

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAUÊ XAVIER DA SILVA

**ANÁLISE MORFOESTRUTURAL E MORFOMÉTRICA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CHOPIM – PARANÁ**

CURITIBA

2015

CAUÊ XAVIER DA SILVA

ANÁLISE MORFOESTRUTURAL E MORFOMÉTRICA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CHOPIM – PARANÁ

Trabalho apresentado com TCC –
Trabalho de Conclusão de Curso – no
curso de Geologia, Setor de Ciências da
Terra da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Eduardo Salamuni

CURITIBA

2015

RESUMO

O presente trabalho se propõe a realizar a análise morfoestrutural e morfométrica da bacia hidrográfica do rio Chopim, localizada no sudoeste do estado do Paraná, através de dados gerados por geoprocessamento em softwares de SIG (Sistema de Informações Geográficas). A análise morfoestrutural baseia-se em alinhamentos estruturais traçados sobre modelo de relevo sombreado obtido através de imagem SRTM. Os parâmetros morfométricos são relativos à rede de drenagem, sua área e altimetria. Os resultados são cruzados com a geomorfologia e geologia para discutir sua relação.

Palavras-Chave: Morfoestrutural. Morfometria. Geoprocessamento. Bacia hidrográfica.

ABSTRACT

This study aims to carry out morphostructural and morphometric analysis of the watershed of the river Chopim, located in the southwestern state of Paraná, through data generated by GIS software (Geographic Information System). The morphostructural analysis based on structural alignment drawn on shaded relief model obtained by SRTM image. The morphometric parameters are relative to drainage network, its area and altimetry. The results are crossed with the geomorphology and geology to discuss their relationship.

Keywords: Morphostructural. Morphometry. Geoprocessing. Watershed.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Chopim	9
Figura 2.2 Carta estratigráfica da Bacia do Paraná	10
Figura 2.3 Mapa geológico do Paraná (MINEROPAR, 2006)	11
Figura 2.4 Unidades litoestratigráficas do Grupo Serra Geral (ARIOLI & LICHT, 2013).....	12
Figura 2.5 Mapa geomorfológico do Paraná, com detalhe para a área de estudo	13
Figura 3.1 Articulação das cartas do Mapeamento do Grupo Serra Geral (MINEROPAR, 2013)	14
Figura 4.1 Mapa com alinhamentos estruturais.....	17
Figura 4.2 Rosetas de comprimento e frequência dos alinhamentos da bacia .	18
Figura 4.3 A) Lineamentos do arcabouço estrutural da Bacia do Paraná (Zalán <i>et al</i> , 1987) ; B) Estruturação do embasamento da Bacia do Paraná (Milani, 2002).....	19
Figura 4.4 Mapa indicando os alinhamentos norte e sul	20
Figura 4.5 Rosetas das estruturas separadas por setor	21
Figura 4.6 Mapa do sudoeste da bacia, com detalhe para os diques (adaptado MINEROPAR, 2013).....	21
Figura 5.1 Ordenação dos canais da bacia	23
Figura 5.2 Distâncias real e vetorial entre a nascente e a foz do rio Chopim....	25
Figura 5.3 Área da bacia hidrográfica.....	27
Figura 5.4 Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica	28
Figura 5.5 Mapa hipsométrico com a representação de Lh.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS

- BH - Bacia hidrográfica
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- SRTM - Shuttle radar Topography Mission

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	CARACTERIZAÇÃO REGIONAL.....	9
2.1	LOCALIZAÇÃO.....	9
2.2	GEOLOGIA	9
2.3	GEOMORFOLOGIA.....	12
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
4	ANÁLISE MORFOESTRUTURAL.....	17
4.1	ALINHAMENTOS ESTRUTURAIS.....	17
5	ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA.....	22
5.1	ANÁLISE LINEAR	22
	Perímetro da bacia hidrográfica.....	22
	Comprimento do canal principal	22
	Relação de Bifurcação	23
	Índice de Sinuosidade	24
	Relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem	25
5.2	ANÁLISE AREAL	26
	Área da bacia hidrográfica.....	26
	Densidade de drenagem.....	27
5.3	ANÁLISE HIPSOMÉTRICA	28
	Amplitude altimétrica	28
	Relação de relevo	29
6	RESULTADOS	30
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

Esse trabalho consiste nas análises morfoestrutural e morfométrica da bacia hidrográfica do rio Chopim, localizada no sudoeste do estado do Paraná, ocupando cerca de 3,7% do estado, com 7468,1km² de área, e abrangendo 22 municípios. O trabalho foi baseado na construção e interpretação de alinhamentos estruturais sobre modelo SRTM e o cálculo de parâmetros morfométricos sobre a rede de drenagem, a área da bacia hidrográfica e a altimetria.

O objetivo do trabalho foi reconhecer as estruturas que cortam a região, relacioná-las com a história tectônica, discutir a influência sobre a rede de drenagem, além de caracterizar a bacia hidrográfica morfométricamente.

Como resultados foi concluído que existem 2 famílias importantes de estruturas, que estão associadas ao rifteamento na formação da Bacia do Paraná e foram reativadas durante o evento Serra Geral. Essas estruturas tem grande influência sobre a forma da bacia hidrográfica e concede uma grande sinuosidade à drenagem.

2 CARACTERIZAÇÃO REGIONAL

2.1 LOCALIZAÇÃO

A bacia hidrográfica do Rio Chopim está localizada no sudoeste do Paraná, a sul do rio Iguaçu. O rio Chopim tem sua nascente no município de Palmas e deságua no Rio Iguaçu no município de São Jorge d'Oeste. (Figura 2.1)

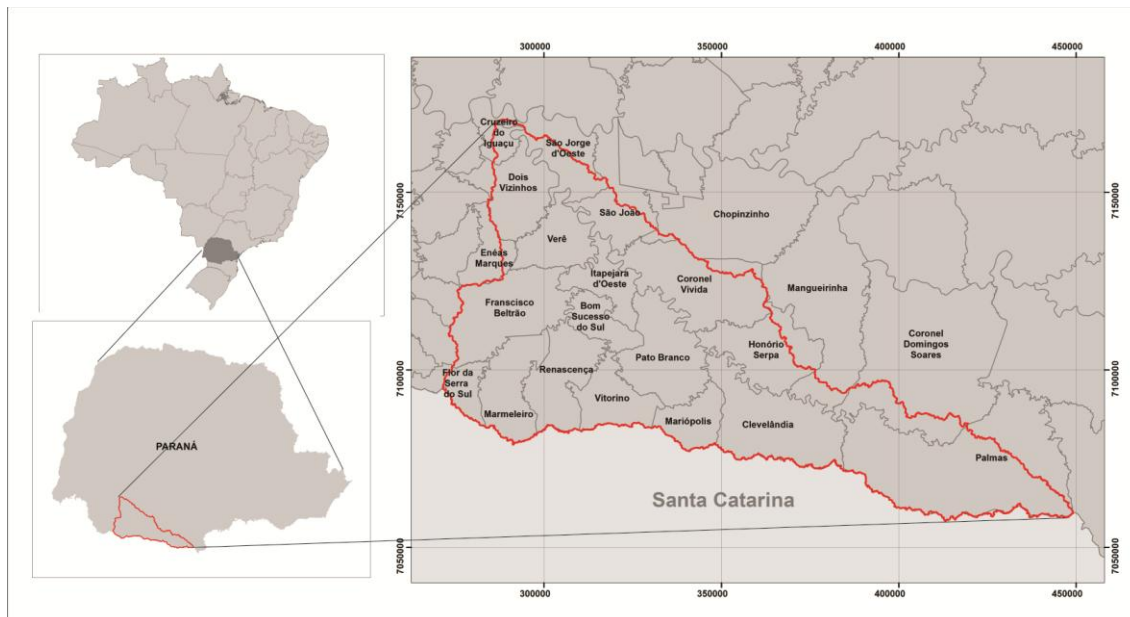


Figura 2.1 Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Chopim

2.2 GEOLOGIA

No aspecto geológico, a bacia hidrográfica do rio Chopim está localizada sobre a Bacia do Paraná, mais especificamente sobre o Grupo Serra Geral.

A Bacia do Paraná é uma bacia sedimentar intracratônica (ALMEIDA, 1980) mesozoica localizada na Argentina, Paraguai e Uruguai, além dos estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Segundo ALMEIDA (1981), quatro processos ocorreram durante a evolução da bacia. Os dois primeiros compreendem dois ciclos tectono-sedimentares completos em uma bacia sinforme em processo de subsidência e os dois últimos envolvem soergimento e extrusão de grandes volumes de lava toleítica, massa intrusivas e diferenciados correspondentes. (ARIOLI & LICHT, 2013)

MILANI (1997), dividiu as sedimentações da Bacia do Paraná em 6 supersequências: Rio Ivaí, Paraná, Gondwana I, Gondwana II, Gondwana III e Bauru (Figura 2.2). As três primeiras estariam associadas a ciclos transgressivos paleozóicos e o restante a sedimentações continentais e eventos ígneos.

