALE et al. 2002; FRANCO-MAGALHÃES, 2010).

Figura 6. Alinhamentos estruturais do Arco de Ponta Grossa. Adaptado de Raposo (1995).



Raposo (1995) revela que o arqueamento originou falhas e fraturas profundas que deram passagem a magma basáltico, formando os enxames de diques de

diabásio de direção NW-SE, proporcionado por intenso vulcanismo atrelado aos derrames da Formação Serra Geral.

O Arco de Ponta Grossa é composto por quatro grandes faixas de alinhamentos estruturais (FERREIRA, 1982; PORTELA FILHO; FERREIRA 2003) sendo elas o alinhamento Guapiara, São Jerônimo-Curiúva, Rio Alonzo e Piquiri. No rebordo Norte encontra-se o Alinhamento Guapiara, que se estende desde a região de Iguape, no sul de São Paulo, até a rio Paraná no extremo oeste deste estado, formando um enxame de diques de diabásio com um número de falhas relativamente menor do que os encontrados nas outras três faixas estruturais (FERREIRA, 1982).

No eixo central localizam-se os alinhamentos de São Jerônimo-Curiúva e Rio Alonzo, cuja concentração de diques de diabásio é grande na direção preferencial NW-SE. Ainda assim é comum encontrar diques em outras direções e até mesmo pequenos rejeitos resultados de reativação no Cretáceo (FERREIRA, 1982). De acordo com o mesmo autor, o alinhamento mais ao Sul é chamado Rio Piquiri de pequena incidência de diques de diabásio e falhamentos.

Zalán et al. (1990) e Strugale et al. (2007) descrevem três direções preferenciais do conjunto de estruturas da Bacia Sedimentar. São elas:

- a) zonas de falhas NE-SW paralela às estruturas do embasamento antigo que ocorrem sem a presença de diques recorrentemente reativadas durante a evolução da bacia sedimentar
- b) zonas NW–SE associada ao Arco de Ponta Grossa normalmente preenchidas por diques de diabásio. Ambos os conjuntos de falhas influenciam consideravelmente a sedimentação das unidades estratigráficas e a movimentação vertical dos blocos por elas delineados.
- c) Zonas E–W, paralelas às fraturas oceânicas, desenvolvidas durante a deriva continental.

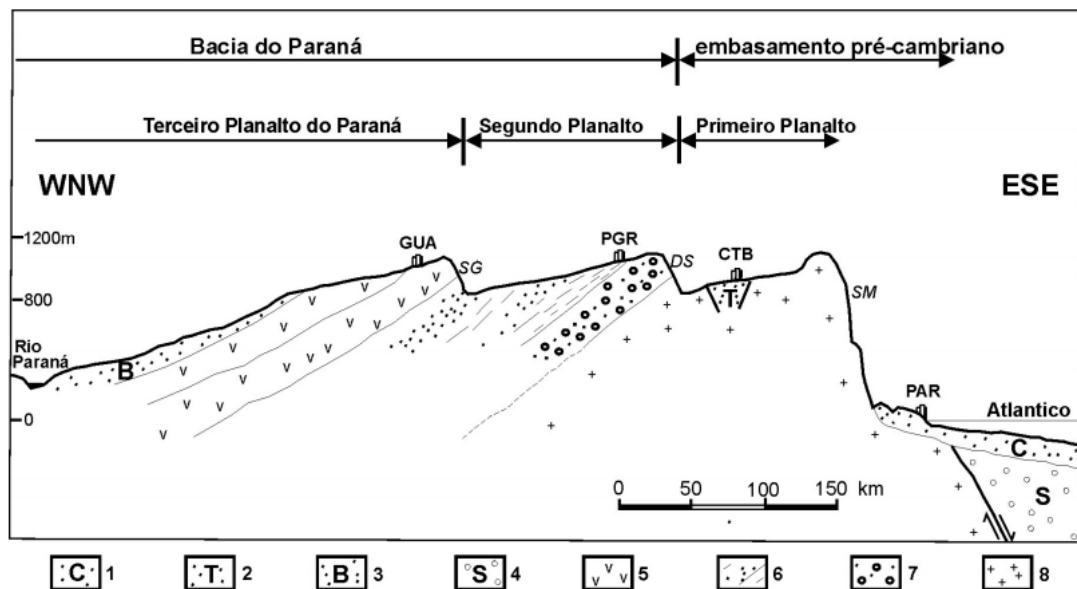
2. 1. 3 Aspectos geomorfológicos e domínios morfoestruturais

O relevo do estado do Paraná (figura 7) é caracterizado de acordo com Santos et al. (2006) pelas unidades morfoestruturais do Cinturão Orogênico do

Atlântico e a Bacia Sedimentar do Paraná. Nos domínios da morfoestrutura do Cinturão Orogênico do Atlântico encontram-se as unidades morfoesculturais da Planície Costeira, a Serra do Mar e o Primeiro Planalto Paranaense. Aos domínios da Bacia Sedimentar do Paraná pertencem o Segundo Planalto Paranaense e o Terceiro Planalto Paranaense.

O limite entre o Primeiro e o Segundo Planalto é definido pelo ressaltamento topográfico do Escarpamento do Arenito Furnas de idade devoniana o que regionalmente consagrou a denominação de Escarpa Devoniana. Já o limite entre o Segundo e o Terceiro Planalto é marcado pelo Escarpamento da Serra Geral, que expõe a formação basáltica Serra Geral.

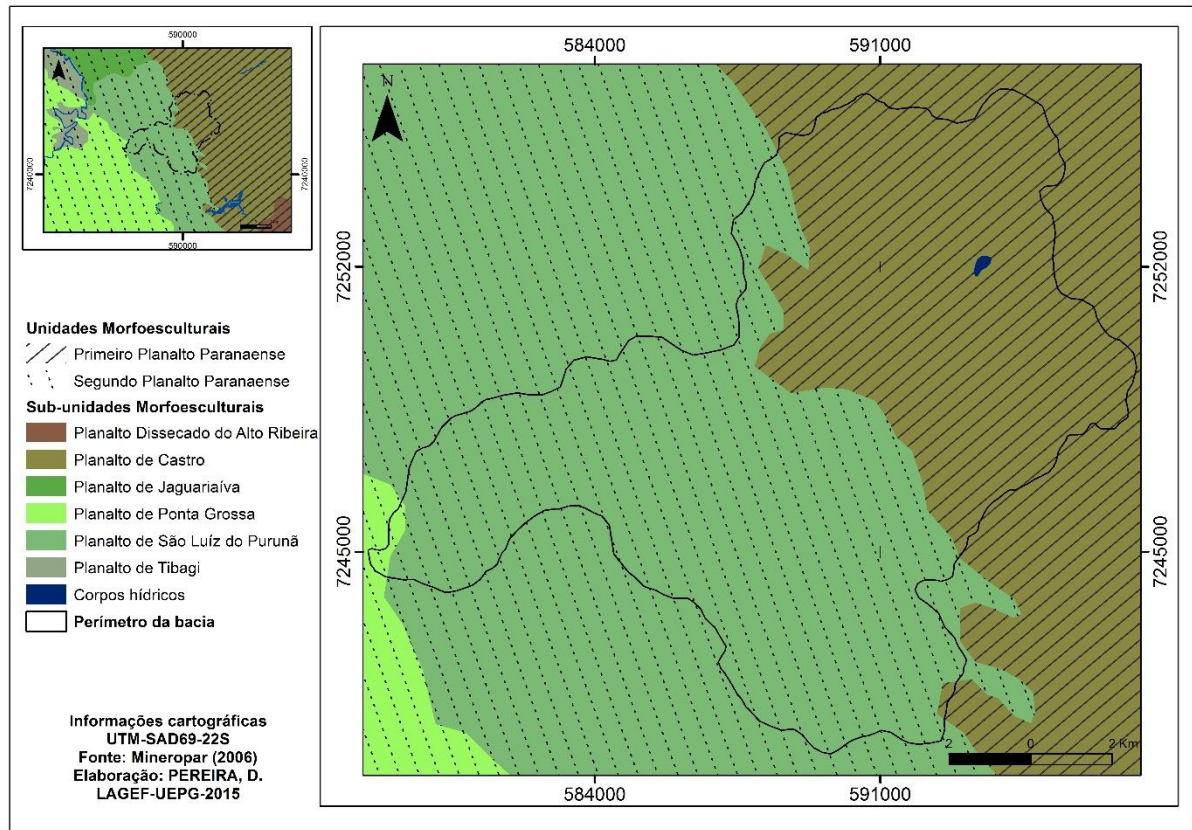
Figura 7. Seção esquemática do Estado do Paraná: estrutura geológica e do relevo.



Nota: 1) sedimentos cenozoicos da Plataforma Continental; 2) Bacia de Curitiba; 3) Grupos Bauru e Caiuá; 4) Bacia de Santos; 5) derrames basálticos; 6) rochas sedimentares paleozoicas a mesozoicas da Bacia do Paraná; 7) Formação Furnas; 8) embasamento pré-cambriano. Cidades: PAR: Paranaguá; CTB: Curitiba; PGR: Ponta Grossa; GUA: Guarapuava. Escarpas: SM: Serra do Mar; DS: Escarpa Devoniana; SG: Serra Geral. Fonte: Melo et al. (2011)

Atemo-nos a explanação das unidades e subunidades morfoesculturais de acordo com a classificação realizada pelo órgão estadual competente Minerais do Paraná (2006) cuja bacia do São João está estabelecida, sejam elas o Primeiro Planalto, o Segundo Planalto e a Escarpa Devoniana (figura 8).

Figura 8. Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR, e seu entorno. A transição morfoescultural é marcada pela Escarpa Devoniana.



O Primeiro Planalto Paranaense, ou Planalto de Curitiba, é uma unidade morfoescultural modelada em rochas cristalinas, como gnaisses e outras metassedimentares, cortados por diques de pegmatitos e intrusões graníticas, que se estende desde a Serra do Mar até o limite com a Escarpa Devoniana, na transição com o Segundo Planalto.

As altitudes médias variam até 1400 metros, formando uma paisagem suavemente ondulada com a exumação marcante do relevo. As vertentes possuem padrão convexo-côncavas, os topos são alongados e os vales em “U” com planícies aluviais e coluviais (figura 9).

A subunidade morfoescultural corresponde ao Planalto de Castro cuja dissecação é mediana, os topos têm um padrão alongado, as vertentes são convexo-côncavas e os vales são abertos de fundo chato. As altitudes chegam até 1320 metros, com declividades predominantemente baixas de até 12%.

Na transição entre os planaltos, destaca-se a Escarpa Devoniana. Esta feição geomorfológica se estende desde a fronteira Sul com o estado de Santa Catarina

até a fronteira Norte com o estado de São Paulo. Tal escarpa de cuesta tem sua face constituída pelas unidades estratigráficas da Formação Furnas, de idade devoniana, geralmente com paredões rochosos muito íngremes com desníveis que ultrapassam os 100 metros.

Figura 9. Vista panorâmica do Primeiro Planalto Paranaense. Relevo ondulado próximo a calha do rio São João. Observar o paredão da Escarpa Devoniana no segundo plano que marca a transição entre morfoesculturas. Localização: 589722 N, 7251827 E.



De acordo com Souza e Souza (2002) o sopé do escarpamento apresenta vertentes com inclinação entre 25° e 40° , que são formadas por rampas pedimentares e depósitos de tálus, remanescentes de oscilações de climas áridos a semiáridos e quentes e mais úmidas de clima Subtropical. O reverso é representado por uma superfície de topografia suavemente colinosa e pouco inclinada para oeste, que tem sido profundamente entalhada por rios que formam cânions, cachoeiras e corredeiras. E à frente encontram-se relevos residuais denominados de morros testemunhos e pináculos, os quais são constituídos por arenitos silicificados e pouco fraturados que resistiram à ação total dos processos erosivos, isolando-se do escarpamento principal.

Ainda de acordo com os autores, os processos de erosão diferencial sobre os arenitos Furnas, cortados por sistemas de juntas são os principais responsáveis pelo desenvolvimento de formas ruiformes exuberantes.

O Segundo Planalto Paranaense, ou Planalto de Ponta Grossa, se estende desde o reverso da Escarpa Devoniana até o Escarpamento da Serra Geral (figura 10). Tal unidade morfoescultural compreende a borda oriental da Bacia Sedimentar do Paraná, com sentido de caimento das litologias para oeste.

As atitudes variam até 1200 metros com vertentes, em sua maioria, convexo-retilíneas com topos planos e vales encaixados em “V” expressando a influência da morfoestrutura regional e dos processos de esculturação atuantes (SANTOS et al., 2006).

Em relação a subunidade morfoescultural, encontra-se o Planalto de São Luiz do Purunã, onde a dissecação é baixa, os topos são alongados e o padrão de vertentes é retilíneo-côncavo. Os vales são encaixados ora em formato de “U”, ora em formato “V”. As declividades são predominantemente altas, variando até 30% com altitudes até 1300 metros.

Figura 10. Vista panorâmica do Segundo Planalto Paranaense. Relevo acidentado com vales encaixados, vertentes convexo-retilíneas e topos aplainados. Localização: 586647 N, 7246346 E.



2. 1. 4 Aspectos climáticos regionais e pedológicos

O clima no centro-sul do Paraná, na área de abrangida pelos municípios de Carambeí e Castro apresenta algumas variações ligadas à sua localização que permite a passagem das massas de ar frio no inverno e a ação dos ventos marítimos

úmidos do Atlântico Sul provocando a ocorrência maior de chuvas no verão. Segundo Köppen, a classificação é o Cfb, clima temperado propriamente dito, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C, com verões frescos, e sem estação seca definida, com precipitação média anual entre 1400 e 1600 mm (CRUZ, 2007).

Prieto (2010) realizou um estudo sobre os índices pluviométricos para a área urbana de Ponta Grossa-PR, distante cerca de 25 quilômetros da bacia do rio São João, em que constatou para um período de 63 anos, entre 1946 e 2009, uma taxa de precipitação anual média de 1.511,0 mm e média mensal de 126,1 mm. A autora observou que ocorrem precipitações durante todo o ano, mas nos meses de primavera e verão ocorrem chuvas com volumes acima da média mensal, com ocorrência de chuvas concentradas e acumuladas ao longo de todo o ano, independentemente da estação do ano.

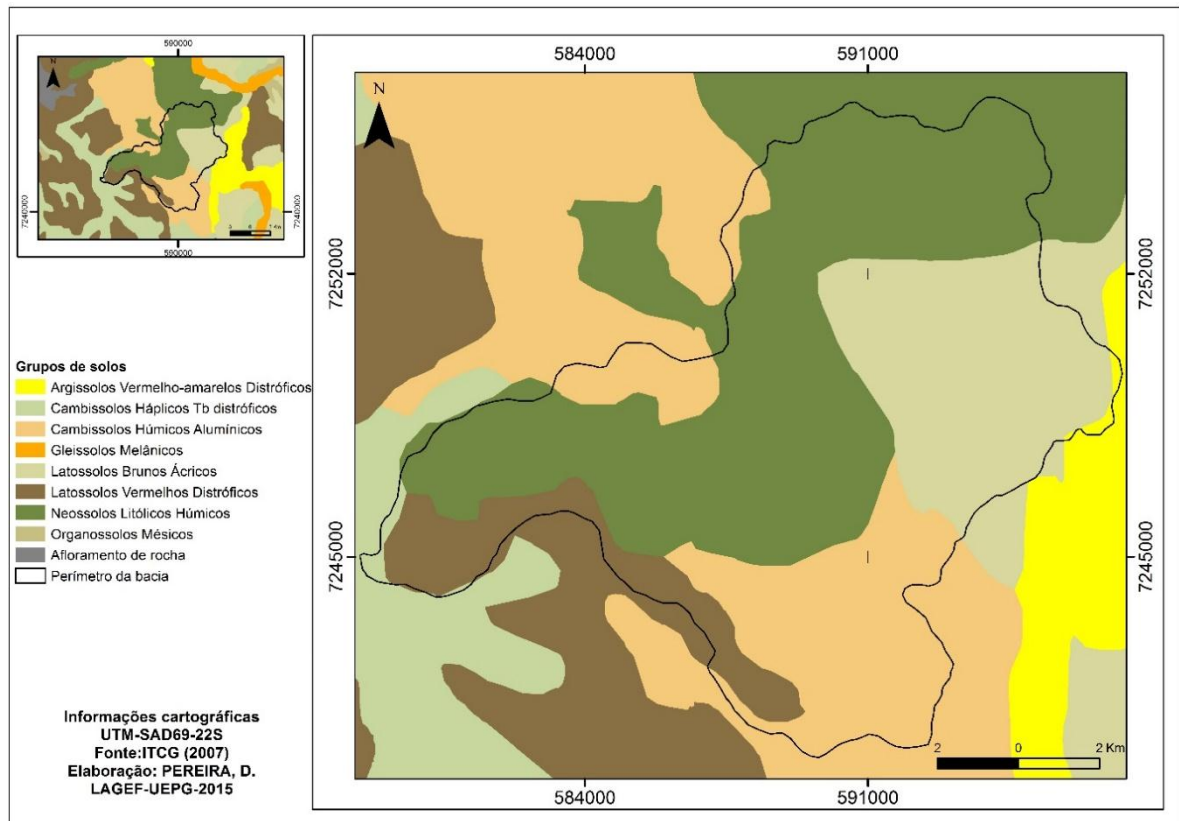
O regime pluviométrico destes últimos anos, nesta porção do estado do Paraná, tem garantido a vazão média necessária ao abastecimento humano. No caso do rio São João, à população urbana de Carambeí e grande parte das indústrias locais. Garante por mais tempo a capacidade de campo, alimentando o lençol freático sob as áreas de agricultura sazonal, em especial a da soja no verão. Dados coletados em 2010, registraram uma vazão média de 0,666m³/s, tendo uma variação entre os meses de março (0,887m³/s) e setembro (0,446m³/s) (GOMES; CASSOL PINTO, 2014).

Segundo Bhering et al. (2007) as classes de solos (figura 11) encontradas nos limites da bacia são os Neossolos Litólicos Húmicos que aparecem ao longo da calha principal do rio São João, bem como de seus tributários, tanto sobre arenitos da Formação Furnas quanto rochas sedimentares e vulcânicas do Grupo Castro.

Os solos classificados como Cambissolos Húmicos Alumínicos estão principalmente nos interflúvios da bacia do São João e também na porção à montante do arroio Lajeado Bonito.

Os Latossolos Brunos Ácricos são solos mais ou menos espessos e bem desenvolvidos visíveis na porção centro-leste da bacia em área de predomínio de rochas vulcânicas do Grupo Castro e os Latossolos Vermelhos Distróficos encontrados na porção jusante da calha principal.

Figura 11. Grupos de solos da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR, e seu entorno.



