



**UNIVERSIDADE
FEDERAL DA
FRONTEIRA SUL**
CAMPUS CHAPECÓ

CURSO DE GEOGRAFIA

**IDENTIFICAÇÃO DE SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS ATRAVÉS DO MÉTODO
DE ISOBASE NO PLANALTO BASÁLTICO DA MÉDIA-BAIXA BACIA DO RIO DA
VÁRZEA-RS**

NADIALINE ZAMBOT

**CHAPECÓ
2019**

NADIALINE ZAMBOT

IDENTIFICAÇÃO DE SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS ATRAVÉS DO MÉTODO DE ISOBASE NO PLANALTO BASÁLTICO DA MÉDIA-BAIXA BACIA DO RIO DA VÁRZEA-RS

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Curso de Geografia – Licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó, como requisito para obtenção do título de licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. William Zanete Bertolini

**CHAPECÓ
2019**

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Zambot, Nadialine

Identificação de superfícies geomorfológicas através do método de isobase no planalto basáltico da média-baixa bacia do rio da Várzea-RS / Nadialine Zambot. -- 2019.

48 f.:il.

Orientador: Doutor em Geografia William Zanete.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Geografia Licenciatura, Chapecó, SC, 2019.

1. Geografia física. 2. Geomorfologia. 3. Relevo. I. Zanete, William, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Nadialine Zambot

IDENTIFICAÇÃO DE SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS ATRAVÉS DO MÉTODO DE ISOBASE NO PLANALTO BASÁLTICO DA MÉDIA-BAIXA BACIA DO RIO DA VÁRZEA-RS

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de licenciada em Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca

_____/_____/_____

Prof. Dr. William Zanete Bertolini-UFFS
Orientador

Prof. Dr. Andrey Luiz Binda-UFFS

Especialista em recursos hídricos e geoprocessamento -
Sandra Cristina Deodoro - UFMG

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por ter me dado força e confiança para acreditar no meu sonho e lutar por alcançar aquilo que acredito.

À Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó, por me oportunizar a estudar a ciência geográfica.

Ao professor William Zanete Bertolini, pelas orientações, conselhos e tempo dedicado, apoio ao longo do curso e compreensões nos projetos de pesquisa.

Aos meus pais Neiva Compagnolo e Luiz Carlos Zambot, que sempre me apoiaram em minhas decisões ao longo dessa caminhada.

Às minhas irmãs Nileidy Zambot (in memoriam), Neilidiane Zambot e Nadianély Zambot, por estarem juntas comigo nessa caminhada sempre me apoiando e pelos conselhos.

Ao meu marido Adelir Gabriel Riedel pela compreensão e pelo apoio durante todo o período da graduação.

A todos professores do curso de geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul, em especial às professoras Gisele Leite de Lima e Adriana Maria Andreis, pelos conselhos e apoio durante essa caminhada.

Aos professores Sandra Cristina Deodoro e Andrey Luiz Binda, pelo apoio e conselhos durante este projeto.

Aos colegas Fabiane Ripplinger, Soleandro Zambon, Rayneken Casanova, pelos trabalhos juntos realizados e companheirismo durante a graduação.

E a todas as outras pessoas que de alguma forma me incentivaram durante esse caminho, a cada um de vocês. Gratidão!

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”. (Leonardo da Vinci)

RESUMO

Os estudos sobre as superfícies geomorfológicas têm se tornado cada vez mais importantes, pois percebe-se a necessidade de conhecer e explorar áreas ainda pouco conhecidas em relação ao estudo que se insere no ramo da geografia física. Através do conhecimento científico, atualmente disponível, busca-se compreender as possíveis dinâmicas envolvidas na transformação e evolução dos relevos. Não apenas para se estudar sua parte estética, mas para analisar os processos que condicionam transformações nas diversas escalas temporais, ampliando o conhecimento sobre os fatores endógenos e exógenos sobre uma determinada localidade. Com isso apresenta-se o objetivo de se estudar e compreender a superfície geomorfológica da média-baixa bacia hidrográfica do rio da Várzea-RS através do mapeamento de isobase. O mapa isobase é um meio para indicar padrões anômalos que indicam possíveis transformações nas formas do relevo que ocorreram por possíveis influências da estrutura geológica ou por causa tectônica. Com base em outros trabalhos científicos conceituados, realizou-se o mapeamento de isobase através do software ArcGis, e a classificação dos canais de rede de drenagem de segunda e terceira ordem com base em cartas topográficas com escala de 1:100.000. Foram realizadas interseções destes canais sobre as curvas de nível para obtenção das cotas nestes locais e das isolinhas. Posteriormente, analisou-se o comportamento espacial destas últimas, em concordância com a estrutura geológica, para verificar a existência ou não de mudanças do relevo. Como resultado foi possível identificar, através do mapeamento de isobase, cinco áreas que apresentaram anomalias na distribuição das isolinhas de base, o que tende a indicar intervenção de fatores estruturais na organização do relevo da média-baixa bacia do rio da Várzea

Palavras-chave: Superfícies geomorfológicas. Isobase. Relevo. Média-baixa bacia rio da Várzea-RS.

ABSTRACT

Studies related to geomorphological surfaces have become increasingly important, because of necessity of knowing and exploring subjects that are still unknown in physical geography studies. Through scientific knowledge currently available, it is aimed to understand possible dynamics involved in the transformation and evolution of landforms. This is not only in order to study their aesthetic feature but in order to analyze processes that condition transformations on multiple time scales. This fact, therefore, provide knowledge on endogenous (i.e. tectonics, earthquakes) and exogenous factors (i.e. erosion processes, weathering) in a certain area. This work presents a study about geomorphological surface of the middle-lower Várzea river basin (RS) through isobase mapping. Isobase map is a way to show anomalous patterns that indicate possible transformations on landform shapes which occurred due to possible influences of geological structure or even because of tectonic causes. Based on scientific studies, the isobase map was made by using ArcGIS software and by classification of second and third order drainage channels based on topographic maps in a 1:100 000 scale. Isoline intersections between these channels were performed on these maps through altitude values. Such procedure was carry out in order to analyze spatial behavior of isolines and existence (or even inexistence) of landform accordingly with geological structure. In this study it was possible to identify, through the isobase mapping, five areas that shows anomalies in the isoline distribution. This fact tends to indicate an influence of structural factors on the landform pattern of the middle-lower Várzea river basin.

Keywords: Geomorphological surfaces. Isobase. Landform. Middle-lower Várzea river basin.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ilustração do método de mapeamento de isobase.....	16
Figura 2: Mapa geomorfológico da média-baixa bacia do rio da Várzea (RS).	28
Figura 3: Vista panorâmica a partir do interflúvio leste da média-baixa bacia do rio da Várzea: RS-324 entre Alto Recreio e Três Palmeiras. Foto: William Zanete Bertolini	31
Figura 4: Vista da morfologia do Planalto das Missões entre Pontão e Ronda Alta (RS) a partir da rodovia RS-324 (interflúvio leste da bacia). Longas vertentes suave onduladas com topos nivelados. Foto: William Zanete Bertolini.....	31
Figura 5: Perfil geológico esquemático das rochas vulcânicas e depósitos superficiais na bacia do Alto Uruguai	33
Figura 6: Mapa Hipsométrico da média-baixa bacia do rio da Várzea-RS.....	35
Figura 7: Mapa de densidade de drenagem da média-baixa bacia do rio da Várzea-RS.	37
Figura 8: Mapa de aprofundamento de incisão da média-baixa bacia do rio da Várzea (RS).....	39
Figura 9: Distribuição da frequência de confluências de 2ª ordem conforme a cota altimétrica. Fonte: Nadialine Zambot.....	40
Figura 10: Distribuição da frequência de confluências de 3ª ordem conforme a cota altimétrica. Fonte: Nadialine Zambot.....	41
Figura 11: Mapa de isobase da média-baixa bacia do rio da Várzea (RS).	42

SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivos Gerais	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3	METODOLOGIA	15
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
4.1	O nível de base e os mapas isobase	19
4.2	Conceito de neotectônica relacionado com margens passivas	21
4.3	A incisão de drenagem e sua relação com a dissecção de relevo	23
4.4	A influência da estrutura geológica e dos mecanismos tectônicos	25
5	ÁREA DE ESTUDO	28
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
6.1	Densidade da rede de drenagem	36
6.2	Aprofundamento de incisão da rede de drenagem da média-baixa bacia do rio da Várzea (RS)	37
6.3	Mapeamento de isobase	39
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

Apesar do grande número de denominações geomorfológicas aplicadas ao termo superfície, o que pode ser demonstrado por Guerra (1993) em seu Dicionário Geológico-Geomorfológico, destaca-se que este estudo considera como superfície geomorfológica uma continuidade do relevo de determinada área que possui significado geomorfogenético do ponto de vista da transformação de suas formas ao longo do tempo. Denotando-se a importância da cartografia geomorfológica, para compreender de forma mais detalhada, quais são os fatores que modelaram aquela superfície geomorfológica, por exemplo se foram modificados através dos processos erosivos ou por falhamentos.

A formação de superfícies geomorfológicas pode ocorrer de diferentes formas, por exemplo, através da deposição de sedimentos ou por processos erosivos ou ainda por ambos processos. Tais processos atuando por longo tempo tendem a marcar um nível superficial onde imprimem suas marcas. Um dos grandes dilemas e desafios na pesquisa geomorfológica é que a paisagem atual é o resultado de uma sucessão e sobreposição de quadros paleogeográficos diversos onde tais marcas de processos nem sempre são conservadas e sim misturadas.

Uma superfície geomorfológica pode se formar em um curto espaço de tempo ao longo de toda sua extensão, como o exemplo de um fluxo de lava ou queda de cinzas, ou, como produto do processo de erosão, levar muito mais tempo para se formar (DANIELS, GAMBLE e CADY, 1971).

O mapeamento de superfícies geomorfológicas através do uso da cartografia geomorfológica concebe-se na espacialização dos fatos relacionados à estrutura do relevo. Essa espacialização dos fenômenos é, ao mesmo tempo, função da área e da escala adotadas no mapeamento e resultado de fatores morfoestruturais (endógenos) e morfoesculturais (exógenos) intervenientes. A perspectiva morfogenética envolvida nesse mapeamento confere a extensão geográfica e sua individualização a uma ou mais causas da gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos, bem como com a dinâmica dos processos e suas condicionantes (CASSETI, 2005). A definição, delimitação e caracterização de uma superfície geomorfológica é uma tarefa menos trivial do que

parece, mesmo considerando-se a ampla disponibilidade de métodos de mapeamento do relevo a partir da disseminação de instrumentos e imagens da superfície terrestre e de seu relevo.

Nesse trabalho, especificamente, buscou-se investigar o relevo de um setor do Planalto Meridional no norte do Rio Grande do Sul, representado pela média-baixa bacia do rio da Várzea. Buscou-se averiguar, de modo exploratório, a presença de anomalias, determinadas através da configuração de superfícies de nível de base, que pudessem indicar ou não a interveniência de algum fator de ordem estrutural mais claro na configuração geomorfológica da bacia.

Existem vários métodos para analisar as superfícies geomorfológicas. Um deles é baseado no trabalho do geólogo russo Filosofov (1960) e tem sido resgatado recentemente em vários estudos como forma de analisar e entender melhor a influência da estrutura geológica e dos mecanismos tectônicos na modelagem das formas das superfícies continentais e de parte delas (GROHMANN; RICCOMINI; CHAMANI, 2010; LEVERINGTON; TELLER e MANN, 2002; SLAMA; DEFFONTAINES e TURKI, 2015).

O papel da rede de drenagem é de grande importância para a análise geomorfológica. Os rios constituem-se num dos principais agentes de modelagem e transformação do relevo e de suas superfícies em áreas tropicais e subtropicais úmidas. Nesse sentido, os mapas isobase têm a vantagem de exprimir também a ação erosiva fluvial na paisagem.

De acordo com Silva (2009, p. 01) “a cada nível altimétrico contíguo reconhecido como uma dada superfície é efetuada uma leitura que pode ter diferente interpretação em termos de origem, idade e história evolutiva”. Podemos compreender dessa maneira que mesmo que duas superfícies geomorfológicas estejam próximas umas das outras elas podem ter sido alteradas por processos diferentes o que pode significar diferentes fases de elaboração do relevo de uma determinada região.