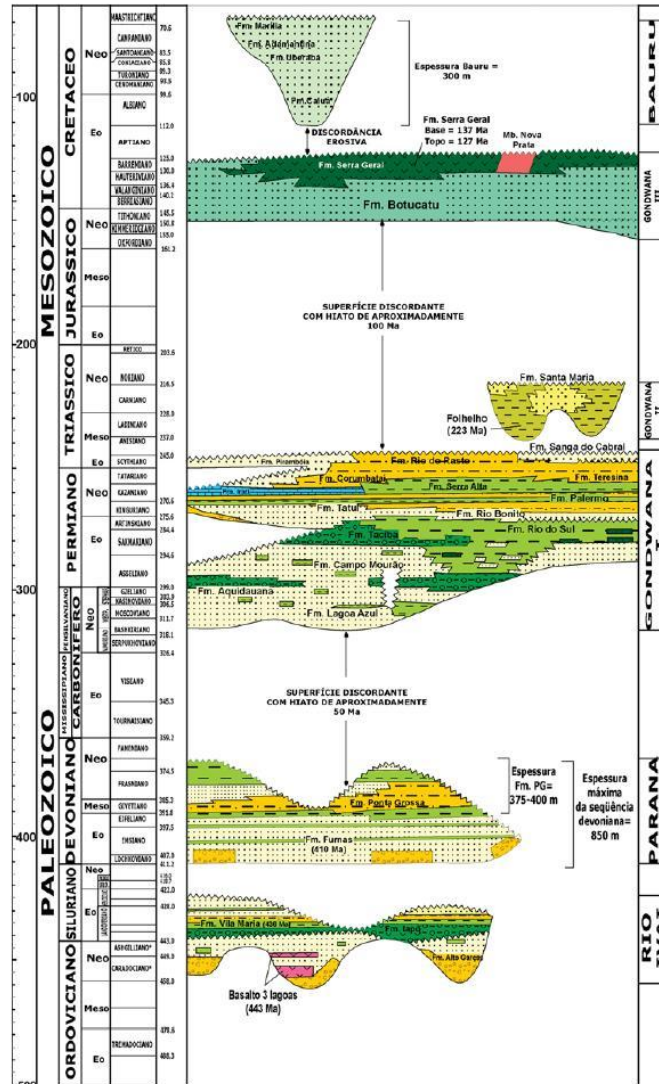


Figura 2.2 Carta estratigráfica da Bacia do Paraná

O Grupo Serra Geral, que faz parte da supersequência Gondwana III, é constituído por basaltos e basalto-andesitos de filiação toleítica, que contrastam com riolitos e riodacitos (MILNER *et al.*, 1995). Essas rochas são provenientes de derrames e intrusões básicas na forma de diques com idade do Cretáceo. No estado do Paraná aflora na metade oeste, exceto no noroeste, onde está coberto pelo Grupo Caiuá.(Figura 2.3)

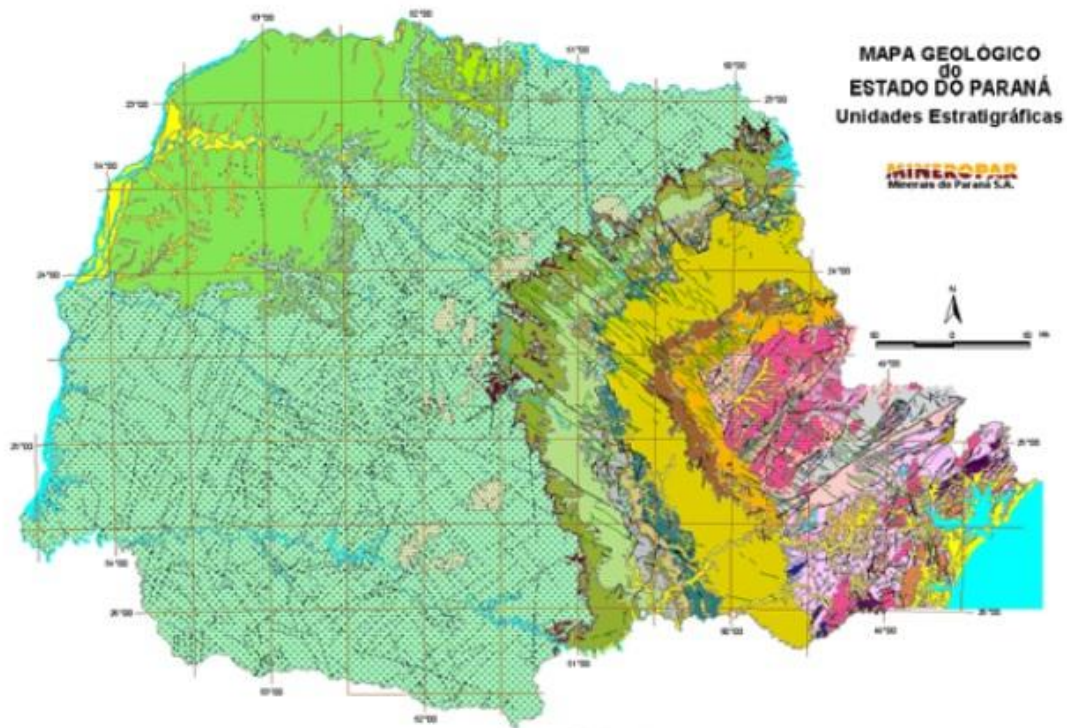


Figura 2.3 Mapa geológico do Paraná (MINEROPAR, 2006)

Anteriormente indiviso e denominado Formação Serra Geral, o Grupo Serra geral foi mapeado e dividido em novas formações pela Mineropar em 2013. A subdivisão comporta quatro formações – Cascavel, Barracão, Candói e Covó – e um total de treze membros (ARIOLI & LICHT, 2013), e todas as formações afloram na bacia hidrográfica alvo deste trabalho. A partir desse mapeamento foi definida a nova coluna estratigráfica do Grupo Serra Geral (Figura 2.4).

Unidades litoestratigráficas	Associações faciológicas
Formação Covó	Interdigitação de ignimbrito reomórfico, lava ignimbrítica e fluxos de lava com composição de riodacito, quartzo-latito, andesito, riolito, vitrófiro.
Membro Guarapuava	Ignimbrito reomórfico com composição de riodacito, quartzo-latito, andesito, riolito, brecha de fluxo e vitrófiro.
Membro Palmas	Ignimbrito reomórfico, lava ignimbrítica e fluxos de lava de composição riolítica.
Formação Candói	Derrames tabulares de basalto cinza com entablamento sigmoidal e disjunção hexagonal na base e no topo, variando lateralmente a lobos tabulares de basalto hipohialino cinza-escuro e basalto cloritizado cinza-esverdeado.
Membro Três Pinheiros	Derrames tabulares de basalto hipohialino com entablamento em leque e em bloco, recobrem localmente basaltos Foz do Areia e Ivaiporã, intercalam-se a basaltos e brechas do Membro Cantagalo, na Formação Barracão.
Membro Foz do Areia	Derrames tabulares espessos de basalto fanerítico cinza, sem evidências de hidrotermalismo, zona vesicular de topo delgada e descontínua, com preenchimentos de quartzo, calcita e zeólita, disjunção colunar e entablamento sigmoidal bem desenvolvidos, com níveis de brecha hidrovolcanoclástica somente na base da sequência.
Membro Ivaiporã	Intercalação de derrames tabulares e lobados de basalto fanerítico cinza com níveis isolados de brecha hidrovolcanoclástica.
Membro General Carneiro	Intercalação de derrames tabulares e lobados de basalto fanerítico cinza com níveis isolados de brecha hidrovolcanoclástica.
Membro Chopinzinho	Derrames tabulares com estrutura interna com zona de topo de basalto hipohialino com disjunção colunar fina recobrimdo geodos de ametista e núcleo de basalto fanerítico cloritizado. Intercalações de brecha peperítica.
Formação Barracão	Derrames tabulares e lobados de basaltos avermelhados (oxidação pervasiva) com abundantes intercalações de rochas vulcanoclásticas e sedimentares.
Membro Flor da Serra do Sul	Derrames tabulares de ferro-basalto roxo-esverdeado com entablamento em cunha, sigmoidal e tetragonal, intercalados a brecha vulcanoclástica.
Membro Cantagalo	Intercalação de derrames lobados de basalto vesicular, com abundantes brechas de fluxo cimentadas por sílica e calcita, brechas vulcanoclásticas, arenito conglomerático de grânulos, arenito fino a siltico e siltito.
Membro Salgado Filho	Intercalação de derrames lobados de basalto vesicular, brechas vulcanoclásticas, arenito fino a siltico e siltito.
Formação Cascavel	Derrames lobados, lobos tabulares e derrames tabulares de basalto avermelhado, com intercalações vulcanoclásticas e sedimentares diminuindo em proporção da base para o topo da sequência.
Membro Toledo	Derrames tabulares de ferro-basalto cinza-arroxeados com entablamento em cunha, sigmoidal e disjunção mais comumente tetragonal, intercalados a brecha hidrovolcanoclástica, arenito e lobos de basalto cinza.
Membro Santa Quitéria	Lobos tabulares e derrames lobados de basalto vesicular intercalados a brechas vulcanoclásticas, tufo e sedimentos terrigenos.
Membro Foz do Iguaçu	Lobos tabulares e derrames tabulares de basalto cinza intercalados a raros níveis de tufo e arenito.