2. 1. 5 Cobertura vegetal regional e local

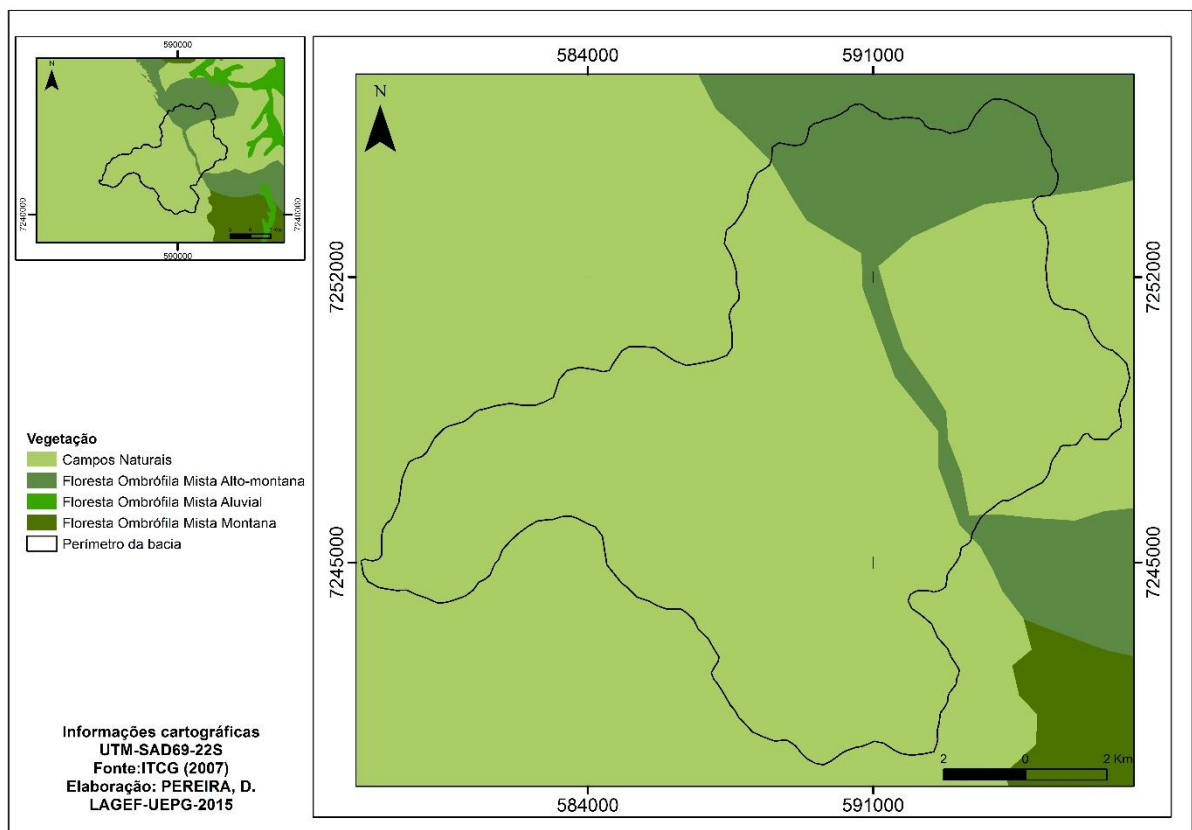
A combinação constituição litológica e condições climáticas pleistoholocênicas foi favorável ao desenvolvimento de formações vegetais campestres marcadas pela presença de arbustos lenhosos em áreas de afloramentos rochosos com solos rasos e pobres. Em áreas de solos mais desenvolvidos e maior aporte hídrico apresentam-se as formações florestais de diferentes tipologias e estágios sucessionais (MORO E CARMO, 2007). Ainda de acordo com as autoras, os campos são entremeados de capões de Floresta Ombrófila Mista, fragmentos de cerrado e vegetação ripária, em pedoambientes (figura 12).

De acordo com o IBGE (2012) a Floresta Ombrófila Mista é também conhecida como Mata com Araucária cuja composição florística é predominante de gêneros como Drymis e Araucaria (australásicos) e Podocarpus (afro-asiático) e se estende em função da altitude e da latitude do os planaltos sul-brasileiros. Podem ser identificadas quatro formações, as quais: aluvial em terraços antigos associados

à rede hidrográfica; submontana constituindo disjunções em altitudes inferiores a 400 metros; montana situada aproximadamente entre 400 e 1000 metros de altitude; e alto-montana: compreendendo as altitudes superiores a 1000 metros.

Ritter, Ribeiro e Moro (2010) revelam que o cerrado ocorre nos Campos Gerais do Paraná sob a forma de pequenos fragmentos disjuntos restringidos ao gradiente latitudinal e geomorfológico onde o cerrado *stricto sensu* com 50% remanescentes e o cerradão com 13% distribuem-se nos planaltos areníticos ao norte da região. Já o cerrado rupestre com 17% de remanescente e o campo sujo com fâcies de cerrado, com 20% estão mais representados na porção sul, e próximos a formas a feições escarpadas e dos vales fluviais.

Figura 12. Vegetação da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR, e seu entorno.



2.1.6 Histórico do uso e ocupação das terras na microrregião de Ponta Grossa e em Carambeí- PR

O processo de ocupação das terras da bacia do São João, está inserido num contexto histórico amplo referente à escravização das populações negras africanas

no Brasil. Nos primeiros séculos da ocupação portuguesa no Brasil a região esteve praticamente estagnada com um baixo desenvolvimento econômico devido à falta de interesse dos colonizadores.

Em meados do século XVIII a região passa a ser rota de paragem de tropeiros das tropas de comércio de gado que aproveitaram os campos e grande disponibilidade hídrica para alimentação dos animais, cujos caminhos estendiam-se desde Viamão no Rio Grande do Sul até a cidade de Sorocaba em São Paulo.

Nesta época, a sesmária doada à Pedro Taques de Almeida recobria grande parte dos Campos Gerais inclusive Castro e Carambeí. Ainda que a criação de animais tenha sido a atividade mais praticada pelos moradores da vila de Castro, criada em 1789, era comum a prática da agricultura e de pequenos serviços de marcenaria, tecelagem e carpintaria. O relativo dinamismo econômico se tornou um dos principais fatores de atração de novos moradores, o que fez com que a população diminuta da vila alcançasse níveis altos no início do século XIX, com destaque para o incremento de escravos nascidos em terras brasileiras provindos de regiões próximas ou mesmo de capitânicas vizinhas (MELO, 2004).

Sato et al. (2008) relatam que antes da assinatura da Lei Áurea de 1888 que pôs fim ao escravismo no Brasil, a capitania de Pedro Taques de Almeida entrou em declínio, e por volta de 1854 as terras foram leiloadas e algumas arrendadas, dentre elas as fazendas Carambeí, São João, Boqueirão e ainda os sítios de Catanduvás e Tronco, que atualmente fazem parte do território municipal de Carambeí. Após o falecimento dos proprietários das sesmarias, as terras eram divididas entre seus descendentes por meio de documentação de inventários com demarcações de áreas imprecisas.

Ainda de acordo com os autores, a maior parte do território municipal atual adveio das terras da fazenda Carambeí de propriedade Francisca Teixeira de Azevedo cuja empresa Brazil Railway Company na virada do século XIX para o XX compra a fazenda, com planos de colonizar a região para que ela fosse produtiva e assim auxiliasse a preencher com carga seus vagões que transitariam pela região, tratando logo de criar uma política de atração de imigrantes (SATO et al., 2008).

No ano de 1911 três famílias de colonos que residiam em Irati (PR) foram para Carambeí com a proposta da Brazil Railway Company de trabalharem na

construção da ferrovia que ligaria Castro a Ponta Grossa (PR). Foram oferecidas terras e sementes para a produção agrícola e algumas vacas leiteiras (SATO et al, 2008; KOOY, 1986).

A fazenda Carambeí comprada pela Brazil Railway Company se estendia por uma grande área no curso médio do rio São João, desde o arroio São Daniel, passando por toda a margem esquerda do rio São João até os interflúvios sul nas proximidades do arroio Areião. Todo o território foi loteado e partilhado entre as lavas de imigrantes, na sua grande maioria holandeses, por volta do ano de 1923.

Os negócios com o gado prosperaram facilitados pelos campos fartos e geomorfologia favorável além de que o clima ameno da região foi fator importante para a atração e estabelecimento de mais imigrantes europeus. Ainda assim, criação da agroindústria enfrentou dificuldades durante os primeiros anos, visto que os primeiros imigrantes não tinham total domínio dessa atividade.

Os imigrantes se dedicaram então à produção de leite e derivados, comercializados inicialmente para o pessoal de construção da ferrovia e nos mercados regionais. Ao longo dos anos 1930 a 1960, diversas iniciativas foram empreendidas para agregar novos imigrantes à colônia, inclusive re-imigrantes de etnia holandesa (SATO et al., 2008; CHAVES, 2010).

É desta data a criação da primeira vila urbana de Carambeí, cujo território municipal ainda era ligado a Castro e a uma área pertencente a Ponta Grossa. O dinamismo econômico e o aumento de população fizeram com que em 1995 se formalizasse um plebiscito para votação a favor da emancipação política de Carambeí (CARAMBEÍ, 2006).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA ACERCA DAS TEMÁTICAS DA PESQUISA

3. 1 Paisagem: do conceito à análise

Dentro das categorias de análise da ciência geográfica a paisagem é uma das mais complexas por abranger as discussões das relações naturais e sociais num mesmo espaço. A palavra paisagem é usada cotidianamente para se referir ao mais amplo alcance da visão humana através de uma delimitação da observação. A relação entre o homem e a paisagem remonta ao início da civilização humana e ganhou sentido à medida que as transformações sociais foram ocorrendo, garantindo sua definição a partir de escolhas teórico-metodológicas dos geógrafos.

O estudo de paisagem esteve presente na Geografia desde os tempos das escolas clássicas do pensamento geográfico. As paisagens naturais ou as transformadas pelo homem foram descritas a partir do pressuposto de que a natureza do mundo pode ser idealizada como um evento visual e estava baseada na observação de um espaço físico concreto. A descrição reuniu condicionantes físicos de ordem geomorfológica, climática e biogeográfica, além das manifestações antrópicas dadas ao longo da história.

Na Geografia Tradicional, a discussão permeava pelo método geográfico próprio de análise, do qual se pretendia fazer uma avaliação do conjunto dos elementos envolvidos, a escala a ser considerada e a temporalidade na paisagem (SCHIER, 2003). De acordo com Vicente e Perez Filho (2003) os pensadores desta época como Humboldt e Ritter apresentaram bases para uma Geografia analítica e comprometida com a dinâmica das relações espaciais e em entender o conjunto da estrutura e processos ocorrentes na superfície da Terra. O empirismo raciocinado consistia em uma análise da paisagem interessada na unidade dos fenômenos. Para o autor, Vidal de La Blache associava o termo paisagem às características próprias de cada região pressupondo esta ser culturalmente transformada pelo homem relacionando-a a uma região com singularidades próprias.

A partir do início do século XX o estudo de paisagem evoluiu seguindo em duas frentes diferenciadas, da paisagem natural e da paisagem cultural. A paisagem natural referia-se aos elementos combinados de geologia, geomorfologia, vegetação, hidrografia, enquanto a paisagem cultural ou humanizada, incluiu todas

as transformações feitas pelo homem na paisagem natural. Aos estudos de paisagem, que inicialmente priorizavam a descrição das formas físicas da superfície terrestre, progressivamente foram incorporadas as ações do homem conduzindo a individualização das paisagens culturais e naturais (SILVA, 2008).

Bolós (1981) ainda define a paisagem integrada como

uma área geográfica, unidade espacial, cuja morfologia agrega uma complexa inter-relação entre a litologia, estrutura, solo, fauna e flora, sob ação constante da sociedade, que transforma”. Sendo que o espaço geográfico é onde as intervenções da sociedade alteram-se ao longo do tempo e sua dinâmica e evolução são determinadas por processos históricos e naturais (BOLÓS, 1981, p. 55).

Bertrand (2007) afirma que o conceito de paisagem carece de estudo adequado, e que por muito tempo permaneceu essencialmente analítica e separativa, no sentido de agrupar unidades de acordo com suas características semelhantes. No entanto, a paisagem não é a simples somatória de elementos geográficos desconexos. Não se trata somente da paisagem natural, mas da paisagem total integrando todas as implicações da ação antrópica acentuando o complexo geográfico.

De acordo com o mesmo autor a paisagem

é, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 2007, p. 1).

Rodriguez (2007) define paisagem como um conjunto de formações naturais e antroponaturais inter-relacionados, considerando que é um sistema que contém e reproduz recursos. A paisagem segundo o autor supracitado possui algumas propriedades. Tem certa homogeneidade na composição dos elementos que a integra, um fluxo de matéria e energia que determina sua estrutura e funcionamento e, além disso, possui caráter sistêmico e complexo que determina a sua unidade.

Encarar a paisagem nas suas abordagens diferenciadas é interessante já que mesmo em regiões mais remotas é possível a interferência humana alavancada pela modernidade e suas técnicas. De toda forma, o conceito de paisagem é passível de entendimento conforme as opções teórico-metodológicas adotadas pelo pesquisador, e neste caso, tratando-a a partir das relações de elementos naturais e de ordem social envolvidos nesta complexidade.

Conforme o exposto, a paisagem 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 de tempo. Deve ser entendida também como uma estrutura morfológica determinada, que pode ser mensurada, quantificada e qualificada.

3. 2 Relevos estruturais e organização da drenagem: uma paisagem natural

As superfícies continentais apresentam uma diversidade de formas as quais são geradas por mecanismos que atuam no presente e que atuaram no passado, resultantes da dinâmica interna da Terra e das condições externas ligadas aos eventos climáticos e aos processos erosivos.

Marques Neto (2008) afirma que um processo ou um conjunto de processos geomorfológicos que se interligam ou interagem, quando ativados são identificados e caracterizados por executar tipos de ações que se repetem, obedecendo a comportamentos que lhe são peculiares. A dinâmica de seus trabalhos é atrelada as frequências, intensidades e magnitudes que norteiam o modo de sua atuação.

Esses resultados de relevo, para serem compreendidos devem levar em conta o nível de resistência dos materiais à realização das ações. Disso ocorre a possibilidade de surgimento de condicionantes que podem orientar a execução dos processos e exercer controle para definir as características que as formas irão apresentar.

A procura de um significado geológico para diferentes formas de relevo parte do princípio de que a rede de drenagem e as suas formas sejam mais ou menos ajustados ao substrato rochoso. Um rio que está acomodado em diferentes substratos geológicos condiciona diversas formas de relevo, e isto se reflete no seu padrão de drenagem.

Esta relação entre a drenagem e a estrutura geológica é evidenciada pela implantação dos canais fluviais em zonas de fraqueza, de modo que em sua maioria apresentam algum grau de controle por alguma estrutura geológica, com juntas, falhas, fraturas, discordâncias.

A composição da drenagem fornece indicações de que os canais fluviais tendem a assumir certa regularidade no seu arranjo espacial. Algumas observações

devem ser feitas para identificar o controle estrutural como a estrutura das formas de relevo, forma e padrão da bacia hidrográfica.

De acordo com Christofolletti (1980) em bacias com forte controle estrutural os padrões de drenagem tendem a manter seu arranjo conforme as linhas de fraqueza das rochas sendo que na maioria das vezes pode apresentar-se retangular, treliça, paralela nos cursos fluviais e nos seus tributários com alterações de curso em ângulos retos. Nestes casos, os topos predominantemente são aplainados e as vertentes são bastante declivosas.

Geralmente em áreas de nascentes ou em alguns tributários ocorrem padrões dendrítico ou outros, portanto é comum observar vários padrões de drenagem que podem estar no mesmo rio dependendo do segmento em questão.

A identificação do controle estrutural sobre a organização espacial interna de uma bacia hidrográfica, assim como de sua morfologia e morfometria, fornecerá subsídios para a elaboração de um planejamento e uso dos recursos naturais. Neste sentido é importante que se conheça os elementos que se interagem nesta unidade espacial. Os aspectos físicos são essenciais na configuração da dinâmica da paisagem fluvial por que eles condicionam os processos, as formas e consequentemente a ação antrópica.

Áreas com tais características apresentam grande fragilidade do ponto de vista do uso das terras, principalmente em áreas rurais, uma vez que a morfogênese é intensa e a apropriação do solo se dá de maneira menos regulamentada. Até o surgimento da legislação ambiental, o uso das terras rurais era feito indiscriminadamente, respeitando apenas os limites de solos agricultáveis para a implantação de lavouras e a declividade do terreno para a criação de animais.

3. 2. 1 Bacias hidrográficas: uma análise morfométrica

O reconhecimento das características fisiográficas basilares de paisagens vem da necessidade de entendimento das relações entre seus componentes que posteriormente podem dar subsídios a regulação dos usos dos recursos e orientações para as atividades antrópicas.

Devido as suas características físico-naturais as bacias hidrográficas se constituem como unidades de planejamento bastante interessante permitindo o

reconhecimento espaço-temporal de seus padrões e dinâmica fluvial, necessários à gestão dos territórios onde se situam (Ross, 1990).

Parte-se então de uma abordagem quantitativa que permite identificar a relação entre os fatores que influenciam as formas de relevo numa bacia hidrográfica, bem como suas homogeneidades sob a perspectiva litológica, de processos modeladores do relevo e as condições climáticas.

Citam-se como trabalhos pioneiros Horton (1945) e Strahler (1957) que apresentaram as discussões sobre as aplicações e análises de parâmetros morfométricos em sistemas hidrográficos. Villela e Mattos (1975), e mais tarde, Christofolletti (1980), apresentaram uma série de abordagens sobre as questões morfométricas em bacias de drenagem reunindo diversos parâmetros e metodologias até então utilizados.

A importância de estudos aplicados à morfometria de bacias hidrográficas está em permitir algum conhecimento sobre a sua dinâmica em relação direta com o relevo, as formações geológicas e com as condições climáticas locais. Para avaliar os parâmetros morfométricos adotou-se uma abordagem quantitativa, a fim de obter índices dos elementos do modelado que geram expressão e configuração espacial.

Categoricamente, os índices obtidos pela morfometria de bacias passam pela delimitação da sua área de drenagem, pelo seu perímetro e pela rede de drenagem. Christofolletti (1980) considera que a área da bacia de drenagem é definida como a área planar incluída nos seus divisores topográficos em um plano horizontal, enquanto que o perímetro da bacia expressa a linha imaginária que passa pelos divisores de água delimitando a bacia de drenagem.

Iqbal e Sajjad (2014) agruparam os parâmetros morfométricos em duas categorias considerando os aspectos lineares e os aspectos areais da bacia de drenagem. Aos aspectos areais destacam-se fator de forma, coeficiente de compacidade, coeficiente de manutenção, amplitude altimétrica, índice de rugosidade e relação de relevo. Quanto aos aspectos lineares agrupam-se os parâmetros referentes às análises da rede de drenagem como hierarquia fluvial, relação de bifurcação, densidade de drenagem e densidade de rios e extensão do percurso superficial.

As análises relacionadas aos aspectos areais da bacia são utilizados parâmetros que dizem respeito principalmente a sua forma. Relaciona-se,

primeiramente, o fator de forma que é a relação entre a área da bacia e o comprimento axial, medido, em linha reta, desde a nascente principal até a foz.

É representada pela expressão matemática

$$(1) Kf = \frac{A}{Ca^2}$$

Onde,

Kf é o fator de forma;

A é a área da bacia ;

Ca é o comprimento axial da bacia de drenagem.