O estudo através do mapeamento de isobase tem se mostrado uma ferramenta bastante útil para identificar superfícies geomorfológicas que tenham sido alteradas através da estrutura geológica como, por exemplo, no caso de falhamentos. Para Passarela, Ladeira e Liesenberg, (2016):

Estudos de parâmetros morfométricos são essenciais para o entendimento da paisagem geomorfológica, sua evolução e dinâmica, pois fornecem o

reconhecimento de elementos geomórficos típicos para a caracterização de áreas sob a influência de atividades de natureza tectônica e a possibilidade de distingui-las das erosivas. (Passarela, Ladeira e Liesenberg 2016, p.242).

Os estudos sobre as superfícies geomorfológicas de forma mais detalhada são importantes pois podem identificar possíveis processos que atuaram no relevo e na sua transformação, como o caso das mudanças abruptas na rede de drenagem que indicam mudanças na estrutura geológica do relevo.

A análise de cartas topográficas envolvendo a relação entre curvas de nível (topografia) e drenagem (cursos d'água), com base na metodologia de mapeamento de superfícies isobase, configura o que se denomina de mapas isobase. Esse tipo de análise do relevo e de mapeamento geomorfológico abre a oportunidade de avaliar e identificar possíveis influências da estrutura geológica e tectônica na configuração do relevo.

É possível identificar através dos aspectos da configuração das superfícies geomorfológicas a relação entre drenagem e as modificações do relevo desde sua gênese através da influência da estrutura geológica que atua como fator controlador da morfogênese e que tem papel importante na transformação da paisagem.

Através desta metodologia que será apresentada mais adiante, realizou-se o mapeamento da média-baixa bacia do rio da Várzea no norte do Estado gaúcho, no contexto geomorfológico do Planalto Meridional de natureza basáltica, com o intuito de verificação de possíveis fatores estruturais que levem a indicar ou não um fator de neotectonismo atuante na região estudada. Tal objetivo pretende contribuir para o aprofundamento dos conhecimentos sobre os estudos geomorfológicos sobre a região do Planalto Basáltico, relacionados aos fatores físico-geomorfológicos dessa paisagem e da sua história natural.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

- Identificar as superfícies geomorfológicas da média-baixa bacia hidrográfica do Rio da Várzea no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, a partir da metodologia do mapa de nível de base.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar padrões anômalos da topografia através da técnica de mapeamento de superfícies isobase e em que medida tais possíveis anomalias indicam a influência neotectônica sobre o relevo.
- Analisar a incisão da drenagem da média-baixa bacia do rio da Várzea e sua relação com a densidade de drenagem.

3 METODOLOGIA

A partir dos mapas de nível de base é possível identificar uma relação expressa entre a ordem do vale ou ordem de drenagem e a topografia. Evidentemente, a topografia e as superfícies geomorfológicas têm relação intrínseca com o nível de base. Mudanças no nível de base desencadeiam mudanças processuais na morfogênese que levam à destruição e/ou formação de novas topografias e/ou superfícies geomorfológicas. De acordo com Grohmann, Riccomini e Chamani (2010), o principal objetivo deste método é ser capaz de identificar áreas com uma possível influência tectônica mesmo dentro de domínios litológicos uniformes, como é caso da área objeto de investigação neste trabalho. Por isso, aplicou-se o método de mapa isobase na área de estudo por esta ser considerada geologicamente uniforme, representada predominantemente por basaltos da Formação Serra Geral.

O método da construção do mapa de isobase (Figura 1) consiste segundo Grohmann, Riccomini e Chamani (2010) em:

Mapas de nível base são construídos a partir de um mapa inicial do vale ordens, classificadas de acordo com o sistema de Strahler (1952), que é baseado no número de afluentes a montante de um segmento de vale. Fluxos sem afluentes são atribuídos primeira ordem (riachos de cabeceiras). Um fluxo de segunda ordem é o segmento a jusante da confluência de quaisquer dois de primeira ordem córregos e um segmento de terceira ordem é formado pela junção de quaisquer dois fluxos de segunda ordem e assim por diante (GROHMANN, RICCOMINI E CHAMANI, 2010, tradução nossa, p. 1495).

A média-baixa bacia do rio da Várzea, área objeto de análise neste estudo, foi definida em seus limites oeste e leste seguindo-se os divisores de drenagem da bacia hidrográfica, a norte pelo rio Uruguai e a sul por divisor interno em torno do paralelo de 28°00'(Sul)'. Essa divisão a sul foi meramente de caráter prático considerando o limite do mapeamento geomorfológico já realizado na folha SG.22 Curitiba do projeto RADAM BRASIL (2003). Deste modo, a área de estudo a ser mapeada pelo método de isobase foi a média-baixa bacia do rio da Várzea, na porção norte-noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

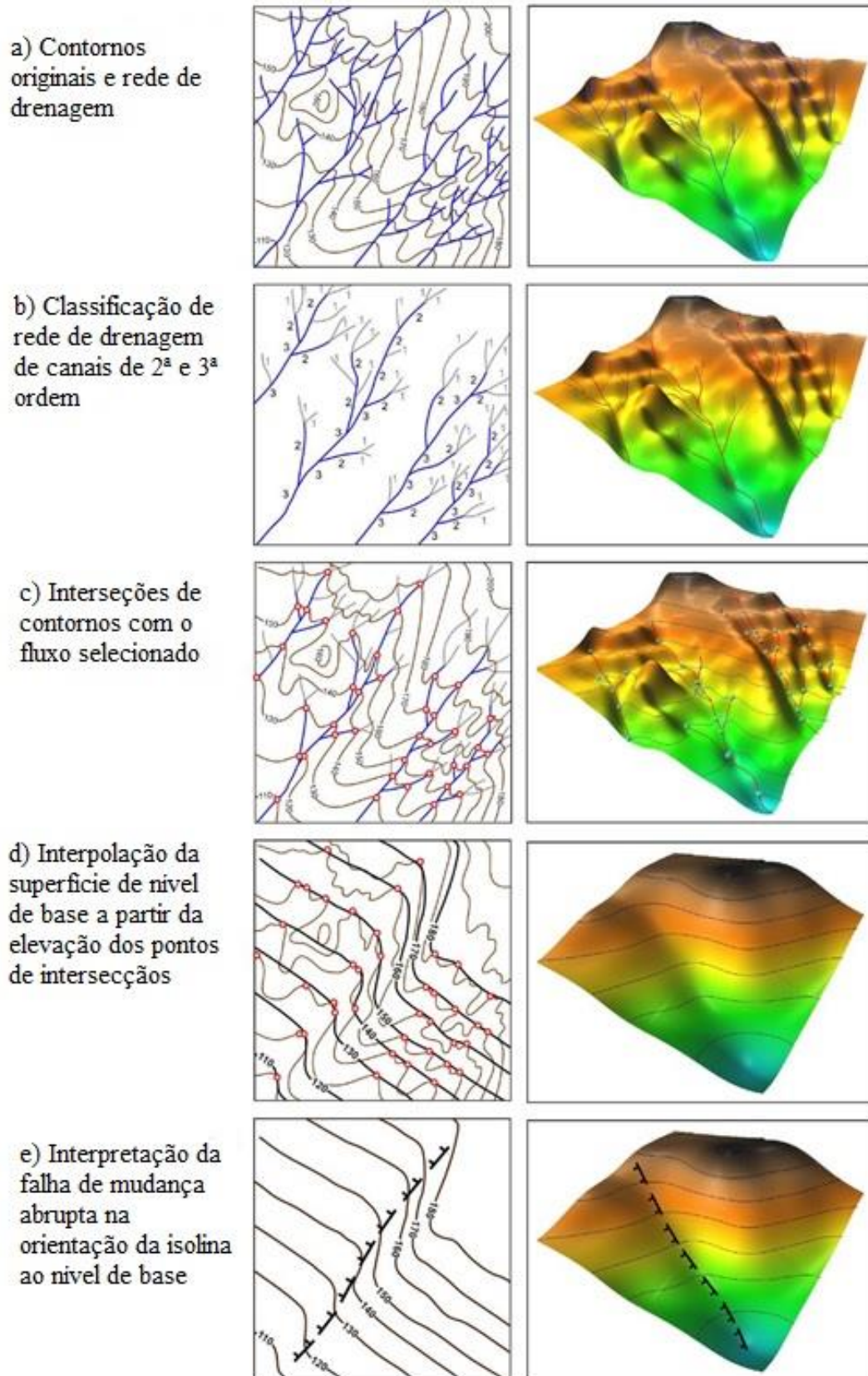


Figura 1: Ilustração do método de mapeamento de isobase
 Fonte: (GROHMANN, RICCOMINI e CHAMANI, 2010)

O mapeamento da média-baixa bacia do rio da Várzea foi realizado através da espacialização das confluências de 2ª e 3ª ordens que foram identificadas em meio digital com a ajuda do software ArcGis 10.4. Para a realização do levantamento das confluências foram utilizadas cinco cartas topográficas na escala de 1: 100.000 que cobrem a área de estudo, com equidistância de 40 metros, sendo elas: Campos Novos (1981), Chapecó (1973), Frederico Westphalen (1984), Palmeiras das Missões (1984), Três Passos (1988), Sarandi (1982) e Santa Bárbara do Sul (1984). Essas cartas foram obtidas do banco de dados do Exército Brasileiro através do seu banco de dados geográficos digital - BDGEx.

Primeiramente foram marcadas todas as confluências de segunda ordem conforme a hierarquização fluvial de Strahler (1952). Foram consideradas apenas as confluências de 2ª ordem resultantes da junção de dois canais de 1ª ordem. Começando sempre de montante em direção a jusante da bacia. Após marcadas todas as confluências de segunda ordem, estes pontos foram convertidos em arquivo shapefile. Após identificadas todas as confluências de segunda ordem procedeu-se à classificação de cada uma conforme a cota altimétrica. O mesmo foi feito, em seguida, para as confluências de terceira ordem. Para as confluências de terceira ordem foram consideradas somente as junções de dois canais de segunda ordem. A classificação das confluências conforme a cota altimétrica se deu com base na leitura da curva de nível mais próxima ao ponto de confluência.

Feita a espacialização das confluências de 2ª e 3ª ordens foi realizada a interpolação das cotas altimétricas de todas as confluências por meio do método de estatística espacial denominado *Regularized Spline switch Tension-RST*.

Spline é uma curva definida matematicamente por dois ou mais pontos de controle. Esse interpolador foi escolhido por não gerar pontos muito distantes dos pontos de controle. Trata-se de um método de interpolação que estima valores utilizando da função matemática que minimiza a curvatura da superfície terrestre gerando uma superfície suave (MITÁŠOVÁ e MITÁŠ, 1993). Veja figura 1d e 1e.

As isolinhas são traçadas a partir das confluências de segunda e terceira ordem (FIG. 1c). Após isso foi realizada a interpolação da superfície ao nível de base a partir da elevação dos pontos de interseção (FIG. 1d). Posteriormente, foi realizada a interpretação da orientação das isolinhas ao nível de base conforme a sua

especialização e o seu significado na relação com estruturas e/ou condicionantes tectônicos.

Em relação a metodologia utilizada, para a elaboração dos mapas de compartimentação geomorfológica, hipsometria, densidade e incisão de drenagem, foram elaborados a partir dos dados retirados do projeto Radam Brasil da folha SG22 Curitiba (2003) e exportados para o ArcGis.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 O nível de base e os mapas isobase

O conceito de nível de base foi definido por Powell em 1875 como um nível de superfície abaixo do qual as terras não podem ser erodidas, ou que os agentes erosivos têm aí, nesse nível, uma energia mínima de ação. Mais tarde, Filosofov (1960) relacionou o conceito de nível de base ao mapeamento de superfícies originadas por erosão, determinadas pela interseção de ordens de drenagem similares em função do trabalho da rede de drenagem.

Essas superfícies (superfícies de erosão) foram denominadas por ele de superfícies de nível de base ou superfícies isobase e estariam relacionadas com fases similares de trabalho erosivo na superfície, sendo consideradas como produto de eventos erosivos diretamente relacionados ao condicionamento tectônico em tempos geológicos recentes (KRÖHLING *et al*, 2011).