Figura 2.4 Unidades litoestratigráficas do Grupo Serra Geral (ARIOLI & LICHT, 2013)

2.3 GEOMORFOLOGIA

No contexto geomorfológico, a bacia hidrográfica do rio Chopim está localizada na unidade morfoescultural Terceiro Planalto Paranaense, nas sub-unidades: Planalto de Palmas/Guarapuava, Planalto do Alto/Médio Piquiri, Planalto de Francisco Beltrão e Planalto do Alto Capanema (MINEROPAR, 2006). (Figura 2.5)

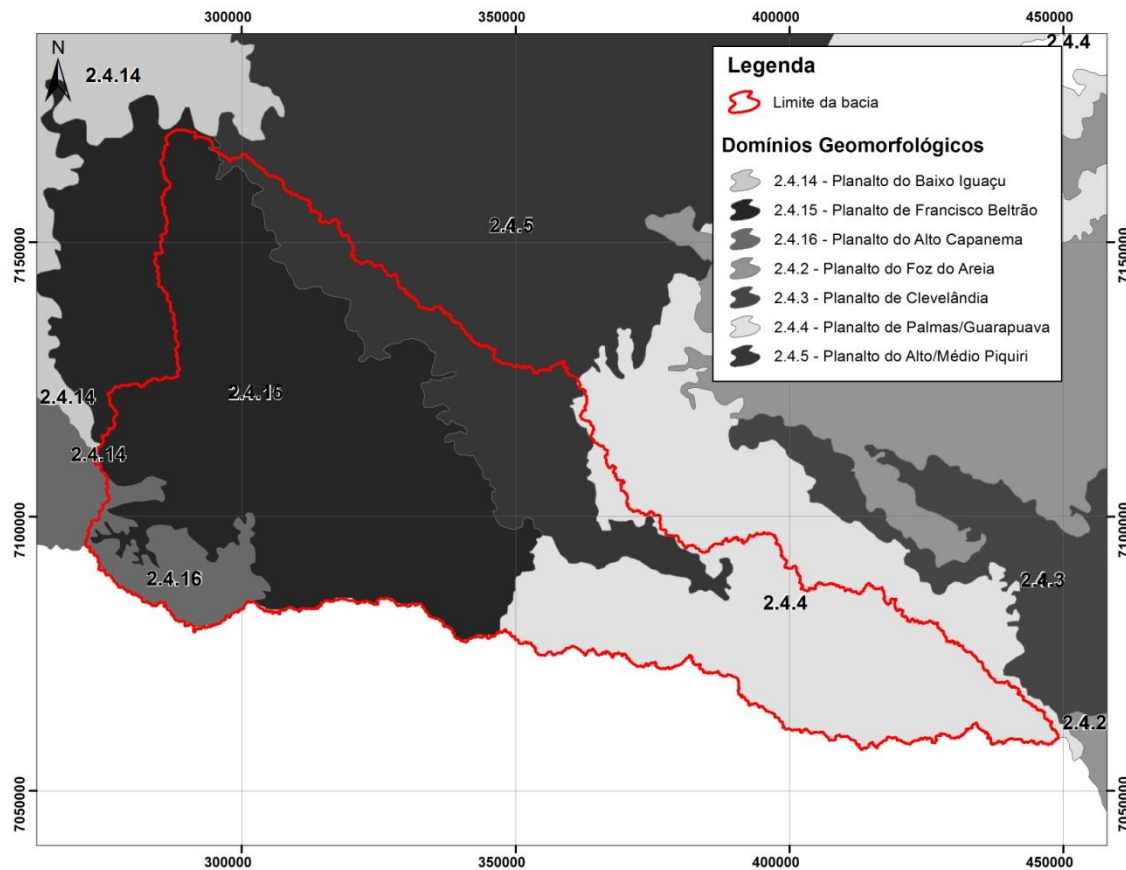


Figura 2.5 Mapa geomorfológico do Paraná, com detalhe para a área de estudo

As sub-unidades que englobam a área de estudo são descritas da seguinte forma:

- Planalto de Palmas/Guarapuava – Apresenta dissecação baixa, com declividade predominante menor que 6%. A altitude varia entre 520 e 1360 metros. As formas predominantes são topos aplainados, vertentes retilíneas e convexas e vales em “U”, modeladas em rochas do Grupo Serra Geral.
- Planalto do Alto/Médio Piquiri – Apresenta dissecação média, com declividade predominante menor que 30%. A altitude varia entre 280 e 1220 metros. As formas predominantes são topos alongados e isolados, vertentes convexas e convexo-côncavas e vales em “U” aberto, modeladas em rochas do Grupo Serra Geral.
- Planalto de Francisco Beltrão – Apresenta dissecação média, com declividade predominante menor que 6%. A altitude varia entre 340 e 1020 metros. As formas predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em “V” aberto, modeladas em rochas do Grupo Serra Geral;
- Planalto do Alto Capanema - Apresente dissecação alta, com declividade predominante menor que 30%. A altitude varia entre 280 e 700 metros. As formas predominantes são topos alongados em cristas, vertentes retilíneas e vales em “V”, modeladas em rochas do Grupo Serra Geral.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização desse trabalho foi utilizado o software *ArcGis* e algumas de suas diversas ferramentas, além do software *Global Mapper*, utilizado para no georreferenciamento de algumas imagens.

Como base dos dados geológicos foi utilizado o projeto “Mapeamento Geológico do Grupo Serra Geral”, produzido por Arioli e Licht em trabalho realizado para a MINEROPAR (2013). O mapeamento foi produzido na escala 1:250000, na porção do Grupo Serra Geral aflorante na metade sul do Paraná. O projeto foi dividido em 8 cartas e as cartas utilizadas foram: Guaraniaçu, Guarapuava, Pato Branco e Clevelândia.(Figura 3.1)

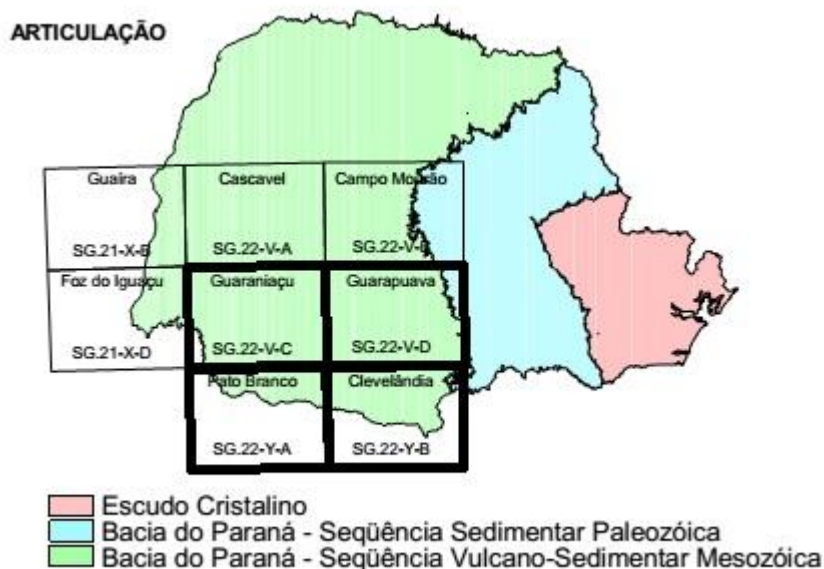


Figura 3.1 Articulação das cartas do Mapeamento do Grupo Serra Geral (MINEROPAR, 2013)

Na definição das unidades geomorfológicas compreendidas pela área de estudo, foi utilizado como base o “Atlas Geomorfológico do estado do Paraná”, produzido pela MINEROPAR (2006), com escala base de 1:250000. As cartas que englobam a área de estudo são as mesmas do mapeamento geológico: Guaraniaçu, Guarapuava, Pato Branco e Clevelândia.

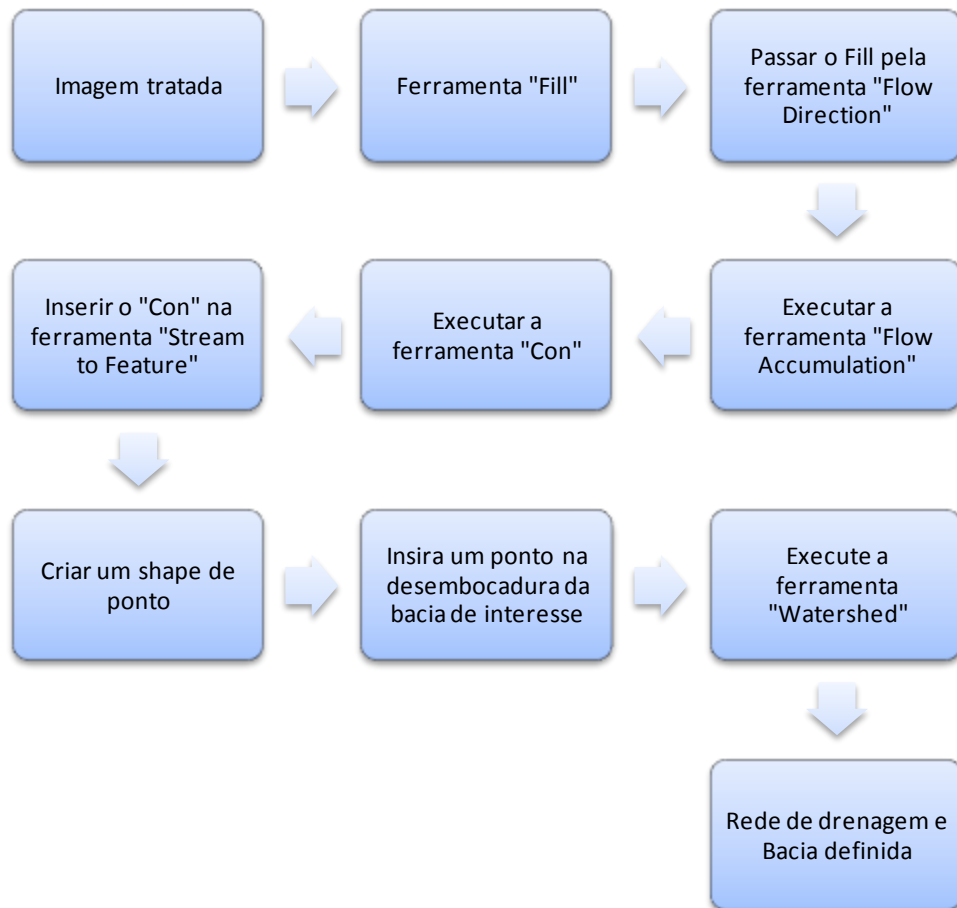
Para a realização das análises estrutural e morfométricas, foi utilizado como base de dados o modelo SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), disponibilizados pelo programa TOPODATA do INPE. Os dados originais

possuem resolução de aproximadamente 90m por pixel, mas o INPE fez o processamento desses dados, corrigindo e interpolando, e disponibilizou diversas imagens com as características topográficas individualizadas. Nesse trabalho foi utilizado o relevo sombreado e os dados hipsométricos.

