UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

"Júlio de Mesquita Filho" Campus Experimental de Ourinhos

ALINE NATASHA PEREIRA

ANÁLISE MORFOESTRUTURAL DA BACIA DO RIO DAS CINZAS (PR): FOLHAS RIBEIRÃO DO PINHAL E SANTO ANTÔNIO DA PLATINA

Ourinhos – SP 2014 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

"Júlio de Mesquita Filho" Campus Experimental de Ourinhos

ANÁLISE MORFOESTRUTURAL DA BACIA DO RIO DAS CINZAS (PR): FOLHAS RIBEIRÃO DO PINHAL E SANTO ANTÔNIO DA PLATINA

Aline Natasha Pereira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora para obtenção do título de Bacharel em Geografia pela Unesp – Campus Experimental de Ourinhos.

Orientadora: Profa. Dra. Marcilene dos Santos

Ourinhos – SP 2014 Banca examinadora

Prof^a Dr^a Marcilene dos Santos (Orientador)

Prof^a Dr^a Maria Cristina Perusi

Prof. Dr. Edson Luís Piroli

Ourinhos, 31 de Janeiro de 2014

Dedico esse Trabalho de Conclusão de curso a minha mãe Rosana, porque quando nem eu acreditei em mim ela acreditou, e isso foi essencial para esse trabalho ser construído.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, por ser o maior exemplo da minha vida.

À minha vó Rosimeire por sempre ajudar quando a ela recorri, obrigada por tudo.

As minhas tias Juliana, Jaqueline e Camila irmãs para mim, especialmente à minha tia Juliana dona de um dos maiores corações que eu conheço.

Ao meu pai Jayme por suas palavras de carinho e apoio.

Ao meu padrasto Paulo por sempre e incondicionalmente apoiar minha mãe enquanto estive longe.

Minha linda irmã Tamara que trouxe alegria em algumas das férias em que eu estive em Ourinhos, sendo um dos maiores sacrificios da minha graduação não presenciar a sua infância e desenvolvimento.

Ao Carlos Eduardo pelos bons momentos e risadas existentes no período da graduação, além de ser minha família em Ourinhos.

À minha orientadora Marcilene por guiar com muita competência cada passo desse trabalho.

Agradeço à Cris que guiou meus primeiros passos na ciência, sendo as suas broncas fundamentais para o meu desenvolvimento na pesquisa.

Minhas amigas Angélica e Camila, garotas simplesmente incríveis, pelas longas conversas no laboratório e por tornarem minha permanência em Ourinhos recheada de risadas e alegria.

Ao Johnny, meu amigo querido, por sempre estar disposto a ouvir.

Ao Alexandre pela ajuda com os mapas facilitando a execução dessa pesquisa e com paciência e prontidão sempre estava disposto a ajudar e ensinar.

À Fundação de Amparo á Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro. -Processo 2012/04514-6.

"Todos que se iniciam no conhecimento das ciências da natureza- mais cedo ou mais tarde, por um caminho ou outro- atingem a ideia de que a paisagem é sempre uma herança. Na verdade ela é uma herança em todo sentido da palavra: herança de processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram como território de atuação de suas comunidades" (AB' SABER, 2003, p. 9)

Resumo

No contexto dos estudos geomorfológicos e neotectônicos a morfoestrutura é um importante aspectos para análise, sendo fundamentado na premissa penckiana do jogo de forças internas e externas, através de um conjunto de processos responde pela gênese do modelado do relevo. Dessa forma, morfoestrutura é definida como resultado da ação do clima e da tectônica. O objetivo deste trabalho foi delinear o quadro morfoestrutural da área compreendida pelas folhas topográficas do IBGE "Santo Antônio da Platina" e "Ribeirão do Pinhal" em escala 1:50.000 inserida no contexto da bacia do rio das Cinzas (PR). A análise morfoestrutural da área de estudo foi realizada delineando os lineamentos estruturais e as anomalias de relevo e drenagem associadas ao mapa de declividade, além da compilação dos dados geológicos e geomorfológicos a partir de documentos básicos (imagens SRTM em 1:250.000, MDT e cartas topográficas em 1:50.000 e literatura existente). A compartimentação morfoestrutural obtida na área compreende oito compartimentos. A análise morfoestrutural é importante para entender a formação e evolução das formas de relevo, na área de estudo o quadro morfoestrutural é delineado por lineamentos associados a zonas de fratura e falha pré-existentes e por contatos entre formações geológicas meso-paleozóicas distintas.

Palavras-chave: morfoestrutura, Bacia do Rio das Cinzas, lineamentos, assimetria de drenagem.

Abstract

In the context of geomorphological and neotectonic studies Morphostructure is an important aspect for analysis is based on the penckiana premise internal and external forces , through a set of processes responsible for the genesis of patterned relief . Thus, Morphostructure is defined as a result of the action of climate and tectonics. The objective of this work is to outline the framework of morphostructural area comprised by the IBGE topographic sheets " Santo Antonio da Platina " and " Ribeirão do Pinhal " scale 1:50,000 into the context of the Cinzas River Basin (PR). A geological structures morphostructural analysis of the study area was conducted outlining the structural lineaments and anomalies of relief and drainage associated with the slope map , beyond the compilation of geological and geomorphological data to from basic documents (SRTM images at 1:250,000 , MDT and topographic maps at 1:50,000 and literature) . The partitioning obtained morphostructural area comprises eight compartments. The morphostructural analysis is important to understand the formation and evolution of landforms in the study area morphostructural framework is outlined by lineaments associated with fracture zones and pre - existing fault and contacts between different meso - Paleozoic geological formations .

Keywords : Morphostructure , Cinzas

Sumário

S	umário.		8
1	INT	RODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	11
2	OBJ	ETIVOS	15
3	REV	/ISÃO DE LITERATURA	15
	3.1	Neotectônica	15
	3.2	Morfoestrutura	16
	3.3	Lineamentos	
	3.4	Assimetria de drenagem	
	3.5	Geologia e Geomorfologia da bacia do rio das Cinzas	20
4	MA	FERIAL E MÉTODOS	25
	4.1	Levantamento Bibliográfico	
	4.2	Trabalhos de escritório e de Laboratório	
	4.2.	1 Confecção da base georreferenciada	27
	4.2.2	2 Mapas geológico e geomorfológico	27
	4.2.3	3 MDT e Hipsometria	
	4.2.4	4 Mapa de lineamentos estruturais da bacia do rio das Cinzas	
	4.2.: do D	5 Mapa de lineamentos estruturais nas Folhas Ribeirao do Pinhal e Santo Ai	itonio
	42	auna 5 Declividade	
	4.2.	7 Perfis Topográficos da área	
	4.2.8	8 Cálculo da Assimetria da bacia	
	4.3	Trabalhos de campo	
	4.4	Interpretação e integração dos dados	
5	RES	SULTADOS E DISCUSSÃO	
	5.1.	1 Trabalho de Campo	
	5.2	Geologia:	43
	5.3	MDT e Hipsometria	48
	5.4	Declividade	
	5.5	Perfis Topográficos da área	55
	5.6	Assimetria de drenagem	
	5.7	Análise dos Lineamentos Estruturais	62
	5.8	Compartimentação	69
6	CON	NSIDERAÇÕES FINAIS	
7	REF	ERÊNCIAS	83

Lista de Figuras

Figura 1: Localização da área de "Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal"	20
Figura 2: Geomorfologia da bacia do rio das Cinza	22
Figura 3: Localização dos pontos do Trabalho de Campo.	31
Figura 4: Geomorfologia da área "Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal"	41
Figura 5: Escarpa basáltica na zona limítrofe entre o Planalto de Santo Antônio da Platina e	e o
Planalto do Médio Cinzas	42
Figura 6: Vista da passagem do Planalto de Santo Antônio da Platina e Planalto do Médio Cinzas	42
Figura 7: Domínio do Planalto de Londrina no setor noroeste da área	
Figura 8: Relevo de morros e morrotes do Planalto de Carlópolis, evidenciando maior	
dissecação.	43
Figura 9: Geologia da Bacia do Rio das Cinzas	44
Figura 10: Geologia da área "Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal"	45
Figura 11: Basalto apresentando zona de fraturamento	46
Figura 12:Cascalheiras na base formada por seixos e calhaus da Formação Botucatu	46
Figura 13: Formação Piramboia com estratificação cruzada	47
Figura 14: Folhelho da Formação Serra Alta no extremo sudeste da área.	48
Figura 15: Zonas de fraturamento na Formação Teresina	48
Figura 16: Ponto 39, 731 metros	48
Figura 17: Ponto 36, 436 metros de altitude	49
Figura 18: Hipsometria da Bacia do Rio das Cinzas	50
Figura 19: Hipsometria da área "Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal"	51
Figura 20 a; b: Ponto 12, Declividade na transição dos Planaltos de Santo Antônio da Platin	na e
Ribeirão do Pinhal	52
Figura 21: Ponto 27, declividades no Planalto de Carlópolis	52
Figura 22: Declividade da Bacia do Rio das Cinzas	53
Figura 23: Declividade da área "Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal"	54
Figura 24: Diferença de altitude com cerca de 75 metros nas proximidades do Perfil W-X .	55
Figura 25: Outro ponto demonstrando a quebra de altitude nas proximidades do Perfil N-M	1 56
Figura 26: Perfis topográficos traçados a partir do MDT da área da bacia do rio das Cinzas	. 57
Figura 27: Perfis topográficos traçados a partir das cartas topográficas de "Santo Antônio d	la
Platina e Ribeirão do Pinhal"	58
Figura 28: Assimetria da Bacia do Rio das Cinzas	59
Figura 29: Assimetria das Sub-Bacias dos Rios Laranjinhas e Jacarezinho	61
Figura 30: Lineamentos da área da Bacia do Rio das Cinzas	64
Figura 31: Rosáceas da Bacia do Rio das Cinzas.	65
Figura 32: Rosáceas da Bacia do Rio das Cinzas Frequência e Comprimento absoluto	66
Figura 33: Lineamentos da área de "Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal"	67
Figura 34: Rosáceas da "área Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal"	68
Figura 35: Rosáceas da área "Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal" Comprimento	o e
Frequência absoluta	69
Figura 36: Compartimentação da área de "Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal".	70
Figura 3/ a; b; c : Sequência de fotografias mostrando, da esquerda para a direita, superfíci	ie
de cimeira com topos aplainados, relevo de morros e espigões, e nitossolo	72
Figura 38 a; b: Topos convexos, vertentes convexas a retilíneas.	72

Figura 39 a; b: À esquerda, vista da virada de do rio Laranjinha dada por soleira de basalto;	; e
à direita formas de relevo da área marcada por morros e espigões alongados	.73
Figura 40: Vista da quebra do rio Laranjinha	.73
Figura 41: Relevo aplainado	.74
Figura 42: Paisagem mostrando Planalto do Médio Cinzas e a borda do Planalto de Santo	
Antônio da Platina ao fundo	.75
Figura 43: Superficie de aplainamento	.76
Figura 44: Escarpa basáltica na zona limítrofe entre o Planalto de Santo Antônio da Platina (ao fundo) e o Planalto Médio Cinzas (em primeiro plano) na área urbana de Santo Antônio Platina) da 77
Figura 45: Relevo de morros e morrotes do Planalto de Carlópolis, evidenciando maior	
dissecação em relação ao Planalto do Médio Cinzas	.78
Figura 46 a; b: Vista da passagem do Planalto de Santo Antônio da Platina e Planalto do	
Médio Cinzas destaque para os topos aplainados	.79
Figura 47 a; b: Planalto do Médio Cinzas caracterizado por formas predominantemente em	
colinas com topos convexos a planos e vertentes convexas e subordinadamente retilíneas	. 79
Figura 48: Morros e morrotes associados ao Planalto de Santo Antônio da Platina	.80
Figura 49: Superfície de aplainamento no plano de fundo da fotografia	.80
Figura 50: Colinas amplas com topos convexos a retilíneos associado ao Planalto do Médio)
Cinzas (em primeiro plano da foto) e escarpas associadas à borda sudeste do Planalto de Sa	into
Antônio da Platina (plano de fundo da foto).	.81
Figura 51 a; b; c: Relevo em forma de colinas alongadas com topos suavemente convexos d	lo
Planalto do Médio Cinzas na porção centro-sudeste da área; ao fundo observa-se o	
escarpamento da borda sudeste do Planalto de Santo Antônio da Platina. (Visada para o oes	te
da área).	. 82

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Mesmo antes da geomorfologia se tornar uma ciência sistematizada, filósofos gregos, até mesmo Leonardo da Vinci, indagavam sobre a força e os mecanismos criadores da paisagem natural (SUMMERFIELD, 1991).