Em bacias hidrográficas o qual o comprimento axial é grande em relação a área, o fator será considerado baixo, indicando uma forma alongada da bacia. Em contrapartida, se a área da bacia é maior em relação ao seu comprimento axial o fator de forma será grande, indicando uma bacia com formato arredondado. Quanto mais o fator de forma se aproxima de 0 (zero), mais alongado será o formato da bacia, demonstrando grande disparidade entre área e comprimento axial.

Este parâmetro se constitui num indicativo para a tendência de enchentes numa bacia. Villela e Mattos (1975) colocam que uma bacia com fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes isso em função de que em uma bacia alongada é menor a possibilidade de ocorrer chuvas intensas em toda a sua extensão, além da contribuição menor de seus tributários.

Zacchi et al. (2012) atribuíram ao coeficiente de compacidade a propriedade de contribuir para a análises de tendências a enchentes. Tal coeficiente relaciona a área da bacia com um círculo de mesma área. O coeficiente mínimo 1 corresponderia a uma bacia circular. Assim, a grandeza varia com a forma da bacia independentemente de seu tamanho e quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade.

A expressão matemática que representa este coeficiente é

$$(2) K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde,

K_c é o coeficiente de compacidade;

P é o perímetro da bacia;

A é a área.

Christofolletti (1980) diz que um dos mais importantes parâmetros do sistema de drenagem é o coeficiente de manutenção. Este índice exposto por Schumm (1956) apresenta a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento. Tal coeficiente é calculado pela expressão

$$(3) Cm = \frac{1}{Dd} \times 1000$$

Onde,

Cm é o coeficiente de manutenção;

Dd é a densidade de drenagem.

A amplitude altimétrica (Christofolletti, 1980) é a diferença entre a altitude do ponto mais alto da bacia situado nos seus divisores de águas e a altitude da foz do rio. Tal parâmetro permite percepção preliminar da topografia da bacia hidrográfica. É expressa pela fórmula

$$(4) H = C_{max} - C_{min}$$

Onde,

H é a amplitude altimétrica;

C_{max} é cota máxima;

C_{min} é a cota mínima na foz.

Para aprofundar nesta perspectiva, são utilizados os índices de rugosidade e a relação de relevo. De acordo com Christofolletti (1980), o índice de rugosidade avalia a declividade e o comprimento das vertentes em relação a densidade de drenagem, uma vez que é o resultado da amplitude altimétrica e a densidade de drenagem. Valores grandes podem significar vertentes longas e íngremes. É expresso pela equação

$$(5) Ir = H \times Dd$$

Onde,

Ir é o índice de rugosidade;

H é a amplitude altimétrica;

Dd é a densidade de drenagem.

Quanto a relação de relevo, o autor referido diz que é a relação entre a amplitude altimétrica máxima da bacia e a maior extensão da bacia, medida paralelamente à principal linha de drenagem, em outros termos, o próprio canal principal desde o seu interflúvio até a foz da bacia. A fórmula matemática que a representa é

$$(6) Rr = \frac{H}{Lh}$$

Onde,

Rr é a relação de relevo;

H a amplitude altimétrica;

Lh o comprimento máximo da bacia.

Dentro do conjunto de parâmetros que analisam os aspectos lineares a hierarquia fluvial ou *stream order*, definida por Horton (1945), classifica os canais fluviais de acordo com a ramificação dos tributários em relação ao canal principal. O comprimento mais curto é tomado como regra para definição de ordens inferiores. Assim, os afluentes que não são ramificados são designados como de 1ª ordem. São considerados afluentes da 2ª ordem somente aqueles que recebem afluentes de 1ª ordem, enquanto que os canais de 3ª ordem recebem um ou mais afluentes de ordens inferiores e assim sucessivamente, sendo que todo o coletor principal terá a ordem mais alta dentro da hierarquia fluvial.

Strahler (1957) considerou os canais perenes e intermitentes, que têm linhas de vales claramente definidos, para a sua classificação hierárquica. Para o autor, são classificados como canais de 1ª ordem aqueles que não recebem nenhum afluente. Quando da confluência de dois canais de 1ª ordem, forma-se um segmento de canal de 2ª ordem. A confluência de dois segmentos de 2ª ordem define um outro de 3ª ordem e assim por diante. E quando dois canais de ordens diferentes juntam-se, prevalece a maior ordem.

De acordo com Queiroz et al. (2014), a relação de bifurcação é o número total de segmentos de determinada ordem em relação ao número total de segmentos da ordem imediatamente superior. Tais valores indicam o grau de dissecação da bacia de drenagem, e quanto maior for o índice de bifurcação maior será o grau de dissecação. A expressão matemática que a define é:

$$(7) Rb = \frac{Nu}{N_{u+1}}$$

Onde,

Rb é a relação de bifurcação;

Nu é o número de segmentos de determinada ordem.

A densidade de drenagem é definida por Horton (1945) como o comprimento dos rios de uma bacia hidrográfica por unidade de área, expresso pela seguinte fórmula matemática:

$$(8) Dd = \frac{\Sigma L}{A}$$

Onde,

ΣL é a somatória dos comprimentos dos rios;

A é a área da bacia de drenagem.

O autor chama a atenção para a inclusão de canais intermitentes que, em situações de cheias, podem transportar sedimentos e grandes volumes de água, e que portanto, são importantes na ação de modelamento do relevo.

Christofoletti (1980) destaca a utilidade destes estudos geomorfológicos, uma vez que este parâmetro ressalta a relação entre a litologia, estruturas, clima e cobertura vegetal da área drenada. Além do mais, é uma importante variável quando se trata de escoamento e o transporte de sedimentos na bacia de drenagem.

Hiruma e Ponçano (1994) inferiram correlações da densidade de drenagem com as principais estruturas geológicas, os litotipos e solos no alto rio Pardo, situados entre Minas Gerais e São Paulo. Os autores observaram que altos valores de densidade de drenagem refletem uma retomada erosiva das formas de relevo ao longo das direções das estruturas principais, possivelmente atribuída à geração de descontinuidades e basculamentos provenientes da atividade tectônica mesozoica e cenozoica na região. A presença de solos e rochas permeáveis em terrenos de topografia suave deve ter possibilitado uma menor razão deflúvio/infiltração, que teve reflexos nos baixos valores de densidade de drenagem.

A densidade de rios, ainda em Horton (1945), é definida pelo número de rios por unidade de área da bacia de drenagem, o que permite avaliar se a bacia em questão possui boa quantidade de rios e o seu comportamento hidrológico.

Sua equação matemática é definida por:

$$(9) Dr = \frac{Nr}{A}$$

Onde,

Dr é densidade de rios;

Nr é o número de rios;

A é a área da bacia.

De acordo com Marcuzzo et al. (2012) a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente é representada pelo parâmetro extensão do percurso superficial, que afeta tanto o desenvolvimento hidrológico como fisiográfico das bacias de drenagem. Este índice é útil para a caracterização da textura topográfica, pois expressa o maior ou menor espaçamento entre os cursos de água.

A expressão matemática é

$$(10) Eps = \frac{1}{2Dd}$$

Onde,

Eps é a extensão do percurso superficial;

Dd é a densidade de drenagem.

3. 2. 1. 1 Características dos traçados fluviais

A importância das análises de rede de drenagem se estendem aos seus padrões baseados nas propriedades geométricas e genéticas cuja estrutura responde ao comportamento litomorfoestrutural do terreno (HOWARD,1967).

De acordo com o autor, o padrão de drenagem se refere ao arranjo espacial dos canais fluviais que são diretamente influenciados pela disposição das camadas rochosas, pelos litotipos e seus graus variados de resistência erosiva e pela própria dinâmica de evolução do modelado.

Howard (1967), e posteriormente Christofolletti (1980), apresentam os padrões principais e suas características, os quais são elencados aqui. O padrão dendrítico é constituído por canais distribuídos semelhante a uma árvore, onde as confluências são, geralmente, em formatos angulosos. Está associado a terrenos com fracos controles estruturais, com materiais com certa uniformidade de resistência a erosão.

O padrão em treliça é composto por rios principais consequentes, ou seja, aqueles cujo o curso coincide com a direção da inclinação principal das camadas rochosas, que recebem afluentes subsequentes, cuja a direção de fluxo acompanha sempre uma zona de fraqueza. As confluências, em geral acontecem em formatos de ângulos retos, demonstrando um controle estrutural importante por conta da diferenciação de resistência das camadas e suas estruturas geológicas. O padrão

retangular é uma modificação do padrão em treliça, com as confluências retangulares ortogonais até mesmo os tributários de primeira ordem.

O padrão paralelo representa canais fluviais que escoam paralelamente em terrenos com controle estrutural que permita formas de relevo paralelas onde os tributários se instalam em zonas de fraqueza.

O padrão de drenagem anelar é aquele em que a disposição dos canais se assemelham a anéis. São típicos das áreas dômicas, fortemente entalhadas, onde os canais aproveitam os contatos entre litologias frágeis e mais resistentes.

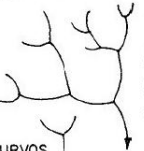
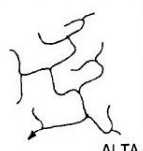
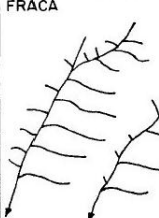
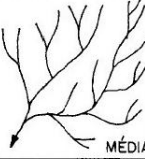
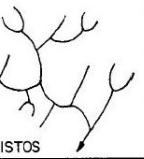
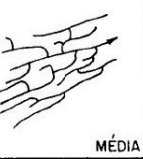
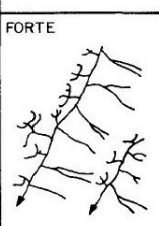
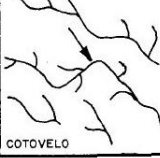
Enquanto que o padrão radial apresenta drenagem composta por correntes fluviais que se encontram dispostas como os raios de uma roda, comumente encontrados em terrenos com presença de vulcões ou áreas dômicas.

Por fim, o padrão irregular existe em terrenos cuja a rede de drenagem foi desorganizada por um bloqueio, erosão ou mesmo por entulhamento recente que ainda não se organizou.

Soma-se à análise dos padrões de drenagem as propriedades da rede de drenagem (figura 13) como e a tropia, sinuosidade, angularidade, assimetria e anomalias. Soares e Fiori (1976) relacionam as propriedades de sinuosidade em três classes sendo elas: predominantemente curvos, predominantemente retilíneos, e mistos, baseados em classificações visuais da rede de drenagem.

Já a angularidade se refere aos ângulos de confluência dos tributários, sendo que é considerada alta aquelas cujos os ângulos se aproximam de 90° , médias para ângulos próximos a 45° e para menores a esses, são consideradas baixas.

Figura 13. Propriedades da rede de drenagem. Adaptado de Soares e Fiori (1976).

PADRÃO	DENSIDADE	SINUSOIDADE	ANGULARIDADE	TROPIA	ASSIMETRIA	FORMAS ANÔMALAS
 DENDRÍTICO	 ALTA	 CURVOS	 ALTA	UNIDIRECIONAL	 FRACA	 MEANDROS ISOLADOS
 TRELIÇA				BIDIRECIONAL		
 PARALELO	 MÉDIA	 MISTOS	 MÉDIA	TRIDIRECIONAL	 FORTE	 EM ARCO
 ANELAR				MULTIDIRECIONAL		
 RADIAL	 BAIXA	 RETILÍNEOS	 BAIXA			
 IRREGULAR						 COTOVELO

Para os autores, a tropia é a propriedade que se verifica nos canais fluviais que se refere a direção preferencial que possuem. Considera-se que os canais de drenagem obedeçam às linhas de direções preferenciais quando estes apresentam algum controle estrutural, podendo ser unidirecionais, bidirecionais, tri-direcionais ou multidirecionais, nestes dois últimos casos com pouco grau de estruturação.

Lima (2006) expõe que assimetria da rede de drenagem é caracterizada pela presença de canais com tamanhos ou estruturas sistematicamente diferentes de um lado e de outro tendo em conta um canal principal. A assimetria é considerada fraca quando as diferenças dos canais se resumem ao se tamanho, já as fortes assimetrias são caracterizadas diferenças no tamanho e forma do canal fluvial.

Howard (1967) salienta que as mudanças abruptas nos canais podem ser consideradas como anomalias de drenagem, considerando desvios da drenagem regional, padrões de fluxo e/ou topografia. As anomalias podem ser da ordem de retilinearidades em meio a canais sinuosos, aparecimento abruptos de meandros, meandros comprimidos, curvaturas anômalas.

Para o autor as retilinearidades de canais fluviais em meio a outros padrões de drenagem, como dendrítico, estão associadas a falhas, juntas, diques. Essas estruturas se constituem com zonas frágeis à rede hidrográfica e condicionam a sua instalação. Os meandros abruptos ocorrem em segmentos retilíneos de canais, podendo estar associados a rupturas de níveis, mudanças na dinâmica do fluxo, dado pela perda de volume ou aumento da carga de sedimentos.

Os meandros comprimidos aparecem, geralmente, em padrões de drenagem sinuosos, ou na súbita diminuição da sinuosidade, possivelmente associados a alto topográfico ou alto estrutural. Quando aparecem em meio a canais meandrantess, estes podem ainda indicar anomalias estruturais com movimentos neotectônicos ascensionais.

As curvaturas anômalas provocam o desvio do canal ao redor de uma forma de relevo ou mesmo ocasionam bloqueio nos tributários e os redirecionam para uma drenagem vizinha, formando confluências abruptas ou abandono de canais. Geralmente as curvaturas anômalas indicam inversão de relevo ou controle estrutural.

3. 3 Estruturas geológicas controladoras do relevo: fraturas, juntas e falhas

A análise estrutural das unidades geológicas e geomorfológicas é importante para a compreensão das estruturas que atuam na paisagem de forma a produzir feições e formas derivadas de erosão diferencial e controle das unidades estratigráficas e da rede de drenagem. Neste contexto, procura-se elucidar questões referentes ao arcabouço estrutural estabelecido na borda oriental da Bacia Sedimentar do Paraná, área tal que abarca a bacia hidrográfica do São João, objeto deste estudo.

Soares et al. (1982) e Zalán et al. (1990) apontam que as principais estruturas da Bacia Sedimentar do Paraná são fraturas do tipo juntas e falhas, sendo que algumas destas são preenchidas por diques de diabásio, que representam zonas de fraqueza com orientações preferenciais NE-SW, paralela às estruturas do embasamento antigo NW-SE, associada ao Arco de Ponta Grossa normalmente preenchidas por diques de diabásio; e E-W, associadas as fraturas oceânicas.

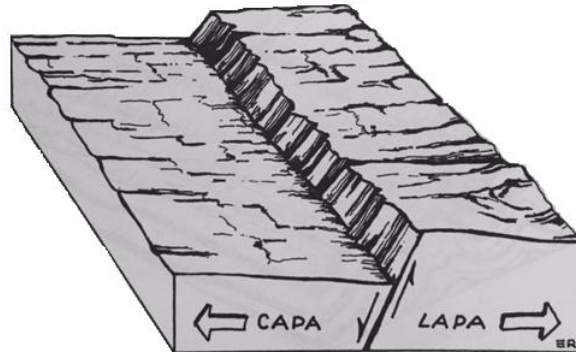
Loczy (1976) descreve juntas como sendo planos ou superfícies fraturadas de rochas as quais não ocorreu deslocamento do plano de fratura ou das paredes rochosas, ou se este ocorreu é mínimo e não visível. De acordo com o autor, se houve movimento classifica-se a estrutura como falhas. Ressalta-se que as juntas podem tem extensões variadas, bem como falhas, necessitando de dados de campo para sua classificação.

De acordo com Ferreira (1982) os falhamentos de direção NE-SW e NW-SE são do tipo normal e possuem atitude classificada como transcorrente, como movimentos extensionais. Loczy (1976) classifica as falhas em relação a sua geometria como normais, descrevendo que são aqueles em que o teto desceu em relação ao muro (figura 14). Quando se trata da sua gênese, o mesmo autor se refere ao movimento transcorrente identificado para tais falhas como aquele em que o movimento é predominantemente horizontal, bem como o eixo de tensão e a direção de alívio. Neste caso, o rejeito direcional e o de mergulho são muito pequenos.

Àquelas falhas preenchidas por diques foram estudados por Ussami et al. (1991), Raposo (1995), Franco-Magalhães et al. (2010). O consenso é que durante o Mesozoico, um intenso vulcanismo afetou toda a Bacia do Paraná cuja intrusão de

magma basáltico com maior frequência se deu no eixo do arqueamento de Ponta Grossa, ocorrido também nesta era.

Figura 14. Modelo de blocos movimentados por falha normal. Adaptado de: Rossato et al. (2008)



De acordo com os autores supracitados os diques apresentam direção preferencial NW com extensão e larguras variáveis e são mais frequentes entre os alinhamentos de São Jerônimo-Curiúva e Rio Alonzo do Arco de Ponta Grossa.

Tais estruturas geológicas são expressas por meio de feições lineares no relevo que podem ser aproveitadas pela rede de drenagem, onde vales fluviais, vertentes e topos tem seus processos de desenvolvimento condicionados estas estruturas em diferentes ambientes morfoclimáticos.

3.4 Lineamentos estruturais: conceito e aplicações

Quando se trata de questões morfoestruturais é comum que se faça uso de análises dos aspectos do modelado do relevo por meio de estudos da rede de drenagem e de suas formas, como em Andrades Filho e Rossetti (2012). Os autores citados buscam na rede de drenagem das suas respectivas áreas de estudo o reconhecimento de morfoestruturas relacionadas com eventos tectônicos, expressas nas propriedades das redes de drenagem e em lineamentos estruturais.

Segundo O'leary; Friedman e Pohn (1976) os lineamentos são identificados na superfície, mas tem relação com a subsuperfície, e apresentam um padrão morfológico diferenciado do seu entorno possuindo uma retilinearidade ou curvas suaves. São expressões fisiográficas identificadas no relevo que podem ser manifestações de descontinuidades no terreno ou diferenciação de padrões de rede de drenagem.

Etchebehere, Saad e Fulfaro (2007) consideram que os lineamentos dizem respeito às feições lineares topográficas ou tonais que são notáveis em imagens que podem representar descontinuidades estruturais, correspondendo a trechos retilíneos da drenagem, geralmente demonstrando um controle dos canais fluviais pelas zonas de fraqueza estrutural.

Queiroz, Meneses e Jost (2000) advertem que as interpretações sobre os lineamentos eram controversas pela alta complexidade de feições, geometrias e relações geológicas para a análise estrutural. No entanto, com o advento de produtos de sensoriamento remoto com boa resolução espacial e radiométrica bem como a disponibilidade de modelos digitais de elevação as interpretações destas feições lineares puderam ser melhor compreendidas dentro da Geologia e Geomorfologia Estrutural.

Argialas, Mavrantza, Stefouli (2003) revelam que muitas metodologias de mapeamentos de lineamentos levam em conta somente a feição linear na superfície terrestre sem considerar a natureza de tais feições. Os autores comentam que muitos esforços têm sido feitos na tentativa de extração de lineamentos de produtos de sensoriamento remoto, mas que com alguns critérios de seleção de produtos e seleção de algoritmos a identificação dos lineamentos usando conhecimentos básicos de seus aspectos como topografia, contexto local sob os quais estão estabelecidos.