Para garantir o processamento de maior qualidade e confiabilidade, as imagens hipsométricas adquiridas do INPE foram tratadas seguindo o fluxograma seguinte:



Com a base tratada, o próximo passo foi criar a rede de drenagem e a delimitação da bacia. Para criar essas feições, a imagem hipsométrica tratada foi processada no ArcGis, de acordo com a sequência a seguir.



Na análise estrutural, os alinhamentos estruturais foram traçados sobre o relevo sombreado do modelo SRTM. Como a área de estudo é relativamente grande, a escala do trabalho foi regional, portanto os alinhamentos foram traçados no ArcGis, na escala 1:200.000. Nessa escala foram definidos grandes alinhamentos que variam de 2 a 42km de extensão. Após traçados os alinhamentos, foi usada a ferramenta “AzimuthFinder” para gerar estatísticas sobre as estruturas.

As análises morfométricas, divididas em três grupos, foram feitas no software ArcGis, a partir da hidrografia e da bacia anteriormente citadas. Foram selecionadas análises feitas por outros autores na bibliografia, julgando as mais relevantes para a caracterização da bacia.

4 ANÁLISE MORFOESTRUTURAL

4.1 ALINHAMENTOS ESTRUTURAIS

Os alinhamentos estruturais traçados, são feições lineares contínuas, marcadas no relevo como vales ou sulcos, portanto alinhamentos negativos. Essas feições foram desenhadas sobre o relevo sombreado criado através do modelo SRTM. Tratando-se de escala regional foi utilizada a escala 1:200.000 no software Arcgis, para a visualização e identificação desse elementos.(Figura 4.1)

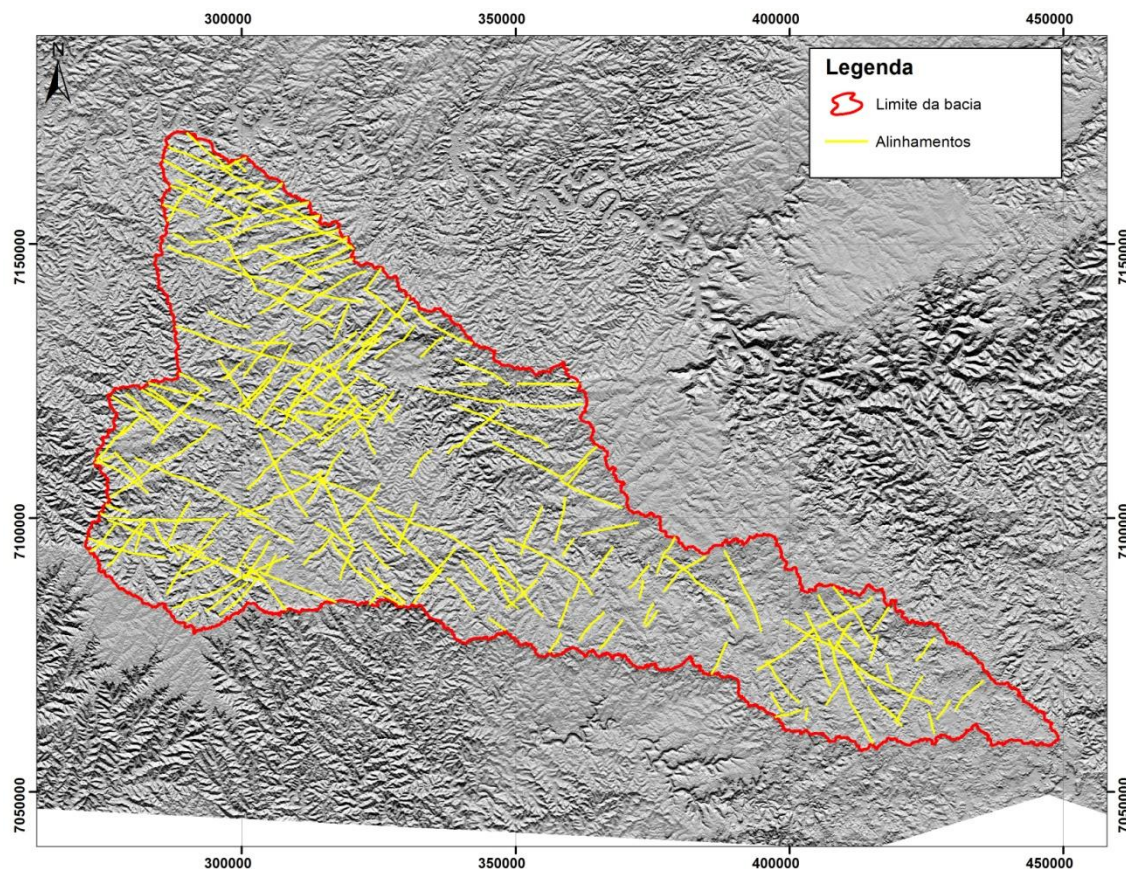


Figura 4.1 Mapa com alinhamentos estruturais

Analisando os alinhamentos é perceptível a distribuição das estruturas tanto para NW quanto para NE, em ângulo medianos de azimute (entre 30° e 60° para ambos os quadrantes). Aplicando a ferramenta *AzimuthFinder*, no ArcGis, e construindo o diagrama de rosetas no software *Stereo32*, foi

comprovada essa observação. As rosetas, seja de comprimento ou frequência, demonstraram que as direções principais dos alinhamentos estão entre $40^{\circ}/50^{\circ}$ NE e $60^{\circ}/70^{\circ}$ NW. (Figura 4.2)

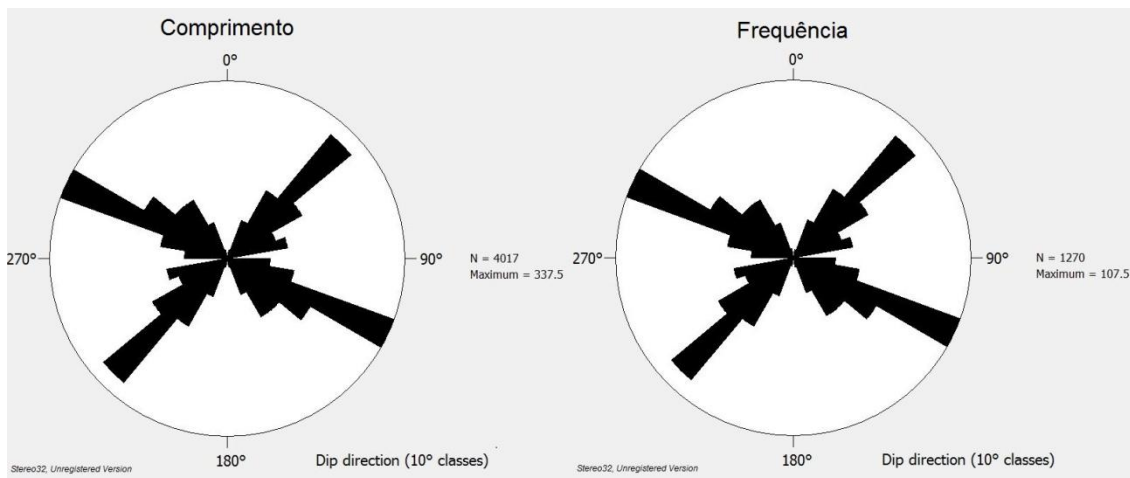


Figura 4.2 Rosetas de comprimento e frequência dos alinhamentos da bacia

Observando as estruturas é possível observar a influência dessas direções na forma da bacia hidrográfica pois seu eixo mais longo tem direção aproximada N70W e o eixo menor N60E. Segundo ARIOLI & LICHT (2013), essas estruturas possivelmente são elementos tectônicos herdados do embasamento pré-Cambriano, persistentemente reativados durante o Fanerozoico (Figura 4.3). As linhas de fraqueza do embasamento são elementos importantes na evolução de uma bacia, pois geralmente controlam a direção geral do falhamentos subsequentes. Essas falhas foram reativadas e serviram como importantes condutores de lava até a superfície durante o magmatismo Serra Geral.