Durante o desenvolvimento da geomorfologia, as formas do relevo como objeto de estudo e toda sua dinâmica e evolução adquirem um papel preponderante. Isso ocorre devido à forma incisiva que a configuração do relevo se insere no cotidiano das pessoas, constantemente redefinindo a sua relação com o espaço, sendo decisiva nos aspectos mais básicos como moradia e todas as implicações de risco que isso envolve.

Dentro desse contexto a morfoestrutura e morfotectônica é um importante aspecto para análise, sendo que tais conceitos fundamentam-se na premissa penckiana do jogo de forças, internas e externas, que através de um conjunto de processos responde pela gênese do modelado do relevo terrestre. (CASSETI, 2005)

Com o crescimento contínuo da população brasileira nos grandes centros, e consequentemente da demanda de recursos naturais e de cuidados crescentes com a segurança e o meio ambiente, torna-se fundamental a elucidação do seu quadro neotectônico como subsídio para implantação de obras de engenharia, estudos ambientais e busca de diversos bens minerais, bem como prevenção de eventuais catástrofes que sempre resultam em perdas humanas e econômicas para o País. (SANTOS, 1999, p.1)

Segundo Gerasimov (1946, citado por Santos 1999, p.17) morfoestrutura é definida como: unidades de relevo geradas por uma combinação de atividade tectônica e clima, obedecendo a um arranjo hierárquico abrangendo desde megamorfoestruturas como por exemplo uma cadeia meso-oceânica a micromorfoestruturas tais como um vale controlado por falha. Etchebehere *et al.* (2005) diferenciam os termos "morfoestrutural" e "morfotectônico", sendo o primeiro entendido como feições espaciais passivas, especialmente a configuração e arranjo de cursos d'água, ocasionalmente resultantes de deformações pretéritas, refletindo a disposição dos corpos rochosos e de seus estratos e estruturas; enquanto o segundo denota um caráter "ativo", já que envolve a ligação entre a disposição dos elementos geométricos do substrato e da superfície do terreno com as deformações crustais síncronas (neotectônicas).

Segundo Saadi et al. (2005), morfoestrutura refere-se às formas de relevo adaptadas, no momento de sua formação, à presença de estruturas geológicas passivas, estabilizadas, incluindo falhas, distintamente da morfotectônica, definida como o estudo das relações de causa-efeito entre a atividade tectônica e a geomorfogênese.

Existem diversos estudos recentes voltados para os estudos morfoestruturais, dentre os quais pode-se citar, a título de exemplo, aqueles de Hiruma e Riccomini (1999) no Planalto de São José dos Campos e parte da Serra da Mantiqueira, Santos (1999) na Serra da Mantiqueira/Planalto do Alto Rio Grande, Etchebehere *et al.* (2005) no Vale do Rio do Peixe, Couto *et al.* (2011) na folha Faxinal no Paraná, Grohmann (2004) na borda leste do Quadrilátero Ferrífero, Hiruma (2007) no Planalto da Bocaina. Santos *et al.* (2006) também utilizam das técnicas morfométricas e morfoestruturais.

No âmbito dos estudos morfoestruturais, a morfometria nos estudos dos aspectos quantitativos da forma do relevo de acordo com Guerra e Guerra (2003) desempenha importante contribuição. Dessa forma, os mapas morfométricos segundo Grohmann (2004, p.9) são "uma importante ferramenta em estudos ligados à neotectônica e geomorfologia, onde a resposta da paisagem natural frente à dinâmica interna do planeta é muitas vezes mascarada pela rápida ação dos agentes intempéricos".

Ainda de acordo com Hiruma e Riccomini (1999, p. 5-6):

A aplicação de análises morfométricas em neotectônica constitui uma importante ferramenta na identificação de descontinuidades no padrão de relevo e anomalias na rede de drenagens que podem evidenciar movimentações recentes [...] De modo geral, tais análises antecedem os trabalhos de campo e têm por finalidade a identificação preliminar de áreas com maior probabilidade de registros de depósitos recentes e estruturas neotectônicas.

Segundo Grohmann (2004, p.9), os parâmetros mais utilizados em morfometria são "hipsometria, declividade, orientação de vertentes, perfis em varredura, densidade de lineamentos e de drenagem, rugosidades de relevo, isobases e gradiente hidráulico."

Para a realização das análises morfoestruturais cada vez mais a utilização dos SIG's se tornou difundida, já que, segundo Fitz (2009), essas ferramentas começam a se destacar diante da utilização de mapas físicos. Avanços nas mais diversas áreas em meados do século XX, principalmente na tecnologia da informação proporcionaram significativas mudanças no modo de representar os mapas cartográficos e gerenciamento dessas informações, segundo (CÂMARA e DAVIS, 2004, apud MOREIRA, 2011, P. 202), "tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o surgimento do Geoprocessamento".

Vale ressaltar a importância da abordagem da influência do arcabouço litológico, da tectônica e sobretudo da neotectônica para o entendimento e reconstituição da formação e evolução da paisagem durante o Cenozóico. Neste aspecto, Römer (2008 apud Franco-Magalhães *et al.*, 2010) mediante estudos na Serra do Mar, enfatiza a recorrência ainda atuante de processos tectônicos através de um possível ajuste tectônico de falhamentos

recentes e evidenciada por basculamento e rotação de blocos e mudanças no nível de base das drenagens.

Do ponto de vista da sedimentação/atividade tectônica cenozóica, os registros sedimentares cenozóicos existentes na região Sudeste do Brasil começaram a ser estudados em meados do século XIX, quando Pissis (1842) assinalou a existência de sedimentos hoje atribuídos à Bacia de Resende. Importantes registros sedimentares, geomorfológicos e tectono-estruturais no Planalto do Alto Rio Grande despertaram interesse pela comunidade científica desde a década de 30 (FREITAS, 1951; MORAES REGO, 1932).

Posteriormente, outras bacias similares foram descobertas (São José do Itaboraí, Volta Redonda, Resende, Taubaté, São Paulo, Sete Barras, Curitiba e outras) configurando o Rifte Continental do Sudeste Brasileiro (RICCOMINI, 1989), do Paleoceno ao Mioceno e relacionado a um episódio tectônico do Paleógeno/Neógeno marcante.

No sul de Minas Gerais, ao final da década de 80, estudos a respeito da atividade tectônica cenozóica foram iniciados por Allaoua Saadi (UFMG) e colaboradores, resultando no reconhecimento do Rifte de São João Del Rei (Plioceno), constituído por hemi-grábens embutidos ao longo de depressões interplanálticas e numa síntese da morfotectônica regional do Estado de Minas Gerais (SAADI *et al.* 1991).

Dados de traços de fissão de apatita sugerem que a região da Serra da Mantiqueira e áreas adjacentes teria experimentado um soerguimento de 2 a 6 km desde o Cretáceo Inferior (GALLAGHER *et al.*, 1995), com intensificação das taxas de soerguimento durante o Cretáceo (120-100 and 85-70 Ma), Paleoceno (TELLO SAENZ *et al.*, 2003), e o Quaternário. Os processos erosionais na região de soerguimento e o preenchimento do pacote vulcano-sedimentar na Bacia de Santos levou à instalação de um campo de tensão retroalimentado, o qual gradualmente tem acentuado a elevação na área emergente e a subsidência da bacia, com um desnível de cerca de 15 km entre topo da Serra da Mantiqueira e a base da Bacia de Santos (ALMEIDA *et al.*, 2000).

No contexto regional da área de estudo em tela, pesquisa realizada no Arco de Ponta Grossa (porção leste da Bacia do Paraná) por Franco-Magalhães *et al.* (2010) aponta uma evolução recente para este, apresentando dois períodos chaves: o limite Cretáceo Superior – Paleógeno e o limite Paleógeno-Neógeno. Ainda segundo estes autores:

diferenças entre a morfologia e topografia do relevo em função da alternância do nível de base regional, o controle estrutural e até a distância em relação ao nível do mar parecem contribuir para as diferenças na resposta das escarpas e drenagens às mudanças climáticas do Quaternário (FRANCO-MAGALHÃES *et al.*, 2010, p. 192).

Para outras áreas da porção leste da referida bacia, Riccomini e Assumpção (1999)

indicam duas orientações para o eixo de compressão máxima - $SH_{Máx}$: a) NW associada a falhas normais NW e inversas NE e transcorrentes respectivamente na região de Ipeúna, Águas da Prata e Serra de Itaqueri; b) N-S, associada a falhas transcorrentes na região de Marília e Cerqueira César-Avaré.

Morales *et al.* (2001) apresentam o quadro geral dos principais movimentos neotectônicos no Sudeste e parte do Sul Brasileiro, constituído de regiões em processo de ascensão, em subsidência, e regiões mistas constituídas de porções em soerguimento intercaladas com porções em subsidência. No caso da bacia do Rio das Cinzas, de acordo com o referido quadro, a porção extrema de seu alto curso insere-se numa região em soerguimento, ao passo que a porção restante da bacia encontra-se em uma região mista, fato que ressalta mais a relevância de se estudar a área da bacia do rio das Cinzas objetivando melhor entendimento deste quadro e como se dá tal mudança de comportamento cinemático e seus reflexos nas geoformas e nos registros de sedimentação.

Saadi *et al.* (2005) destacam para a Bacia do Paraná, a importância dos basculamentos de blocos para NW e a predominância de falhas transcorrentes, além de falhas normais e invesas. Para estes autores, a fragmentação da Bacia do Paraná pelas falhas de direção NW-SE controla a compartimentação geomorfológica e a segmentação da rede de drenagem, apontando o lineamento do Rio Paranapanema (DCMAP; Saadi, 1993 apud Saadi *et al.* 2005, p. 223) como a feição mais marcante desse conjunto.

Análise morfoestrutural da bacia do Rio do Peixe (SP) realizada por Etchebehere *et al.* (2005) identifica um condicionamento dos terraços, no referido vale, por uma tectônica controladora dos níveis de base há pelo menos 34 ka associada a um SH_{Máx} na direção NW-SE, refletido em estruturas transpressivas e transtensivas controladoras da dinâmica fluvial da área, bem como da formação e preservação/exumação dos depósitos aluvionares.

Os estudos do Cenozóico do Sudeste e Sul do Brasil avançaram consideravelmente nos últimos anos, no entanto o entendimento amplo e profundo do quadro evolutivo do Cenozóico que vincule processos tectônicos, morfogenéticos e sedimentares ainda carece de contribuições científicas, e especificamente para a área da bacia do rio das Cinzas tais estudos integrados e interdisciplinares praticamente inexistem. Ademais, o estudo do quadro morfoestrutural e morfotectônico contribui significativamente para as reconstituições paleoambientais, bem como para previsões para o futuro próximo, por constituir importante instrumento para a diferenciação entre mudanças naturais e induzidas (MELO *et al.*, 2005).

2 **OBJETIVOS**

2.1 Objetivo geral

Delinear o quadro morfoestrutural da área compreendida pelas folhas topográficas do IBGE "Santo Antônio da Platina" e "Ribeirão do Pinhal" em escala 1:50.000 (Folhas SF 22-Z-C-II-4/MI-2760-4 e SF 22-Z-C-II-3/MI-2760-3) inserida no contexto da bacia do rio das Cinzas, visando à identificação e diferenciação das feições geomorfológicas acomodadas a partir de estruturas geológicas passivas pré-existentes.

2.2 Objetivos específicos

Realizar a compilação dos mapas geológicos e geomorfológicos da Bacia do Rio das Cinzas e da área de estudo.

Elaborar o MDT, a hipsometria, identificar os lineamentos da bacia e da área, gerar as rosetas de frequência e direção dos lineamentos.

Confeccionar os mapas de declividade da área e da Bacia.

Calcular a assimetria de drenagem da Bacia do Rio das Cinzas e dos principais afluentes: Jacarezinho e Laranjinhas.

Confeccionar os perfis topográficos da área e da Bacia do Rio das Cinzas.

Localizar em campo as feições existentes nos mapas.