Há vários autores que afirmam que os níveis de base podem ser classificados de acordo com diferentes condições geológicas e temporais através de regiões ou mesmo dentro de uma única bacia hidrográfica (GROHMANN, RICCOMINI e CHAMANI, 2010, tradução nossa). De acordo com o dicionário geológico da MINEROPAR o nível de base é o:

Ponto limite abaixo do qual a erosão das águas correntes não pode agir, constituindo o nível mais baixo que o rio pode chegar sem prejudicar o escoamento de suas águas. O nível de base de todos os rios é o nível do mar. Qualquer variação do nível de base de um rio acarreta modificações erosivas, ocasionando uma parada ou então uma retomada da erosão. (MINEROPAR, s.d)

O nível de base é um conceito que auxilia a definir e a investigar como as mudanças ocorridas no relevo podem ter sido modificadas pela ação de processos erosivos, mesmo em relação a áreas sem orogenia ativa ou tectonicamente estáveis. Os mapas de isobase auxiliam na interpretação de áreas consideradas de margens passivas (tectonicamente estáveis) e a identificar através de anomalias de ordem topográfica fatores de ordem regional intervenientes na morfogênese do relevo. Conforme Grohmann, Riccomini e Chamani (2010):

O mapa de nível de base pode ser visto como uma versão “simplificada” do modelo topográfico original superfície, a partir do qual o “ruído” de baixa ordem a erosão do córrego foi removida. Este método é capaz de identificar áreas com possível influência tectônica mesmo dentro de domínios uniformes (GROHMANN, RICCOMINI e CHAMANI, 2010, p. 1493).

Para Golts e Rosenthal (1993), através dos mapas de isobase é possível fazer a identificação de desníveis topográficos acentuados no padrão de relevo de uma área, de modo a poder indicar mudanças no relevo por conta das influências da estrutura geológica.

Este meio de análise constitui o que se denomina de mapas de nível de base ou mapas isobase (GROHMANN, RICCOMINI e CHAMANI, 2010). As isolinhas delineadas com base na ordem de drenagem e nas confluências fluviais de determinada ordem relacionam-se, supostamente, a diferentes e pretéritos níveis morfológicos e de base considerando a estrutura geológica e as fases erosivas ocorridas, principalmente as mais recentes. De acordo com Filosofov (1960, in Jaim 1980) as linhas de isobase delimitam superfícies erosivas relacionadas a eventos tectono-erosivos, principalmente aqueles mais recentes (JACQUES, 2013).

O mapa de isobase seria um plano imaginário a partir das confluências de canais de ordem similar, excetuando-se as superfícies relativas às ordens de drenagem inferiores (primeira ordem) (HARTWIG e RICCOMINI, 2010). No caso da média-baixa bacia do rio da Várzea estão sendo considerados os níveis de base relativos aos canais de segunda e terceira ordem.

A interpretação do mapa isobase permite inferir a identificação ou não de feições topográficas dadas por linhas derivadas da união de mesmas ordens de confluências ou canal ao longo de mesma cotas altimétricas e que possam ser relacionadas a mudanças na configuração do relevo em épocas recentes, pela mudança abrupta na orientação da isolinha ao nível da base (GROHMANN, RICCOMINI e CHAMANI, 2010, p. 1496) conforme FIG. 1d. De acordo com Golts e Rosenthal (1993) apud Hartwig e Riccomini, (2010), algumas feições no padrão das linhas de isobase, como desvios abruptos e isolinhas mais ou menos espaçadas, podem indicar áreas que sofreram movimentações tectônicas recentes.

4.2 Conceito de neotectônica relacionado com margens passivas

As sugestões da influência tectônica em áreas de margem passiva, como é o caso da maior parte da Plataforma Brasileira, têm se dado na medida em que investigações de processos recentes de neotectonismo têm apontado papel importante no estabelecimento de novos ritmos desnudacionais associados ao trabalho fluvial na paisagem e de superfícies geomorfológicas embutidas em outras mais antigas.

O conceito de neotectônica foi utilizado pela primeira vez pelo geólogo soviético Obruchev em (1948) apud (SAADI, 1993) e definido como os movimentos da crosta que se instalaram durante o Terciário Superior e o Quaternário, com influência na formação da topografia atual. Já Wegman (1955 apud SALAMUNI, 1998) sugere a adoção do termo “tectônica viva” (*lebendige tektonik*) para a definição dos movimentos muito recentes e/ou sismotectônicos.

Para Nikolaev (1962 apud SALAMUNI, 1998), o estudo da neotectônica refere-se a estudos centrados em áreas de reativação de antigas estruturas e/ou a formação de novas estruturas no Quaternário. Jain (1980 apud SALAMUNI, 1998) considera-os como movimentos contemporâneos ocorridos na crosta terrestre nos últimos seis mil anos.

Mais tarde, a Comissão Internacional do Quaternário (INQUA), utilizando o conceito de Mörner (1989), buscando uma síntese do conceito, definiu-o como:

Quaisquer movimentos ou de formações da crosta ao nível geodésico de referência, sua caracterização por meio de seus mecanismos, sua origem geológica, suas implicações para vários propósitos práticos e suas extrapolações futuras. Os movimentos neotectônicos englobam o acervo de deformações rúptil ou dúctil de um período Neotectônico (INQUA, 1978 apud SALAMUNI, 1998).

Podemos considerar a neotectônica como uma área de conhecimento da geologia interdisciplinar, a qual se utiliza de dados e métodos da geologia estrutural, sismologia, geotectônica, geodesia, geomorfologia, entre outras áreas de conhecimento das Ciências da Terra (SALAMUNI, 1998).

A referência neotectônica no Brasil, é mais abrangente quando comparado com outros os cientistas do exterior, esse período se estende até o Neógeno (+-10 Ma) (SALAMUNI, 1998). Um dos primeiros estudos sobre neotectônica no Brasil está

relacionado a Freitas (1951), que se baseou em aspectos geológicos e geomorfológicos, despertando o interesse em analisar os grandes aspectos da tectônica moderna do Brasil.

No mesmo período, Guimarães (1951) difundiu hipóteses da configuração de importantes redes hidrográficas brasileiras e das ocorrências de sedimentos cenozoicos com faixas N-S no Leste e no centro de Minas Gerais, que só poderiam ser entendidos através de controles tectônicos ativos (SAADI, 1993).

De um ponto de vista escalar continental, Saadi (1993) afirma em relação à Plataforma Sul Americana que,

O controle do comportamento neotectônico da Plataforma Sul americana, em especial de sua porção brasileira, pode ser esquematizado com base no arranjo das placas litosféricas, no caráter das tensões originadas pelos tipos de contatos que as interligam e das conseqüentes tensões intra-placa (Mendiguren & Richter 1978). O controle mais importante deve relacionar-se com a inserção da plataforma entre a margem continental pacífica ativa com a margem continental atlântica passiva. Os efeitos da subducção da Placa Sul americana sob a Placa do Caribe (Scheidegger & Schubert 1989), devem restringir-se, em grande parte, ao Território Venezuelano (SAADI, 1993, p.09).

Com base em todos esses autores supracitados, podemos identificar melhor o que é o conceito de neotectônica e como ele pode ser empregado de formas diferentes, mas que são interligadas umas às outras. Com isso, percebe-se a importância do estudo de neotectônica no território brasileiro, que geralmente não apresentam superficialmente aspectos capazes de identificar indícios destes processos. Além disso, existem diferentes tipos de métodos para analisar as evidências e comportamentos em relação a neotectônica como por exemplo os métodos, como o caso do mapeamento orientação de vertentes e mapeamento de densidade de drenagem.

Em relação aos estudos voltados para o Rio Grande do Sul, pode-se afirmar que foram encontradas centenas de falhas paleógenas e neógenas que são condicionantes na transformação das paisagens e ainda foram possíveis encontrar centenas de lineamentos não qualificados. A compartimentação morfoestrutural do Rio Grande do Sul é heterogênea. A planície litorânea se estende para o sul encontrando a depressão central, encaixado em falha. No planalto norte-noroeste possui um bloco da formação Serra Geral em dissecação devido a drenagens

centrífugas, tais como o alto rio Jacuí, por sua vez encaixado em lineamento estrutural. (SALAMUNI *et al.* 2015).

Estudos mais recentes relacionados aos temas neotectônica, compartimentação geomorfológica e morfotectônica, são fundamentais para ampliar a área de conhecimento geotectônico no Brasil, podemos citar, como exemplos, os trabalhos de (ROBAINA *et al.*, 2010), com o estudo denominado “Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil: proposta de classificação” que tem como objetivo apresentar feições geomorfológicas em uma escala regional, trazendo estudos mais aprofundados sobre a mesma e também o trabalho de (BARBOSA; LIMA e FURRIER, 2013) intitulado “Anomalias em padrões de redes de drenagem como fator de verificação de neotectônica – um estudo de caso nas sub-bacias do rio Mamuaba-PB” com objetivo de trazer a importância acerca dos estudos relacionados a rede de drenagem e a influência tectônica . Além disso, podemos citar o trabalho de (PETRINI, 2008), abordando um estudo relacionado ao “Mapeamento morfoestrutural e evolução do relevo na Bacia no rio Bonito-SP, tendo como objetivo geral estabelecer relações entre a evolução do relevo e a compartimentação morfoestrutural. Por fim, outro trabalho de grande relevância nessa área de pesquisa é o de (JACQUES, 2013), em que se estuda “ Tectônica transcorrente mesozoica-cenozoica na borda leste da Bacia do Paraná, Estado de Santa Catarina, que tem como objetivo geral analisar as estruturas rúpteis na borda leste da Bacia do Paraná.

Podemos reconhecer o aumento das pesquisas realizadas nessa linha de pensamento, compreendendo que é necessário avançar sobre o assunto, como é caso da Plataforma Sul-americana em que há vários estudos que já comprovaram que existem áreas na plataforma que são influenciadas pelos agentes do tectonismo, principalmente a partir da rede de drenagem.

4.3 A incisão de drenagem e sua relação com a dissecção de relevo

A investigação dos processos, formas e marcas fluviais na paisagem permite o conhecimento sobre as condições e a dinâmica da topografia atual, possibilitando compreender as formas do relevo em seus fatores regionais e como estes aspectos atuam na mudança de diferentes partes da superfície geomorfológica. Nesse sentido,

busca-se compreender de que maneira os agentes endógenos e exógenos atuam sobre a modelagem do relevo, como, por exemplo, o caso da incisão de drenagem e a dissecação do relevo e de que modo esses agentes podem estar expressos na configuração da rede de drenagem e das superfícies geomorfológicas.

A rede de drenagem é um importante fator para análise de neotectônica, pois os canais são os primeiros elementos a mostrarem sinais de mudanças do relevo, pois são sensíveis a processos endógenos ou exógenos, como falhas em rochas e erosão dos solos. Conforme Lima, Lavor e Furrier, (2017):

O padrão apresentado por uma rede de drenagem está intimamente ligado à evolução morfológica e morfoestrutural, portanto, intimamente ligada ao seu substrato geológico. A bacia hidrográfica é um sistema inteiramente sensível às variações que advêm dos fenômenos morfotectônicos funcionando como um testemunho dos processos ocorrentes na área sob a qual ela está assentada. Dessa forma, as bacias hidrográficas se comportam como ferramentas importantes para o estudo de indícios de neotectônica, já que quando o terreno sofre qualquer alteração o seu padrão é reajustado às novas condições impostas de forma quase imediata. (LIMA, LAVOR e FURRIER, 2017, p. 212).

Por isso, o estudo das superfícies geomorfológicas através da rede de drenagem é considerado importante. A rede de drenagem pode apresentar declives, cortes abruptos, indicando fatores supostamente relacionados com a tectônica.

Em relação à incisão vertical dos canais, os rios alteram a conformação das superfícies geomorfológicas ao longo do tempo escavando-as e recortando-as. Sobre isso, pode-se afirmar, conforme Bonnet et al. (1998, 2000 apud REZENDE e CASTRO, 2016), que o entalhamento fluvial, expresso pelo desnível altimétrico entre topos e fundos de vale, pode ser considerado um indicador do grau de dissecação do relevo.

Segundo o IBGE (2009) os modelados de dissecação podem apresentar formas consideradas estruturais ou homogêneas. O modelado de dissecação homogênea é encontrado em litologias diversas não demonstrando um controle estrutural marcante. Tem como características de relevo associadas, a presença de colinas, morros e interflúvios tabulares. Já o modelado de dissecação estrutural diferentemente do padrão homogêneo apresenta um forte controle estrutural, associado a:

Rochas muito deformadas, caracterizando-se por inúmeras cristas, vales e sulcos estruturais, comumente encontradas em rochas metamórficas. No modelado de dissecação estrutural, observam-se padrões de drenagem cujos canais indicam possíveis estruturas geológicas ou acamamento estratigráfico, tais como: os padrões treliça, paralelo e retangular (IBGE, 2009, p.43).