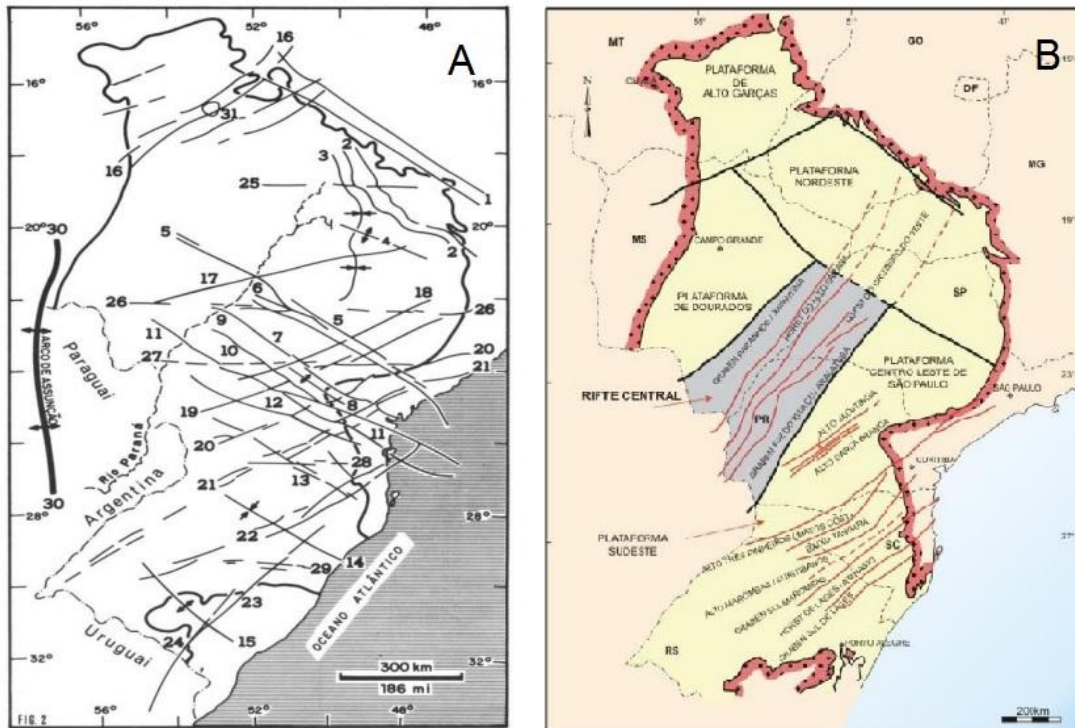


Figura 4.3 A) Lineamentos do arcabouço estrutural da Bacia do Paraná (Zalán *et al*, 1987) ; B) Estruturação do embasamento da Bacia do Paraná (Milani, 2002)

Durante o processo, a bacia hidrográfica foi dividida em setor norte, área mais próxima da desembocadura da bacia, e sul, área mais alta, pois no relevo sombreado, derivado da imagem SRTM, observou-se que o relevo na porção mais baixa é mais acidentado e que o setor sul (Figura 4.4). Cruzando com o mapa geomorfológico observa-se que a área do setor sul, menos estruturada, corresponde à subunidade geomorfológica Planalto de Palmas/Guarapuava.

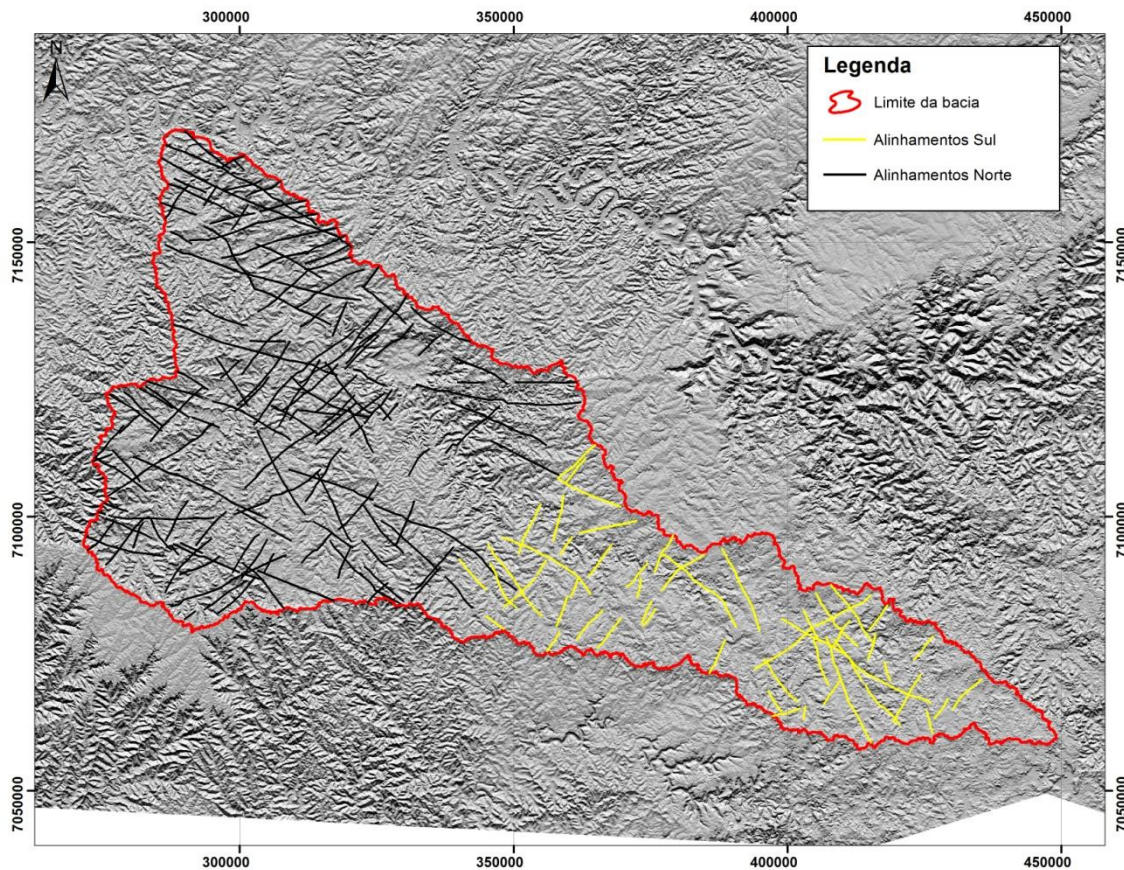


Figura 4.4 Mapa indicando os alinhamentos norte e sul

Os diagramas de roseta feitos para os dois setores mostram que a quantidade de estruturas no setor norte é maior que no setor sul, por isso o relevo diferente. Além disso, as direções preferenciais das estruturas foram diferentes entre as áreas. Os alinhamentos do setor norte possuem direções semelhantes ao resultado total da bacia, enquanto o setor sul tem como direções principais N20/30E e N30/40W (Figura 4.5). Grande parte das estruturas NW identificadas estão associadas a um enxame de diques do Grupo Serra Geral, localizado no sudoeste da bacia hidrográfica. (Figura 4.6)