Produzir o mapa com a compartimentação morfoestrutural da área de Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Neotectônica

Quando se fala do estudo de geomorfologia, uma das abordagens que visa ao estudo da morfogênese refere-se aos estudos neotectônicos:

V.A. Obruchev empregou pela primeira vez em 1948 o termo neotectônica, para referir-se aos movimentos da crosta terrestre cujas manifestações ocorreram durante o período englobando o Terciário Inferior e o Quaternário, e que assumiram um papel decisivo na topografia contemporânea (SAADI *et al*, 2005, p.212)

Todavia atualmente a definição mais utilizada é da Comissão de Neotectônica da INQUA (International Union for Quartenary Research) "quaisquer movimento ou deformação do nível geodésico de referência, seus mecanismos e sua origem geológica." (SAADI *et al.*, 2005, p.212)

No Brasil, segundo Hasui (1990) citado por Santos (1999), é uma importante ferramenta de análise da geomorfologia, e o seu início relaciona-se com ao deriva da América do Sul iniciados no Neógeno (Mioceno).

Santos (2011, p.492) ressalta ainda que:

O estudo da Neotectônica em terrenos de interior plataformal, como é o caso do território brasileiro demanda abordagens diferenciadas daquelas empregadas nas regiões de bordas de placas. Sabe-se que, a despeito do afastamento dos limites de placas tectônicas existem deformações crustais intraplaca, que incluem flexuras e deslocamentos rúpteis, por vezes valendose de descontinuidades pré-existentes.

Na presente pesquisa, os cursos da água são um importante objeto da análise, pelo fato desses responderem de imediato aos eventos tectônicos, mesmo aqueles de pequena escala, e serem sensíveis às deformações crustais, portanto são elementos apropriados para os estudos neotectônicos (SANTOS, 2011).

3.2 Morfoestrutura

Para Saadi *et al.* (2005) (com base em Summerfield, 1986; Doornkamp, 1986; Saadi, 1991 e 1999), a morfotectônica, também denominada por estes de morfoneotectônica, trata das relações de causa-efeito entre a atividade tectônica e a geomorfogênese, ao passo que a morfoestrutura refere-se às formas de relevo adaptadas, no momento de sua formação, à presença de estruturas geológicas passivas, já estabilizadas, incluindo falhas.

Mendes et al. (2007 p.64) salienta:

Considera-se ainda a necessidade de caracterização sobre a configuração morfoestrutural e morfotectônica com vistas a uma melhor compreensão sobre a evolução do relevo e as suas relações sob o aspecto de distribuição e gestão dos recursos minerais e hídricos e de uso e ocupação do solo.

Palhares (2011) faz uso das Cartas Topográficas na realização do estudo sobre a morfotectônica e a morfoestrutura de Guarapuava / PR. Os autores utilizam-se especialmente do trabalho de campo, com elaboração de perfis com confecção posterior dos documentos finais de síntese, levando à conclusão da proeminência das formações esculturais frente as estruturais devido a influência das variações climáticas e da erosão fluvial, contribuindo para a formação de superfícies de aplainamento.

Etchebehere (2000) promove um estudo dos depósitos de terraços distribuídos na bacia hidrográfica do rio do Peixe no Planalto Ocidental Paulista. Além do estudo dos depósitos da região, o autor executa estudos de cunho regional através de produtos do sensoriamento remoto como imagens de satélite, fotografias aéreas e mapas topográficos convencionais, com destaque para os lineamentos e em parâmetros morfométricos da rede de drenagem. O autor encontra, na referida bacia, a presença especialmente de lineamentos EW, NW-SE, NS, e ENE-WSW. Etchebehere (2000) também divide a bacia hidrográfica do rio do Peixe em quatro compartimentos relacionados às anomalias de drenagem.

Araújo *et al.* (2003) buscam na análise morfoestrutural de áreas da Bacia do Paraná, a correlação para a presença de arenitos asfálticos e a forma do relevo associados à migração e acumulação de hidrocarbonetos. Para tal também são utilizadas cartas topográficas, com análise dos padrões de drenagem, anomalias de drenagem e suas feições retilíneas (alinhamento de drenagem) e o traçado de flexuras no terreno, para posterior confecção de mapa morfoestrutural, mapa de lineamentos estruturais, mapas de densidade de fraturamento e rosetas de direção de fraturamento; na elaboração desses mapas, os autores fazem o uso de SIG. Através da utilização dessas técnicas e na elaboração dos mapas os autores conseguiram encontrar uma relação entre as áreas intermediarias e de baixos estruturais e a presença de arenitos asfálticos.

Couto *et al.* (2011) fazem a análise morfoestrutural de Faxinal (PR) também utilizando-se da análise de anomalias de drenagem e de relevo, dos lineamentos e compartimentação geomorfológica. Através destes, os autores demonstram que a rede de drenagem da carta de Faxinal encontra-se controlada por lineamentos estruturais. Além da forte presença de anomalias de drenagem, os autores concluem que apesar da drenagem estar relacionada com aspectos geomorfológicos ligados aos eventos denudacionais, há presença de feições tectônicas.

Mendes *et al.* (2007) tendo como área de estudo a bacia hidrográfica do rio Bonito em Petropólis/ RJ, propõem o estudo da morfotectônica através da análise de dados estruturais, trends de lineamentos da rede de drenagem e relevo, desnivelamento topográfico, anomalias da rede de drenagem e mapeamentos de áreas de sedimentação, utilizando-se do método de Cox (1994). A partir de tal análise, os autores encontram cinco compartimentos delimitados por estruturas NE, SW, N-S e EW, chegando a conclusão de que a influência das estruturas na evolução geomorfológica da área é decisiva.

Hiruma e Riccomi (1999), em seu trabalho acerca da neotectônica no Planalto de Campo de Jordão, SP, salientam a importância da utilização das técnicas de geoprocessamento nas análises morfométricas, incluindo o estudo da densidade de lineamentos e superfície de base que permitem a identificação de feições anômalas. Tais estudos tem como resultado a identificação de uma alta correlação espacial das anomalias de alta e baixa drenagem e a distribuição de estruturas reativadas.

Corrêa *et al.* (2010) retomam em seu trabalho as teorias clássicas para explicar como a preocupação com a estrutura sempre esteve presente na geomorfologia. Os autores também realizam o estudo morfoestrutural do Planalto da Borborema, apresentando a compartimentação do relevo da área identificando três níveis hierárquicos, contrariando modelos clássicos através dos quais a área abrange apenas uma categoria.

3.3 Lineamentos

Segundo Grohmann (2004, p.9), os parâmetros mais utilizados em morfometria são "hipsometria, declividade, orientação de vertentes, perfis em varredura, densidade de lineamentos e de drenagem, rugosidades de relevo, isobases e gradiente hidráulico.

No âmbito dos estudos morfoestruturais, a morfometria (estudo dos aspectos quantitativos da forma do relevo de acordo com Guerra e Guerra, 2003) desempenha importante contribuição. Desta forma, os mapas morfométricos, segundo Grohmann (2004, p. 9) são "uma importante ferramenta em estudos ligados à neotectônica e geomorfologia, onde a resposta da paisagem natural frente à dinâmica interna do planeta é muitas vezes mascarada pela rápida ação dos agentes intempéricos".

Dessa forma é possível considerar os lineamentos e as assimetrias de drenagem como elementos de grande importância para essa análise.

Sendo assim, o conceito de lineamentos por O'Leary *et al.* (1976) citado por Roldan (2010, p.66) pode ser entendido "como sendo feições lineares de uma superfície, mapeável, simples ou composta, cujas partes encontram-se alinhadas de forma retilínea ou ligeiramente curva, que diferem das feições adjacentes e refletem provavelmente estruturas de subsuperfície."

Em outra definição encontrada na literatura, os lineamentos são compreendidos como elemento linear topográfico ou tonal no terreno, em imagens e mapas que podem representar uma zona de fraqueza estrutural. (ETCHEBEHERE *et al.* 2005, citando SABINS Jr, 1978).

Segundo Hasui (1990) citado por Assumpção e Marçal (2006, p.1), "essa tectônica está associada à abertura do Atlântico Sul e ao deslocamento da Placa Sul-Americana para oeste, movimento mais moderno, essencial na evolução geomorfológica da região Sudeste do Brasil".

Oliveira *et al.* (2009), em sua pesquisa ao norte do rio Doce (ES) utiliza-se do sensoriamento remoto para a confecção de mapa de lineamento estrutural e densidade de lineamento através da utilização do fator Z para a correção da imagem SRTM, sendo possível dessa forma uma maior precisão na análise dos lineamentos.

Fonsêca e Côrrea (2011) realizam estudos morfoestruturais na área da Bacia do rio Preto, Serra do Espinhaço Meridional – MG levando em conta os lineamentos de drenagem e de relevo através da metodologia de Hobbs e produtos de sensoriamento remoto tais como Modelos Digitais do Terreno (MDT), extraídos de imagens SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*, através dos quais eles conseguiram identificar os lineamentos e possíveis regimes de reativação e as falhas normais onde em geral essas falhas são encaixadas, além dos autores conseguirem identificar a direção da dissecação das encostas.

3.4 Assimetria de drenagem

Os elementos de drenagem é uma importante ferramenta para compreender as modificações do relevo e suas influências. De tal modo:

baseados no princípio de que os cursos de água, governados pela gravidade reagem rapidamente a qualquer deformação na superfície do terreno, mesmo as mais tênues e podem, dessa forma, ser utilizados para a busca de anomalias, que estejam condicionadas por deformação tectônica. (PENTEADO, 1978 citado por COUTO *et al.*, 2011, p.316)

As anomalias de drenagem podem ser definidas como mudanças anômalas morfológicas no traçado, no arranjo ou no padrão da drenagem (cotovelos, deslocamentos, capturas, desvios, inversão do fluxo, segmentos retilíneos extensos, rupturas bruscas no perfil longitudinal – *knick points*) ou geológicas (mudança brusca na carga sedimentar ou no fluxo) causadas por perturbações tectônicas e/ou climáticas (Marcilene dos Santos, comunicação verbal).

No estudo das anomalias de drenagem é possível destacar o cálculo da assimetria como um elemento importante de análise.

Assumpção e Marçal (2006) enfocam as anomalias de drenagem como metodologia de estudo, já que especialmente na região intraplaca essas são importantes ferramentas de análise. Tais autores encontraram um forte controle estrutural na bacia por estes analisada, sendo a assimetria máxima encontrada de 0, 75.

Ibanez e Riccomini (2011) também enfocam a utilização da assimetria como forma do estudo da neotectônica na Amazônia Central, onde a densa vegetação, impede outros tipos de análises. Na região estudada por tais autores, foram encontrados limites e formas com

correspondência com falhas superficiais, subsuperficiais e padrões de sismicidade importantes para sugerir atividade tectônica com consequente movimentação de blocos.

3.5 Geologia e Geomorfologia da bacia do rio das Cinzas

A área de estudo deste projeto constitui uma subárea da bacia do rio das Cinzas, sendo delineada pelo limite das folhas topográficas do IBGE "Santo Antônio da Platina" e "Ribeirão do Pinhal" em escala 1:50.000 (Folhas SF 22-Z-C-II-4/MI-2760-4 e SF 22-Z-C-II-3/MI-2760-3) (Figura 1).





A escolha desta área deu-se por apresentar um forte lineamento NE a ENE além de feições anômalas no padrão de drenagem do rio das Cinzas e seu afluente, o rio Laranjinha, (tais como soleiras, cotovelos, *offsets*, dentre outros), além de ser representativa do Segundo Planalto Paranaense.

A bacia do rio das Cinzas localiza-se no norte do estado do Paraná (Figura 1), entre as coordenadas UTM 7462883m e 7293709mN e 536782 e 624483mE fuso 22 Sul, e faz parte do Comitê de Bacias Norte Pioneiro, unidade de gestão integrante da UGRH Paranapanema na porção paranaense. Com uma área de drenagem de 9.754 km², a referida bacia nasce na Serra de Furnas, na porção ocidental da escarpa devoniana, e deságua à margem esquerda no

rio Paranapanema, delineando o limite intermunicipal entre os municípios paranaenses de Itambaracá e Santa Mariana (BRASIL, 2012). Os principais afluentes são o rio Jacarezinho à margem direita e o rio Laranjinha à margem esquerda.

Os tipos de solos predominantes na bacia são Cambissolo Húmico, Neossolo Litólico, Argissolo Vermelho-Amarelo e Nitossolo, sendo que especificamente para a área de estudo enfocada predominam o Cambissolo Húmico, na porção norte, e Neossolo Litólico na porção centro-sul, além de porções subordinadas de Argissolo Vermelho-Amarelo (BRASIL, 2012).