Neste sentido, os autores utilizaram técnicas de realces de vegetação como o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) bem como técnicas de classificação, PCA (Análises de componentes principais) e mapas de sombreamentos de relevo para melhor identificação dos sistemas de lineamentos, na região central da Grécia. Os resultados foram satisfatórios na medida em que tiveram um volumoso banco de dados para a sistematização da identificação dos lineamentos.

Ölgen (2004) utilizou na Turquia a análise de lineamentos relacionada a eventos de terremoto. Com base em imagens da LandSat TM foram realizados realces de filtros nas bandas espectrais e análises de PCA, onde se pode obter informações sobre a litologia e estruturas geológicas presentes na área. Tais informações foram relacionadas com os epicentros de terremotos onde foi constatado que existe uma correlação direta entre lineamentos e estes eventos

tectônicos, além da identificação de um novo conjunto de falhas ainda não reconhecido.

Corrêa e Fonsêca (2010) utilizaram a interpretação de lineamentos de drenagem e de relevo para a caracterização da compartimentação morfoestrutural do rio Preto na Serra do Espinhaço, Minas Gerais. Baseados em análises de produtos do modelo digital de elevação da SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) os autores distinguiram as feições retilíneas da drenagem e do relevo identificando sob qual regime estrutural, litológico e/ou tectônico, que possivelmente foram reativados. Foram criados mapas de lineamentos de drenagem que auxiliaram na identificação de sistemas de falhas normais onde geralmente se encaixam os cursos d'água, assim como direção de dissecação das encostas e na interpretação dos controles estruturais das rochas.

Chaabouni et al (2012) argumentam que o mapeamento geológico, bem como de lineamentos é uma tarefa grandiosa para a análise estrutural e tectônica em plataformas estáveis, e ainda mais quando não se encontram muitos afloramentos em campo. Neste caso, se recorre a utilização de imagens digitais, modelos digitais de elevação, cartas geológicas básicas e trabalhos de campo para análise e checagem dos lineamentos.

Os autores utilizaram como área de estudo a região Sul da Tunísia obtendo resultados de lineamentos expressos por falhas. Tais resultados foram checados em campo e comparados com os dados geológicos da área indicando uma oportunidade de prospecção de petróleo dada a sua distribuição nas formações geológicas locais.

Prabu e Rajagopalan (2013) procuraram produzir mapas dos lineamentos e sua implicação hidrogeológica nas águas subterrâneas com análise da distribuição das tendências dos lineamentos utilizando diagramas de rosáceas, mapas de densidade e mapas de intersecção de lineamentos da bacia hidrográfica de Vaigai, no Sul da Índia.

Os autores concluíram que as ocorrências de água subterrânea em formações com biotitas, gnaisses charnockíticos são controladas principalmente pelos lineamentos que correspondem a fraturas, juntas e falhas que se configuram como pontos de descarga das águas subterrâneas e à sua detecção. O estudo de tendências e densidades levou à delimitação de áreas onde as ocorrências de água subterrânea são mais promissoras para o abastecimento sustentável.

No mesmo contexto geológico da área de estudo desta pesquisa, na Depressão do Piraí, Melo e Rossetti (2013) realizaram análises de estruturas rúpteis via produtos de sensoriamento remoto, como imagens do LandSat, dados do TOPODATA, e mapa geológico da área produzido pela Mineropar. Os autores testaram metodologias de extração de lineamentos morfoestruturais visando o entendimento do comportamento tectônico da Depressão do Piraí. As direções preferenciais identificadas foram: NW–SE, associada com a ruptura do Gondwana na região, e com o Arco de Ponta Grossa; NE–SW, paralela a falhas do embasamento proterozoico a eopaleozoico e E–W, paralela às fraturas transversais à cadeia meso-oceânica (falhas transformantes) desenvolvidas durante a deriva continental, também descritas por Zalán et. al. (1990).

3. 5 Uso das terras nas paisagens estruturais: questões legais

As paisagens marcadas pela influência morfoestrutural possuem um relevo movimentado com falhas e fraturas condicionando a rede de drenagem, onde, geralmente, a densidade de rios é alta. As zonas de falhas geralmente apresentam rupturas abruptas nos níveis do relevo fazendo com que a declividade das vertentes seja alta e os vales sejam encaixados.

Áreas com tais características apresentam grande fragilidade do ponto de vista do uso das terras, principalmente em áreas rurais, uma vez que a morfogênese é intensa e a apropriação do solo se dá de maneira menos regulamentada. Até a elaboração dos primeiros Códigos Florestais brasileiros, ainda na primeira metade do século XX, o uso das terras rurais era feito indiscriminadamente, respeitando apenas os limites de solos agricultáveis para a implantação de lavouras e a declividade do terreno para a criação de animais.

Em 1934, o Decreto 23.793/34, instituiu o primeiro Código Florestal brasileiro que estabeleceu disposições sobre o uso e conservação de florestas e demais formas de vegetação existentes no território nacional. As preocupações gerais estavam entorno da devastação da vegetação por meio de derrubada, corte e queimadas culminando no Artigo 23 que proibia aos proprietários de terras cobertas de matas o abate de mais de três quartas partes da vegetação existente. No

entanto, não havia orientação de qual vegetação ou mesmo qual parte da propriedade deveria ser priorizada para a manutenção.

A Lei 4.771/65 de 15 de setembro 1965 revogou o Decreto 23.793/34 e acrescida da Lei Nº 7.803, de 28 de julho de 1989, instituiu o Novo Código Florestal considerando as florestas e demais formas de vegetação natural como áreas preservação permanente (APP) aquelas situadas: ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, cuja largura respeitaria a largura do canal; ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais; nas nascentes; nos topos de morros; nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive; nas bordas dos tabuleiros ou chapadas; nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues e em altitude superior a 1.800 metros.

As áreas de vegetação de preservação permanente foram destinadas a atenuação de erosão, a fixação de dunas, proteção de rodovias e ferrovias, auxiliar a defesa do território, proteção de sítios de beleza cênica e a biota ameaçada de extinção e assegurar condições de bem-estar público, a qual demonstra uma preocupação com as questões ambientais.

Além da demarcação espacial das APP's ainda que imprecisa em alguns aspectos como os topos de morros e montanhas, o Artigo 16 regulamentou as florestas de domínio privado fora das áreas de preservação permanente, nos termos de reserva legal. Neste sentido, ficou regulamentado que nas regiões Leste Meridional, Sul e parte sul Centro-Oeste, o corte de florestas só seriam permitidos quando respeitado o limite mínimo de 20% da área de cada propriedade e, na região Norte e na parte Norte da região Centro-Oeste com pelo menos, 50% da área de cada propriedade.

Tais avanços na legislação e na problemática ambiental brasileira foram frutos de uma consciência global de regulação de uso dos recursos naturais, principalmente com as temáticas de crescimento econômico, explosão demográfica, poluição e esgotamento de recursos naturais discutidas durante a Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente em Estocolmo, em junho de 1972 (SOUSA, 2005).

A reformulação da Constituição Federal brasileira de 1988 trouxe no Artigo 225 a prerrogativa de que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente

equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações, o qual norteou toda a legislação ambiental vigente.

Exemplos concretos podem ser citados como o Decreto de Nº 99.274, de 06 de junho de 1990 que reformulou a Política Nacional do Meio Ambiente, a Lei Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro 1998 de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, a Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e o novo Código Florestal regido pela Lei Nº 12.651, de 25 de maio 2012.

Neste último, as APP's em zona urbana ou rural, localizadas em cada posse ou propriedade, são bens de interesse nacional e espaços protegidos, cobertos ou não por vegetação, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Estas estão espacialmente consideradas nas faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, em largura mínima de 30 metros, respeitada a largura regular do canal em questão; as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais; as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes no raio mínimo de 50 metros; as encostas ou partes destas com declividade superior a 45º; as restingas; os manguezais; em veredas; as bordas dos tabuleiros ou chapadas; os topo de morros e as áreas em altitude superior a 1.800 metros.

A regulamentação das categorias de APP's está esclarecida no Novo Código Florestal, no entanto, a sua aplicação e regularização é aplicada a cada imóvel rural de acordo com o instrumento do Cadastro Ambiental Rural, o CAR. Tal cadastro tem a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento. Sendo assim, regularização ambiental das APP's dos imóveis rurais é feita mediante a análise de cada imóvel, com a necessidade de recomposição ou regeneração considerando o tamanho do imóvel

em módulos fiscais e a própria situação da vegetação nativa ou não no entorno dos rios, nascentes e outras categorias.

As principais críticas dos ruralistas ao novo Código Florestal dizem respeito a diminuição das áreas agricultáveis e o emperramento do crescimento da agricultura, prejudicando a agricultura familiar. No entanto, a obrigatoriedade da manutenção das APP's possui reservas em alguns casos específicos.

Os parágrafos 5 e 6 do Artigo 4º dizem que são admitidas para a pequena propriedade ou posse rural familiar e nos imóveis rurais com até 15 (quinze) módulos fiscais desde que sejam adotadas práticas sustentáveis de manejo de solo e água e de recursos hídricos, garantindo sua qualidade e quantidade e não implique novas supressões de vegetação nativa.

O Artigo 8 dispõe que “a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental” descritas na resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006.

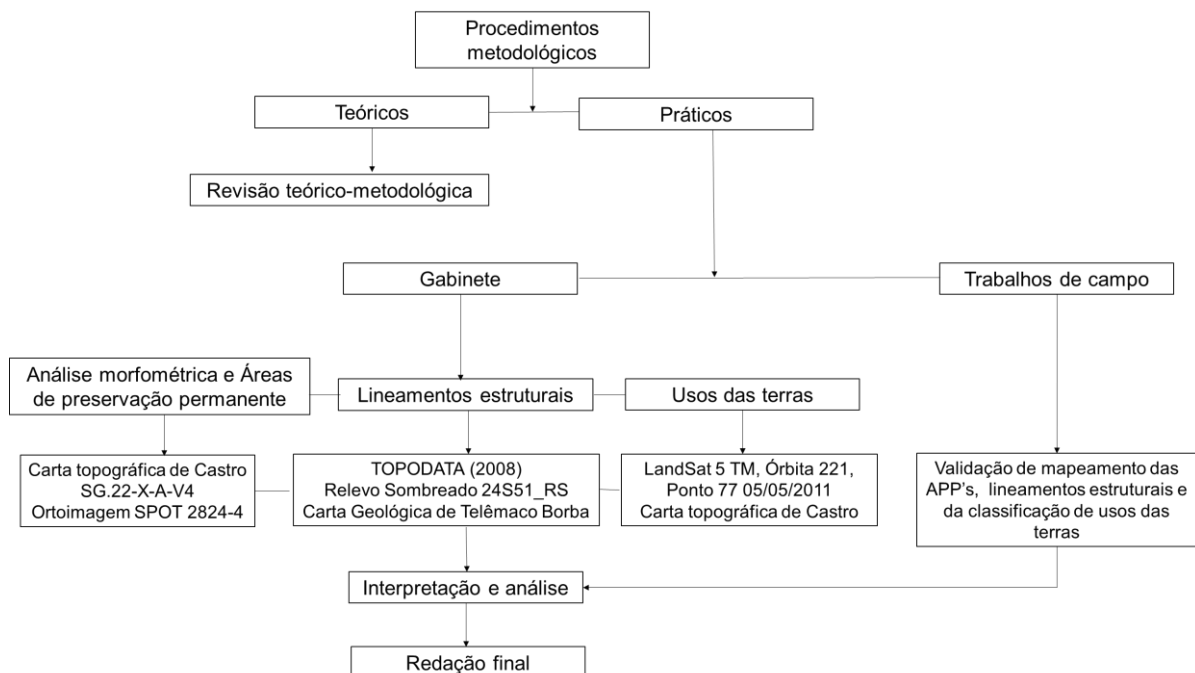
Além disso, as áreas que deveriam ser de preservação permanente, mas que possuem um uso consolidado até o dia 22 de julho de 2008 tem maior flexibilidade ao atender ao Novo Código Florestal. Pode-se exemplificar o fato de que se um imóvel rural com até 4 módulos fiscais não tem sua APP de curso d'água, a faixa máxima de vegetação a ser regenerada será de 15 metros, independentemente da largura regular do canal. Tais reservas suscitam críticas por parte dos ambientalistas, vez que a flexibilidade de recomposição das APP's e outras faixas de vegetação é maior, o que pode contrariar o objetivo de manutenção e recuperação da vegetação e dos recursos naturais.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A preocupação de evidenciar as questões geográficas sob uma perspectiva sistêmica favoreceu e dinamizou o desenvolvimento desta pesquisa propiciando reconsiderações sobre seus conceitos e métodos, principalmente relacionados aos aspectos físico-naturais e antrópicos e suas relações. Os estudos das paisagens não se limitaram apenas a morfologia, mas tiveram enfoque na sua dinâmica, estrutura e conexões.

As etapas adotadas durante o desenvolvimento da pesquisa envolveram, inicialmente, trabalhos de revisão teórico-metodológica que deram suporte à realização dos procedimentos práticos. Neste aspecto, a pesquisa seguiu por caminhos trilhados em gabinete, com a obtenção de dados cartográficos e, posteriormente em campo, para a sua validação, como aponta o fluxograma seguinte (figura 15).

Figura 15. Fluxograma das etapas de desenvolvimento da pesquisa.



4. 1 Análise morfométrica

A análise dos parâmetros da bacia do rio São João foi feita a partir dos dados obtidos pela interpretação da carta topográfica de Castro/PR na escala 1:50000 no sistema de projeção UTM, Datum vertical Imbituba-Santa Catarina e Datum horizontal SAD-69, articulação SG.22-X-A-V4 (MI-2824-4) disponível no sitio online

do Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do Paraná (ITCG) e da ortoimagem SPOT, também na escala 1:50000, de 2005, cedida pelo Paranaidade, que contém curvas de nível já georreferenciadas.

Após o georreferenciamento da carta topográfica, fez-se a vetorização da rede de drenagem mediante técnicas de geoprocessamento no software Quantum GIS 1.8.0 (Lisboa). Nesta plataforma, a análise dos canais fluviais e das curvas de nível foi otimizada permitindo a manipulação eficiente de grande quantidade de dados organizados em uma tabela de atributos.

Os parâmetros, que envolviam a análise da rede de drenagem como a densidade de drenagem e densidade de rios, foram aplicados com a complementação dos canais fluviais intermitentes, identificados pela análise da topografia, curvas de nível e ortoimagem SPOT. Considerou-se importante o computo de tais canais devido a sua importância hidrogeomorfológica, visto a dinâmica climática regional e a presença de litotipos muito influenciáveis pela ação da água.

Os resultados quantitativos sobre os parâmetros morfométricos foram tabelados e analisados conjuntamente com hipsometria e a declividade da bacia hidrográfica proporcionada pela manipulação das curvas de nível num modelo digital de elevação no software ArcGIS 10.1.

O modelo digital de elevação gerado a partir de interpolação das curvas de nível pelo método IDW (Ponderação do Inverso da Distância), o qual estima um valor para pontos sem informação como uma média ponderada dos dados dentro de uma vizinhança, permitiu o cálculo da declividade cujas classes foram definidas de acordo com IBGE (2006). No referido manual, as classes são apresentadas em porcentagem de declividade, aqui, no entanto, utiliza-se graus para que as análises posteriores sobre áreas de preservação permanente sejam otimizadas.

4. 2 Identificação dos lineamentos estruturais

A interpretação dos lineamentos estruturais, na bacia do São João, foi realizada utilizando-se o banco de dados do TOPODATA de relevo sombreado, de resolução espacial de 30 metros, da missão SRTM (Shuttle Radar Topography

Mission), na cena 24S51_RS, disponíveis no sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (VALERIANO, 2005).

A partir de realces de azimuth da cena de relevo sombreado no software ArcGis 10.1, as feições retilíneas ou levemente encurvadas, associadas a rede de drenagem ou a linhas de cumeada, foram interpretadas visualmente e mapeadas. Posteriormente, foram extraídos os azimuths referentes à direção de cada lineamento e mensurando o seu comprimento.

As informações geradas sobre os azimuths e comprimentos foram organizadas em gráficos de rosáceas de frequência absoluta e comprimento absoluto no software Spring 5. 2. 6, permitindo a elucidação das direções preferenciais dos lineamentos, bem como sua correlação com as estruturas geológicas contidas na carta geológica referente à área de estudo.

Como terceira etapa, tem-se a elaboração do perfil topográfico na direção NE-SW, que corta transversalmente as estruturas lineares mais frequentes e de maior comprimento na bacia, identificando as morfoestruturas e os lineamentos interpretados.

Com os lineamentos estruturais devidamente mapeados foram realizados trabalhos de campo para a validação da sua interpretação, bem como melhorar o seu entendimento da dinâmica da paisagem no local.

4. 3 Caracterização dos usos da terra

As discussões sobre a utilização das terras da nos lineamentos e na bacia se enriquece na medida em que a utilização das geotecnologias permite uma interpretação e tratamento de imagens de satélite.

É possível a obtenção de informações referentes a uma área baseada na resposta espectral de cada objeto, admitindo a elaboração de mapas de uso da terra.

A finalidade de tais procedimentos se fundamenta no conhecimento do uso e ocupação da terra que pode auxiliar na utilização adequada de recursos naturais disponíveis, na quantificação e monitoramento de áreas de uso que possam ameaçar o equilíbrio dos sistemas ambientais além da identificação dos padrões de mudanças no uso ao longo do tempo que refletem mudanças na paisagem.

Desta forma, o mapeamento do uso da terra na bacia do São João foi realizado mediante técnicas de processamento de imagens digitais utilizando imagem do satélite LandSat 5 TM, com resolução espacial de 30 metros referente à Órbita 221, Ponto 77, fornecida gratuitamente no sítio do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>). A imagem é do dia 05/05/2011 escolhida por critérios de atualidade e ausência de nuvens da região.

Num primeiro momento realizou-se a transformação geométrica da imagem, visando diminuir as distorções possivelmente encontradas e estabelecimento da georreferência. Na sequência foi executada a classificação supervisionada pixel a pixel da imagem, com composição de bandas (RGB 5,4,3) para a definição das amostras, no software ENVI 4.1, com uso do algoritmo SVM (Support Vector Machine) (TSO, MATHER, 2009; MOREIRA et. al., 2014).

As classes de uso determinadas na bacia foram cobertura florestal, florestamento, vegetação campestre, áreas agrícolas e área urbana definidas em conformidade com a carta topográfica da folha Castro (SG-22-X-A-V-4) mencionada anteriormente e validadas em campo. As cores representativas seguiram a convenção estabelecida pelo IBGE (2006).

4. 4 Tratamento das áreas de preservação permanente

Obtidas as classes de uso da terra, partiu-se então para o mapeamento das áreas de preservação permanente. Neste momento, a rede de drenagem já definida outrora foi utilizada como base para a aplicação de *buffers* como é regulamentado na Lei 12.651/12.