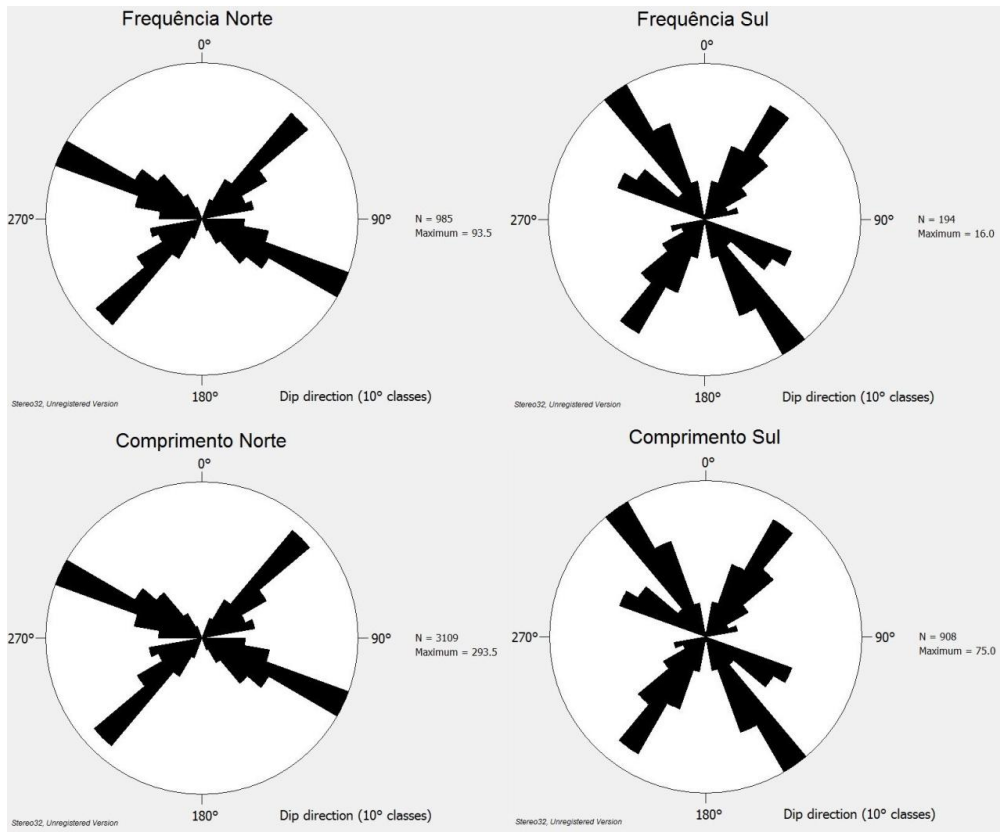


Figura 4.5 Rosetas das estruturas separadas por setor

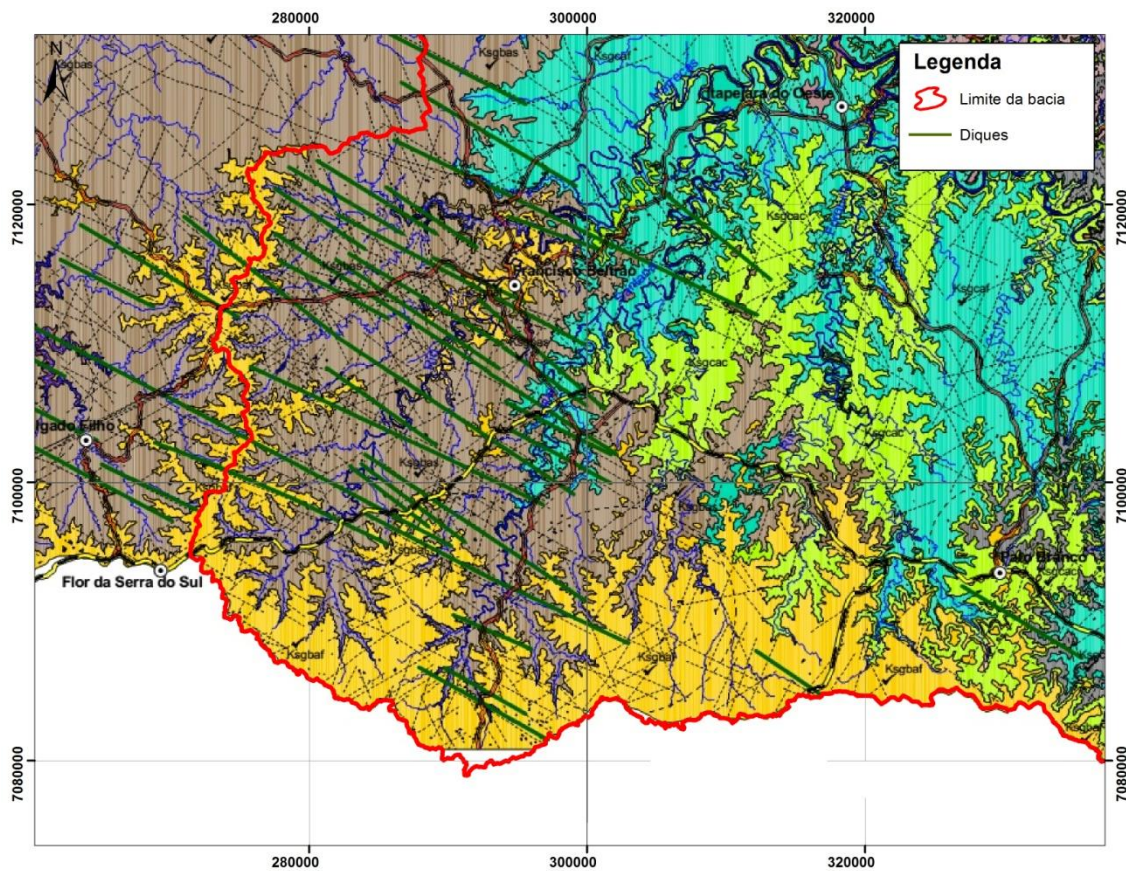


Figura 4.6 Mapa do sudoeste da bacia, com detalhe para os diques (adaptado MINEROPAR, 2013)

5 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA

A análise morfométrica tem como objetivo apresentar algumas características da bacia hidrográfica, como sua forma, detalhes da drenagem e influência no relevo, por exemplo.

CHRISTOFOLETTI (1980) dividiu a análise morfométrica em três grupos: análise linear, areal e análise hipsométrica. Neste estudo foram realizadas análises em cada grupo e seus resultados, assim como a explicação da ferramenta, serão apresentados a seguir.

5.1 ANÁLISE LINEAR

A análise linear está relacionada à rede de drenagem e ao perímetro da bacia. Neste grupo foram feitas as seguintes análises:

- Perímetro da BH
- Comprimento do rio principal
- Relação de Bifurcação
- Índice de Sinuosidade
- Relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem
- Ordem da bacia

Perímetro da bacia hidrográfica

O perímetro da BH do rio Chopim é de 666,73km².

Comprimento do canal principal

O comprimento do canal principal é a sua distância desde a nascente até a desembocadura, medida seguindo seu leito. O rio Chopim possui 451,78km de extensão.

Relação de Bifurcação

Para essa análise, primeiramente foi feita a ordenação dos canais de acordo com a metodologia de STRAHLER (1952). Neste método, inicia-se numerando os segmentos que iniciam nas nascentes com número “1”, esses serão os rios de primeira ordem. A partir do ponto em que dois segmentos de mesma ordem se unem, forma-se um rio de uma ordem acima. (Figura 5.1)

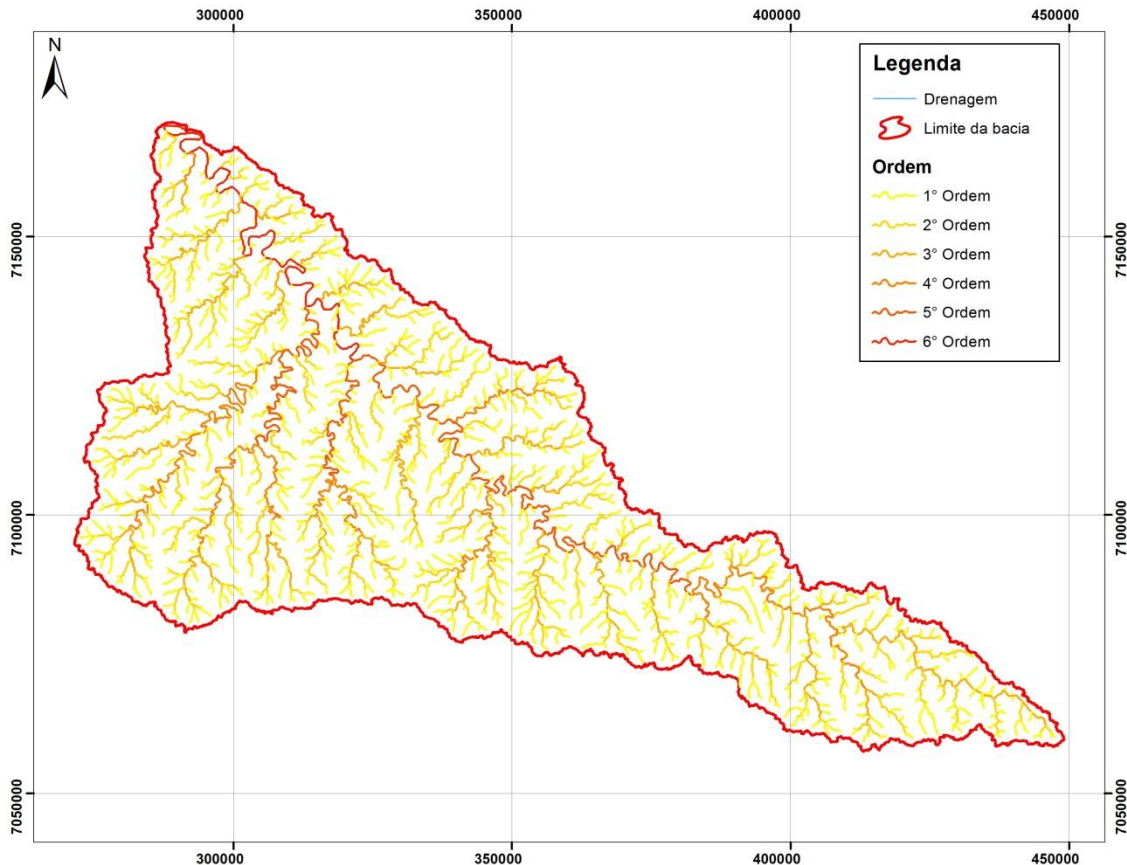


Figura 5.1 Ordenação dos canais da bacia

Com os canais ordenados foi possível fazer o cálculo da relação de bifurcação. A relação é dada pela divisão do total de segmentos de determinada ordem pelo número de segmentos da ordem imediatamente superior.

$$Rb = \frac{Nu}{Nu + 1}$$

De acordo com essa equação, a relação de bifurcação da bacia estudada é:

Ordens	Rb
--------	----

1º/2º Ordem	2,26
2º/3º Ordem	1,56
3º/4º Ordem	2,21
4º/5º Ordem	1,24
5º/6º Ordem	2,18

Esses valores abaixo de 3 refletem as características de relevo regional. Valores acima de 3 são esperados para regiões morreadas e com drenagem bem dissecada, e valores próximos a 2 são característicos de regiões colinosas. O relevo em que está localizada a BH se trata de planaltos, com pequenas elevações, favorecendo uma baixa relação de bifurcação.

Índice de Sinuosidade

O índice de sinuosidade é calculado a partir da relação entre a distância em linha reta da nascente à foz e o comprimento do canal principal.