Geomorfologicamente, a referida bacia está inserida na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná (1º táxon), e nas Unidades Morfoesculturais (2º táxon) do Terceiro Planalto Paranaense (baixo curso) e Segundo Planalto Paranaense (alto e médio curso), possuindo como subunidades morfoesculturais os seguintes planaltos: Planalto do Médio Paranapanema e Planalto de Londrina (situados no Terceiro Planalto Paranaense), Planalto de Santo Antônio da Platina, Planalto de Carlópolis, Planalto do Médio Cinzas, Planalto de Ponta Grossa, Planalto de Tibagi, Planalto de Ortigueira e Planalto de Jaguariaíva, estes situados no Segundo Planalto Paranaense (OKA-FIORI e SANTOS, 2006) (Figura 2). Figura 2: Geomorfologia da bacia do rio das Cinza.



O Segundo Planalto Paranaense possui um modelado de caráter estrutural monoclinal, subhorizontal, mergulhando para oeste, e encontra-se esculpido na faixa de rochas paleozóicas, fazendo limites com a escarpa devoniana a leste (área de nascente do rio das Cinzas) com altitudes de cimeira entre 1100 e 1200 m, e com a escarpa arenito-basáltica triássica-jurássica a oeste, com altitudes entre 350 e 1200 m. (OKA-FIORI e SANTOS, 2006).

O Terceiro Planalto Paranaense (ou Planalto Arenito-Basáltico) constitui um conjunto de relevos planálticos mergulhando para oeste-noroeste com altitudes de cimeira de 1100 a 1250m na Serra da Esperança e declinando para altitudes entre 220 e 300 m na calha do rio Paraná (OKA-FIORI e SANTOS, 2006).

Quanto às subunidades morfoesculturais presentes na área, segundo Mineropar (2006) estas possuem as seguintes características:

Planalto do Médio Paranapanema é caracterizado por formas de topos aplainados, vertentes convexas e vales em "V", em rochas da formação Serra Geral, com dissecação baixa.

O Planalto de Londrina possui formas em topos alongados, vertentes convexas e vales em "V", e suas rochas pertencem à Formação Serra Geral, com dissecação média.

Planalto de Tibagi têm formas com topos aplainados, vertentes retilíneas e convexas e vales em "V", e é constituída por rochas da formação Ponta Grossa, com direção geral da morfologia NW/SE, o Planalto de Tibagi possui dissecação média.

Planalto de Carlópolis caracteriza-se por topos aplainados, vertentes convexas e vales em "V" aberto geologias das formações Rio do Rasto, Teresina e Grupo Itararé, e a direção geral da morfologia é NW/SE, com média dissecação.

O Planalto de Jaguariaíva é reconhecido por formas com topos alongados, vertentes convexas e vales em "V", com alta dissecação. A geologia da área é constituída pelas rochas da Formação Ponta Grossa, e a direção geral da morfologia é NW/SE; essa área possui alta dissecação.

Planalto de Ponta Grossa formas dominantes representadas por topos alongados, vertentes retilíneas e côncavas e vales em formato em "U", sendo a geologia constituída de rochas do Grupo Itararé e a direção da geral da morfologia é NW/SE, com dissecação média.

O Planalto de Santo Antônio da Platina é dono de formas características de topos isolados, vertentes convexas e vales em "V", as rochas do Planalto de Santo Antônio da Platina são da Formação Rio do Rasto com direção da morfologia NW/SE, com alta dissecação.

O Planalto Médio Cinzas possui como formas características topos aplainados, vertentes convexas e vales abertos de fundo chato, a geologia encontrada na área é diversa e constituída por rochas das Formações Rio do Rasto, Teresina, Serra Alta, Rio Bonito e Grupo Itararé, e a direção geral da morfologia é NW/SE, com baixa dissecação.

Planalto de Ortigueira apresenta formas características de topos alongados e em cristas, vertentes retilíneas e vales em "V". A direção geral de morfologia é NW/SE, modelada em rochas da Formação Rio do Rasto e da Formação Teresina, com dissecação média.

No Planalto da Foz do Areia há topos alongados, vertentes retilíneas e côncavas e vales em degraus. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rochas da Formação Serra Geral, com dissecação alta.

Quanto à geologia da área da bacia do rio das Cinzas, segundo dados de Brasil (2012), a geologia da bacia do rio das Cinzas é constituída por diversas unidades paleozóicas e mesozóicas da Bacia do Paraná (formações Furnas, Ponta Grossa, Rio Bonito, Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto, Grupos São Bento e Itararé), predominando, em termos de área, as rochas basálticas da Formação Serra Geral (Jurássico-Cretáceo) e as rochas sedimentares (siltitos, argilitos, tilitos, diamictitos e folhelhos) do Grupo Itararé (Carbonífero). Além destas unidades da Bacia do Paraná, no extremo sul de sua área, ocorre a unidade Granito Joaquim Murtinho correspondente ao embasamento pré-cambriano.

A Bacia Sedimentar do Paraná constitui-se em uma bacia intracratônica de formato alongado na direção NNE-SSO e que ocorre na porção meridional do Brasil, além do Uruguai, Argentina e Paraguai. Seu desenvolvimento deu-se por um longo período, do Siluriano ao Cretáceo, sendo seu desenvolvimento relacionado com o fim do ciclo brasiliano no Neo-Ordovaciano, deixando uma grande quantidade de crosta recém agrupada sendo que após o esfriamento ocorreu a deposição da sequência siluriana. Assim, pode-se dizer que a maior parte estratigráfica-estrutural advêm dos trends desse embasamento. A Bacia do Paraná atual passou por três estágios, sendo que Zalán (1990) afirma que a referida bacia é produto final de três distintas bacias com diferentes geometrias e limites, dessa forma, na primeira fase foi depositado as sequências Siluriana e Devoniana sendo que a discordância Caledoniana provavelmente marca a transição da margem passiva para a margem compressional,

dissolvendo o Arco de Assunção. A transgressão Devoniana ocupou, praticamente a mesma área da Sequência Siluriana, marcando a forma da Bacia do Paraná siluro - devoniana, a segunda fase acontece quando a Bacia do Paraná deixa o Polo Sul e as geleiras continentais começaram a derreter em um ambiente periglacial, um dos prováveis motivos para a subsidência dessa segunda Bacia do Paraná é o peso das geleiras, é importante ressaltar que a forma desta bacia permiana- carbonífera é diversa da primeira bacia, o mar e o litoral eram mais extensos, o fim desta Bacia ocorre devido ao soerguimento relacionado a orogenia Finiherciniana causando o fim da sedimentação, a terceira fase de subsidência é coincidente com o magmatismo basáltico, essa é fase mais significativa quando relacionada á estruturação e maturação de matéria orgânica, os corpos ígneos também tem um papel proeminente no amadurecimento da formação Irati e consequentemente a produção de hidrocarboneto, o fim do magnetismo finaliza a terceira Bacia do Paraná. . A estratigrafia da referida bacia é formada por rochas sedimentares e vulcânicas, sendo depositadas nesses três diferentes ambientes, rochas sedimentares da bacia foram depositadas quando o Gondwana era recém construído e a evolução estratigráfica foi praticamente extinta há cerca de 115 Ma com o fim do estágio rifte da separação do Brasil África.

Os limites da bacia são caracterizados pela erosão ou pela atividade tectônica, comparada a seu tamanho, a quantidade de recursos minerais encontrada na bacia do Paraná é escassa, com poucas ocorrências de carvão, gema, diamantes e rochas carbonáticas; todavia é possível salientar indícios da presença de hidrocarbonetos (ZALÁN *et al.*, 1990).

Destaca-se na Bacia do Paraná três padrões estruturais: NW-SE, NE-SW e E-W (ZALÁN *et al.* 1987 citado por ROLDAN, 2010). Os principais padrões existentes na bacia referem-se às direções NW-SE e NE-SW, e representam descontinuidades reativadas consecutivamente durante a evolução da Bacia caracterizada por falhas simples ou extensas zonas de falhas (comprimento de centenas de km e largura de poucas dezenas de km) que podem estar associadas a estruturas em flor, dobras e falhas reversas escalonadas ou grandes falhas normais. No Juro-Cretáceo com a ruptura continental da Gondwana houve a reativação do padrão estrutural NW, já o padrão NE relacionado com a movimentação transcorrente não foi reativado. (ZALÁN *et al.* 1987 citado por ROLDAN *et al.*, 2010).

4 MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa envolveu uma abordagem multidisciplinar na qual foram utilizados métodos e técnicas de abordagem geomorfológica e geológica com ênfase nos lineamentos

estruturais e sua relação com as formas de relevo (sobretudo feições associadas a anomalias de drenagem e de relevo) presentes na área.

Os procedimentos adotados são apresentados em seguida.

4.1 Levantamento Bibliográfico

A pesquisa bibliográfica foi feita através de levantamento bibliográfico temático e específico. No levantamento temático foram buscados conceitos, metodologia e técnicas utilizadas em estudos de análise morfoestrutural, bem como estudos de casos referentes à aplicação de tais técnicas (técnicas de geoprocessamento, de análise estrutural de lineamentos, de análise morfométrica e de morfotectônica). O levantamento bibliográfico específico diz respeito à geomorfologia (compartimentação geomorfológica, análises morfoestruturais e morfotectônicas), geologia (principais unidades geológicas, depósitos cenozóicos e feições tectônicas regionais), evolução cenozóica da região estudada e eventualmente neotectônica.

Desta forma, a revisão da literatura serviu como suporte para as análises dos lineamentos e da assimetria de drenagem, além da busca de dados da área, bem como do levantamento de documentação existente (cartas 1:50.000 e 1:250.000 do IBGE, mapas geológicos, geomorfológicos envolvendo a área de interesse e imagens SRTM), os quais serviram como base para os trabalhos de escritório e de laboratório.

4.2 Trabalhos de escritório e de Laboratório

Foram elaborados os seguintes mapas temáticos preliminares da área total da bacia do rio das Cinzas: geológico, geomorfológico, hipsométrico, de declividade, de drenagem, de lineamentos e o Modelo Digital de Terreno – MDT, em escala 1:250.000 a partir de documentação existente, de cartas topográficas 1:250.000 e imagens SRTM 1:250.000, além da realização do cálculo de assimetria da bacia bem como da geração dos diagramas de rosáceas a partir dos lineamentos levantados. Tais trabalhos objetivaram definir a relação da área de estudo com o contexto morfoestrutural da bacia do rio das Cinzas como um todo. Esta etapa resultou na elaboração do mapa morfoestrutural regional, através da análise conjunta dos lineamentos de drenagem, do padrão de dissecação e das formas de relevo e da relação destes com os demais mapas temáticos preliminares.

A partir do quadro morfoestrutural geral da bacia, foram feitos os mesmos procedimentos para a área de estudo, delineando-se os lineamentos a partir da análise das feições de relevo e drenagem, os mapas geológico, geomorfológico, hipsométrico, de declividade, o Modelo Digital de Terreno, a partir de documentos básicos (imagens SRTM em 1:250.000, MDT e cartas topográficas em 1:50.000), bem como a geração dos diagramas de

rosáceas a partir dos lineamentos levantados e a geração de perfis topográficos. Esta etapa envolveu tratamentos geocartográficos baseados em técnicas e métodos inerentes ao geoprocessamento (vetorização das drenagens, elaboração do Modelo Digital de Terreno - MDT, mapa hipsométrico, de declividade e geração de perfis topográficos), utilizando-se imagens SRTM - 3 (Missão Topográfica de Radar Transportado) com resolução de 90 m e o software *ArcGis 9.3.*. Tais atividades foram realizadas nos laboratórios de Geoprocessamento, de Cartografia e de Pedologia, Geologia e Geomorfologia da Unesp/Ourinhos.

A análise e interpretação de tais documentos baseou-se nos métodos e técnicas de fotointerpretação e da Geomorfologia Tectônica (SUMMERFIELD, 1991; TAYLOR, 1988).

Os procedimentos e técnicas empregados nesta etapa são descritos em maior detalhe a seguir.