Para todas as nascentes foi criado um buffer de 50 metros ao seu redor, bem como três lagos conectados à rede de drenagem. Os canais ou lagos intermitentes, comum aos terrenos da Formação Furnas, não foram computados no cálculo das APP's uma vez que a legislação não abarca tal modalidade de nascentes ou lagos.

Pretendeu-se buscar um entendimento geral sobre as áreas de preservação permanente da bacia e a sua definição para fins de regulação ambiental deve ser feita para cada imóvel rural seguindo as orientações do Cadastro Ambiental Rural.

Para os canais fluviais utilizaram-se pontos de controle em sub-bacias hidrográficas e ao longo do rio principal já que a legislação prevê diferentes áreas de

preservação, dependendo da largura regular do canal em questão. Estabeleceram-se os pontos de controle baseado em critérios de semelhanças entre as características físico-naturais e morfométricas das sub-bacias, e observação e medições de largura de canais na ortoimagem SPOT.

Observando a imagem procurou-se medir as larguras dos canais identificando os pontos em que a largura passava de 10 metros e então a área de preservação permanente de 30 metros aumentaria para 50 metros. Foram priorizados pontos em confluência de canais, pois nestes, geralmente, é o ponto de maior largura do canal, considerando-se os processos de erosão e deposição.

Se na foz de cada sub-bacia, a largura ultrapassasse 10 metros então se convencionava que todo aquele canal principal teria APP de 50 metros. Caso não alcançasse tal marca todos os canais da referida sub-bacia teria APP de 30 metros. As medições foram realizadas em pelo menos 3 estações do ano levando em conta o regime hidrológico do rio São João em pontos como Arroio Água do Manco, Ponte 2 e trecho inicial de meandro comprimido próximo a foz.

Para o reconhecimento das APP's de canais fluviais utilizaram-se pontos de controle em sub-bacias hidrográficas e ao longo do rio principal para o monitoramento da largura regular do canal em questão (tabela 1).

Tabela 1- Pontos de controle de observação das APP's. (Continuação)

<u>Pontos de controle</u>	<u>Largura do canal (metros)</u>	<u>Data da medição</u>	<u>Localização</u>
1.Trecho inicial de meandro comprimido	6,60	10/12/2014	591521 N 7251882 E
2.Foz do Arroio Guarina	3,10	07/05/2014	591035 N 7252373 E
3.Foz do Arroio Água do Manco	2,40	02/07/2014	589333 N 7251293 E
4.Cânion (Arroio São Daniel)	8,00	29/10/2014	590418 N 7245952 E
5.Foz do Arroio São Daniel	3,70	29/10/2014	588568 N 7246846 E
*6.Ponte 2	10,00	10/12/2014	588267 N 7246225 E
7.Foz do Lajeado Bonito	6,80	01/11/2013	586417 N 7244886 E

8.Próximo à Avenida dos Pioneiros	13,70	29/10/2014	585133 N 7246505 E
9.Trecho inicial de meandro comprimido (fz)	12,00	10/12/2014	580060 N 7246574 E

*Ponto de alargamento do canal principal, no entanto seu entorno possui largura regular que não ultrapassa 10 metros.

Uma vez que não foram obtidas medidas muito díspares nestes pontos de controle, considerou-se para os outros pontos que não houve mudanças muito bruscas da largura dos canais, ou se houve foram repentinas e não alteraram a regularidade do leito fluvial a ponto de aumentar a largura regular do canal.

Figura 16. Pontos de controle de medições das larguras dos canais fluviais. No ponto 8 a equipe de campo não foi autorizada a fotografar.



5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia hidrográfica do São João é predominantemente rural, abrigando apenas uma pequena parte do perímetro urbano de Carambeí. A bacia possui 65,58Km de perímetro (tabela 2), delimitando uma área de 146,76 Km², com forma irregular como demonstram os parâmetros seguintes (tabela 3). Ela é responsável pelo fornecimento de água a população da sede municipal, com população estimada em 21.233 habitantes. As atividades econômicas praticadas nos limites da bacia estão ligadas a agricultura como a produção temporária de soja, aveia, trigo, e a agroindústrias leiteira, suína e de produção de galináceas (IPARDES, 2015).

Tabela 2. Parâmetros morfométricos basilares.

Parâmetros Morfométricos	Resultado
Área	146,76 Km ²
Perímetro	65,58 Km

A rede hidrográfica é constituída por 227 canais fluviais perenes e 99 intermitentes. De acordo com Strahler (1957) o canal principal é quarta ordem para os seus últimos 38,74 quilômetros.

O fator de forma da bacia é de 0,38 indicando que a mesma é alongada, sem formato definido, também verificado pelo coeficiente de compacidade que corresponde a 1,51, dado que este valor supera a unidade. Isto significa que a bacia possui uma forma irregular, propiciando aos fluxos pluviofluviométricos tempos diferenciados de escoamento, concentração e incorporação a canais de ordens superiores. Admite-se então, que a bacia é pouco sujeita a inundações.

Tabela 3. Parâmetros morfométricos areais.

Parâmetros Morfométricos	Expressão Matemática	Resultado
Fator de forma	(1)	0,38
Coeficiente de compacidade	(2)	1,51
Coeficiente de manutenção	(3)	497,5 m ²
Amplitude altimétrica	(4)	427 m
Índice de rugosidade	(5)	858,26
Relação de relevo	(6)	1,03

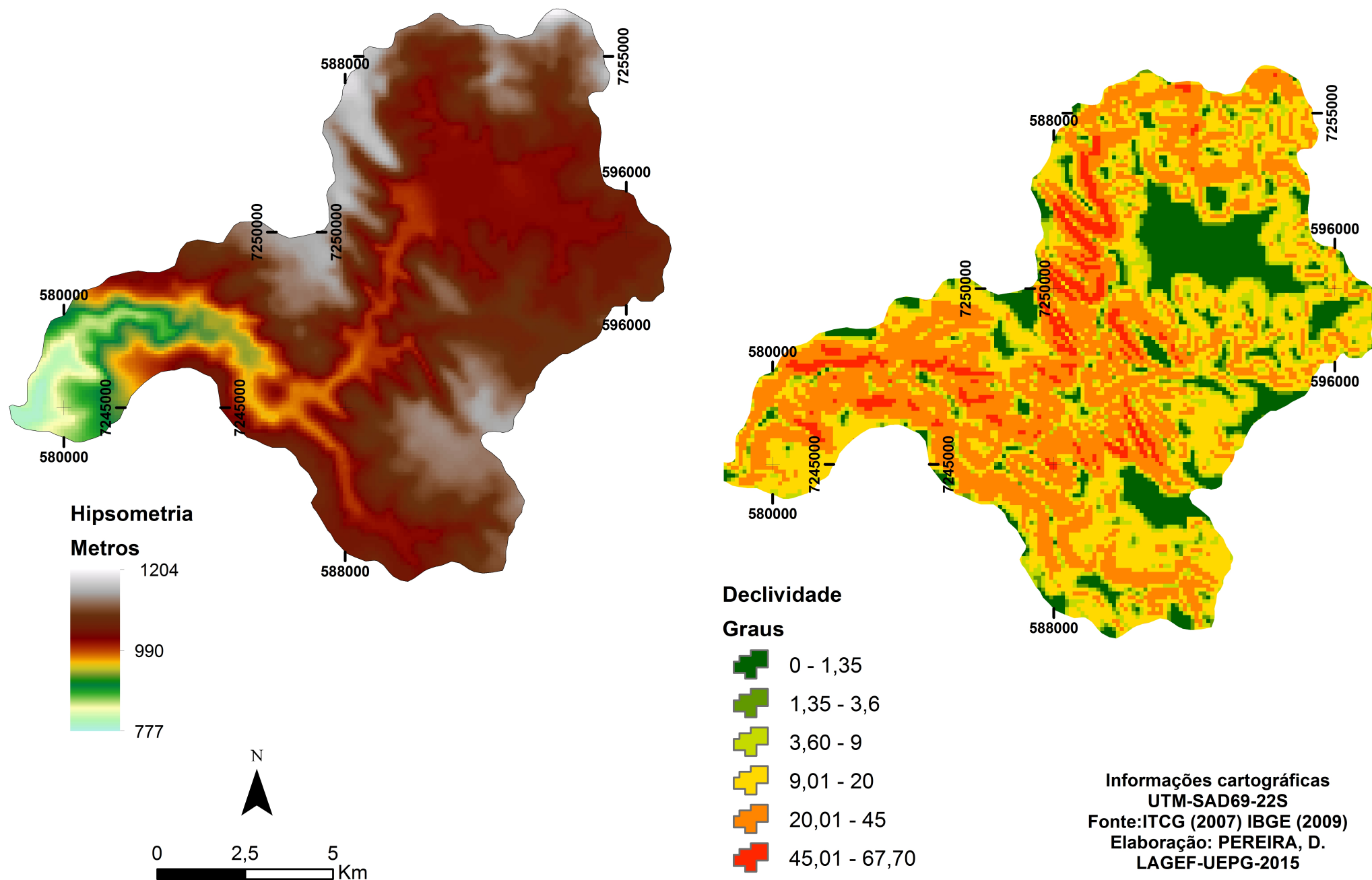
O coeficiente de manutenção revela que a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal com escoamento permanente é de 497,5 km². Tal coeficiente é considerado alto, demonstrando uma dificuldade de formação de

novos canais. Tal fato explica-se pelas propriedades geomorfológicas dos litotipos presentes na bacia (Moro; Paludo; Soares, 1992 e Assine, 1999) que influenciam o escoamento superficial.

Como a rede hidrográfica percorre rochas sedimentares estratificadas, com porosidade elevada, com heterogeneidade de grãos - além de faturamento - a infiltração e a percolação dificultam a formação de novos canais.

A amplitude altimétrica é de 427 metros, calculada a partir da diferença entre a cota máxima e a altitude na sua foz, respectivamente 1204 metros e 777 metros. Tal amplitude demonstra um relevo movimentado e declividades acentuadas, observadas na figura 17.

No Primeiro Planalto a exumação do relevo é mais pronunciada, as vertentes possuem padrão convexo-côncavas e sofreram dissecação pelos canais fluviais formando uma paisagem ondulada com planícies de deposição. A localização na transição entre o Primeiro e o Segundo Planalto Paranaense propicia que o rio São João apresente um relevo acidentado e uma drenagem com forte controle estrutural com vales em “V” e pequena faixa de planície. As vertentes no Segundo Planalto são, em sua maioria, convexo-retilíneas com topos planos, expressando, em parte, a influência da morfoestrutura regional e dos processos de esculturação atuantes (SANTOS et al., 2006).



Os índices aplicados anteriormente corroboram a de densidade de drenagem pequena. Encontrou-se o valor de $2,01 \text{ Km/Km}^2$ indicando que tal sistema hidrográfico possui pequeno volume de escoamento fluvial.

O índice de rugosidade é 858,26, considerado alto para bacia, demonstrando características de relevo bastante movimentado, que se comprova pela relação de relevo de 1,03. Tais índices sugerem uma bacia com relevo rugoso, mas com uma rede de drenagem esparsa, dada a pequena densidade de drenagem e a morfologia das vertentes, em sua maioria íngremes e longas.

A relação bifurcação diz respeito ao relevo da bacia e a sua dissecação (tabela 4). Esta tende a ser maior para área mais de relevo mais movimentado com bacias de drenagem muito dissecadas. Para a bacia do rio São João foram encontrados 3,88 para os canais de primeira ordem, 5,37 para os canais de segunda ordem, 4 para os canais de terceira ordem e 2 para os canais de quarta ordem.

Tabela 4- Parâmetros morfométricos lineares

Parâmetros Morfométricos	Expressão Matemática	Resultado	
Relação de bifurcação	(7)	1ª ordem	3,88
		2ª ordem	5,37
		3ª ordem	4
		4ª ordem	2
Densidade de drenagem	(8)	2,01 Km/Km ²	
		Cinturão Orogênico do Atlântico	2,18 Km/Km ²
		Bacia Sedimentar do Paraná	1,90 Km/Km ²
Densidade rios	(9)	2,18 canais/Km ²	
Extensão do percurso superficial	(10)	282 m	

Como dito anteriormente, a densidade de drenagem é pequena, com o valor de $2,01 \text{ Km/Km}^2$ devido ao pequeno volume de escoamento fluvial. O parâmetro aplicado aos canais localizados no Cinturão Orogênico do Atlântico (36,35% da área da bacia) é $2,18 \text{ Km/Km}^2$ e na Bacia Sedimentar do Paraná (64,65%) é de $1,9 \text{ Km/Km}^2$. Ainda que a diferença seja pequena, e que as condições climáticas sejam semelhantes nos dois compartimentos morfoestruturais, pode se dizer que ela ocorre devido a fatores litoestruturais.

Em terrenos sedimentares da Formação Furnas, a água infiltra mais facilmente e dificulta a formação de canais, além disso, o conjunto de falhas e

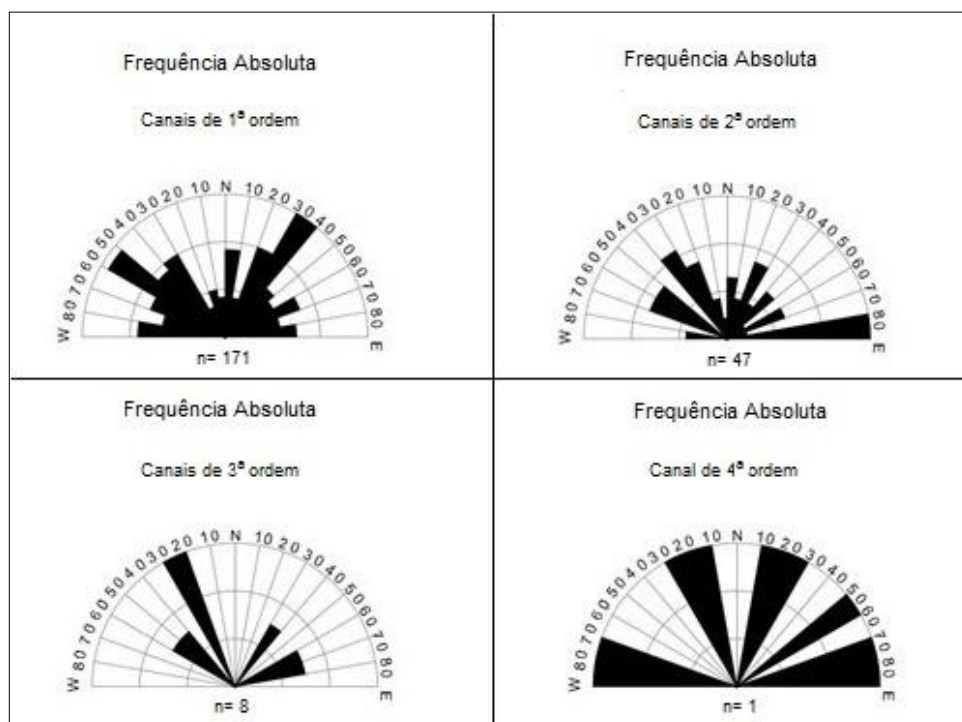
fraturas controlam caminhos preferenciais de escoamento dos rios. Diferentemente, as rochas do Grupo Castro, no Cinturão Orogênico do Atlântico, permitem a manutenção de canais pela menor capacidade de infiltração em relação ao arenito da Formação Furnas, aumentando o número de canais. Com esta lógica, a densidade de rios também é pequena com um índice de 2,18 canais por quilômetro quadrado.

A extensão do percurso superficial da bacia é de 282 metros caracterizando uma textura topográfica grosseira onde as águas pluviais devem percorrer, em média, 282 metros, dos interflúvios até chegarem a um curso d'água. A área mínima para manutenção de um canal fluvial revelado pelo coeficiente de manutenção é 564 m².

A maioria dos canais é de primeira ordem totalizando 171, representando 75,33% do número total de rios da bacia, os outros 24,66% compreende os canais das ordens superiores. Este número expressivo justifica-se pelo alto poder de dissecação dos canais de ordens inferiores, com morfogênese expressiva.

Os canais de primeira ordem não possuem direção preferencial definida, assim como os canais de ordens superiores. A heterogeneidade de direções dos canais (figura 18) colabora com entendimento da complexidade dos padrões de drenagem da bacia.

Figura 18. Orientações dos canais fluviais da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR.



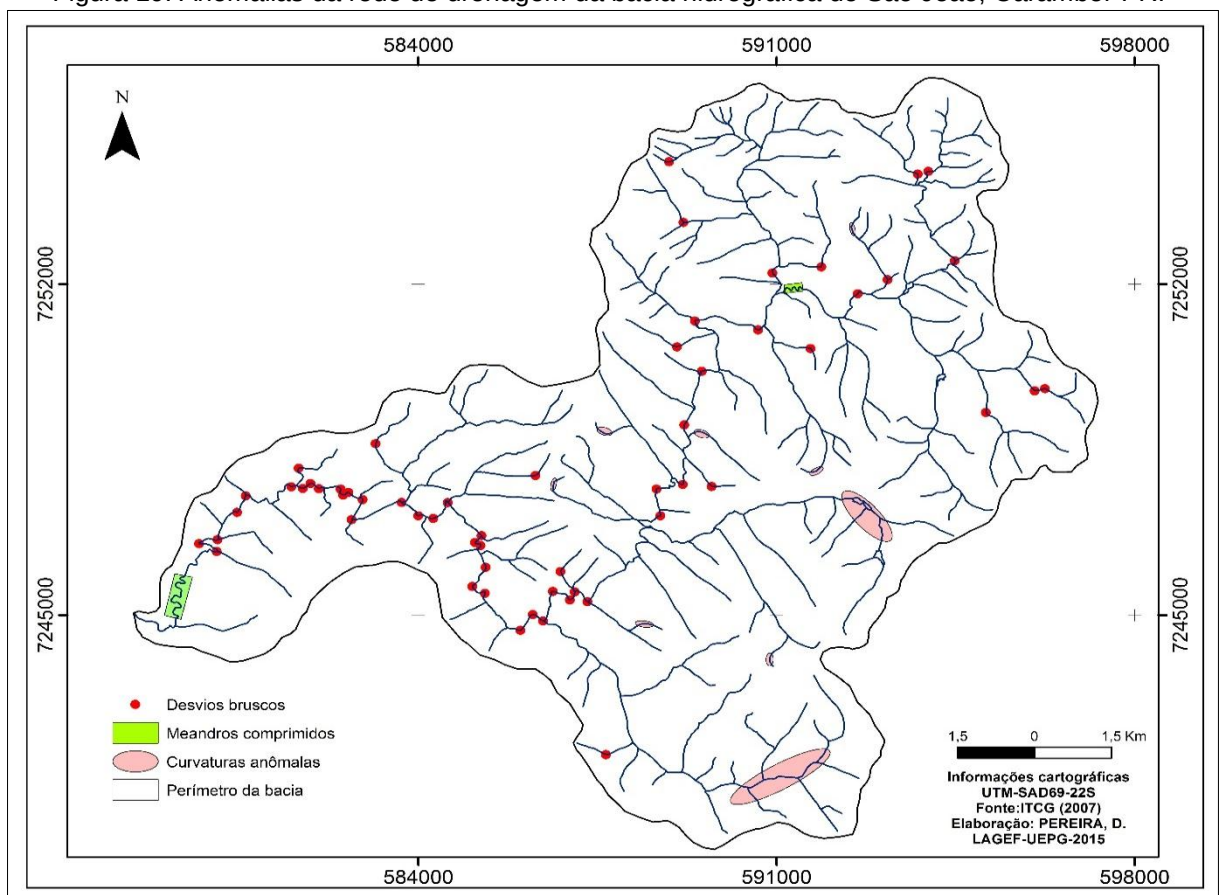
Os canais de primeira ordem situados nos setores alto e médio cursos do São João representam o padrão dendrítico, em áreas em que o controle estrutural é fraco, com litotipos de resistências variadas aos processos de esculturação do relevo, ainda que esta seja intensa.