Assim, pode-se analisar duas formas de modelados de dissecação de relevo que apresentam características diferentes, que são diferenciadas através dos topos e pelo arranjo das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem.

4.4 A influência da estrutura geológica e dos mecanismos tectônicos

O relevo não é estático, mas sim dinâmico. Essas mudanças podem ocorrer em tempos diversos. Isso vai depender de diferenciados fatores, por exemplo, o tipo da rocha, a região situada, o clima, fatores endógenos como o movimento de placas ou tectônicos, falhamentos, basculamentos, entre outros fatores que atuam na formação e na transformação do relevo. Por isso é importante compreender como esses agentes atuam e esculpem as diversas formas do relevo.

A distribuição espacial e geográfica das superfícies geomorfológicas de determinada área ajuda a supor e a identificar aspectos de ordem endógena e exógena na esculturação do relevo, na medida em que evidencia as possíveis rupturas topográficas expressas a partir desse tipo de mapeamento. E essas podem indicar marcas na paisagem relacionadas a aspectos estruturais das rochas ou ao comportamento da rede de drenagem que podem ter influenciado a configuração do relevo.

Em relação às mudanças das superfícies geomorfológicas ocasionadas a partir da estrutura geológica, compreende-se qualquer forma de relevo que seja esculpida através da deformação de rochas. Segundo Guerra (1993) em seu dicionário-geomorfológico, a deformação da rocha é a modificação da mesma em forma, assim distorcida e em volume, ocorrendo a dilatação. As deformações podem ocorrer em duas formas: a primeira é a deformação adiastrófica, onde as modificações não necessitam das forças tectônicas e a segunda deformação é a diastrófica. A deformação diastrófica ocorre em função de esforços tectônicos. As rochas em processo de deformação podem dobrar e ou fraturar. Falhamentos e dobramentos são

as formações deformacionais mais comuns em rochas sedimentares, metamórficas e magmáticas (REIS, 2011).

As falhas são superfícies de fratura em que ocorreu ou ocorre o deslocamento parcial ou movimentação entre dois blocos em que os lados desses blocos tendem a ser planos. Os falhamentos são causados pelas tensões tectônicas nas rochas e camadas geológicas que podem acontecer em espaços muito pequenos até extensões continentais. As falhas podem ser ativas ou inativas. As falhas ativas passaram por um ou mais deslocamentos nos últimos milhares de anos e as inativas não possuem deslocamentos (WINGE *et al*, 2001). As falhas comumente se expressam na paisagem e no relevo por meio da presença de escarpas, embora não haja sempre relação direta entre escarpas e falhamentos.

Há diferentes modos de se classificar falhas, como por exemplo: as falhas normais, as falhas inversas e as falhas transcorrentes. As falhas normais são geradas através do ponto de cisão que abaixa o bloco em relação à superfície da falha, ocorrendo por causa da pressão exercida no local onde se gera uma tensão negativa. Além disso, as falhas normais são as mais suscetíveis ao surgimento de escarpas, em decorrência da drenagem começam a erodir rapidamente (SALAMUNI, 2013).

As falhas inversas ocorrem quando uma parte do bloco sobe em relação ao plano de falha, com isso soerguendo sua superfície. Este movimento acontece pela compressão tectônica que é responsável pela contração do espaço ocupado pelo bloco de rocha. As falhas transcorrentes ocorrem por causa de um movimento paralelo entre dois blocos. Nesse tipo de falha acontece o deslocamento relativo à medida que acontece o deslizamento horizontal entre os blocos adjacentes. (SALAMUNI, 2013).

Na Bacia do Paraná são reconhecidas complexas malhas de alinhamentos/lineamentos estruturais por diversos autores (ZALÁN *et al.* 1990; SOARES *et al.* 1982). Quando da abertura do Atlântico Sul – Evento Sul-Atlântico – Zalán *et al.* (1990) reconheceram forte reativação do sistema de falhas orientadas pela direção NW identificadas por Soares *et al.* (1982). Esses e outros lineamentos tiveram papel importante ao longo do preenchimento sedimentar da bacia. No entanto, o papel dessas falhas na compartimentação e evolução geomorfológica do interior da bacia é, em muitos casos, menos preciso quando se consideram os períodos Neógeno e Quaternário. Para esses períodos geológicos, admite-se que a modelagem do relevo esteve atrelada à atividade neotectônica, caracterizada por um incremento no

soerguimento epirogenético, muito bem manifestado nas bordas da bacia, a partir do Terciário, sob influência de alternâncias climáticas e marcante controle litoestrutural (BARTORELLI, 2004).

O planalto basáltico da Bacia do Paraná divide-se em duas grandes províncias geomorfológicas, em função da geografia e do arcabouço tectônico da bacia. Almeida (1956) *apud* Bartorelli (2004, p.97) reconheceu um limite natural entre essas duas províncias coincidente com estruturação regional de direção E-W, a qual passa pelas cachoeiras de Sete Quedas (PR). À porção ao norte das cachoeiras, com preenchimento de depósitos do Grupo Bauru, deu a denominação de Bacia do Alto Paraná, enquanto a parte ao sul foi subdividida em Zona das Missões e Planalto das Araucárias, mais a leste. Esta última onde se encontra a média-baixa bacia do rio da Várzea.

5 ÁREA DE ESTUDO

A média-baixa bacia do rio da Várzea (Figura 2) está localizada na região sul do Brasil, no contexto geotectônico da Bacia Sedimentar do Paraná e no macrocompartimento geomorfológico do Planalto das Araucárias (IBGE, 2003) desdobrado segundo o PROJETO RADAM BRASIL em subcompartimentos planálticos denominados de Planalto Dissecado do rio Uruguai, Planalto de Santo Ângelo¹ e Planalto dos Campos Gerais. Está localizada entre as coordenadas geográficas 27°00' a 28°20' de latitude sul e 52°30' a 53°50' de longitude oeste, no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Encontram-se na área objeto deste estudo as sedes urbanas de Carazinho, Frederico Westphalen, Palmeira das Missões e Sarandi, dentre outras. Para este estudo, os limites do que se denomina média-baixa bacia do rio da Várzea (U100) são dados conforme a subdivisão hidrográfica da Secretaria de Meio Ambiente – DRH – do Estado do Rio Grande do Sul (2008).

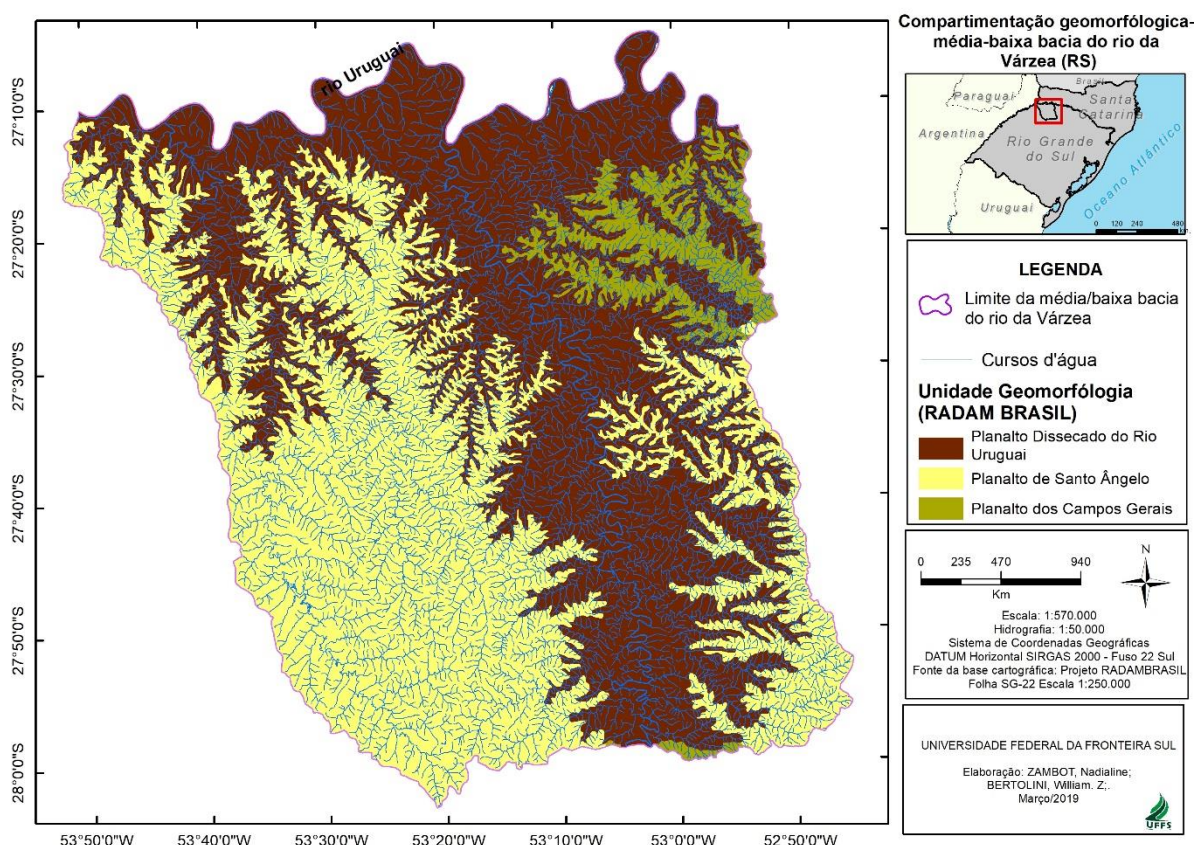


Figura 2: Mapa geomorfológico da média-baixa bacia do rio da Várzea (RS).

¹ Segundo o (IBGE, 2003) o Planalto de Santo Ângelo faz parte do Planalto das Missões.

O rio da Várzea é um dos principais afluentes da margem esquerda do rio Uruguai em seu alto curso. Um dos motivos para a escolha dessa área foi pela mesma ser litologicamente homogênea, o que tende a facilitar a interpretação da atuação de fatores estruturais no modelado tendo em vista a isenção da variação litológica nesse tipo de influência.

O rio da Várzea nasce a oeste da cidade de Passo Fundo (RS) a cerca de 687 metros de altitude e deságua na margem esquerda do rio Uruguai a cerca de 230 metros de altitude, em torno de 7 quilômetros a oeste de Iraí-RS. A área da média-baixa bacia do rio da Várzea possui 7.514,88 km² de área.

De acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), os domínios morfoestruturais constituem parte do maior táxon na compartimentação do relevo. Sendo de grande importância para o reconhecimento de diferentes unidades geomorfológicas e os agentes atuantes nas mudanças e processos de desenvolvimento do relevo e suas formas. Além disso,

ocorrem em escala regional e organizam os fatos geomorfológicos segundo o arcabouço geológico marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas. Esses fatores, sob efeitos climáticos variáveis ao longo do tempo geológico, geraram amplos conjuntos de relevos com características próprias, cujas feições embora diversas, guardam, entre si, as relações comuns com a estrutura geológica a partir da qual se formaram (IBGE, 2009, p.28).

O domínio morfoestrutural que compreende a área de estudo é a bacia sedimentar do Paraná. Morfológicamente, trata-se de planaltos e chapadas expressos sobre rochas horizontais e sub-horizontais, em ambientes diversificados de sedimentação, arranjados nas margens continentais e ou no interior do continente (IBGE, 2009).

As regiões geomorfológicas compreendem o segundo conjunto taxonômico do relevo. Conforme Ross (2011), as regiões geomorfológicas são agrupamentos de unidades de relevo que apresentam semelhanças resultantes da convergência de fatores de sua evolução. Além disso, apresenta compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais, por conta de agentes climáticos do passado e atuais, atuam com características genéticas, dessa maneira agrupando feições semelhantes (IBGE, 2009).

O Planalto das Missões e o Planalto das Araucárias conforme (IBGE, 2003) são as regiões geomorfológicas localizadas dentro da média-baixa bacia do rio da Várzea. O Planalto das Missões compreende grande parte da bacia do rio da Várzea como região geomorfológica, com altitudes entre 180 e 500 metros, em alguns pontos alcançando até 700 metros. As altimetrias possuem um caimento para oeste e norte em orientação ao vale do rio Uruguai. Possui superfícies levemente onduladas que correspondem a restos de uma superfície de aplainamento (ROBAINA *et al.*, 2010).