4.2.1 Elaboração da base georreferenciada

Inicialmente, foram utilizadas como base as cartas, topográficas do Brasil de escala 1:250.000 produzidas pelo IBGE - Diretoria de Geodésia e Cartografia, quais sejam as folhas SF-22-Z-A SF-22-Z-C e SF-22-X-A referentes à Marília, Cornélio Procópio e Telêmaco Borba respectivamente. As referidas cartas abrangem a área da bacia do rio das Cinza e foram necessárias para a localização das imagens SRTM disponíveis no site da Embrapa (www.relevobr.cnpm.embrapa.br) que possibilitaram a elaboração de mapas detalhados do relevo da região.

Em seguida, para uma correta amostragem e simplificação da área de estudo foi necessária a delimitação da bacia através da vetorização de um polígono que posteriormente foi utilizado para que a área pudesse ser recortada das imagens SRTM e respectivas cartas topográficas.

4.2.2 Mapas geológico e geomorfológico

A elaboração dos mapas geológico e geomorfológico da área da bacia do rio das Cinzas e da área de estudo específica foi feita a partir da compilação dos mapas da Mineropar (2001; 2006), utilizando-se o ArcGis 9.3 e a base da área georeferenciada.

4.2.3 MDT e Hipsometria

O MDT e a hipsometria são de fundamental importância na análise da área no que diz respeito à identificação de compartimentos geomorfológicos e feições

agradacionais/degradacionais associadas.

Para a elaboração do modelo digital foi utilizado o SIG (sistemas de informações geográficas) Arcgis 9.3. As imagens utilizadas foram as SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), obtidas através do site oficial da Embrapa. Para abranger toda a bacia do Rio das Cinzas foi construído um mosaico com três imagens SRTM de escala 1:250.000 abrangendo as cartas de Marília, Cornélio Procópio e Telêmaco Borba. Foram geradas as curvas de nível automaticamente com ferramenta *spatial analyst tools* e em seguida foi gerado o MDT com a ferramenta create/modify TIN, sobrepondo assim a hipsometria. Em seguida, fez-se um recorte da área de estudo específica.

4.2.4 Mapa de lineamentos estruturais da bacia do rio das Cinzas

Os lineamentos de drenagem e de relevo da bacia do rio das Cinzas foram demarcados a partir de segmentos retilíneos de drenagem e de escarpas de relevo bem como de cristas alinhadas com base nas folhas topográficas do IBGE na escala 1:250.000, "Marília, Telêmaco Borba, Cornélio Procópio" (Folhas FS 22-Z-A, SF 22- Z-C e SG- 22- X- A). Após o levantamento dos lineamentos, estes foram escaneados e vetorizados na base georeferenciada com o auxílio do ArcGis 9.3.

A partir dos lineamentos delimitados foram feitos os diagramas de rosáceas para a frequência absoluta e comprimento absoluto utilizando-se o *Spring* 5.0 objetivando uma análise mais detalhada dos mesmos e sua relação com a assimetria da bacia.

4.2.5 Mapa de lineamentos estruturais nas Folhas Ribeirão do Pinhal e Santo Antônio da Platina

Os lineamentos da área de estudo foram marcados nas Cartas topográficas Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal em escala 1: 50.000 (Folhas SF 22-Z-C-II-4/MI-2760-4 e SF 22-Z-C-II-3/MI-2760-3) e posteriormente escaneados e vetorizados na base georeferenciada com o auxílio do ArcGis 9.3.. A partir destes foram elaborados diagramas de rosáceas para a freqüência absoluta e comprimento absoluto com o auxílio do *Spring*

4.2.6 Declividade

O mapa de declividade foi elaborado pelo SIG *Arcgis 9.1* através do MDT com a sobreposição da declividade.

4.2.7 Perfis Topográficos da área

Para a visualização as diferenças altimétricas e para auxiliar a compartimentação foram traçados 12 perfis topográficos através do SIG *Global Mapper 14*.

4.2.8 Cálculo da Assimetria da bacia

A metodologia utilizada para identificar a assimetria da drenagem foi a de Cox (1992), ddenominada de Fator de Simetria Topográfica Transversa (FSTT) que consiste na análise da assimetria através da proporção entre as distâncias dadas pelo eixo mediano da bacia, o divisor desta, e o eixo real da drenagem. Assim T= Da/Dd, onde Da é a distância da linha mediana até a drenagem real e Dd é a distância da linha mediana até o divisor da bacia. O índice vai de 0 a 1 sendo quanto mais próximo de 1 maior a assimetria. O índice foi aplicado para o rio das Cinzas com um espaçamento a cada 10 km na carta topográfica na escala 1:250.000. Foram feitos também cálculos do fator de assimetria das duas principais sub-bacias do rio das Cinzas, referentes aos rios Jacarezinho (margem direita) e Laranjinha (margem esquerda).

4.3 Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo visaram à caracterização dos principais lineamentos demarcados preliminarmente e das demais feições preliminarmente levantadas bem como a análise da relação destes.

As atividades de campo foram feitas ao longo de estradas pavimentadas e não pavimentadas, caminhos e trilhas, e também caminhamentos ao longo de drenagens. Para localização georreferenciada dos pontos foram utilizados GPS e mapas topográficos em 1: 50.000.

Os trabalhos de campo e de laboratório subsidiaram a análise da relação entre a distribuição e caracterização dos lineamentos e as feições geomorfológicas identificadas (sobretudo as anomalias de drenagem e relevo) bem como com as unidades geomorfológicas e geológicas da área já mapeadas e disponíveis na literatura.

4.4 Interpretação e integração dos dados

A interpretação e integração dos dados foram concluídas com a caracterização e elaboração do mapa morfoestrutural da área enfocada.

Tais análises foram consubstanciadas nos seguintes produtos finais:

• Mapa de lineamentos de drenagem e relevo da bacia do rio das Cinzas;

• Mapa de lineamentos de drenagem e relevo da área de estudo; Mapa morfoestrutural da área de estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1.1 Trabalho de Campo

A seguir são apresentados os dados dos 68 pontos dos trabalhos de campo realizados nos dias de 29 e 30 de junho de 2012 e nos dias 8, 11 e 15 de março de 2013 (Figura 3).



Figura 3: Localização dos pontos do Trabalho de Campo.

Ponto1, localizado na Estrada entre Jacarezinho e Santo Antônio da Platina entre as coordenadas UTM 0596307E e 7426115N fuso 22 Sul na elevação 541 metros em relação ao nível do mar.

Com a litologia compreendida como rocha basáltica parcialmente intemperizada, com zonas de fraturamento de espaçamento centimétrico com extensão decamétrica. Dessa forma o basalto dessa área sustenta um relevo com escarpas íngremes com gradientes que chegam a duas centenas de metros e com o topo aplainado localizado no Planalto de Santo Antônio da Platina.

Na área os rumos e mergulhos medidos nas zonas de fraturamento foram 260/85 (N10W/85) paralelo ao escarpamento principal, e as outras (N10W/85) e de direção E-W/65. Com a presença de juntas de alívio NW/15.

O ponto 2 compreende três nascentes na baixa vertente de um morro testemunho no Planalto de Santo Antônio da Platina, localizado na área urbana do município de Santo Antônio da Platina/PR. As nascentes estão paralelas a uma das zonas de faturamento do ponto anterior orientadas na direção E-W, indicando a possibilidade de certo controle de atuação neotectônica controlando os rios de primeira ordem dessa área.

O ponto 3 localizado nas coordenadas UTM 592789E e 7422016N fuso 22 Sul compreende um afloramento da Formação Rio do Rasto localizado em um corte na beira da estrada, composta de argilitos paleozoicos arroxeados e esverdeados com pastilhamento e laminação bem marcada. Apresenta zonas de fraturamernto com espaçamento centimétrico e extensão métrica com rumo e mergulho 168/84, 244/67 048/65. Zona de falha: rumo e mergulho são 192/90; estria 278/02 no plano de falha, dextral.

O ponto 4 localizado no Planalto de Santo Antônio da Platina nas coordenadas UTM 587448E e 7423138N fuso 22 Sul, altitude de 621 metros, mostra duas distintas superfícies de aplainamento, sendo a primeira (mais antiga) caracterizada pelo nivelamento dos topos dos morros testemunhos do Planalto de Santo Antônio da Platina formado por rochas do basalto ou arenito Botucatu/Pirambóia; e uma superfície mais recente relacionada ao embasamento rochoso de idade paleozóica (Fm. Rio do Rasto) caracterizada pelo nivelamento do topo das colinas do Planalto do Médio Cinzas.

O ponto 5 é localizado em uma mineradora de basalto nas coordenadas 585481E 7426005N fuso 22 Sul, altitude 534 metros. No paredão de basalto de dezenas de metros notase a incipiente evolução pedológica; nota-se uma família de juntas bem marcada 118/84; e uma junta isolada 180/70. Ponto 6, localizado na estrada que liga Santo Antônio da Platina a Ribeirão do Pinhal, nas coordenadas UTM 577620E e 7416169N fuso 22 Sul; tem-se rocha basáltica em contato com o arenito Botucatu e presença de linha de pedra com 25 cm de espessura com extensão decamétrica, composta por fragmentos de grandes dimensões como calhaus e seixos de canga laterítica conglomerática e maciça, provavelmente originada de remanescentes de um perfil laterítico, devido ao porte e à tipologia, bem desenvolvido que existiu na região em tempos passados. A linha de pedra marca uma discordância erosiva entre os dois depósitos sendo que o que está sob a linha constitui um depósito de fluxo de detritos com matriz de textura arenosa e seixos angulosos de arenito Botucatu, tendo sua origem proveniente de condição de clima seco sob condições de chuvas torrenciais, o depósito acima da linha de pedra compreendido como colúvio está afetado pela pedogênese.

Seguindo o referido corte de estrada há transição abrupta, por falha, para um afloramento de rochas areníticas e basálticas respectivamente da Formação Botucatu e da Formação Serra Geral; tais rochas encontram-se fraturadas e falhadas, sendo que suas falhas estão preenchidas provavelmente por óxido de manganês. Tais fraturas possuem rumo e mergulho de 002/80 e 295/80.

Ponto 7, nas coordenadas 557124E 7402900N fuso 22 Sul (Folha Ribeirão do Pinhal) na altitude de 617 metros, no Sítio Manuel Rodrigues (acesso pela estrada para o lugarejo de Messias), há uma superfície de aplainamento marcada pelo topo dos morros. Na área tem-se o entalhe do rio Laranjinhas controlado por falha evidenciada por cotovelo e escarpas com facetas trapezoidais e triangulares, além de migração do referido rio. escarpamento caracterizando o nível de base local. Área com indicativos de estruturação em grábem no vale do rio Laranjinha, necessitando estudos mais detalhados no futuro.

Ponto 8, localização 555573E 7404590N fuso 22 Sul no ribeirão Parado (Folha Ribeirão do Pinhal), compreendido como um terraço escavado pelo rio na altitude 504 metros, presença de afloramento Botucatu no leito do ribeirão em um ponto. Nota-se migração intensa do rio para S70E, com dois níveis de terraço (um mais elevado e um associado à planície atual do rio), mostrando incisão do rio o qual está escavando a própria planície aluvial em alguns pontos. Observa-se também depósitos de canal (conglomerados) sendo entalhados pelo canal atual e depósitos de finos com horizontes orgânicos entrerrados (antigas planícies de inundação).

Ponto 9, Basalto falhado; localização 552999E 74606548N fuso 22 Sul. Plano de falha com estria, sem indicadores de movimento: 330/90; 194/80.

Ponto 10, estrada para Santa Amélia; localização 560036E 7416245N fuso 22 Sul, altitude 589m. Basalto intemperizado com zonas de fraturas com rumo e mergulho: 180/85;

248/85; 130/77; horizontal 324/17.

Ponto 11, coordenadas 559006E 7417272N fuso 22 Sul, altitude 530 metros. Traquidacito com feições vulcânicas com pseudofoliações e dobras com feições vesicular.

Ponto 12, coordenadas 595166E, 7424385N fuso 22 Sul; altitude de 638 metros. Morro Bin, limite entre o Planalto Médio Cinza e Planalto Santo Antônio da Platina; área urbana de Santo Antônio da Platina. A partir do Morro Bin, é identificado o limite entre os planaltos de Santo Antônio de Platina e Planalto do Médio Cinza. A estrutura morfologicamente apresenta o topo plano, forma de morros testemunhos, e uma linha de escarpa demarcada com vertentes na porção superior retilíneas a convexas passando para côncavas na porção média inferior. No Planalto Médio Cinzas, os topos são planos ou levemente convexos e vertentes em geral convexas e algumas rampas retilíneas; formas de colinas a morrotes, predominância de colinas.