Na transição do Primeiro Planalto para o Segundo Planalto Paranaense, em direção à jusante, os canais assumem um padrão retangular/paralelo, confirmando o controle estrutural da área, associado ao conjunto de falhas e diques de diabásio.

Os padrões de drenagem expressam certo ajustamento às condicionantes litoestruturais que podem proporcionar diversidade de formas e feições de relevo. No entanto, a presença de anomalias nos padrões de drenagem é, em grande parte, uma resposta às influências das combinações entre diferentes resistências do substrato geológico e suas estruturas.

Na bacia do São João as anomalias de drenagem ocorrem principalmente sob a forma de curvaturas anômalas, desvios bruscos em ângulos agudos e meandros comprimidos (figura 19).

Figura 19. Anomalias da rede de drenagem da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR.



As curvaturas anômalas mais frequentes são de pequena magnitude e estão relacionadas às estruturas geológicas que são interrompidas ou estão localizadas em trechos terminais. Tais curvaturas provocam o desvio do canal ao redor de feições relevo, corroborando o controle estrutural.

Já as curvaturas anômalas de maior magnitude estão condicionadas por uma série de estruturas alinhadas, mas que possuem direções nem sempre coincidentes, desviando um alto estrutural, ao sul da bacia do São João. Destaca-se os tributários contíguos São Daniel e Lajeado Bonito na margem esquerda do São João, que possuem formas arqueadas com concavidades contrárias sob forte influência de tais estruturas.

Os desvios bruscos (figura 20) estão presentes em quase toda a rede de drenagem, mas ocorre de forma intensa nos terrenos da Formação Furnas. As estruturas geológicas condicionam os traçados dos canais fluviais e ainda os processos erosivos e deposicionais.

Figura 20. Exemplo de desvio brusco da drenagem em forma de cotovelo em 900. O leito rochoso faz com que o canal desvie seu curso em direção N. Localização: 580060 N, 7246574 E.

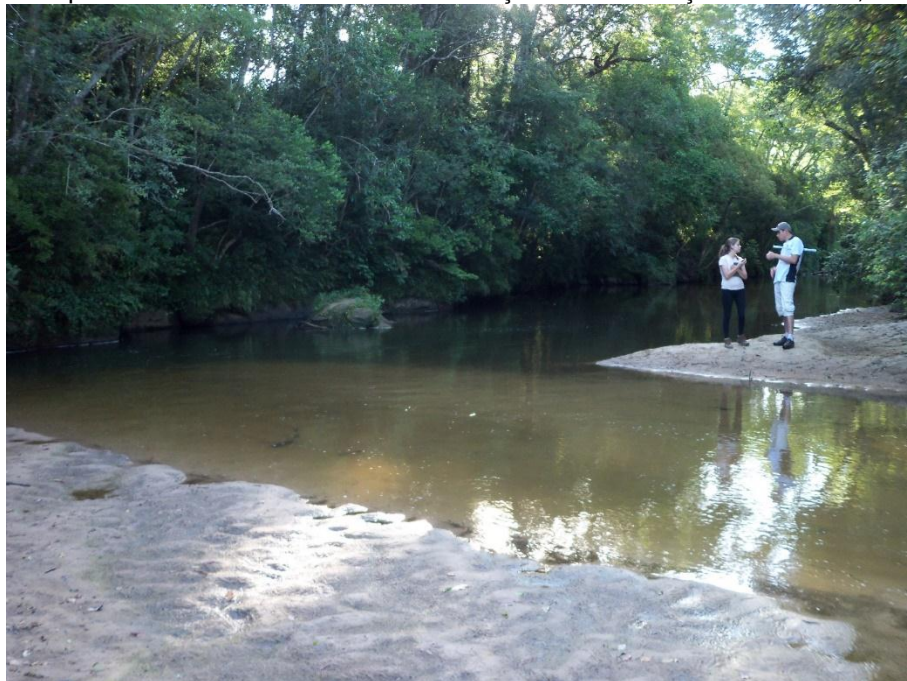


Foto: Marcos Marcondes Carneiro.

Os meandros comprimidos na bacia manifestam duas situações peculiares devido a sua localização. O primeiro deles, à montante da rede de drenagem está localizado sob influência de estruturas geológicas de direção NW-SE, sobre os sedimentos recentes. O material vindo das vertentes e dos canais fluviais é

acumulado na zona de contato entre o embasamento e a Bacia do Paraná, barrado ressalto topográfico do arenito devoniano Furnas. Tal fato explica certa sinuosidade no canal principal do rio São João na área situada sobre o Primeiro Planalto Paranaense e o meandro comprimido.

O segundo meandro está localizado nos quilômetros finais do canal principal do São João, antes de seu deságue no rio Pitangui. Neste ponto, o meandro comprimido está encaixado no vale fluvial, fortemente condicionado por um feixe estruturas geológicas NW-SE. Na interrupção de tais estruturas o canal escoar, ganhando sinuosidade mesmo em leito rochoso. A presença de sedimentos carregados de toda a rede de drenagem pode, mesmo em proporções pequenas, contribuir em para o entulhamento do canal e intensificar os processos erosivos deposicionais, principalmente em períodos mais chuvosos.

De toda forma, a rede de drenagem está fortemente influenciada por fatores litomorfoestruturais, desde as propriedades geomórficas dos litotipos até as questões estruturais regionais. A maior parte dos canais aproveita zonas de fraqueza estruturais lineares e se instala, se expressando em lineamentos estruturais negativos.

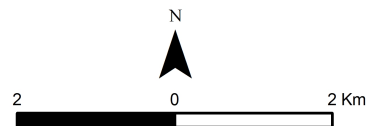
Na bacia, foram identificados 92 lineamentos estruturais (figura 21) com comprimento médio de 1,33 km, revelando a forte influência tectônica mesozoica, fato que condiciona os rios de primeira e segunda ordem principalmente, em vales encaixados em “V”.

A linearidade expressa por tais estruturas geológicas são resultados dos episódios de soerguimento do Arco de Ponta Grossa, que proporcionou na borda oriental da Bacia Sedimentar do Paraná, condições litoestruturais que resguardam aos Campos Gerais do Paraná, assim como no exemplar objeto de estudo – a bacia do São João - uma paisagem de relevo marcante. Deste modo, num contexto regional, é possível identificar inúmeras bacias hidrográficas cuja paisagem está diretamente ligada aos canais fluviais encaixados e de declividades altas com a exumação das formas muito intensa.

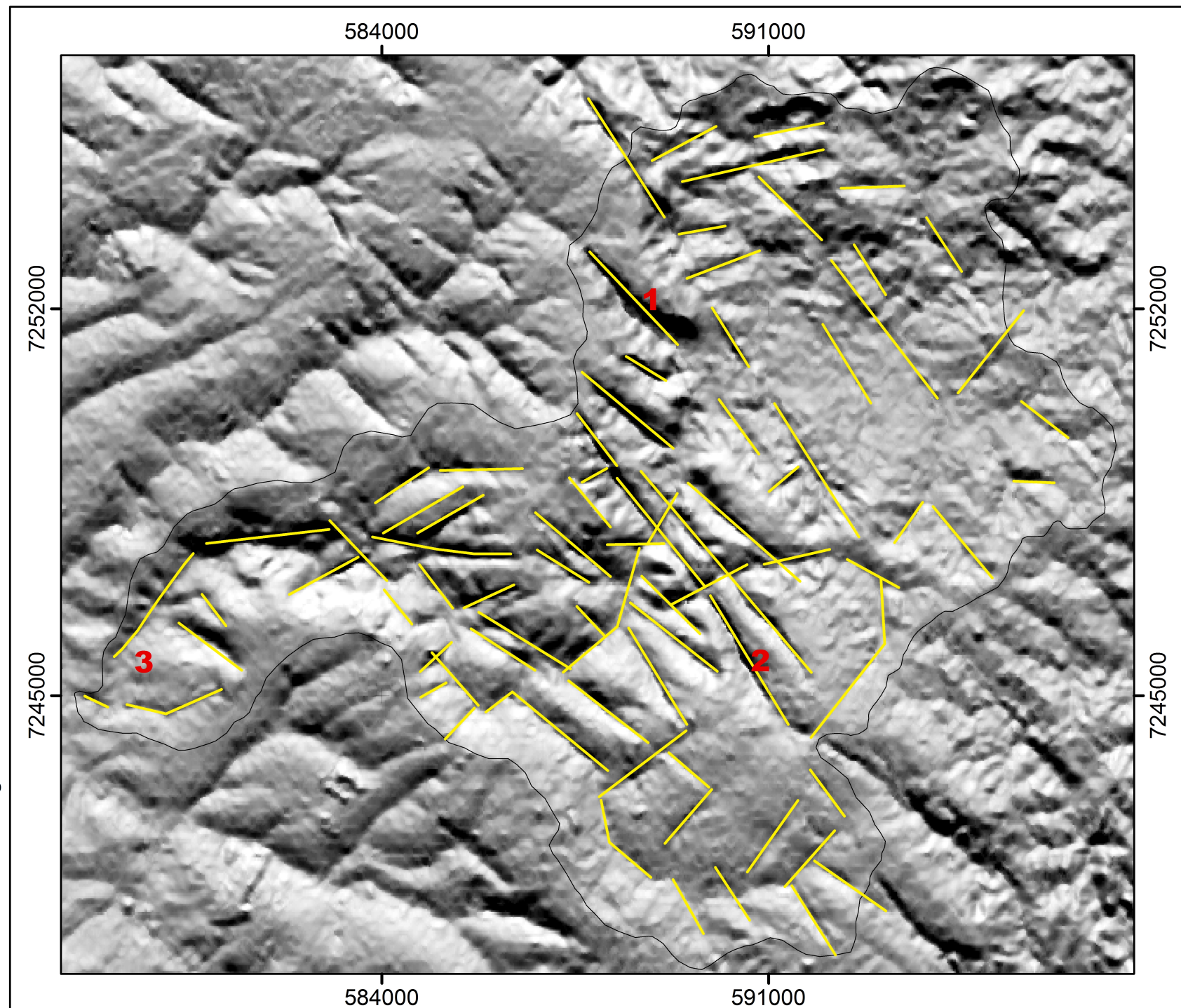
Figura 21. Lineamentos estruturais na bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR, destacando os lineamentos de maior expressividade cuja rede de drenagem se instalou.



— Lineamentos estruturais
 □ Perímetro da bacia do São João

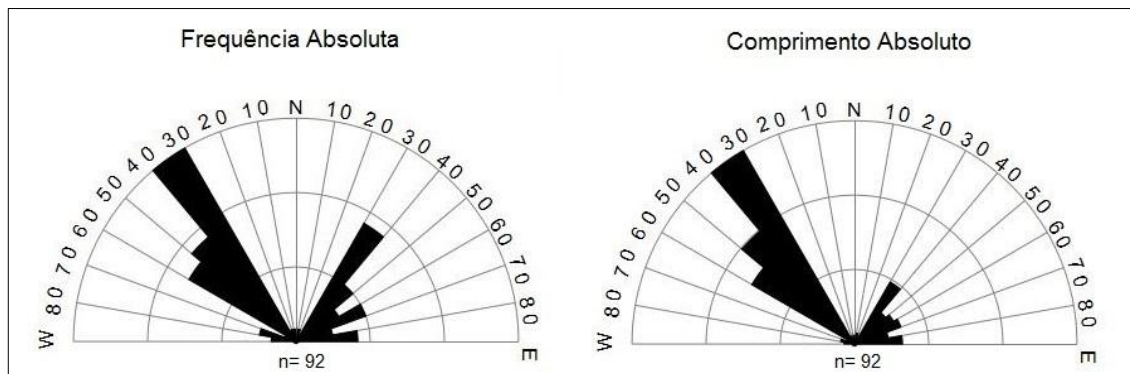


Informações cartográficas
 UTM-SAD69-22S
 Fonte: TOPODATA (2008)
 Elaboração: PEREIRA, D.
 LAGEF-UEPG-2015



A rosácea de frequência absoluta demonstra lineamentos mais frequentes na direção N40W e em secundariamente N40E num padrão NW-SE. A rosácea de comprimento absoluto evidencia que os maiores lineamentos são aqueles de direção NW entre os azimutes 40 e 60 enquanto a direção NE apresenta comprimentos menores. Os histogramas reforçam tais assertivas uma vez que é possível observar as informações concretas a respeito do conjunto de lineamentos (figura 22).

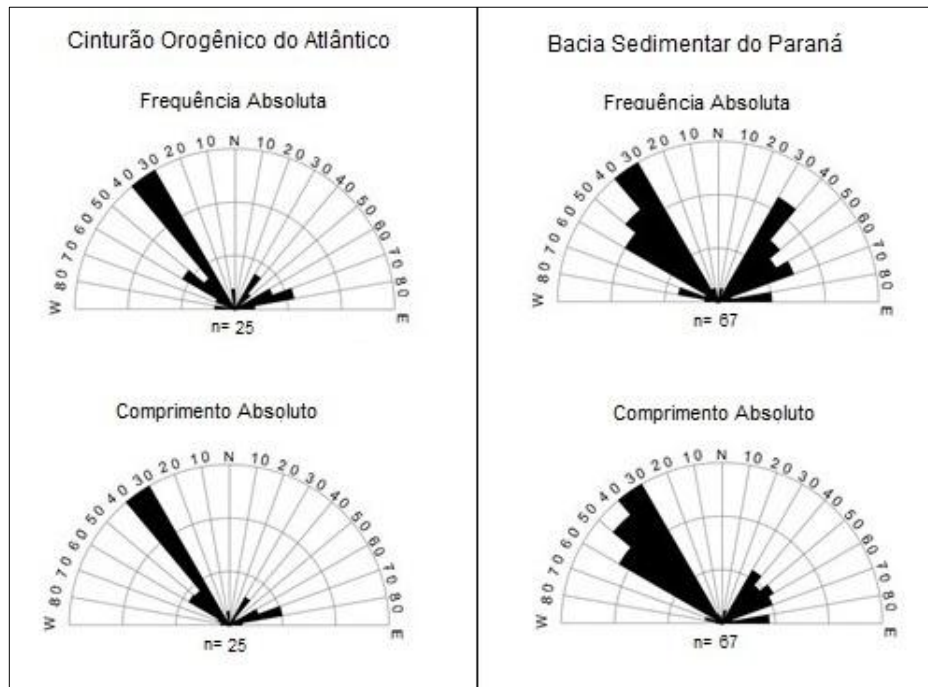
Figura 22. Frequência e comprimento dos lineamentos estruturais na bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR.



Os lineamentos estruturais quando analisados em cada morfoestrutura (figura 23) apresentam padrão similar. Na área correspondente ao Cinturão Orogênico do Atlântico foram mapeados 25 dos 92 lineamentos. Os mais frequentes e de tamanhos maiores também correspondem a direção NW. Enquanto que os lineamentos NE não são muito frequentes e possuem comprimentos significativamente pequenos.

Os 67 lineamentos mapeados na área correspondente a Bacia Sedimentar do Paraná são bastante frequentes tanto na direção NW como na NE. Contudo, aqueles que apresentam um maior comprimento possuem direção NW. Nesta morfoestrutura aparecem ainda os lineamentos de direção E-W com comprimento expressivo.

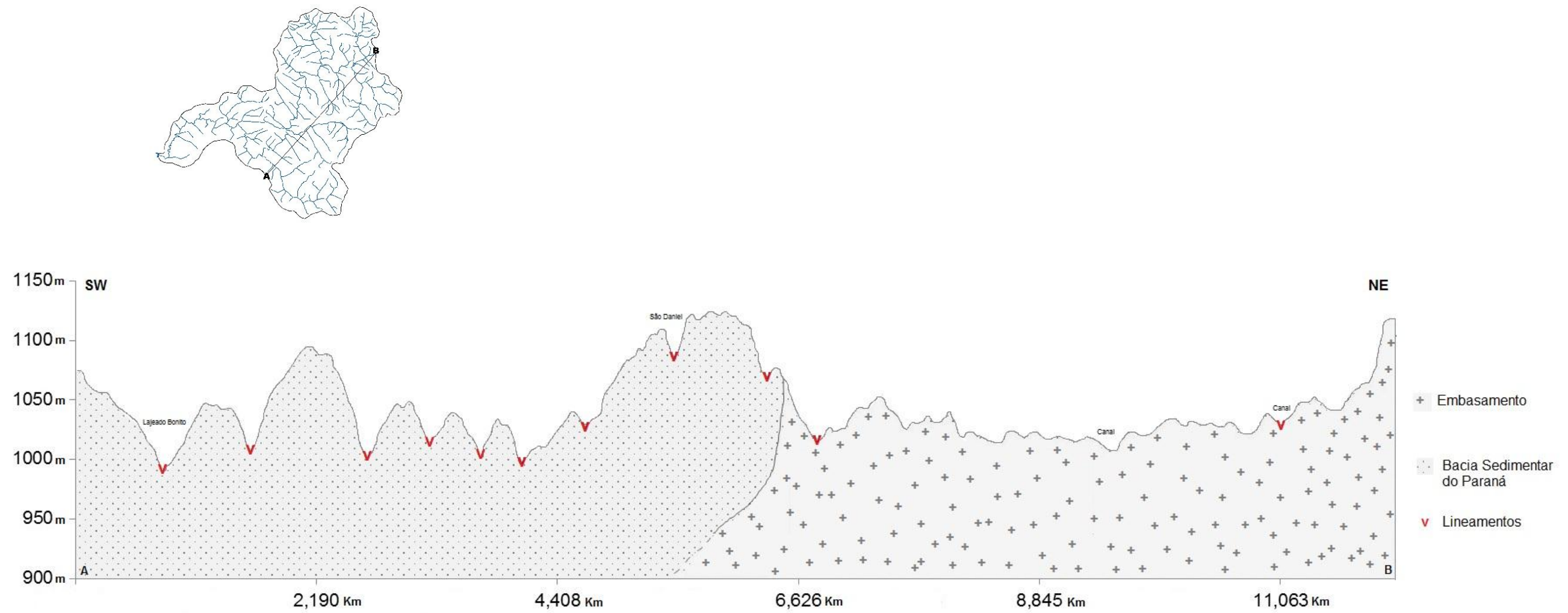
Figura 23. Frequência e comprimento absolutos dos lineamentos estruturais nas morfoestruturas percorridas pela rede de drenagem da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR.