Suas formas de relevos são bastantes homogêneas, constituídas por colinas suaves e arredondadas, modeladas sobre rochas vulcânicas básicas predominantemente e sobre seus mantos de intemperismo. Conforme a Fepam (2009, p. 39), “esta topografia plana e a grande capacidade de alteração dessas rochas possibilitaram o aparecimento de solos de grande profundidade e excepcional capacidade agrícola”. De acordo com o estudo realizado pelo projeto Radam Brasil;

Os traços fundamentais da drenagem do Planalto das Missões são dados por afluentes da margem esquerda do rio Uruguai, entre os quais se destacam o rio da Várzea, o rio Turvo e o rio Passo Fundo, que teve o seu curso barrado com a finalidade de produzir energia elétrica. A drenagem principal se dispõe predominantemente na direção S-N. A dissecação homogênea modelou a superfície do Planalto das Missões em formas colinosas e lombas esbatidas e alongadas no sentido dos eixos da drenagem. Regionalmente as lombas e as colinas são conhecidas com o nome de coxilhas, constituindo-se em uma característica bastante conspícua deste planalto (IBGE, 2018, p. 368).

O que se pode destacar em relação a este planalto é que por conta de sua dissecação homogênea houve o modelamento de superfícies em formas de colinas e lombas alongadas no sentido dos eixos de drenagem (FIGURAS 3 e 4).



Figura 3: Vista panorâmica a partir do interflúvio leste da média-baixa bacia do rio da Várzea: RS-324 entre Alto Recreio e Três Palmeiras. Foto: William Zanete Bertolini



Figura 4: Vista da morfologia do Planalto das Missões entre Pontão e Ronda Alta (RS) a partir da rodovia RS-324 (interflúvio leste da bacia). Longas vertentes suave onduladas com topos nivelados. Foto: William Zanete Bertolini

As unidades geomorfológicas fazem parte do terceiro nível taxonômico. Conforme Casseti (2005) as unidades geomorfológicas:

Correspondem a “formas fisionomicamente semelhantes em seus tipos de modelado; a similitude resulta de uma determinada geomorfogênese, inserida em um processo sincrônico mais amplo. (...). Cada Unidade Geomorfológica

mostra tipos de modelado, processos originários e formações superficiais diferenciadas de outras” (Barbosa et al, 1984). “O comportamento da drenagem, seus padrões e anomalias são tomados como referencial na medida que revelam as relações entre os ambientes climáticos atuais ou passados e as condicionantes litológicas ou tectônicas” (IBGE, 1995) (CASSETI, 2005, p.5).

Em relação às unidades geomorfológicas situadas na área de estudo, identificam-se três: o Planalto de Santo Ângelo, Planalto Dissecado do rio Uruguai, e o Planalto dos Campos Gerais.

A unidade geomorfológica do Planalto de Santo Ângelo, encontra-se nas folhas SH. 21 Uruguaiana e SH. 22 Porto Alegre, ocupando a porção sudoeste mapeada, com os limites interligando o Planalto Dissecado do rio Uruguai. A litologia da unidade conforme o Projeto Radam Brasil (2018):

É constituída fundamentalmente por rochas efusivas básicas da Formação Serra Geral. Secundariamente ocorrem manchas esparsas de arenito da Formação Tupanciretã, de idade terciária. Esses arenitos são finos, quartzosos, friáveis, de coloração vermelha, aflorando com mais frequência nas áreas de topo das colinas que formam a unidade (IBGE, 2018, p. 368).

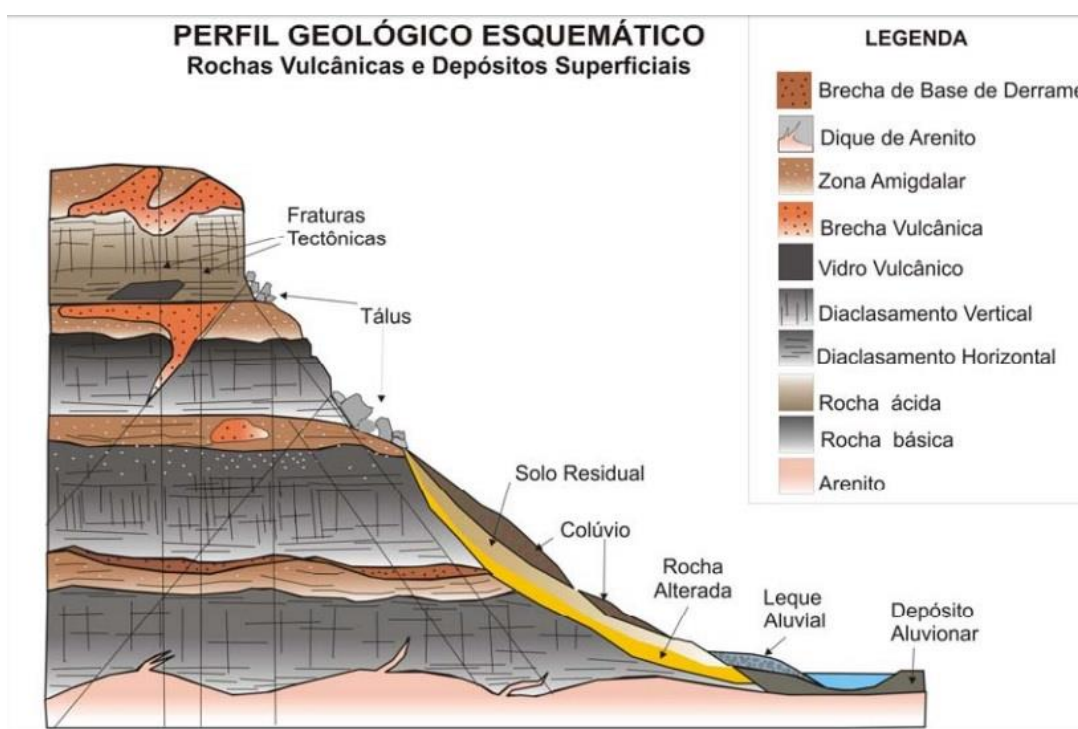
Em relação ao relevo do planalto de Santo Ângelo, conforme o projeto Radam Brasil (IBGE, 2018), trata-se de um modelado de dissecção homogênea. A densidade da rede de drenagem no planalto de Santo Ângelo é grosseira e os níveis entre fundos de vales e topos não ultrapassam os 30 metros. Possuindo geralmente colinas que são separadas por áreas planas. Em relação aos processos erosivos eles são bastante presentes nessa região, principalmente na localização da formação rochosa do arenito Tupanciretã, esses fenômenos são salientados através de sulcos, ravinas e voçorocas, ocorrendo em vertentes e em cabeceiras de drenagem.

O Planalto Dissecado do rio Uruguai faz parte da região geomorfológica do Planalto das Araucárias e é composto por vales profundos associados a uma morfogênese de caráter predominantemente fluvial resultante do trabalho da dissecção dos rios sobre rochas efusivas básicas (IBGE, 2018).

Essa unidade geomorfológica tem como destaque os processos erosivos, na qual tem destaque o rio Pelotas, possuindo um controle estrutural muito intenso, exprimindo vales muitos encaixados e com profundidades superiores a 1000 metros e rios com leitos rochosos (IBGE, 2018, p.372). Segundo o Projeto RADAM Brasil,

A Unidade Geomorfológica Planalto Dissecado Rio Iguaçu – Rio Uruguai apresenta modelados resultantes dos processos de dissecção que atuaram na área, associados a fatores estruturais. Estes fatores são dados pela geologia da área, constituída por sequências de derrames das rochas efusivas que se individualizaram por suas características morfológicas e petrográficas, principalmente. Por outro lado, também o derrame apresenta variações internas (IBGE, 2018, p. 372).

Nessa perspectiva, a explicação da influência de possíveis fatores estruturais sobre a morfologia, pode estar associada à geologia dos derrames basálticos, à constituição química e viscosidade das lavas, dentre outros. A Figura 5 demonstra algumas das características dos derrames presentes na área. Tais características podem afetar a rede de drenagem e a dissecção do relevo. Estas características estruturais juntamente com as condições climáticas facilitaram zonas de intemperismo em regiões de maior fraqueza (IBGE, 2018).



Fonte: Relatório Projeto Frag-Rio Etapa 1. UFSM/UNIPAMPA, 2009. Adaptado de NUMER (2003).

Figura 5: Perfil geológico esquemático das rochas vulcânicas e depósitos superficiais na bacia do Alto Uruguai

O Planalto dos Campos Gerais compreende as maiores cotas altimétricas (Figura 6) registradas na média-baixa bacia. Observando seu contexto regional, esta unidade exprime um caimento natural para o oeste. Este planalto indica uma unidade

de relevo plana, com leves ondulações, em decorrência do seu substrato rochoso efusivo ácido, que imprime maior resistência ao trabalho de erosão. (FEPAM, 2009).

Além disso, possui o predomínio de muitos lineamentos e falhamentos, ambos os casos são ocupados pelos cursos d'água. Em relação à dissecação apresenta-se na direção leste da unidade, cada vez mais aprofundado, relacionado ao trabalho mais complexo da erosão sobre as linhas estruturais, assim produzindo vales profundos e bastante entalhados (FEPAM, 2009).

Ainda de acordo com o projeto Radam Brasil (IBGE, 2018), o Planalto dos Campos Gerais:

[...] funciona como área divisora de drenagem. Assim é que o Planalto de Guarapuava funciona como divisora entre os rios que, para norte, dirigem-se para o rio Piquiri e, para sul, drenam para o rio Iguaçu; o Planalto de Palmas e o do Capanema são divisores entre a drenagem do rio Iguaçu e do rio Uruguai; já o Planalto de Campos Novos divide drenagem para os rios Iguaçu, Uruguai e Itajaí-Açu. Os rios maiores, ao drenarem áreas desta Unidade, mostram geralmente vales encaixados com patamares dissimulados nas encostas e cursos tortuosos, com algumas curvas meândricas. Entre eles se destacam os rios Pelotas, Canoas, Chapecó e Jordão. Estes rios apresentam, com muita frequência, corredeiras e pequenas cachoeiras resultantes das diferenças internas nos derrames das rochas efusivas. Os rios menores que drenam a Unidade geralmente têm suas nascentes nas *dales*, e o direcionamento de seus cursos obedece a controle estrutural, dado pelas fraturas e disjunções das rochas efusivas. Esta drenagem de pequeno porte, em alguns trechos da unidade, ocorre de forma incipiente, sem canais de escoamento definidos, representados por áreas brejosas alongadas, com cobertura vegetal de gramíneas. (IBGE, 2018, p. 369).