Ponto 13, coordenadas 595059E e 7424320N fuso 22 Sul; altitude de 612 metros. Basalto aflorando no corte da estrada descendo o Morro do Bin; duas zonas de fraturamento, sendo uma principal. Espaçamento decimétrico e extensão métrica. Zona de fratura principal 156/55; e secundárias 358/42 e 338/76.

Ponto 14, coordenadas 577308E e 7415968N fuso 22 Sul; altitude de 638 metros. Paisagem caracterizada por morros e morrotes, com vales em "V" encaixados associados ao Planalto de Santo Antônio da Platina.

Ponto 15, coordenadas 577803E e 741651N; altitude de 542 metros.Zonas de falha no arenito Botucatu com padrão sigmoidal, rumo e mergulho 354/87; zonas de fraturamento intenso no arenito Botucatu:190/85 e 092/84. Trape de Basalto e a Formação Botucatu. Zonas de falha no basalto (rumo e mergulho): 352/90, 358/90, 084/83 e 140/12- falha normal, 118/87; observou-se que as falhas NW cortam as NE subverticais; 272/87 plano de falha entre o Botucatu e o colúvio; NE subhorizontal corta E-W; NS desloca a NE (com movimento sinistral ou normal), N-S e E-W afetam a Formação Botucatu.

Ponto 16, coordenadas 578444E e 7416782N fuso 22 Sul; altitude de 530 metros. Duas zonas de fraturamento bem marcadas. Basalto com fraturamento decimétrico e extensão decamétrica. Rumo e mergulho 272/84, 204/80, 314/82, 346/89 e 060/89, sendo a mais bem marcada NS.

Ponto 17, coordenadas 584549E 7418794N fuso 22 Sul; altitude de 503 metros. Basalto com rumo e mergulho de 090/90 na zona de fratura principal; e 164/72, 190/87, 216/72; e 284/77 outra zona principal N-S. Esta zona de fraturamento principal N-S na verdade é uma zona de falha onde o rio das Cinzas está encaixado tendo-se a sua margem direita uma escarpa da Fm. Botucatu em mesma altitude que a escarpa de basalto na rodovia a margem esquerda do rio das Cinzas. Tal falha controla a feição de cotovelo e migração do rio das Cinzas apresentando meandros abandonados e dois níveis de terraço.

Ponto 18, coordenadas 585911E 7416752N fuso 22 Sul, 472m. Mostrando o limite do Planalto Santo Antônio da Platina e Planalto do Médias Cinzas.

Ponto 19, coordenadas 586927E e 7409919N fuso 22 Sul; altitude de 449 metros, mostrando relevo com topos convexos a planos, colinas associadas ao Planalto do Médio Cinzas e escarpas associadas ao Planalto de Santo Antônio da Platina a partir de visada na porção centro-sudeste da área para Norte.

Ponto 20, coordenadas 587542E e 7402200N fuso 22 Sul; altitude de 467 metros, mostrando relevo com topos convexos a planos, colinas associadas à calha do rio das Cinzas. Visada para o Sul.

Ponto 21, coordenadas 588709 e 7408905 fuso 22 Sul, altitude de 489 metros. Planalto do Médio Cinzas e Planalto de Santo Antonio da Platina vistos a partir da porção centrosudeste da área. Observa-se a escarpa da borda sudeste do Planalto de Santo Antonio e alguns morros testemunhos associados, e o contraste com o relevo menos dissecado formado por colinas alongadas com topos convexos do Planalto do Médio Cinzas da porão centro-sudeste da área.

Ponto 22, coordenadas 589092E 7409096N fuso 22 Sul, altitude de 471 metros. Argilito bege com porções arroxeadas da Formação Teresina; com duas zonas de fratura bem marcadas.Rumo e mergulho 170/70 e 256/80.

Ponto 23, coordenadas 590724E e 74080822N fuso 22 Sul; altitude de 481 metros. Colinas suaves com topos levemente convexos (vertente superior convexo e média inferior retilínea) do Planalto do Médio Cinzas na porção centro-sudeste da área.

Ponto 24, coordenadas 592075E e 7407127N fuso 22 Sul; altitude de 446 metros. Formas das colinas convexas e os vales colmatados por sedimentos de aluvião no Planalto do Médio Cinzas.

Ponto 25, coordenadas 5922838E e 7407229N fuso 22 Sul, altitude de 460 metros. Siltito da Formação Teresina com zona de fraturamento decamétrico com espaçamento decimétrico. Rumo e mergulho 219/84 como zona principal; zona secundária 116/78.

Ponto 26, coordenadas 595853 E,7416920N fuso 22 Sul; altitude de 514 metros. Argilito cinza arroxeado pastilhado da Formação Rio do Rasto com zonas de fraturamento com espaçamento decimétrico. Rumo e mergulho da zona principal 350/87; e 310/82 de extensão decimétrica; 064/87 outra zona de fraturamento bem desenvolvida.

Ponto 27, coordenadas 596967E e 7413590N fuso 22 Sul, altitude de 520 metros. Relevo de morro e morrotes associados ao Planalto de Carlópolis. Ponto 28, coordenadas 601547E e 7406586N fuso 22 Sul. Folhelho cinza da Fm. Serra Alta na porção do canto sudeste da área. Apresenta fraturamento com espaçamento decimétrico e extensão métrica com rumo mergulho 296/89, 018/80.

Ponto 29, coordenadas 598463E e 7411470N fuso 22 Sul; altitude de 537 metros.Siltito bege da Fm. Teresina; Zona de falha: 212/88 (plano); estria: 320/30; dextral; Zona de fraturamento: 158/80

Ponto 30, coordenadas 591207E e 7417031N fuso 22 Sul; altitude de 436 metros. Relevo de colinas com vales em "V" de fundo chato mostrando-se colmatados no Planalto Médio Cinzas.

Ponto 31, coordenadas 590636E e 7414774N fuso 22 Sul; altitude de 494 metros. Relevo suave com colinas convexas a retilíneas e topos aplainados associados a colúvios nos topos das colinas (setor do Planalto do Médio Cinzas na porção centro-leste da área).

Ponto 32, coordenadas 591335E e 7415597N fuso 22 Sul. Dique de diabásio com zonas de fraturamento com rumo e mergulho 346/87 e 286/84.

Ponto 33, coordenadas 551735E e 7410825N fuso 22 Sul; altitude de 553 metros. Ribeirão do Pinhal, estrada para fazenda Cachoeira, Planalto Santo Antônio da Platina. Observa-se no horizonte uma superfície de cimeira com topos aplainados (superfície de aplainamento) marcando a área do divisor do rio Laranjinhas com o rio das Cinzas. No local observa-se relevo de morros e espigões, com vertentes mais íngremes e vales encaixados. As vertentes são retilíneas passando para levemente côncavas na porção mediana e retilíneoconvexas na porção inferior. Área de basalto com perfís de solo espessos (nitossolos).

Ponto 34, coordenadas 552198E e 741007N fuso 22 Sul. Camada de 20 centímetros de colúvio já pedogenizado sobreposto ao basalto fragmentado, pequenos fragmentos de canga arredondados e milimétricos, alguns fragmentos de quartzo arredondados e polidos. Zona de fratura com rumo e mergulho 200/71.

Ponto 35, coordenadas 553376E e 7409139N fuso 22 Sul, altitude de 570 metros. Planalto Santo Antonio da Platina. Divisor do rio Laranjinhas com vista do relevo da área com a superfície de aplainamento bem marcada no divisor entre o rio Laranjinha e o rio Cinzas.

Ponto 36, coordenadas 555436E e 7410765N fuso 22 Sul, altitude de 460 metros. Soleira no basalto associada a *nick point* de captura do córrego dos Bagres pelo rio Laranjinha. Zonas de fraturamento principais paralelas ao córrego dos Bagres: rumo e mergulho 166/89; 180/80; outras zonas principais: 174/74 (zona de falha paralela ao córrego dos Bagres); 084/73; famílias secundárias, 126/89, 126/89, 210/80, 246/90. Zona de falha principal paralela à soleira: 044/66; 048/67. Falha: 076/70; estria 346/07, sinistral.

Ponto 37, coordenadas 559531E e 7411145N fuso 22 Sul; altitude de 499 metros.
Basalto no corte da estrada. Zonas de fraturamento: 010/60, 086/76 e 004/12.

Ponto 38, coordenadas 566486E e 7409511N fuso 22 Sul, altitude de 680 metros. Presença de depósito coluvinar arenoso avermelhado com fragmentos de carvão, já esta bastante pedogenizado, no corte da estrada.

Ponto 39, coordenadas 564855E e 7405477N fuso 22 Sul, altitude de 731 metros. Estrada de terra de Ribeirão do Pinhal para Jacutinga. Local de mirante ao vale do rio Laranjinha, mostrando as zonas de escarpas do Planalto de Santo Antônio da Platina com os topos aplainados. Visão dos diques formação de cornija e formação Botucatu com zona de escarpamento do Planalto de Santo Antônio da Platina.

Ponto 40, coordenadas 563077E e 7403927N fuso 22 Sul, altitude de 578 metros. Área do Planalto Santo Antônio da Platina com topos destacados por quebra no relevo. Basalto gerando nitossolo.

Ponto 41, coordenadas 564088E e 7404793N fuso 22 Sul, altitude de 616 metros. Depósito de colúvio argilo-arenoso, com presença de seixos de canga laterítica imersos na matriz. Na base do colúvio tem-se linha de pedra com 50 cm de espessura com grande quantidade de canga retrabalhada e seixos angulosos e subarredondados de basalto imersos na matriz.

Ponto 42, coordenadas 563494E e 7407535N fuso 22 Sul, altitude de 645 metros. Setor de cimeira do Planalto de Santo Antônio da Platina, caracterizado por relevo na forma de colinas suaves com topos convexos, vertentes retilíneas na porção médio inferior e convexas na porção superior. Observa-se cobertura arenosa avermelhada nos topos recobrindo basalto.

Ponto 43, basalto alterado com zona de falha com preenchimento de sílex. Rumo e mergulho 044/82 e 216/86.

Ponto 44, coordenadas 560031E e 7407840N fuso 22 Sul, altitude de 680 metros. Paisagem do vale do rio Laranjinha e as escarpas do Planalto de Santo Antônio da Platina mostrando uma superfície de aplainamento bem marcada.

Ponto 45, coordenadas 562250E e 7409571N fuso 22 Sul, altitude de 609 metros. Relevo com topos aplainados e vertentes convexas caracterizando o topo no interior do Planalto de Santo Antônio da Platina.

Ponto 46, coordenadas 565452E e 7410030N fuso 22 Sul, 610m. Formação Pirambóia mostrando estratificação cruzada e níveis de depósito de canal intercalados. Zona de fraturamento com rumo e mergulho 225/79.

Ponto 47, coordenadas 567084E e 7408875N fuso 22 Sul, altitude de 631 metros. Depósito de colúvio argilo-arenoso, de coloração amarelo-avermelhada, com seixos milimétricos de canga laterítica retrabalhada e quartzo imersos na matriz.

Ponto 48, coordenadas 567624E e 7408621N fuso 22 Sul, altitude de 608 metros. Estrada entre Ribeirão do Pinhal e Jundiaí do Sul, mostrando passagem do Planalto Santo Antônio da Platina para o Planalto Médio Cinza na porção sudoeste da área.

Ponto 49, coordenadas 567378E e 7408820N fuso 22 Sul altitude de 645 metros. Cascalheiras na base formada por seixos e calhaus da Formação Botucatu silicificada, sílex e canga laterítica. Os calhaus são arrendodados e angulosos, acima das cascalheira há colúvio arenoso a areno-argiloso com seixos milimétricos de canga retrabalhada de quartzo. Um pouco mais à frente, tem-se a Fm. Rio do Rasto com formas de relevo na transição entre os planaltos de Santo Antonio da Platina e Médio Cinzas.

Ponto 50, coordenadas 567378E e 7408820N fuso 22 Sul, 542m. Paisagem no setor centro-sul da área, mostrando Planalto do Médio Cinzas mais rebaixado e a borda do Planalto de Santo Antônio da Platina ao fundo.

Ponto 51, coordenadas 564859E e 7426048N fuso 22 Sul. Planalto de Londrina na porção noroeste da área caracterizado por topos planos levemente convexos, vertentes convexas e vale em "V". Observa-se que os topos estão nivelados, marcando superfície de cimeira, rocha basáltica com perfís de nitossolos espessos.