$$I_s = \frac{100(L - Ev)}{L}$$

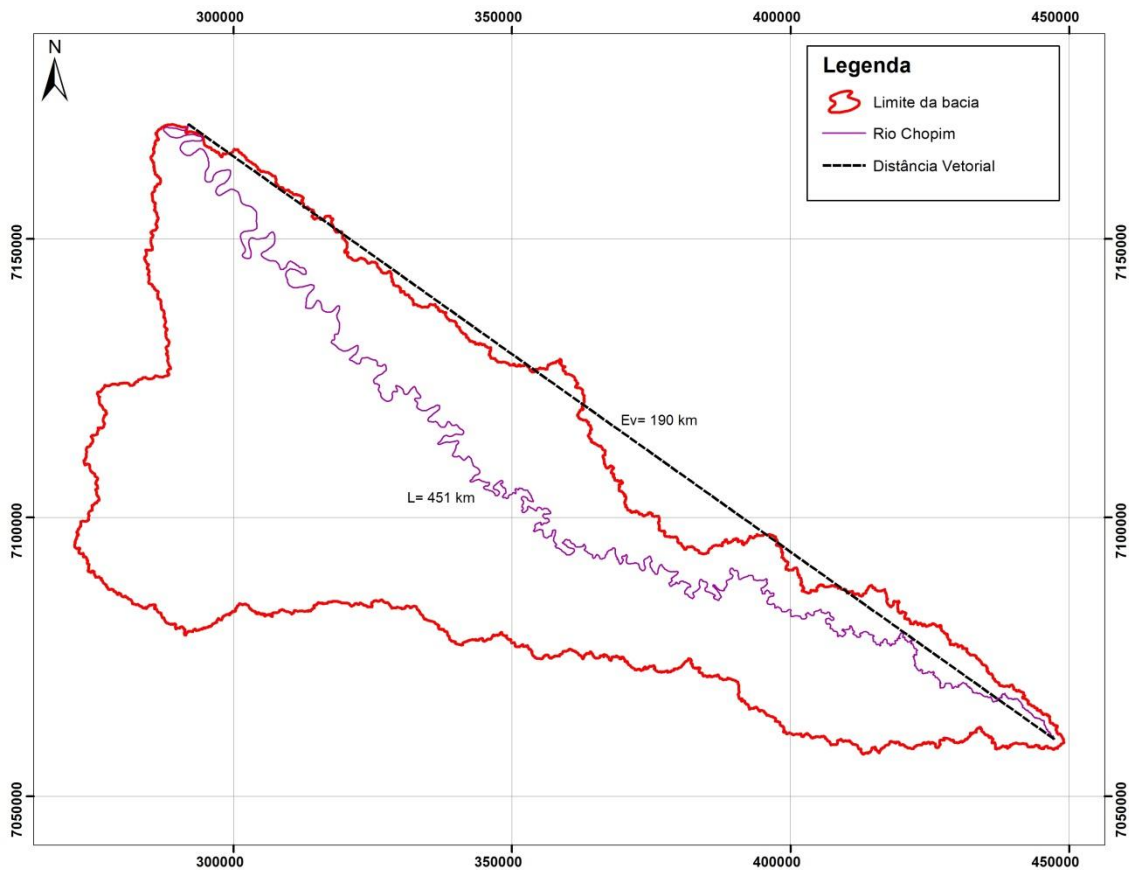


Figura 5.2 Distâncias real e vetorial entre a nascente e a foz do rio Chopim

Aplicando a fórmula, o índice de sinuosidade do rio Chopim é 58%, considerado “muito sinuoso”. Esse valor é resultado da baixa declividade e, principalmente, do forte controle estrutural dos lineamentos estruturais da região. Observando o mapa é possível analisar que o curso do rio é mais sinuoso no setor norte da divisão estrutural. Esse setor é mais denso estruturalmente e essas estruturas formam corredores preferenciais por onde encaixa a rede de drenagem.(Figura 5.2)

Relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem

Para essa análise, CHRISTOFOLETTI (1980) apresenta a seguinte fórmula:

$$Lm = \frac{Lu}{Nu}$$

Na equação, Lm é o comprimento médio dos canais, Lu é a soma total dos comprimentos dos canais de determinada ordem e Nu representa o número de seguimentos encontrados em tal ordem.

O comprimento médio dos seguimentos, para cada ordem, é:

Ordem	Comprimento Médio (m)
1º	1716
2º	1981
3º	1855
4º	2395
5º	2520
6º	2365

5.2 ANÁLISE AREAL

As análises desse grupo são relacionadas à área da bacia e sua relação com os elementos da rede de drenagem. Foram feitas as seguintes análises:

- Área da bacia hidrográfica
- Densidade de drenagem

Área da bacia hidrográfica

A área da bacia é toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano horizontal (CHRISTOFOLETTI, 1980). A área da bacia alvo desse trabalho foi extraída com o software ArcGis, a partir de um MDE (modelo digital de elevação), e teve como resultado 7468,1km².(Figura 5.3)

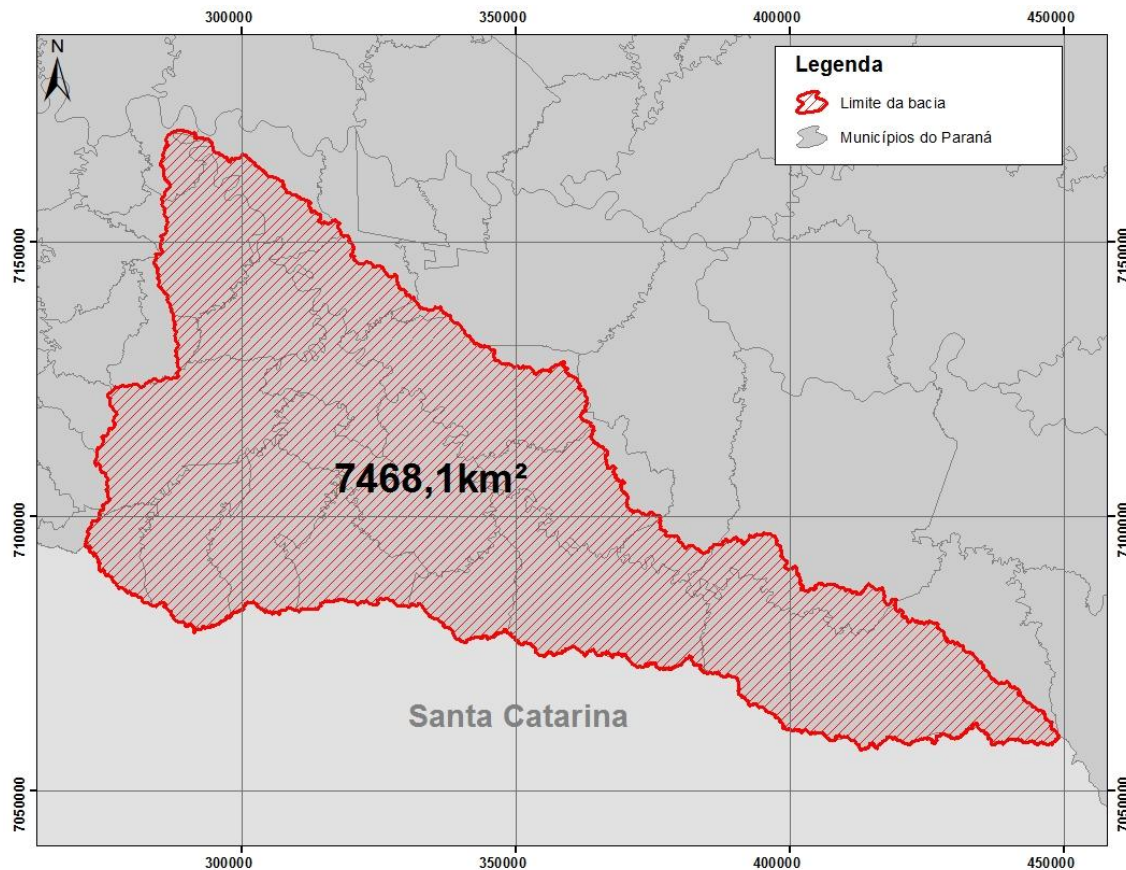


Figura 5.3 Área da bacia hidrográfica

Densidade de drenagem

Proposta por HORTON (1945), citada por CHRISTOFOLETTI (1980), semelhante à densidade de rios, porém relacionando o comprimento total dos canais (L_t) com a área da bacia (A).

$$Dd = \frac{L_t}{A}$$

O resultado para a bacia desse estudo foi $0,574 \text{ km/km}^2$, classificando como uma bacia mal drenada segundo PISSARA (2004). Esse resultado pode ser associado às características dos solos da região. Na área da bacia, segundo o mapa simplificado de solos do Paraná (EMBRAPA, 2012), ocorrem 5 tipos diferentes de solo (nitossolo, latossolo, neossolos litólicos, neossolos regolíticos e cambissolos) e todos são bem drenados, ou seja, a água tem facilidade em penetrar, assim ocorre menor escoamento superficial e, conseqüentemente, menor densidade de drenagem.

5.3 ANÁLISE HIPSOMÉTRICA

As análises desse grupo estão relacionadas à superfície da área que compreende a bacia hidrográfica, seu relevo e altimetria. Foram realizadas as seguintes análises:

- Amplitude altimétrica
- Relação de relevo
- Índice de rugosidade

Amplitude altimétrica

É obtida pela diferença de altitude entre o ponto mais alto encontrado em qualquer ponto da divisória topográfica ($H_{máx}$) e a altitude da desembocadura ($H_{mín}$). (CHRISTOFOLETTI, 1980)