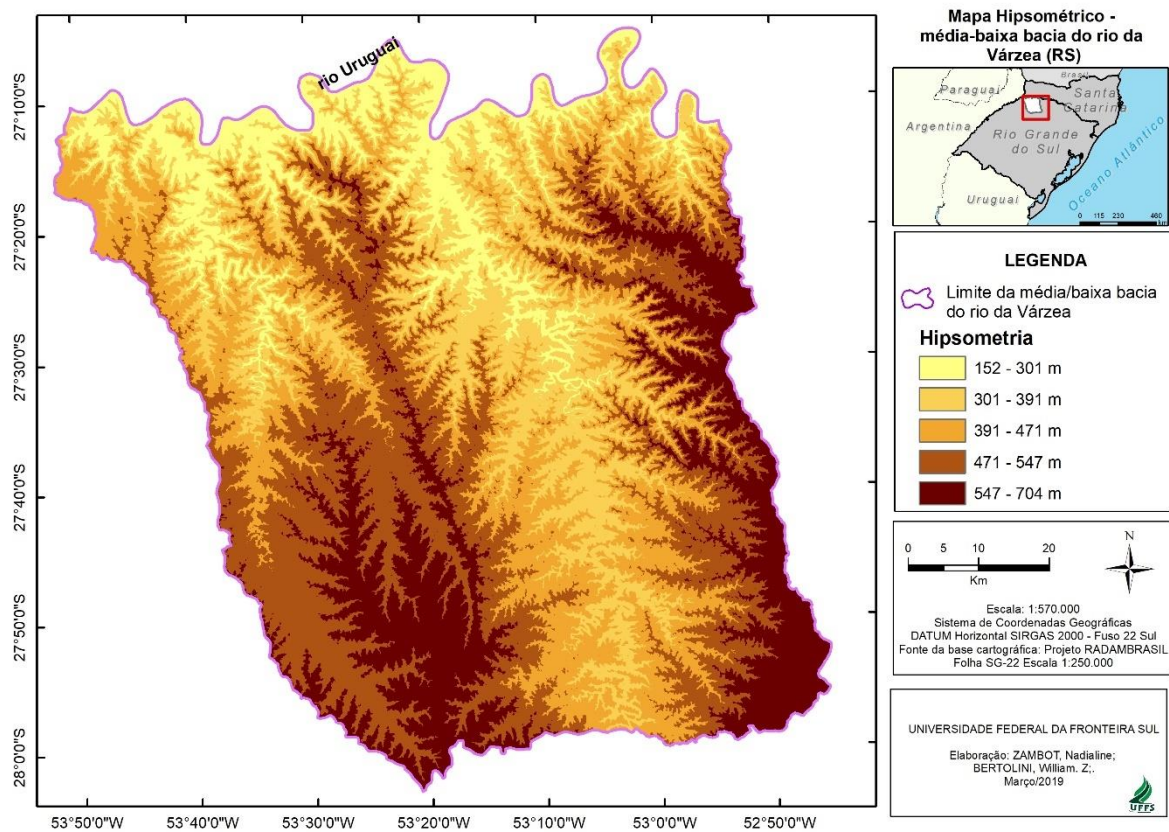


Figura 6: Mapa Hipsométrico da média-baixa bacia do rio da Várzea-RS

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Densidade da rede de drenagem

A densidade da rede de drenagem corresponde à relação entre o comprimento total da rede de drenagem e a área da bacia. Sobre a densidade da drenagem pode-se analisar que:

O comportamento hidrológico das rochas, em um mesmo ambiente climático, vai repercutir a densidade de drenagem, ou seja, onde a infiltração é mais dificultada há maior escoamento superficial, gerando possibilidades maiores para esculturação de canais permanentes e conseqüentemente densidade de drenagem mais elevada. (TEODORO et al, 2007, p.150).

Através da análise do mapa de densidade (Figura 7) pode-se perceber que há concentração de densidade alta na porção mais a jusante da média-baixa bacia, predominando praticamente em toda a extensão longitudinal ao longo do rio Uruguai. Vale ainda ressaltar que a montante também há localidades com densidade alta, mas com pouca predominância, que vão estar localizadas no extremo sul da média-baixa bacia.

As cotas altimétricas que compreendem a região com densidade alta de rede drenagem estão entre 152 a 391 metros, consideradas altitudes poucos expressivas. Esta porção da área de estudo que possui densidade de rede de drenagem alta, tem predomínio em quase toda sua extensão, na unidade geomorfológica do Planalto Dissecado do rio Uruguai.

A maior parte da área de estudo é composta por densidade de drenagem média, distribuída pela parte mais central a leste da média-baixa bacia. Nessa região as cotas altimétricas variam entre 152 a 704 metros, mas a maior parte é composta por altitudes abaixo dos 547 metros de altitude. A área composta pela densidade média abrange as unidades geomorfológicas do Planalto Dissecado do rio Uruguai, sendo a maior parte, e o Planalto de Santo Ângelo constitui a menor parte em relação a área com densidade média.

A densidade da rede de drenagem considerada baixa concentra-se na região mais sudoeste da área de estudo. Nessa parte estão expressas as maiores cotas altimétricas (entre 547 a 704 metros) e a unidade geomorfológica com maior predomínio nessa localidade é o Planalto de Santo Ângelo.

Conclui-se que as regiões com densidade alta se relacionam às cotas altimétricas menos expressivas da média-baixa bacia. Em relação à densidade média, as cotas altimétricas se apresentam abaixo dos 547 metros de altura. Onde se tem o predomínio de densidades de drenagem baixas encontram-se as maiores altitudes da área de estudo, até os 704 metros de altitude. Uma das hipóteses para essa relação entre altitude e densidade da rede drenagem pode ser ocasionada pelos processos erosivos.

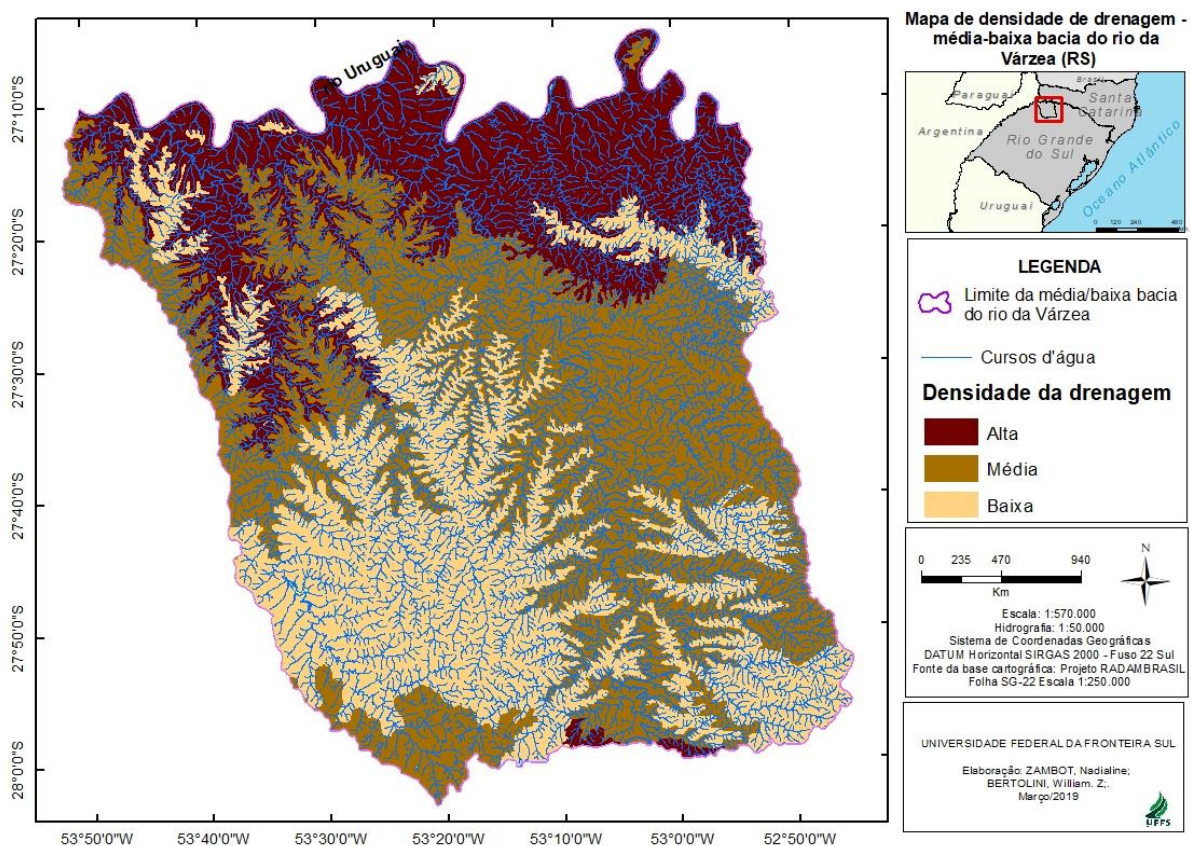


Figura 7: Mapa de densidade de drenagem da média-baixa bacia do rio da Várzea-RS.

6.2 Aprofundamento de incisão da rede de drenagem da média-baixa bacia do rio da Várzea (RS)

A distribuição do aprofundamento das incisões na média-baixa bacia do rio da Várzea (Figura 8), conforme o Radam Brasil (IBGE, 2018), indica que a maior parte da área de estudo possui incisão média (maior que 100 e até 150 metros), predominando na porção a jusante na porção central da média-baixa bacia. Já a menor parte da área de estudo possui incisão muito forte (maior que 200 metros),

estando localizada na porção leste-nordeste da bacia do rio da Várzea-RS. A incisão forte (maior que 150 metros a 200 metros) também é pouco expressiva estando localizada basicamente na porção leste-nordeste, mas em maior extensão fazendo limites com trechos com áreas que possuem incisão fraca e muito fraca.

A incisão muito fraca (até 50 metros) também possui grande porção na área de estudo, concentrando-se na parte mais sul-sudoeste e nas bordas a leste da média-baixa do rio da Várzea-RS. A incisão fraca (50 a 100 metros) apresenta-se dispersa pelas áreas centrais (bordas leste e oeste) e baixas da média-baixa bacia, em concentrações irregulares.

Nessa localidade, a jusante da bacia, foi possível verificar em relação as cotas altimétricas, altitudes poucos expressivas não ultrapassando os 391 metros. Compreende duas unidades geomorfológicas sendo elas: Planalto dissecado do rio Uruguai e Planalto de Santo Ângelo.

Em relação à densidade da rede de drenagem e à incisão pode-se perceber que onde predominam incisões fraca e média a densidade da rede de drenagem destaca-se como baixa e média. Já na porção nordeste na qual as áreas possuem incisões forte e muito forte, a densidade na rede de drenagem é alta.

Coincidente com as cotas altimétricas na porção sudoeste e leste entre 471m e 704m e aprofundamento de incisão muito fraco, a densidade é predominantemente baixa a média.

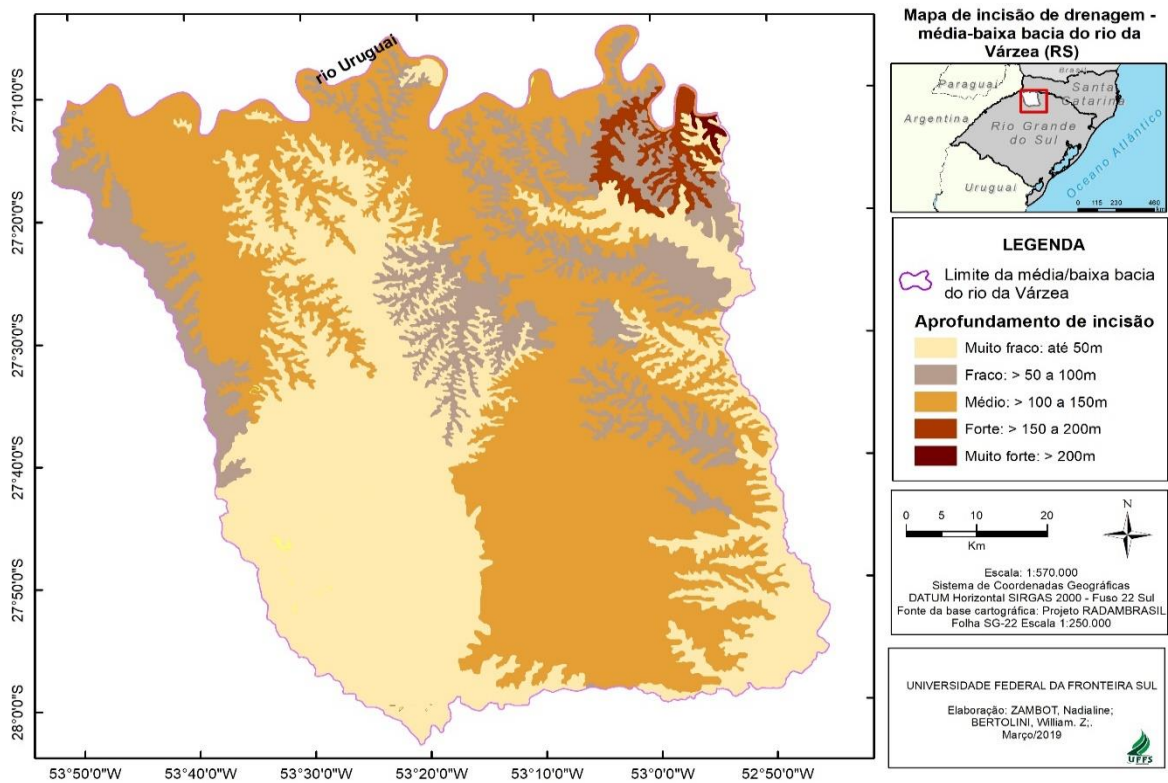


Figura 8: Mapa de aprofundamento de incisão da média-baixa bacia do rio da Várzea (RS).