Ponto 52, coordenadas 564080E e 7426001N fuso 22 Sul, 587m. Vista do planalto de Londrina com topos alongados levemente convexos a planos. Basalto aflorando com zonas de fraturas com rumo e mergulho 170/85, 089/89 e 223/75.

Ponto 53, coordenadas 556159E e 7426567N fuso 22 Sul, altitude 502 metros. Estrada para Fazenda Santa Amélia, Basalto alterado.

Ponto 54, coordenadas 554160E e 7427305N fuso 22 Sul, altitude 450 metros. Ponto na estrada de Santa Amélia para o Bairro Espumadinho. Visada da virada de 180° do rio Laranjinha marcado por uma soleira de direção aproximadamente de 132° (N50W) paralela ao ribeirão Grande que deságua no rio Laranjinha neste setor. Região com de morrotes com topos aplainados e pequenos espigões com vertentes convexas e topos alongados, vales em "V" e declividade das vertentes mais acentuada. Solos de alteração de basalto.

Ponto 55, coordenadas 552880E e 7426800N fuso 22 Sul, altitude 470 metros. Vista do rio Laranjinha fazendo curvas e cotovelos. No topo dos morros aflora basalto, ausência total de perfil laterítico nos topos; o basalto também aflora no leito do ribeirão Grande e do rio Laranjinha.

Ponto 56, coordenadas 551686E e 7426638N fuso 22 Sul. Vale do rio Laranjinha, mostrando planície aluvial assimétrica (ocorrência da planície apenas na margem direita do rio), mostrando migração para N10E. Basalto aflorando no leito da estrada.

Ponto 57, coordenadas 551389E e 742661N fuso 22 Sul, 444m. Basalto com forte acebolamento aflorando no leito da estrada, observa-se zonas de fraturas e zonas de falha formando uma película de óxido nos planos de falha. Rumo e mergulho das zonas de fratura 120/80, 214/85; zonas de falha 070/76; 020/82.

Ponto 58, coordenadas 552880E e 7426800N fuso 22 Sul, altitude 450 metros.Basalto aflorando no leito da estrada de terra de Santa Amélia para Ribeirão do Pinhal.Zona de fraturamento intenso de largura decamétrica 214/70. Mais abaixo tem-se duas soleiras no leito do ribeirão Água da Onça, uma N-S e uma NE.

Ponto 59, coordenadas 556439E e 7424376N fuso 22 Sul, altitude 444 metros. Terraços/planícies aluviais assimétricas no Ribeirão da Água da Onça, mostrando planície em sua margem esquerda e escarpa na margem direita.

Ponto 60, coordenadas 556408E e 7422314N fuso 22 Sul, altitude 530 metros. Basalto na estrada com zonas de falhas de formato romboidal, rumo e mergulho nas zonas de falha 194/62 e 214/60; zona de fratura principal 196/65.

Ponto 61, coordenadas 556467E e 742084N fuso 22 Sul, altitude 473 metros. Zona de falha no basalto intensamente fraturado e abaixo tem-se uma zona de epidotização com 20 centímetros de espessura e abaixo desta tem-se traquidacito. Zonas de falha: 020/80, 120/87 e 130/62 e zona de fratura 224/056.

Ponto 62, coordenadas 557099E e 7418890N fuso 22 Sul, altitude 499 metros. Traquidacito dobrado, com zonas de fratura com rumo e mergulho de 224/56, 270/54 (com preenchimento de sílex e óxidos) nas zonas principais; zonas secundárias: 278/82 e 014/68.

Ponto 63, coordenadas 558975E e 7417282N fuso 22 Sul, altitude 527 metros. Plano de falha em traquidacito com rumo e mergulho no plano de falha: 110/80.

Ponto 64, coordenadas 5566623E e 7414027N fuso 22 Sul, altitude 571 metros. Planalto de Londrina próximo à Ribeirão do Pinhal e perto à passagem do Planalto de Santo Antonio da Platina.

Ponto 65, coordenadas 552180E e 7415600N fuso 22 Sul. Estrada de Ribeirão do Pinhal para Santo Antônio da Platina próximo à estrada para a Fazenda Pau d'alho. Presença de zona de falha preenchida por calcita no plano. Rumo e mergulho 210/04 espaçamento métrico a decimétrico; zona de fratura principal 210/88; e 306/85 (secundária).

Ponto 66, coordenadas 557751E e 7414980N fuso 22 Sul, altitude 587 metros. Passagem do Planalto de Londrina para o Planalto de Santo Antonio da Platina marcado pelo Ribeirão do Penacho, aumento do gradiente e declividade, observam-se fragmentos de canga laterítica no solo.

Ponto 67, coordenadas 569467E e 7415714N fuso 22 Sul, altitude 650 metros. Basalto

falhado com zona de falha de dezenas de metros de largura. Ao longo dos planos de falha observa-se epidotização e camada de óxidos. Rumo e mergulho na zona de falha 190/50 e estria 230/30, normal. zona principal 196/85 e outra zona de falha: 134/87. As zonas de falha WNW-ESE apresentam mais de 10m de altura.

Ponto 68, coordenadas 570331E e 7420845N fuso 22 Sul, altitude 470 metros. Basalto alterado com solo acima deste com cangas lateríticas retrabalhadas e quartzo.

5.2 Geomorfologia:

Na área de Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal as subunidades morfoesculturais (Figura 4) que compõem essa área são o Planalto de Londrina, Planalto de Carlópolis, Planalto de Santo Antônio da Platina e Planalto do Médio Cinzas esses possuem morfologia NW/SE, outra característica do relevo dos planaltos que compõe a área é a presença de vales em "V".

Formas características de topos isolados, vertentes convexas e vales em "V", as rochas do Planalto de Santo Antônio da Platina são da e suas rochas pertencem à formação Serra Geral, e apresenta dissecação Formas características de topos formações Rio do Rasto, Teresina e diversa e constituída por rochas das vertentes convexas e vales em "V", com direção da morfologia NE/SW, Formações Rio do Rasto, Teresina, Serra Alta, Rio Bonito e Grupo aplainados, vertentes convexas e vales em "V" aberto geologias das Grupo Itararé, e a direção geral da morfologia é NW/SE, com média Formas em topos alongados, Formação Serra Geral, Formação aplainados, vertentes convexas e Itararé, e a direção geral da morfologia é NW/SE, com baixa Botucatu e Formação Pirambóia vales abertos de fundo chato, a geologia encontrada na área é Caracteriza-se por topos Ceo com alta dissecação. dissecação. dissecação. unesp^{*} A Jrapesp média Planalto Médio Cinzas Planalto de Carlópolis Planalto de Londrina Planalto de Santo Antônio da Platina Gemorfologia da área de "Santo Antônio da Platina e Ribeirão Pinhal" 1420000 18.000 m Datum Horizontal: Sirgas 2000 Datum Vertical: Ibituba (SC) Fonte: Mineropar (2006) Elaboração: Pereira (2013) 12.000 1:300.000 570000 000000 3.000 6.000 570000 0 1420000

41

O Planalto de Santo Antônio da Platina suporta um relevo com escarpas íngremes com gradientes que chegam a duas centenas de metros e com o topo aplainado. (Figura 5)



Figura 5: Escarpa basáltica na zona limítrofe entre o Planalto de Santo Antônio da Platina e o Planalto do Médio Cinzas

Foto: Santos (2013)

No Planalto Médio Cinzas, os topos são planos ou levemente convexos e vertentes em geral convexas e algumas rampas retilíneas; formas de colinas a morrotes,predominância de colinas (Figura 6)



Figura 6: Vista da passagem do Planalto de Santo Antônio da Platina e Planalto do Médio Cinzas

Foto: Santos (2013)

Planalto de Londrina possui topos alongados levemente convexos a planos e vertentes convexas e vale em "V". (Figura 7).



Figura 7: Domínio do Planalto de Londrina no setor noroeste da área.

Foto: Santos (2013)

O Planalto de Carlópolis é distinguido pela presença de morros e morrotes e vertentes convexas (Figura 8).



Figura 8: Relevo de morros e morrotes do Planalto de Carlópolis, evidenciando maior dissecação.



5.3 Geologia:

No mapa geológico (Figura 10) da área observa-se a presença dos basaltos da Formação Serra Geral, além das Formações Pirambóia e Botucatu, Formação Rio do Rasto, Formação Teresina e a nordeste da área Formação Serra Alta e Formação Rio Bonito.

Já no mapa geológico da bacia como foi citado anteriormente (Figura 9) faz parte as Formações Furnas, Ponta Grossa, Rio Bonito, Serra Alta, Teresina, Serra Geral, Grupo Itararé e Granito Joaquim Murtinho. Figura 9: Geologia da Bacia do Rio das Cinzas



Figura 10: Geologia da área "Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal"



A Formação Serra Geral abrange um conjunto de derrames basálticos toleíticos do Eo-Cretáceo (Figura 11), essa formação está interdigitada com os arenitos da Formação Botucatu. A Formação Serra Geral também é recoberta em discordância angular, geralmente muito disfarçada pelas formações do grupo Bauru e por depósitos cenozóicos.

Figura 11: Basalto apresentando zona de fraturamento



Foto: Santos (2013)

A Formação Botucatu (Figura 12) possui idade do Neo-Jurássico/Eo-Cretáceo. Seus arenitos avermelhados e amarelados apresentam estratificações de grande porte de origem desértica.

Figura 12:Cascalheiras na base formada por seixos e calhaus da Formação Botucatu



Foto: Santos (2013)

A Formação Pirambóia (Figura 13), de idade triássica, caracteriza-se por arenitos finos e médios com cores avermelhadas e amareladas, com fração argilosa maior na parte inferior que na superfície da formação, onde localmente ocorrem arenitos grossos, conglomeráticos.



Figura 13: Formação Piramboia com estratificação cruzada.

A Formação Rio do Rasto é constituída pelos membros Morro Pelado e Serrinha, do Permiano Superior. O Membro Morro Pelado é compreendido por siltitos e argilitos avermelhados e arenitos finos intercalados depositados em ambiente fluvial e de planície deltáica. O Membro Serrinha, contém siltitos e arenitos esverdeados muito finos, micríticos e calcarenitos formados em ambiente de frente deltáica e planície de marés.

A Formação Serra Alta (Figura 14) de idade permiana, é caracterizada por lamitos e folhelhos acizentados, escuros, maciços e microlaminado; essa formação é depositada em plataforma epinerítica.

Foto: Santos (2013)

Figura 14: Folhelho da Formação Serra Alta no extremo sudeste da área.





A Formação Teresina (Figura 15) apresenta alternâncias de lâminas, camadas delgadas e bancos de folhelhos, argilitos, siltitos e localmente, arenitos finos, do Permiano Superior, podendo ocorrer camadas de calcário.





Foto: Santos (2013)

A Formação Rio Bonito contém os membros Siderópolis, Paraguaçu e Triunfo e é caracterizada por arenitos, siltitos, folhelhos, carvões e calcários, de idade permiana.

5.4 MDT e Hipsometria

No MDT (Figuras 18 e 19) e no mapa hipsométrico são analisados os diferentes gradientes de altitude, dessa forma na bacia estudada o maior destaque dos gradientes altimétricos é na área SSE, com altitude máxima de 1276 metros, e a área de altitudes mais suaves é a região NW com um mínimo de 327 metros, já na área de Santo Antônio da Platina

e Ribeirão do Pinhal a altitude máxima é de 844 metros e esses gradientes maiores ocorrem em um padrão NE-SW, logo as altimetrias mais baixas ocorrem na área SE, com um mínimo de 389 metros (Figuras 16 e 17).