Ainda que os lineamentos sejam expressão do conjunto de estruturas geológicas como falhas e diques, os seus registros em afloramentos ou cortes em estradas foram incipientes. O reconhecimento das feições lineares foi feito mediante formas de relevo, notadamente controladas bem como vales encaixados, facilmente observados na topografia (figura 24).

Estes vales possuem uma amplitude altimétrica elevada propiciando altas declividades que, na sua maioria, ultrapassam os 20°. Tal fato está atrelado a presença das estruturas geológicas representadas pelo exame de diques de rochas básicas e um conjunto de falhas e fraturas nos arenitos Furnas, e em menor frequência nas associações do Grupo Castro.

Figura 24. Perfil topográfico na bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR, destacando as morfoestruturas e o conjunto de lineamentos.



O perfil topográfico AB perpassa todos os litotipos presentes na área da bacia. Das nascentes até os interflúvios do rio São Daniel, a presença de diques e falhas são menos frequentes. As possíveis causas podem ser inferidas em decorrência de uma menor influência do Arco de Ponta Grossa, provável arrasamento das vertentes de terrenos de litologias diversas do Grupo Castro. Enquanto que, sobre os terrenos sedimentares da Formação Furnas, os diques e falhas são mais frequentes impondo um relevo extremamente movimentado.

O perfil corta importantes tributários da margem esquerda do rio São João. O Lajeado Bonito, de importância significativa já que é sobre esta sub-bacia que está assentado uma grande parte do perímetro urbano da cidade de Carambeí.

O rio São Daniel é também importante devido a posição de contato morfoestrutural entre o Cinturão Orogênico do Atlântico e a Bacia Sedimentar do Paraná. O divisor topográfico da margem direita deste canal são os paredões da Escarpa Devoniana, enquanto o rio segue encaixado, acompanhando uma linha de falhas e diques apresentando quedas d'água e cânions expressivos.

Neste segmento, os canais são de terceira ordem e têm uma contribuição mais significativa na carga hídrica do São João frente aos canais da margem direita, o que sugere um possível basculamento quando do Arco de Ponta Grossa. Canais de ordens superiores trazem consigo uma maior densidade de rios, levando a ponderar uma área de drenagem maior. Além disso, como observado nas figuras 11 e 17, declividades acima de 20° na margem esquerda são menos frequentes o que facilita o desenvolvimento de solos mais evoluídos, tanto em terrenos sedimentares como em originados de rochas vulcânicas.

A presença de lineamentos estruturais marcando declividades altas, superiores a 45° , está diretamente ligada a dificuldade de formação de solos que predominantemente, nestes locais são Neossolos Litólicos Húmicos, jovens e pouco desenvolvidos contendo afloramentos rochosos que limitam as atividades econômicas.

As atividades econômicas desenvolvidas na bacia do São João estão inseridas no contexto econômico do município de Carambeí.

Os imigrantes europeus, na sua maioria holandeses e alemães, também aproveitaram a aptidão a criação de bovinos para a produção de laticínios deram início, por volta do ano de 1910, a uma importante agroindústria leiteira. A paisagem

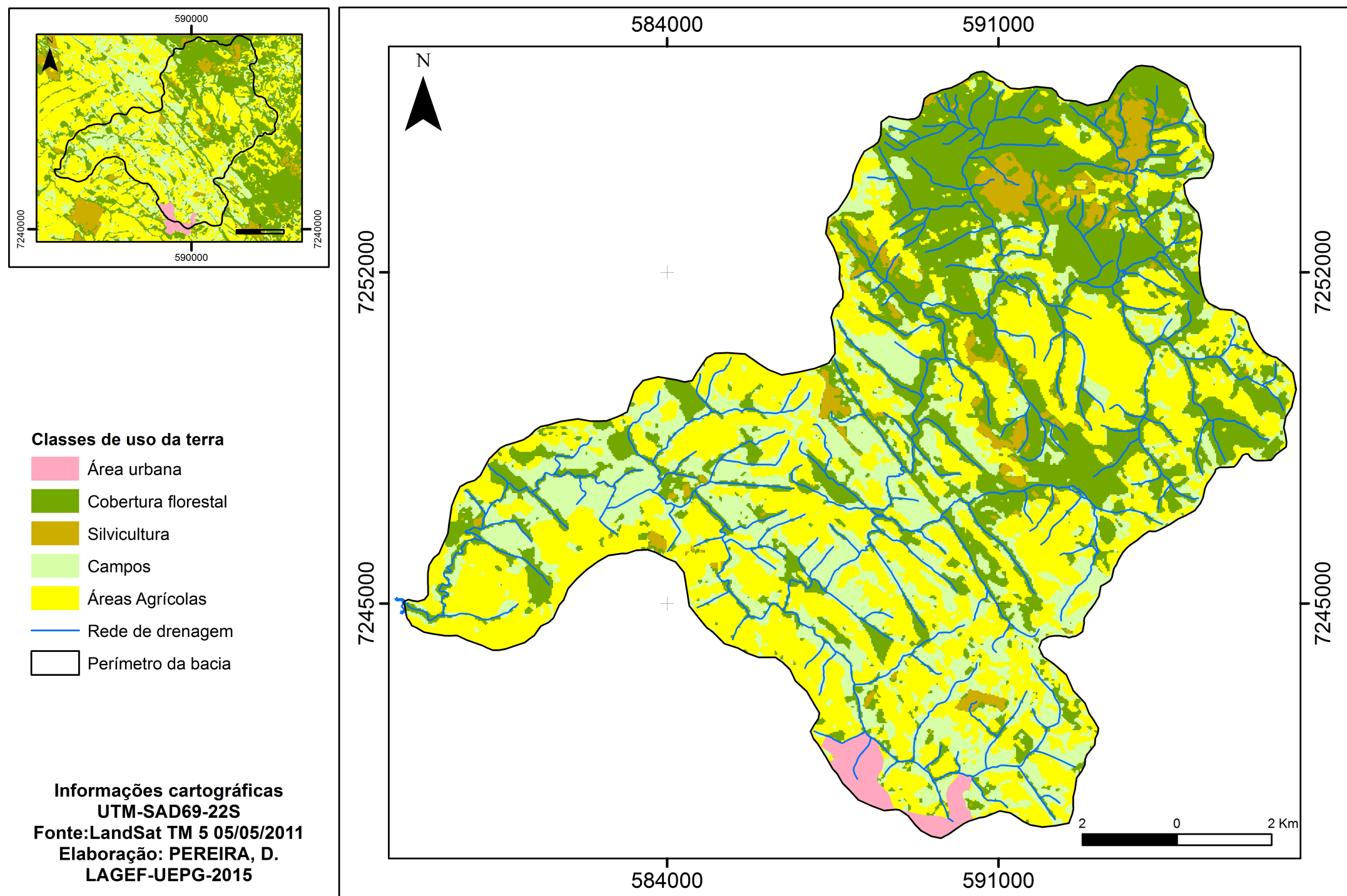
campestre das foi aproveitada pelos primeiros criadores e que aos poucos foram diversificando a economia carambiense, tendo como base o loteamento da antiga Fazenda Carambeí (sub-bacias dos arroios Lajeado Bonito e São Daniel), com a plantação de grãos como soja, milho, trigo e recentemente a silvicultura.

As terras bacia do São João eram utilizadas prioritariamente por lavouras temporárias como soja, milho, trigo e também forrageiras para alimentação de bovinos. Em contrapartida, as matas e florestas naturais e/ou plantadas ocuparam uma área considerável no município, revelando a presença de unidades de preservação ambiental como é regulamentado pela lei 12.651/12. No que diz respeito às pastagens, principalmente naturais, a prática comum era a sua utilização para a alimentação animal.

Como terras inapropriadas para agricultura ou pecuária estavam as pedreiras, muito comum em toda a área abrangida pela formação Furnas, e ainda se incluiu as terras com declividades acentuadas de solos rasos que impedem a mecanização e o próprio crescimento dos cultivos, geralmente associadas a lineamentos estruturais. Mesmo em culturas como a soja que não exige solos profundos e bem desenvolvidos o limite de área de cultivo se estende até a ruptura de nível entre os topos tabulares aplainados e as vertentes retilíneas.

A partir da classificação dos usos da terra na bacia verificou-se a consolidação da área urbana municipal de Carambeí, cujo o território pertencia aos municípios vizinhos de Castro ao norte, e Ponta Grossa, ao sul, em razão da emancipação política ocorrida em 1995. A pequena parte do perímetro urbano de Carambeí está sobre topos alongados com pouca influência dos lineamentos estruturais, mas que em virtude do crescimento econômico e populacional atual requer atenção especial quando se trata da ocupação de novas áreas, enquanto as classes de cobertura florestal, vegetação campestre, florestamento e áreas agrícolas possuem uma distribuição espacial resguardada pelos limites topográficos e estruturais (figura 25).

Figura 25. Uso das terras da bacia hidrográfica do São João, Carambei-PR, e seu entorno.



A classe cobertura florestal corresponde aos fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, matas ripárias e ciliares, mais densa a montante da bacia onde ainda estavam bem preservadas, e em vales fluviais. No último caso, atribuiu-se a sua presença às condições de umidade e solo existentes ao longo dos lineamentos estruturais, que em decorrência do controle estrutural são ocupados pela rede de drenagem.

A silvicultura encontra-se dispersa ao longo de toda a bacia, especialmente em áreas de topos ou com declividade alta, ocupando terras do ponto de vista agrícola não tão produtivas, mas que as espécies de pinus e eucalipto conseguem se adaptar. Em alguns destes locais encontram-se gado bovino criado à solta.

Nos divisores entre os lineamentos, cuja topografia é formada por vertentes longas, convexas, com declividades suaves, e os solos mais profundos - entre 80 a 100cm - estão as áreas agrícolas de predomínio de cultivo intensivo, incluindo milho, soja, aveia e trigo.

A combinação constituição litoestrutural e condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento de formações de campos em áreas de afloramentos rochosos com solos rasos e pobres que por vezes servem de pastagem para animais.

O uso agrícola é favorecido pelas baixas declividades, relativa fertilidade dos solos principalmente na planície de deposição e em áreas de topos aplainados e vertentes convexo-côncavas. A partir do terço médio do rio, nos vales fluviais as terras da bacia apresentam restrições quanto ao uso agrícola intensivo devido ao processo de pedogênese e dificuldade de mecanização. Estas questões estão diretamente ligadas aos condicionantes estruturais da bacia que acomodam um relevo movimentado com controle estrutural

De maneira geral, constatou-se uma área considerável de vegetação. Acredita-se que essa ocorrência é devida a fatores de ordem econômica e ambiental, entre eles a difusão da silvicultura com pinus e eucalipto cuja dispersão se deu de maneira ativa com indivíduos inseridos pela invasão em meio à vegetação campestre (figura 26). Além disso, o crescimento do gado leiteiro criado em áreas menores que outrora, permitiu o crescimento das áreas de vegetação campestre e a cobertura florestal nos vales fluviais e encostas íngremes.

Concomitantemente a modificação do manejo de uso econômico das terras, novas diretrizes de uso da terra foram estabelecidas com a legislação ambiental, com as orientações do Código Florestal de 2012. Este conjunto de leis restringe certos usos da terra privilegiando a manutenção de áreas de preservação permanente.

Os conjuntos de falhas e fraturas e diques de diabásio expressos pelos lineamentos estruturais se configuram como áreas de preservação permanente (APP's) minimamente pelos canais fluviais instalados e a alta declividade nos seus vales.

Figura 26. Pinus entremeados na vegetação campestre na borda do lineamento estrutural.

Localização: 590418 N, 7245952 E.



Não foram constatadas mudanças contundentes na geometria hidráulica do canal principal nos pontos de controle rotineiros, os quais Água do Manco, Pontes 2 e trecho inicial de meandro comprimido próximo a foz, a ponto de aumentar a largura regular do canal. Partindo desse fato, considerou-se que tal regularidade é comum a todos os canais da bacia (figura 27).

As APP's possuem uma área de 23,77 Km² (figura 28 e tabela 5) sendo que a bacia possui uma área total de 147,53 Km², representando então 15,72% de área da bacia sob o regime de preservação permanente. Sendo que deste total 12,84 Km² ocupadas por cobertura florestal, 0,5 Km² são ocupadas pela silvicultura, 8,00 Km² são ocupadas por campos, 2,20 Km² de áreas usadas para atividades agrícolas e 0,21 Km² estão na área urbana de Carambeí.

Figura 27. Áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do São João, Carambeí-PR.

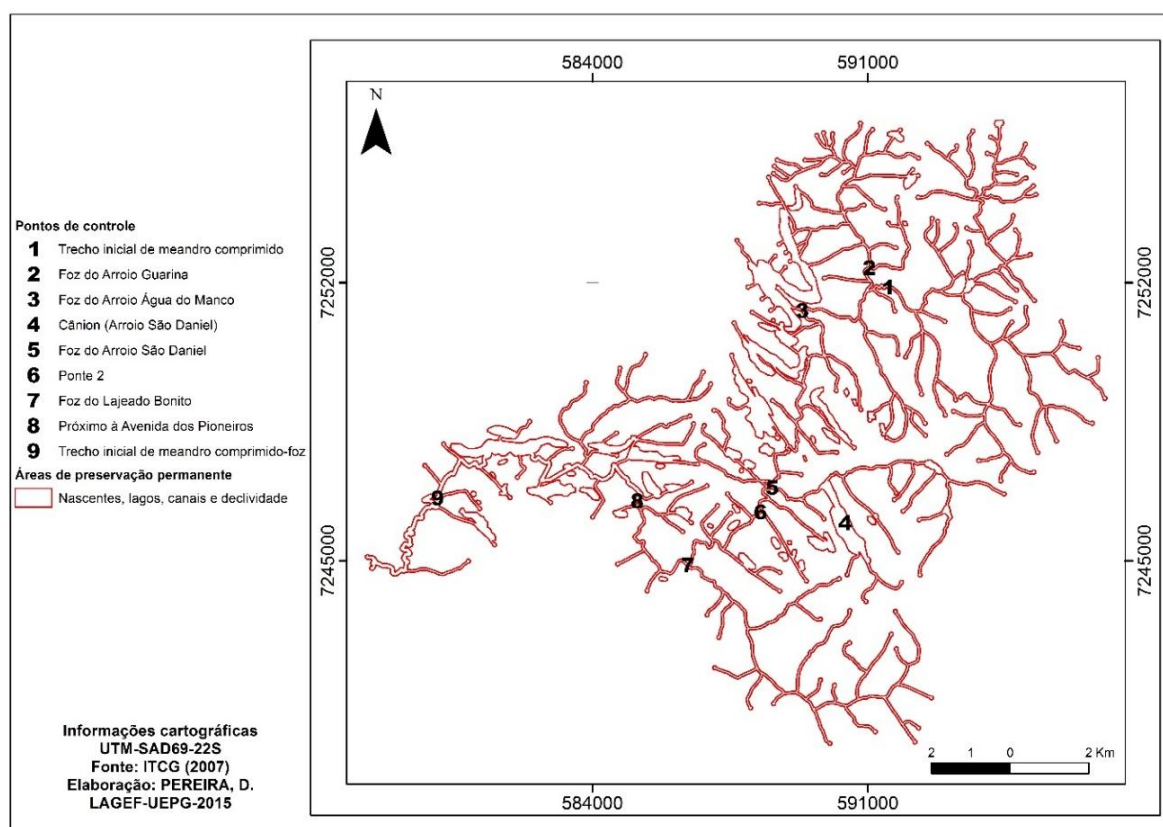


Tabela 5- Áreas de classes de usos da terra em APP's

<u>Classes de uso</u>	<u>Área em APP's (Km²)</u>	<u>Área em APP's (%)</u>
Cobertura Florestal	12,84	54,01
Silvicultura	0,50	2,10
Campos	8,00	33,65
Áreas agrícolas	2,20	9,25
Área urbana	0,21	0,90

De maneira geral, as APP's estão em conformidade com a legislação ambiental vigente já que a prática da silvicultura é fator legalmente favorável à supressão de APP's. Ademais, as APP's que estão sob a vegetação campestre se

enquadram na legislação visto que os campos nativos são marcas das paisagens dos Campos Gerais.

A maioria das APP's está respeitada sejam elas pela cobertura florestal, florestamento ou mesmo pelos campos (figura 28). Na planície de deposição ou em áreas de menor declividade observa-se uma área usada pelas atividades agrícolas o que pode ser explicado pela drenagem antrópica do canal natural e seu posterior uso ou mesmo pelas condições de seca, dado o período do ano em questão.

Figura 28. Áreas de preservação permanente respeitadas próximas a planície fluvial do São João.



Nos trechos da bacia em que se verifica um controle estrutural forte, a drenagem segue encaixada e os vales possuem solos menos evoluídos, desta forma, é comum que a vegetação campestre se instale nesses solos jovens, configurando também como áreas de preservação permanente, como observado na figura 29.

Figura 29. Áreas de preservação permanente respeitadas pela vegetação campestre e silvicultura em vales encaixados do São João.



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises geográficas em escala regional-local, tomando-se a bacia hidrográfica como unidade espacial, tem um forte apelo à gestão territorial pela facilidade de apresentar resultados quantitativos importantes na tomada de decisões. Elas permitem estabelecer determinados padrões de uso dos recursos naturais - o solo, a água, a vegetação - especialmente os de ambientes ou paisagens cuja fragilidade exige manejo mais sustentáveis.

Acrescenta-se ainda, o fato de que legislação ambiental brasileira definiu com certa precisão as áreas de preservação permanente, as porções de uma vertente com forte declividade, um mínimo de 30 m de margens fluviais, as nascentes e áreas de recarga hídrica por serem considerados indicadores geomorfológicos de fragilidade morfodinâmica e/ou por sua importância na manutenção do ciclo hidrológico.

Tais estudos são favorecidos e facilitados pelo desenvolvimento e disponibilidade das novas tecnologias de geoinformação. As Geotecnologias têm se mostrado como ferramentas de grande valor na produção de dados primários e informações básicas importantes à gestão do território, principalmente quando a escala espacial empregada é adequada o suficiente para permitir um nível de detalhamento, como nesta pesquisa.

A paisagem regional, especificamente nos limites bacia em questão, é peculiar por ter sua configuração fortemente condicionada pelos elementos naturais. A morfologia é marcada pelo controle estrutural, onde os cânions - lineamentos negativos - retiram um significativo percentual de áreas que poderiam ser destinadas às atividades agropecuárias.

Os resultados obtidos sobre a bacia do rio São João permitiram comprovar a hipótese de que as estruturas lineares nas formas de relevo condicionam o uso e ocupação da terra. Isto porque tais estruturas constituem-se em cânions com considerada profundidade e comprimento, o que os tornam locais de difícil acesso às atividades agropecuárias. Conforme já mencionado, estas condições lhes atribuem o caráter de Áreas de Preservação Permanente, seja por circundarem nascentes e canais de pequenas ordens, seja por possuírem fortes declividades.

Com um formato irregular e alongado da no sentido NE-SW, a bacia do São João revela forte influência litoestrutural do substrato rochoso arenítico, estratificado

e fraturado, e embora detenha uma área considerada pequena, de 150 Km², se comparada às bacias do rio Pitangui ou do Tibagi, garante sua importância por ser o principal manancial de água para a população urbana de Carambeí, de 21.233 habitantes.