$$Hm = H_{máx} - H_{mín}$$

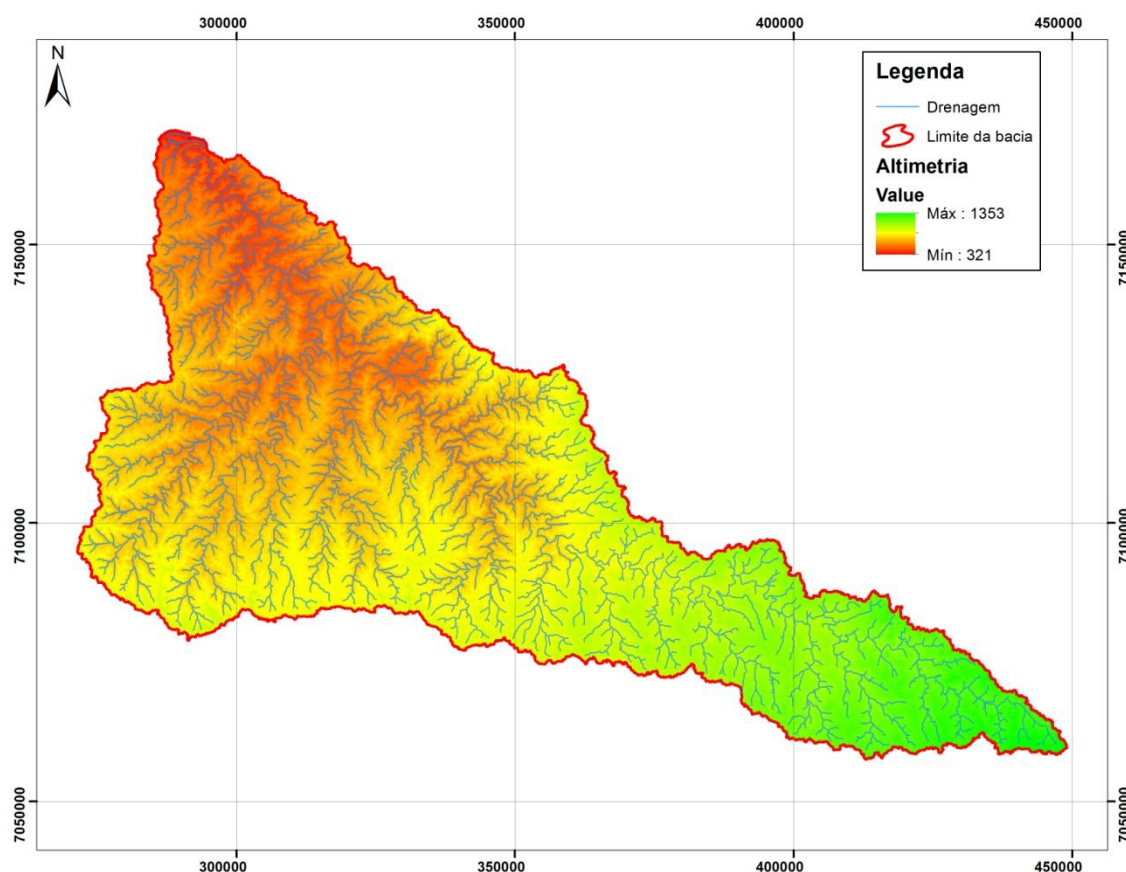


Figura 5.4 Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica

A Figura 5.4 representa a altitude na bacia hidrográfica e evidencia a grande amplitude hipsométrica, que é de 1032m. A maior altitude é de 1353 metros e

está localizada na região mais a montante da bacia e a menor são 321 metros, na desembocadura da bacia. Essa disposição é característica dessa parte da Bacia do Paraná, onde os rios são drenados em direção ao oeste.

Relação de relevo

Proposta por Schumm (1956), a relação de relevo relaciona a amplitude altimétrica máxima da bacia (Hm) com a maior extensão da mesma, medida paralelamente à principal linha de drenagem (Lh). (Lira, 2012)

$$Rr = \frac{Hm}{Lh}$$

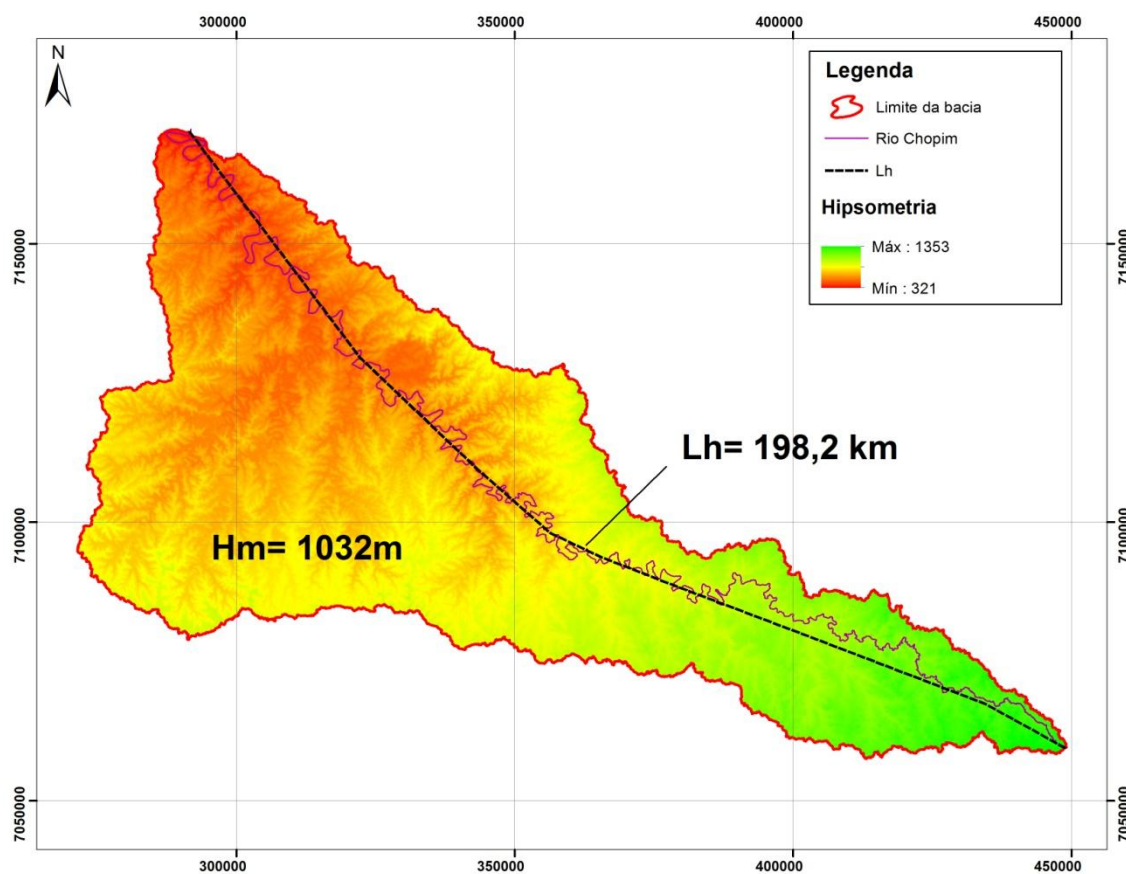


Figura 5.5 Mapa hipsométrico com a representação de Lh

A relação de relevo na bacia do rio Chopim obteve como resultado uma variação média de 5,2m/km. Esse índice indica uma baixa velocidade de escoamento na bacia devido a sua baixa diferença altimétrica. As características geomorfológicas da região resultam nesse resultado pois não existem grandes elevações ou declividades e isso está diretamente associado ao substrato ser homogêneo, pertencendo todo ao grupo Serra Geral.

6 RESULTADOS

Foi concluído que a bacia hidrográfica sofre influência de 2 famílias principais de estruturas, uma com lineamentos entre 30° e 40° NE e outra entre 60° e 70° NW. Essas estruturas estão associadas ao embasamento da bacia e, como eram pontos de fraqueza, foram reativadas durante o evento de magmatismo do Grupo Serra Geral.

A distribuição dos lineamentos não é homogênea na área da BH, por isso foi dividida em setor norte e setor sul. O setor norte possui um número maior de estruturas em relação ao setor sul. Essa diferença é visível em modelos digitais de elevação e corresponde também à variação no domínio geomorfológico. A porção menos estruturada corresponde ao Planalto de Palmas/Guarapuava.

A BH está assentada sobre uma região geologicamente homogênea, Grupo Serra Geral, portanto seu curso não sofre influência de contraste litológico e, em geral, a região toda apresenta uma baixa declividade.

As análises morfométricas indicaram que a bacia é mal drenada, muito sinuosa, tem baixa velocidade de escoamento. A drenagem ruim está associada ao relevo formado pelo Grupo Serra Geral, por ser um relevo colinoso, sem grandes elevações, assim forma uma rede de drenagem com baixa relação de bifurcação, e associada também aos tipos de solos da região, que tem como característica permitirem a infiltração, diminuindo o escoamento superficial e a formação de canais. A sinuosidade está associada à forte estruturação da superfície. Os canais tendem a se encaixar nas estruturas por serem, geralmente, partes mais baixas e com tendência à erosão, se tornando vias preferenciais de escoamento. Como as estruturas são discordantes do sentido geral do fluxo do rio principal, o mesmo acaba desviando de seu sentido geral e tornando-se sinuoso. A baixa velocidade está relacionada à geomorfologia formada pelo Grupo Serra Geral. Os derrames que formaram o grupo construíram planaltos na região, levemente inclinados para oeste. Essa característica formou a bacia com grandes áreas, pois não ocorrem grandes divisores d'água na região, mas com baixa amplitude altimétrica, assim a velocidade de escoamento se torna lenta.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M. **Tectônica da bacia do Paraná no Brasil**. São Paulo: Paulipetro, 187p, 1980.

ALMEIDA F. F. M. Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, **Atas...** São Paulo:SBG, v.1, p.1-20. 1981

ARIOLI, E. E.; LICHT, O. A. B.. **O grupo Serra Geral no Estado do Paraná**. Curitiba, MINEROPAR. 452p. 2013

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

EMBRAPA. **Mapa simplificado de solos do estado do Paraná**. 2012

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bull. Geol. Soc. Am.**, 56:275-370, 1945

LIRA, E. M.; NASCIMENTO, F. I. C.; ALMEIDA, G. O. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Igarapé Amaro, Acre-Brasil. **Revista Geonorte**. Edição Especial, V.3, p. 606-616. 2012

MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do gondwana sul-ocidental**. 1997, 255 f. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1997.

MILNER, S. C.; DUNCAN, A. R.; WHITTINGHAM, A. M.; EWART, A. Trans-Atlantic correlation of eruptive sequences and individual silicic units within the Paraná-Etendeka igneous province. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 69, n. 3-4, p. 137-157, 1995.

MINEROPAR. **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná – Escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 63p. 2006.

PISSARA, T.C.T. POLITANO, W. FERRAUDO, A.S. **Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal**. São Paulo. R. Bras. Ci. Solo, 28:297-305, 2004.

SCHUMM, S. A., Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey, **Bul. Geol. Soc. Amer.**, 67, 597-646, 1956.

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion and topography. **Geol. Soc. America Bulletin**. n. 63, p. 1117-1142, 1952.