6.3 Mapeamento de isobase

O levantamento das confluências de 2^a e 3^a ordens para a composição do mapa isobase resultou na seguinte frequência de confluências conforme as cotas altimétricas (FIGURAS 9 e 10). Estão presentes na média-baixa bacia do rio da Várzea 252 confluências de 2^a ordem e 39 confluências de 3^a ordem.

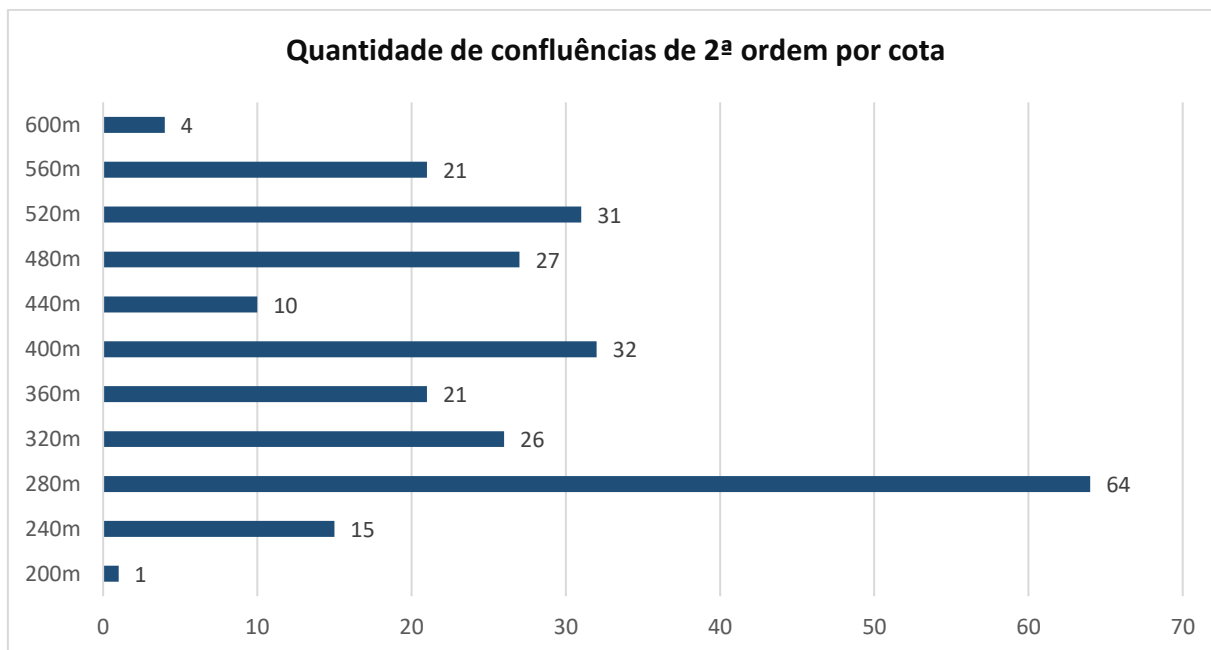


Figura 9: Distribuição da frequência de confluências de 2ª ordem conforme a cota altimétrica. Fonte: Nadialine Zambot

Em relação às confluências de 2ª ordem, constata-se que o maior número dessas confluências é encontrado junto à cota de 280 metros de altitude, e o menor número dessas confluências é encontrado junto à cota de 200 metros de altitude. Apresenta-se desta forma uma variação de 80 metros de altitude, que diferencia do maior para o menor número de confluências.

A cota altimétrica mais alta apresentou somente quatro confluências que fazem interseções entre si. As cotas altimétricas entre 560 metros à 480 metros, apresentaram números relativamente próximos entre si, apresentado variação máxima de 10 confluências entre si.

Já as cotas altimétricas entre 440 metros à 320 metros apresentaram-se de forma mais heterogênea, em que a maior altitude apresenta apenas 10 confluências enquanto o restante apresentou valores acima de 21 confluências. Por fim as cotas altimétricas de menores altitudes da área de estudo foram as que apresentaram maior discrepância entre a quantidade de confluências de 2ª ordem, na qual a cota de 280 metros possui 64 confluências, a cota de 240 metros possui 15 confluências e a cota de 200 metros apresenta apenas uma confluência.

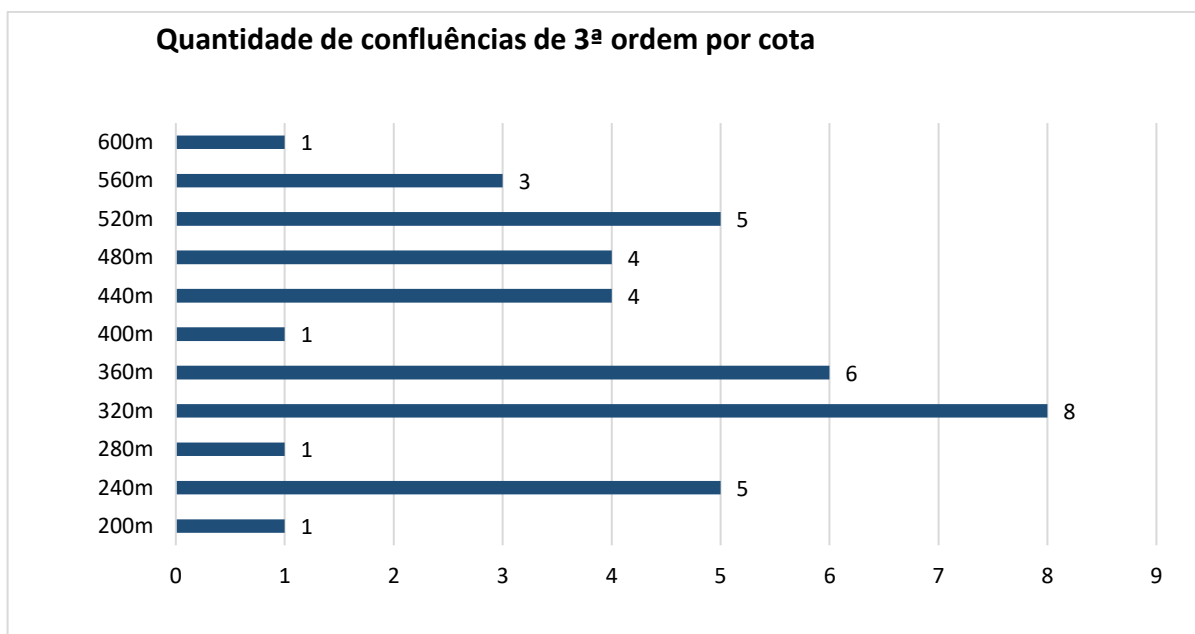


Figura 10: Distribuição da frequência de confluências de 3ª ordem conforme a cota altimétrica. Fonte: Nadialine Zambot.

Em relação às confluências de 3ª ordem, constata-se que o maior número dessas confluências é encontrado junto à cota de 320 metros de altitude. Já o menor número de confluências é encontrado junto às cotas de 600, 400, 280 e 200 metros, apresentando assim uma maior variabilidade. Percebe-se desta forma, uma variação grande entre os valores, sendo a maior quantidade de confluências encontrada em apenas uma cota altimétrica, diferentemente do que acontece nas confluências de menor número, que estão localizados em mais de uma cota altimétrica.

A Figura 11 apresenta o mapa de nível de base da média-baixa bacia do rio da Várzea. Em grande medida, nota-se a semelhança entre os dois níveis de superfície demonstradas pelas tonalidades de verde e azul na relação com os compartimentos do Planalto Dissecado do rio Uruguai (tonalidade verde) e o Planalto dos Campos Gerais (tonalidade azul), no limite das quais se concentram as anomalias que foram identificadas através do mapeamento de isobase. As anomalias foram indicadas na Figura 11 por meio dos círculos vermelhos. Nessa região ainda se apresentam áreas com incisão média maior que 150 a 200 metros de altitude.

Em relação à densidade da rede de drenagem pode-se perceber que a maior parte onde foram identificadas as anomalias da rede de drenagem, as densidades presentes variam de altas a médias.

As isolinhas interpoladas pelo método RST apresentaram compressões nas áreas marcadas em vermelho na Figura 9. Segundo Golts e Rosenthal (1993) essas compressões ou justaposições podem ser indicativas de mergulhos abruptos de camadas ou falhamentos. Os mesmos autores afirmam que o aumento do volume das isolinhas no sentido jusante de uma bacia tendem a indicar subsidência (GOLTS e ROSENTHAL, 1993, p.310). No entanto, os autores admitem que se tratando de limites entre compartimentos geomorfológicos, como é o caso da área deste estudo, pode-se tratar de eventos completamente independentes do fator tectônico (GOLTS e ROSENTHAL, 1993, p.311).

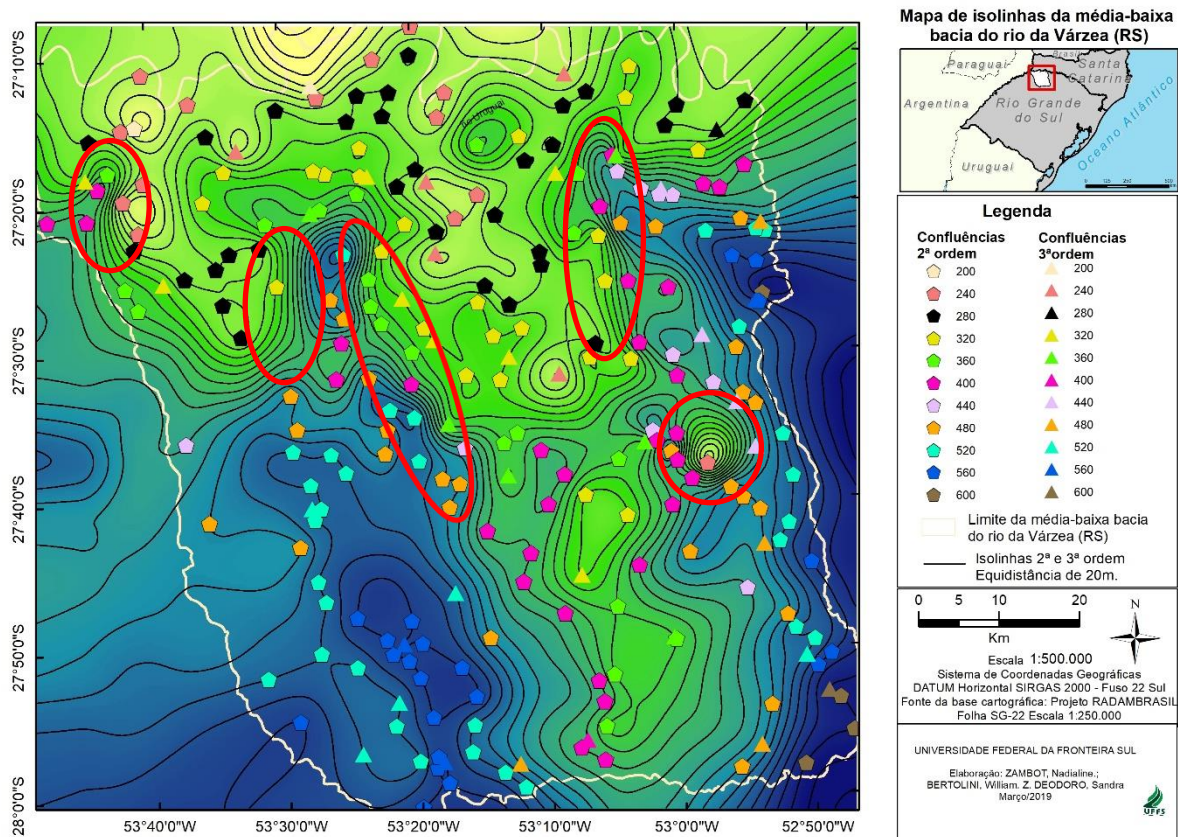


Figura 11: Mapa de isobase da média-baixa bacia do rio da Várzea (RS).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método da superfície isobase mostrou-se uma interessante ferramenta em apontar anomalias indicadas pelas isolinhas de base na média-baixa bacia do rio da Várzea. Foram identificadas 5 áreas onde as isolinhas de base se comprimem, tendendo a indicar alguma anomalia, supostamente, de caráter estrutural (?). Através desse método, não é possível identificar quais os fatores que ocasionaram estas anomalias, uma vez que os dados de entrada para a interpolação da superfície e para o mapa isobase são apenas a rede de drenagem e a altimetria.