Cortando apenas áreas agrícolas, os possíveis transbordamentos não alcançam e nem ameaçam o urbano de Carambeí, tampouco os pequenos agrupamentos rurais existentes na bacia. Mas, a expansão urbana exerce pressão sobre os sistemas naturais, diminuindo as áreas de campo pela ocupação de áreas irregulares próximas aos cursos d'água e com níveis de degradação importantes.

O rio São João comporta uma paisagem cujas características geoecológicas são distintas ao longo do seu curso. Isto tem condicionado os diferentes usos econômicos no interior da sua bacia hidrográfica. Em toda a sua área percebe-se o histórico predomínio de atividades ligadas à agroindústria, e mais recentemente à silvicultura, representada pelos cultivos, em forma de o florestamento, de *pinus sp* e *eucalipto sp*.

A silvicultura do pinus, especialmente tem modificado a configuração da paisagem para além das áreas destinadas ao seu cultivo, gerando uma crescente fragmentação de áreas de campos, bem como das poucas áreas de remanescentes da Floresta Ombrófila Mista. Por sua alta capacidade adaptativa geralmente tais cultivos ocupam locais declivosos, em vertentes convexo-retilíneas, de solos com baixa aptidão agrícola. Associa-se ainda a facilidade de dispersão das suas sementes, o que explica a sua presença em áreas de preservação permanente e mesmo no interior dos vales encaixados, nas áreas de nascentes ou onde o relevo é mais movimentado. A instalação desses indivíduos invasores pode acarretar a perda da biodiversidade natural das APP's, uma vez que se adaptam as condições do meio. Soma-se ainda o fato de favorecerem à exposição do solo aos processos erosivos, aumentando a carga de sedimentos carreados até os canais fluviais.

As atividades agropecuárias são representadas pelos cultivos de soja, milho, trigo e aveia; são os mais comuns e estão presentes ao longo de toda a bacia do São João. Preferencialmente, encontra-se essa agricultura intensiva e mecanizada em áreas cujo relevo apresenta declividades inferiores a 10⁰, e com solos mais desenvolvidos.

Cabe destacar os aspectos relativos à sua geodiversidade e biodiversidade. Em termos de geodiversidade destaca-se uma paisagem formada por vertentes convexas e longas, entrecortadas por lineamentos estruturais geometricamente dispostos ao Arco de Ponta Grossa; no alto curso, a presença de um longo trecho de uma irregular planície de inundação em sedimentos quaternários dispostos sobre o embasamento do Grupo Castro- vulcânico e sedimentar; as anomalias de drenagem, indicando forte influência da tectônica mesozoica. Dentre as feições geomórficas, a presença de corredeiras, pequenas cachoeiras além de trechos de canal em lajedos, onde as bacias de dissolução criam um cenário peculiar, como junto a Ponte da Avenida dos Pioneiros.

Os canais fluviais controlados pelas estruturas lineares de falhas, fraturas e diques se constituem como potenciais atrativos turísticos devido à beleza cênica ainda mal aproveitada.

A sua biodiversidade é representada por uma associação de floresta e campos, com expressiva presença da *Araucária angustifolia*; variedade de peixes e uma avifauna peculiar do ecossistema dos Campos Gerais, expostas na obra “Rio São João, Carambeí-PR: fonte de vida, cuidados devidos”, por Gealh e Melo, lançada em 2014.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADES FILHO, C. O.; ROSSETTI, D. F. Caracterização morfoestrutural da parte central emersa da Bacia Paraíba (PB). São Paulo, UNESP, Geociências, V. 31, N. 1, p. 13-29, 2012

ARGIALAS, D., MAVRANTZA, O., STEFOULI, M. Automatic mapping of tectonic lineaments (faults) using methods and techniques of photointerpretation/digital remote sensing and expert Systems, THALES Project No. 11742003.

ASSINE, M. L. Fácies, icnofósseis, paleocorrentes e sistemas deposicionais da Formação Furnas no flanco sudeste da Bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências V.29 n3. p 357-370, 1999.

ASSINE, M. L; SOARES, P. C; MILANI E. J. Sequências Tectono-Sedimentares Mesopaleozóicas da Bacia do Paraná, Sul do Brasil. Revista Brasileira de Geociências. V24, n 2. p 77-89, 1994.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: Esboço metodológico. In: Uma Geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através do território e das temporalidades. Organizador Messias Modesto dos Passos. Maringá. Ed Massoni. 2007.

BHERING, S. B et all. Mapa de Solos do Estado do Paraná. 1a edição. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

BOLÓS, M.I.C. Problemática actual de los estudios de paisaje integrado. Revista de Geografia. Barcelona, v. 15, n. 1-2. p. 45-68. 1981

BRASIL. Decreto no 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Dispõe sobre o código florestal de 1934.

_____. Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

_____. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Dispõe sobre o código florestal de 1965.

_____. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

_____. Resolução Conama nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP.

CARAMBEÍ. Plano Municipal de Carambeí. PARANACIDADE/Prefeitura Municipal de Carambeí-PR. 2006.

CHAABOUNI, R. et al. Lineament analysis of South Jenein Area (Southern Tunisia) using remote sensing data and geographic information system. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences Vol.15, P197–206. 2012

CHAVES, N. B. Perspectivas da Imigração Holandesa no Brasil. Quatro séculos de patrimônio. Ponta Grossa, PR: Todapalavra. 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise de sistemas em Geografia: Introdução. HUCITEC. São Paulo. 1979.

_____. Geomorfologia fluvial: o canal fluvial. 2a ed. Edgard Blücher, São Paulo. 1981.

_____. Geomorfologia. 2ª ed. Edgard Blücher. São Paulo. 1980.

CORDANI, U. G. Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. Ciência, Técnica, Petróleo, Seção de Exploração do Petróleo, Volume 15. p 106. 1984.

CORRÊA, A. C. B; FONSÊCA, D. N. Lineamentos de drenagem e de relevo como subsídio para a caracterização morfoestrutural e reativações neotectônicas da área da bacia do rio Preto, Serra do Espinhaço Meridional – MG. Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 1, Set. 2010

CRUZ, G. C. F. da. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. In: MELO M. S.; MORO R. S.; GUIMARÃES, G. B. Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná. Ponta Grossa: Editora UEPG, Cap. 5, p.59-72. 2007.

DE ROS, Luiz Fernando. Heterogeneous generation and evolution of diagenetic quartzarenites in the Silurian-Devonian Furnas Formation of the Paraná Basin, southern Brazil. *Sedimentary Geology*. Volume 166. P 699-128, 1998.

ETCHEBEHERE, M.L. C; SAAD, A. R. FULFARO, V. J análise de bacia aplicada à prospecção de água subterrânea no planalto ocidental paulista, SP. *Revista de Geociências*. vol. 26, n.3 (229 - 247). 2007

FERREIRA, F.J.F. Integração de dados aeromagnéticos e geológicos: configuração e evolução tectônica do Arco de Ponta Grossa. Dissertação de mestrado. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil, 170p.1982.

FRANCO-MAGALHÃES, A. O. B.; HACKSPACHER, P. C.; SAAD, A. R. Exumação tectônica e reativação de paleolineamentos no Arco de Ponta Grossa: termocronologia por traços de fissão em apatitas. *Revista Brasileira de Geociências*. Volume 40, número 2, p 184-195, junho de 2010.

GEALH. A. M.; MELO, M. S. de. Rio São João, Carambeí, PR: fonte de vida, cuidados devidos. Ponta Grossa: Editora UEPG, 297p, 2014.

GOMES, I. Sistemas naturais em áreas urbanas: estudo da regional Barreiro, Belo Horizonte (MG). *Caminhos de Geografia Uberlândia*. v13, n14, p139-150. 2005

GOMES, J.; CASSOL PINTO, M. L. Caracterização hidromorfométrica da bacia hidrográfica do rio São João, Carambeí – PR. IN: GEALH, A. M.; MELO. M. S. Rio São João Carambeí PR, fonte de vida, cuidados devidos. Ponta Grossa: Editora UEPG. Capítulo 2. P 297. 2014

HIRUMA, S. T.; PONÇANO, W. L. Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfopedológicos na área do Alto Rio Pardo, SP E MG. *Rev. IG. São Paulo*, 15(1/2), 49-57. 1994

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins, hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological society of America* Vol. 56, P. 275-370. 1945

HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation a summation. *The American Association Of Petroleum Geologists Bulletin*. Vol 51. N. 11. 1967

IBGE. Manual Técnico de Geomorfologia. Manual técnico em Geociências número 5. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2^a ed. Rio de Janeiro, 2006

IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Manual técnico em Geociências número 1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2^a ed. Rio de Janeiro, 2012

IBGE. Manual Técnico de Uso da Terra. Manual técnico em Geociências número 7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2^a ed. Rio de Janeiro, 2006

IPARDES. INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICA E SOCIAL. Caderno estatístico: Município de Carambeí. P 39. 2015

IQBAL. M.; SAJJAD, H. Watershed Prioritization using Morphometric and Land Use/Land Cover Parameters of Dudhganga Catchment Kashmir Valley India using Spatial Technology. J Geophys Remote Sensing v3: I 115. 2014

ITCG. INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS DO PARANÁ. Dados geoespaciais de referência. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=8>

KOOY, H. A. Carambeí 75 anos: 1911-1986. Paraná: Kugler Artes Gráficas, 1986.

LIMA, M. I. C. Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico. Belém-PA, 3^a edição. 2006

LOBATO, G.; BORGHI, L. Análise Estratigráfica da Formação Furnas (Devoniano Inferior) em Afloramentos da Borda Leste da Bacia do Paraná. In: Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Salvador. P 6. 2004.

LOCZY, Louis de. Geologia estrutural e introdução a geotectônica. São Paulo: Edgard Blucher, 528 p. 1976

MARCUZZO et al. Detalhamento hidromorfológico da bacia do rio Paraíba. Anais do XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. João Pessoa-PB. 2012

MARQUES NETO, R. Considerações sobre a paisagem enquanto recurso metodológico para a Geografia Física. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 9, n. 26. 2008

MELO, K. A. V. Comportamentos e práticas familiares nos domicílios escravistas de Castro (1824-1835) segundo as listas nominativas de habitantes. Departamento de

Pós-Graduação em História, Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Paraná. Dissertação de Mestrado. Curitiba. 2004

MELO, M. S. de. Carste em rochas não-carbonáticas: o exemplo dos arenitos da Formação Furnas, Campos Gerais do Paraná/Brasil e as implicações para a região. Espeleo-Tema. Volume 22, número 1, 2011.

MELO, M. S. de; GIANNINI, P. C. F. Sandstone dissolution landforms in the Furnas Formation, Southern Brazil. Earth Surface Processes and Landforms. Volume 32, p 2149 – 2164, 2007.

MELO, M. S. de; ROSSETTI, D. F. Sensoriamento Remoto aplicado à análise de estruturas rúpteis da Depressão do Piraí, estado do Paraná, sul do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia. Volume 14, número 3. p.279-285, 2013

MILANI, E. J. Bacia do Paraná. Boletim de Geociências. Volume 15, número 2, p. 265-287, maio/nov. 2007

MINERAIS DO PARANÁ. Folha Geológica de Telêmaco Borba - SG.22-X-A, Escala 1:250 000. Governo do Estado do Paraná. 2006.

MOREIRA, A. A. et all. O Algoritmo Support Vector Machine aplicado ao Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo. Revista Brasileira de Geografia Física V. 07 N. 02 291-303. 2014

MORO, R. S.; CARMO, M. R. B. do. A vegetação campestre nos Campos Gerais. In: MELO, M. S. de; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná. 1a edição. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. p.93-98.

MORO, R. P. X. et all. Análise Estrutural e de Deformação de Clastos das Unidades Sedimentares da Formação Camarinha - PR. Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 9, n. 1, p. 15-31. 2009

MORO, R. P. X.; NEVES, B. B. B. NOTA EXPLICATIVA DO MAPA GEOLÓGICO DA FORMAÇÃO CAMARINHA - PR. Boletim Paranaense de Geociências, n. 55, p. 43-51. 2004.

MORO, R. P.X; PALUDO, M A.; SOARES, S. P. C. A bacia cambro-ordovicianiana de Castro, Paraná: origem transtensional. Série Correlacion Geológica, n. 9,p. 201-203. 1992.

O'LEARY, D. W.; FRIEDMAN J. D.; POHN H. A. Lineament, linear, lineation: Some proposed new standards for old terms. Geological Society of America Bulletin, v. 87, p. 1463-1469, 1976.

ÖLGEN, M. K. Determining lineaments and geomorphic features using LANDSAT 5-TM data on the lower Bakırçay Plain, Western Turkey. Aegean Geographical Journal. Vol.13. P 47-57. 2004

PORTELA FILHO, C. V.; FERREIRA, F. J. F. Estimativas das taxas de extensão crustal da região central do Arco de Ponta Grossa (Bacia do Paraná) com base em modelagens aeromagnéticas. International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.

PRABU, P.; RAJAGOPALAN, B. Mapping of Lineaments for Groundwater Targeting and Sustainable Water Resource Management in Hard Rock Hydrogeological Environment Using RS- GIS. Ray P. and Zhang Y.,(ed.) Climate Change and Regional Chapter 10. 2013

PRIETO, C. C. Investigação sobre a implantação de loteamentos e a ocorrência de processos erosivos: voçoroca situada no Jardim Santa Edwirges em Ponta Grossa-PR. P 96. Mestrado em Gestão do Território. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa-PR. 2010

QUEIROZ, P. H. B. et. al. Indicadores morfométricos como subsidio ao planejamento ambiental em um setor do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti - CE. Revista Equador (UFPI), Vol.3, nº1, p. 03 – 24. 2014

QUEIROZ, C. L ; MENESES P. R.; JOST, H. Lineamentos em imagens de sensores remotos e seu significado estrutural nos terrenos granito-greenstone belt de Orixás (GO). Revista Brasileira de Geociências 30(4):655-662. 2000

QUINTAS, M. C. L.; MANTOVANI, M. S. M; ZALÁN, P. V. Contribuição ao estudo da evolução mecânica da Bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências. Volume 29, número 2, p 217-226, junho de 1999.

RAPOSO, M. I. B. Episódios Intrusivos No Arco De Ponta Grossa, Determinados Através De Um Estudo Paleomagnético. Revista Brasileira de Geociências. Volume 25, número 1, p 3-19, março de 1995.

REIS NETO, J.M.; MORO, R. DE P.X.; SIGA JR., O. O Grupo Castro: Idade e Implicações Tectônicas. In: Congresso Brasileiro De Geología Boletim de Resumos Expandidos. SBG, v.2, p. 394-395. Camboriú. 1994.

RITTER, L.M.O., M.C. RIBEIRO, R.S. MORO. Composição florística e fitofisionomia de remanescentes disjuntos de Cerrado nos Campos Gerais, PR, Brasil — limite austral do bioma. *Biota Neotropica* 10(3): 379–414. 2010.

RODRIGUEZ, J. M. M. et.al. *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. 2ed. Fortaleza. Edições UFC. Distribuição BNB. 2007

ROSS, J. L.S. *Geomorfologia Ambiente e Planejamento – O Relevo no Quadro Ambiental Cartografia Geomorfológica, Diagnósticos Ambientais*. São Paulo: Contexto, 1990

ROSSATO, M. S. et al. *Terra: feições ilustradas*. 3.ed. Porto Alegre: UFRGS, p 264. 2008.

SANTOS, L. J. C. et all. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. Ano 7, número 2, p 3-12. 2006.

SATO, A. J et all. *Formação histórica de Carambeí: etnias, cultura e território*. Carambeí. Prefeitura Municipal de Carambeí. Kugler Artes Gráficas, 2008

SAUER, O. A morfologia da paisagem. In: CORRÊA; ROZENDAHN (Orgs.). *Paisagem tempo e cultura*, Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998.

SCHIER, R. A. Trajetórias do conceito e paisagem na Geografia. R. RA'E GA, Curitiba, n. 7, p. Editora UFPR. p79-85, 2003.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Bulletin of the Geological Society Of America*. VOL. 67. P. 697-646. 1956

SEOANE, J. C. S. *Geologia do ouro epitermal Castro-PR. Uso de Sistema de Informação Geo-referenciada para avaliação de base de dados geológico-geoquímicos*. Tese de doutorado. Área de Metalogênese. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 1999.

SILVA, M. L. Paisagem e geossistema: contexto histórico e abordagem teórico-metodológica. *Geoambiente on-line Revista Eletrônica do Curso de Geografia do Campus Jataí* .Jataí-GO N.11 2008

SOARES, P. C. et all. Lineamentos em imagens de LandSat e radar e suas implicações no conhecimento tectônico da Bacia do Paraná. II Simpósio de Sensoriamento Remoto, CNPqINPE, 1982. Brasília.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícia Geomorfológica*. Campinas, SP. Vol 16. N. 32. 1976

SOTCHAVA, V. B. Métodos em questão. São Paulo, 1977.

SOUSA, A. C. A de. A evolução da política ambiental no Brasil do século XX. *Revista de Ciências Políticas*. nº 26, nov. – dez. 2005. Rio de Janeiro. 2005.

SOUZA, C.R.G; SOUZA, A. P. O Escarpamento Estrutural Furnas, SP/PR. Raro sítio geomorfológico brasileiro. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (Edit.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 2000

STEVAUX, J. C. Discordâncias regionais nas bacias gondvânicas de Paganzo (Argentina), Chaco-Paraná (Argentina e Uruguai), Paraná (Brasil) e Karoo (África do Sul). *Boletim de Geografia*. Ano 6, número 1, p. 71-81, junho de 1988.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *New Halen: Transactions: American Geophysical Union* 38: 913-920. 1957

STRUGALE, M. et all. Structural framework and Mesozoic–Cenozoic evolution of Ponta Grossa Arch, Parana´ Basin, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. Volume 24, p 203–227, 2007.

_____ Geologia estrutural do Arco de Ponta Grossa no centro-norte do Estado do Paraná (Brasil): implicações na hidrodinâmica do Sistema Aquífero Guarani. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Florianópolis. 2002

TSO, Brandt.; MATHER, Paul M. Classification methods for remotely sensed data. 2.ed. Boca Raton, CRC, 356 p. 2009.

USSAMI, N. et all. Detectabilidade magnética de diques do Arco de Ponta Grossa: um estudo integrado de magnetometria terrestre/aérea e magnetismo de rocha. *Revista Brasileira de Geociências*. Vol 21. N 4. P 317-327. 1991

VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia, GO. *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2005. p. 1-8.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem sistêmica e Geografia. *Geografia*, Rio Claro, v. 28, n. 3, p. 323-344, set./dez. 2003.

ZACCHI, R. C. Fatores morfométricos como condicionantes da ocorrência de enchentes na bacia do córrego Serafim, sub-bacia do rio Paraibuna, Juiz de Fora, MG. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamago, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 6 n. 1, p. 151-160. 2012

ZALÁN, P. V. et all. Bacia do Paraná. In: G.P.R. GABAGLIA & E.J. MILANI (Coords.) Origem e evolução de bacias sedimentares. Rio de Janeiro, PETROBRAS, p.135-168. 1991.