Sugere-se no entanto que elas devem ter alguma relação com a evolução morfogenética da área, na medida em que se situam no contato entre unidades planálticas diferentes, o que seria necessário um estudo mais aprofundado para compreender os fatores que exprimem esses tipos de anomalias e como elas se comportam em relações a este fatores, e ainda de que forma isso resulta no processo de transformação da superfície geomorfológica.

Esse método de mapeamento de isobase auxilia no desenvolvimento de estudos em escala regional, facilitando o entendimento das modificações da superfície geomorfológica que são impulsionadas por causa de fatores relacionados à estrutura geológica.

Ademais, o mapeamento de isobase coincidiu com a compartimentação geomorfológica proposta pelo RADAM BRASIL (2018), pelo qual foi possível analisar que as anomalias das isolinhas de base se concentram nas áreas de transição entre o Planalto de Santo Ângelo e o Planalto Dissecado do rio Uruguai, localizadas na porção mais a jusante da média-baixa bacia do rio da Várzea-RS.

Em relação aos mapas construídos a partir da base de dados do Projeto Radam Brasil, como os dados hipsométricos, de densidade de drenagem, aprofundamento de incisão e compartimentação geomorfológica, foi possível analisar diversos fatores na área de estudo e assim compreender que todos esses fatores possuem influência e interligação entre si, com isso, modificando as superfícies geomorfológicas identificadas neste trabalho.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz Nacib. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 52, p. 1-22, 1977.

BARBOSA, Tamires Silva; DE LIMA, Vinicius Ferreira; FURRIER, Max. ANOMALIAS EM PADRÕES DE REDES DE DRENAGEM COMO FATOR DE VERIFICAÇÃO DE NEOTECTÔNICA—UM ESTUDO DE CASO NAS SUB-BACIAS DO RIO MAMUABA-PB. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 26, p. 195-213, 2013.

BARTORELLI, A. Origem das grandes cachoeiras do Planalto Basáltico da Bacia do Paraná: evolução quaternária e geomorfologia. **Geologia do Continente Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Becca Produções Culturais, São Paulo, Brazil, p. 95-111, 2004.

CASSETI, Valter. **Cartografia Geomorfológica**. Geomorfologia. 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 01 set. 2018

DANIELS, Raymond Bryant; GAMBLE, Erling E.; CADY, J. G. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. In: **Advances in Agronomy**. Academic Press, 1971. p. 51-88.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO-DSG. Folha SG.22-Y-C-II. Campos Novos. Escala 1:100.000. Ministério do Exército. 1981.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO-DSG. Folha SG.22-Y-C-II. Chapecó. Escala 1:100.000. Ministério do Exército. 1973.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO-DSG. Folha SG.22-Y-C-II. Frederico Westphalen. Escala 1:100.000. Ministério do Exército. 1984.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO-DSG. Folha SG.22-Y-C-II. Palmeiras das Missões. Escala 1:100.000. Ministério do Exército. 1984.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO-DSG. Folha SG.22-Y-C-II. Santa Bárbara do Sul. Escala 1:100.000. Ministério do Exército. 1984.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO-DSG. Folha SG.22-Y-C-II. Sarandi. Escala 1:100.000. Ministério do Exército. 1982.

Diretoria de Serviço Geográfico do Exército DSG. Folha SG.22-Y-C-II. Três Passos. Escala 1:100.000. Ministério do Exército. 1988.

FILOSOFOV, V. P. Brief guide to morphometric methods in search of tectonic structures. **Saratov University Public House, Saratov (Russian language)**, 1960.

FREITAS, Ruy Ozorio de. Ensaio sobre a tectônica moderna do Brasil. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo**.

Geologia, n. 6, p. 7-107, 1951.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER-FEPAM. **Desenvolvimento metodológico e tecnológico para avaliação ambiental integrada aplicada ao processo de análise de viabilidade de hidrelétricas**. FRAG-RIO. Relatório Etapa 1. USFM/UNIPAMPA. Porto Alegre, 2009.

GOLTS, S.; ROSENTHAL, E. A morphotectonic map of the northern Arava in Israel, Israel derived from isobase lines. **Geomorphology**. 7, 1993. p.305-315.

GROHMANN, Carlos Henrique; RICCOMINI, Claudio; CHAMANI, M. A. C. Regional scale analysis of landform configuration with base-level (isobase) maps. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 15, n. 5, p. 1493-1504, 2011. Disponível em: <http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/16647/art_GROHMANN_Regional_scale_analysis_of_landform_configuration_with_2011.pdf?sequence=1> Acesso em: 07 ago. 2018.

GUERRA, Antonio Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 464 p.

GUIMARÃES, Djalma. **Arqui-Brasil e sua evolução geológica**. 1951.

HARTWIG, Marcos Eduardo; RICCOMINI, Claudio. Análise morfotectônica da região da Serra dos Orgãos, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.neotectonica.ufpr.br/morfotectonica/analise.pdf>> Acesso em: 06 set. 18.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha Chapecó SG. 22-Y-C**. Geologia. Estado do Rio Grande do Sul. 2003. Escala: 1:250.000

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha Chapecó SG. 22-Y-C**. Geomorfologia. Estado do Rio Grande do Sul. 2003. Escala: 1.250.000

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha SG.22 Curitiba, parte da folha SG.21 Asunción e folha SG.23 Iguape**. 2018. Levantamento de Recursos Naturais. Relatório do Volume 35. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=2101617>> Acesso em: 17 jan. 19.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE - – IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2ª edição, 2009. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf>> Acesso em: 16 jan. 19.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná. Glossário de termos geológicos. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/glossario/conteudo.php>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

JACQUES, Patricia Duringer. **Tectônica transcorrente mesozoica-cenozoica na borda leste da bacia do Paraná, Estado de Santa Catarina**. 2013. Universidade de São Paulo. São Paulo. (Tese de doutorado). Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44137/tde-10012014-160608/en.php>> Acesso em: 26 set. 2018.

JIMÉNEZ-RUEDA, Jairo Roberto; GOMING, Elizandra Goldoni; LIMA, Meire Mateus de; RIBERO, Luziane Santos. Evolução neo/paleogeográfica de uma bacia hidrográfica, estudo de caso: porção centro-leste da bacia hidrográfica do rio sapucaí-mirim/grande 2017. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 64, p. 376-389.

KRÖHLING, Daniela; BRUNETTO, Ernesto; GALINA, Gabriel; SALAZAR, M. Cecilia. Palaeosurface analysis on the cretaceous basaltic plateau on the upper rio Uruguay basin (NE Argentina and Southern Brazil). **Geociências**. v.30, n.1, p.31-46. São Paulo. 2011.

LADEIRA, Louis De Loczy; Eduardo A. **Geologia estrutural e introdução à geotectônica**. 1 ed. [S.L.]: Edgard, 1976. 528 p.

LEVERINGTON, David W.; TELLER, James T.; MANN, Jason D. A GIS method for reconstruction of late Quaternary landscapes from isobase data and modern topography. **Computers & Geosciences**, v. 28, n. 5, p. 631-639, 2002. Disponível em: <<https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/8408/200211.pdf>> Acesso em 07 ago.18.

LIMA, Vinicius Ferreira; LAVOR, Larissa Fernandes; FURRIER, Max. Estudo Neotectônico em Margem Continental do Tipo Passiva. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, Vol. 21 (2017), n.1, p. 206-215. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/viewFile/21820/pdf>> Acesso em: 06 set. 2018.

MAZIERO, Leandro; WERLANG, Mauro Kumpfer. **Modelado do relevo na folha topográfica de Mata-RS**. V Simpósio Nacional de Geomorfologia I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM - RS, 02 a 07 de Agosto de 2004 Disponível em: <<http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/5/4/Leandro%20Maziero.pdf>> Acesso em: 09 set. 2018.

MITÁŠOVÁ, Helena; MITÁŠ, Lubos. Interpolation by regularized spline with tension: I. Theory and implementation. **Mathematical geology**. v. 25, n. 6, p. 641-655, 1993.

PETRINI, M. A. **Mapeamento Morfoestrutural e Evolução do Relevo na Bacia do Rio Bonito-SP**. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. (Monografia de graduação em bacharel de Geografia).

POWELL, J. W.: Exploration of the Colorado River of the West and its tributaries. Explored in 1869, 1870, 1871, and 1872 under the direction of the secretary of the Smithsonian Institution, Government Printing Office, Washington, 1875.

REIS, Christiane Maria Moura. **Fundamentos da geologia**. 1 ed. João Pessoa: UFPB, 2011. 69 p.

REZENDE, Éric Andrade; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim. Variação espacial e condicionantes do entalhamento fluvial na bacia do Rio Grande, sul de minas gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 4, 2016.

ROBAINA, Luis Eduardo de Souza; TRENTIN, Romário; BAZZAN Thiago; RECKZIEGEL, Elizabete Weber; VERDUM, Roberto; NARDIN, Dionara de. Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil: proposta de classificação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, n. 2, 2010.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 6, p. 17-29, 2011.

SAADI, Allaoua. Neotectônica da Plataforma Brasileira: esboço e interpretação preliminares. **Revista Geonomos**, v. 1, n. 1e2, 1993.

SALAMUNI, Eduardo. Falhas normais e inversas. Universidade Federal do Paraná-UFPR. 2013. Disponível em: <<http://www.neotectonica.ufpr.br/aula-geologia/aula6.pdf>> Acesso em: 05 set. 18.

SALAMUNI, Eduardo. **Neotectônica e Morfotectônica**. Universidade Federal do Paraná-UFPR. s.d. Disponível em: <<http://www.neotectonica.ufpr.br/aula-neotectonica/Aula7.pdf>>. Acesso em: 05 set. 18.

SALAMUNI, Eduardo. **Tectônica da bacia sedimentar de Curitiba (PR)**. 1998. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <<http://www.neotectonica.ufpr.br/grupo-teses/tese-salamuni.pdf>> Acesso em: 10 set. 18.

SALAMUNI, Eduardo; MORALES, Norberto; NASCIMENTO, Edenilson Roberto do.; HASUI, Yociteru. **Análise morfotectônica da região sul do Brasil com vista à caracterização neotectônica**. Anais do XV Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Salamuni/publication/280324574_Morfotectonica_da_Regiao_Sul_do_Brasil/links/55b306db08ae092e9650ab1f.pdf> Acesso em: 08 set. 18.

SANTA CATARINA. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1991. Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/mapas/atlas/AtlasBranco.pdf>> Acesso em: 07 out. 2018.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - SEMA/DRH. Mapa das regiões hidrográficas da bacia do rio Uruguai no Rio Grande do Sul. 2008.

SECRETARIA DO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **U100-Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea**. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/u100-bacia-hidrografica-do-rio-da-varzea>> Acesso em: 15 ago. 2018.

SILVA, Telma Mendes da. Superfícies Geomorfológicas do Planalto Sudeste Brasileiro: Revisão teórico-conceitual. **Geo UERJ**, v. 2, n. 20, p. 1 à 22, 2009.

SLAMA, Tarek; DEFFONTAINES, Benoit; TURKI, Mohamed Moncef. Morphotectonic and Morphodynamic investigations revealed by isobase surfaces analysis and derived differential mapping using GIS, Teboursouk area, northern Tunisia. **Earth Science Informatics**, v. 8, n. 4, p. 759-773, 2015.

SOARES, P. C.; BARCELLOS, P. E.; CSORDAS, S. M. Análise, interpretação e integração de lineamentos a partir de imagens (Radar-Landsat) e suas relações com a tectônica da Bacia do Paraná. **São Paulo: Relatório RT-342/82, Paulipetro. Consórcio CESP/IPT**, 1982.

SOARES, Samia Passarella; LADEIRA, Francisco Sérgio Bernardes; LIESENBERG, Veraldo. Morfometria da bacia do Rio São João, MG: uma proposta de entendimento dos limites e da dinâmica das superfícies erosivas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 2, 2016.

STRAHLER, Arthur N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952.

TEODORO, Valter Luiz Lost; TEIXIERA, Denilson; COSTA, Daniel Jadyr Leite; FULLER, Beatriz Buda. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007.

WINGE, M. et. al. 2001. **Glossário Geológico Ilustrado**. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/falha.htm>> Acesso em: 21 jan. 2018.

Zalán, P. V., Wolff, S. J. C. J., Conceição, J. D. J., Marques, A., Astolfi, M. A. M., Vieira, I. S., ... & Zanotto, O. A. Bacia do Paraná. Origem e evolução das bacias sedimentares, p. 135-168, 1990.