Figura 16: Ponto 39, 731 metros



Foto: Santos (2013)

Figura 17: Ponto 36, 436 metros de altitude



Foto: Santos (2013)

1 ð 1250 - 1276 m 1200 - 1250 m 1150 - 1200 m 1100 - 1150 m 1050 - 1100 m 1000 - 1050 m 950 - 1000 m 900 - 950 m 850 - 900 m 800 - 850 m 750 - 800 m 700 - 750 m 650 - 700 m 600 - 650 m 500 - 600 m 450 - 500 m 400 - 450 m 350 - 400 m 327 - 350 m unesp^{*} A Japesp Hipsometria da Bacia do Rio das Cinzas 1420000 000000 1360000 0000007 1300000 660000 0000000 660000 Datum Vertical: Ibituba (SC) Fonte: "Marília, Telêmaco Borba, Cornélio Procópio" (Folhas FS 22-Z-A, SF 22- Z-C e SG- 22- X- A) 75.000 m Elaboração: Pereira e Oliveira (2013) Datum Horizontal: Sirgas 2000 50.000 1:1.500.000 Γ 580000 000000 580000 12.500 25.000 0 200000 000000 500000 1300000 1420000 0000982 00000 0000



Figura 19: Hipsometria da área "Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal "

51

5.5 Declividade

Por meio do mapa de declividade (Figura 22 e 23) é caracterizado uma área com os declives mais acentuados, cerca de 20 a 40%, na direção NE- SW o mesmo padrão das áreas de maior gradiente de altura observado nos outro mapas. Na região SE da área de Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal é o local onde os declives são mais suaves, com uma significativa presença de declives de 0 á 6%, já a região NW da área das cartas os declives são de 3 a 6 % (Figuras 20 e 21), já na bacia do rio da Cinza o sul da área é onde há os maiores declives, com expressiva presença das classes de declive de 12% á 20% e 20% á 40%.

Figura 20 a; b: Ponto 12, Declividade na transição dos Planaltos de Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal



Foto: Santos (2013)



Figura 21: Ponto 27, declividades no Planalto de Carlópolis

Foto: Santos (2013)





5.6 Perfis Topográficos da área

Os perfis topográficos da bacia (Figura 26) demonstram a região ao sul da bacia com altitudes superiores á 1200 metros como é evidenciado pelo perfil A-B, com a região central da bacia com altimetria menor, a diferença altimétrica da área chega a cerca de 612 metros, com uma quebra de declive de 200 metros no perfil G-H.

Através dos perfis da área de estudo (Figura 27) é possível identificar na região NE-SW é onde há as altitudes mais elevadas, sendo que nos perfis A-B, C-D e E-F é evidenciada essa quebra de declividade, no perfil A-B é demonstrado um limite abrupto de cerca de 100 metros, os perfis também evidenciam a estrutura NE que corta a área bem marcada, sendo que nesta área é onde a altitude é mais elevada, sendo o máximo de altitude encontrada na área acima de 800 metros e a mais baixa menos de 400 metros de altitude , com transição abrupta 200 metros no perfil O-P, a área mais elevada do Planalto de Santo Antônio da Platina é fortemente marcada na área como é demonstrado pelo perfil N-M (Figura 24), a Figura 25 marca uma transição de cerca de 75 metros no perfil W-X.

Figura 24: Diferença de altitude com cerca de 75 metros nas proximidades do Perfil W-X



Foto: Santos (2013)





Foto: Santos (2013)





Figura 27: Perfis topográficos traçados a partir das cartas topográficas de "Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal"



5.7 Assimetria de drenagem

A aplicação do método de Cox (1994) encontrou uma significativa assimetria máxima de 0,69 no ponto 31 sendo que a migração da drenagem ocorre em média para Leste, sendo que nesse mesmo trecho (pontos 29, 30 e 31) são onde ocorrem as assimetrias máximas da bacia, outro trecho com significativa assimetria encontra-se nos pontos 12, 13, 14 e 15 (Figura 28; Grafico1). Mudanças abruptas no fator de assimetria ocorrem nos pontos 3 (alto curso) com migração neste caso para Oeste e no ponto 25 (transição do médio para o baixo curso da bacia).

Figura 28: Assimetria da Bacia do Rio das Cinzas





Gráfico 1: Variação da assimetria do Rio das Cinzas

Como é possível verificar a assimetria do Rio Jacarezinho é localizada no ponto 2, 7 e 8 com a migração ocorrendo em média para leste.

Através do gráfico verifica-se que a assimetria do Rio Laranjinha é bastante irregular ao longo do seu curso, podendo identificar quatro trechos com significativa assimetria (Pontos 2, 3, 7, 8, 10, 14 e 15) como mostra a figura 6. No trecho 2-3 (alto curso) o rio apresenta uma migração para Leste, ao passo que no trecho 7-8 tem-se a inversão do sentido de migração, neste caso para Oeste. Cabe destacar também que o rio Laranjinha apresenta um fator de assimetria máximo maior que aquele da bacia do rio das Cinzas, chegando 0,78 de assimetria (Gráfico 3). No caso do rio Jacarezinho, é possível verificar que a assimetria maior ocorre no ponto 2, com a migração ocorrendo em média para leste (Gráfico 2).

Ao se comparar os trechos de maior assimetria da bacia do rio das Cinzas com aqueles de seus principais afluentes, nota-se uma superposição de tais anomalias, como nos trechos 14 do rio Laranjinha e 29 do rio das Cinzas; trechos 7; 8 do rio Laranjinha e 12; 13; 14 do rio das Cinzas; trechos 2; 3 do Laranjinha e 7; 8 do rio das Cinzas. Também ocorre uma superposição entre os trechos 10 do rio Laranjinha e 2 do rio Jacarezinho (Figura 29; Gráfico 2). Se analisados conjuntamente os trechos de maior assimetria e os principais lineamentos da bacia, pode-se notar uma correlação entre estas feições, sugerindo um certo controle dos lineamentos com tais trechos de maior assimetria, especialmente nos trechos 12, 13, 14 Cinzas/7, 8 Laranjinha controlados por um cruzamento de lineamentos ENE e NW; trechos 7, 8 Cinzas/2, 3 Laranjinha com lineamentos NW; trechos 29, 30, 31 Cinzas com lineamento N-S (Figuras 2,3).



Figura 29: Assimetria das Sub-Bacias dos Rios Laranjinhas e Jacarezinho

Gráfico 2: Variação da assimetria de drenagem no Rio Jacarezinho





Gráfico 3: Variação da assimetria de drenagem no Rio Laranjinhas

5.8 Análise dos Lineamentos Estruturais

Os lineamentos na bacia do rio das Cinzas ocorrem segundo quatro direções principais: aproximadamente N-S (NNW, N-S, NNE), aproximadamente E-W (WNW, E-W, ENE), NE e NW, sendo mais frequentes e de maior comprimento as direções NNW, ENE, NNE e NW, com destaque para as duas primeiras (NNW e ENE) frente às demais, como mostram as figuras 30, 31 e 32. Tais lineamentos se configuram predominantemente como feixes e subordinadamente como traços isolados, sendo o comprimento dos traços variável. As direções se distribuem de forma distinta ao longo da bacia, sendo que algumas como as direções em torno de N-S mostram uma frequência maior nas porções de maior dissecação relacionada ao Planalto de Santo Antônio da Platina e na porção do alto curso da bacia; no médio curso, estas direções tendem a se organizar na forma de feixes mais isolados (Figura 30). Ainda com relação a esta direção, destaca-se a predominância da direção N-N10W (Figura 32a).

Já no quadrante NE, as direções NE e ENE configuram um padrão geométrico em romboedro resultante de feixes bem marcados nas direções N40-50E e E-N80E, sobretudo nas porções do alto e médio curso da bacia, ao passo que na porção do baixo curso tal geometria praticamente se desfaz (Figuras 31b;c). Quanto aos lineamentos NW, estes ocorrem preferencialmente no intervalo N30-50W, formando em algumas porções um padrão amendoado dado pela conjugação das direções N30W e N50W (Figuras 31b e 32). Ao se analisar em conjunto o mapa de lineamentos e o Modelo Digital de Terreno da área da bacia

(Figura 30) pode-se notar que os feixes de lineamentos ENE controlam porções ou blocos com diferentes graus de dissecação na bacia. Secundariamente, os lineamentos NW controlam também porções distintas de dissecação, segmentando a compartimentação de blocos maiores delineados pelos feixes ENE. Lineamentos em torno de N-S segmentam meridionalmente a porção centro-oeste da bacia (Figura 30).



Figura 30: Lineamentos da área da Bacia do Rio das Cinzas



Figura 31: Rosáceas da Bacia do Rio das Cinzas.



Figura 32: Rosáceas da Bacia do Rio das Cinzas Frequência e Comprimento absoluto

Os lineamentos da área de estudo foram marcados nas cartas topográficas Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal em escala 1: 50.000 das Folhas SF 22-Z-C-II-4/MI-2760-4 e SF 22-Z-C-II-3/MI-2760-3 (Figura 36)

Os lineamentos apresentam-se segundo as direções NW, NE, E-W a ENE e N-S (Figura 33), com maior destaque para NE, que marca o limite do Planalto de Santo Antônio da Platina. Os padrões NE e NW pode estar associados a estruturas mais antigas ligadas à última orogênese, bem como a reativações neotectônicas.

Dentro da presente área de estudo (Figura 34 e 35) é possível verificar tanto em relação ao comprimento quanto em relação frequência há uma maior ocorrência de lineamentos NW- SE e uma forte concentração de lineamentos NE-SW, desses os lineamentos NW-SE ocorrem com maior frequência e comprimento em N40W e N50W, já os lineamentos NE-SW possuem o seu comprimento principalmente na direção N50E e N60E, e a frequência em N40E e N50E. Já os lineamentos EW e NS são encontrados em menor quantidade, sendo os lineamentos EW com frequência e concentração em E80W, e os lineamentos NS com maior concentração e frequência em N10S. Através do mapa com os lineamentos é verificada uma intensa concentração na área do Planalto de Santo Antônio da Platina.





Figura 34: Rosáceas da "área Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal"





5.9 Compartimentação

Abaixo se encontra o mapa com a localização de todos os oito compartimentos mapeados no presente trabalho (Figura 36), seguido da descrição de cada um dos compartimentos.



Figura 36: Compartimentação da área de "Santo Antônio da Platina e Ribeirão do Pinhal"

Compartimento I

Nesse compartimento há de forma marcante os declives da classe de 6% a 12%. A maior parte abrange a subunidade morfoescultural do Planalto de Londrina e em menor proporção o Planalto de Santo Antônio da Platina, a geologia do compartimento é na sua maioria compreendida pela Formação Serra Geral, com uma área sudeste com a presença das Formações Piramboia- Botucatu e Formação Rio do Rasto.

A partir dos perfis topográficos é possível fazer algumas considerações sobre a transição e diferenças altimetricas dos distintos compartimentos, dessa forma o perfil O-P demonstra a passagem dos Compartimentos I, VII e VI com um limite abrupto entre o Compartimento I e o Compartimento VII, onde há uma diferença na transição de aproximadamente 200 metros. A altitude do relevo, segundo o mapa hipsométrico, desse compartimento é de quase 401 metros á noroeste até em volta de 750 metros na direção sudeste do compartimento.

Quanto a morfologia, a oeste da área Ribeirão do Pinhal é observado no horizonte uma superfície de cimeira com topos aplainados (superfície de aplainamento) marcando a área do divisor do rio Laranjinhas com o rio das Cinzas. No local o relevo é constituído por morros e espigões, com vertentes mais íngremes e vales encaixados. As vertentes são retilíneas passando para levemente côncavas na porção mediana e retilíneo-convexas na porção inferior. Nessa área foi constada a existência de basalto com perfís de solo espessos (nitossolo) (Figura 37). No setor de cimeira do Planalto de Santo Antônio da Platina (ponto 42) é marcado por relevo na forma de colinas suaves com topos convexos, vertentes retilíneas na porção médio inferior e convexas na porção superior (Figura 38). Ressalta-se a cobertura arenosa avermelhada nos topos recobrindo basalto. Já o interior do Planalto de Santo Antônio da Platina (ponto 45) é caracterizado por topos aplainados e vertentes convexas

Figura 37 a; b; c : Sequência de fotografías mostrando, da esquerda para a direita, superfície de cimeira com topos aplainados, relevo de morros e espigões, e nitossolo









Foto: Santos (2013)

O Planalto de Londrina é formado por morrotes com topos aplainados e pequenos espigões com vertentes convexas e topos alongados, vales em "V" e declividade das vertentes mais acentuada. Solos de alteração de basalto (Figura 39).
Figura 39 a; b: À esquerda, vista da virada de do rio Laranjinha dada por soleira de basalto; e à direita formas de relevo da área marcada por morros e espigões alongados.



Foto: Santos (2013)

Nessa área o rio Laranjinha faz curvas e cotovelos, e há ausência total de perfil laterítico nos topos; o basalto também aflora no leito do ribeirão Grande e do rio Laranjinha (Figura 40). O vale do rio Laranjinha possui planície aluvial assimétrica (ocorrência da planície apenas na margem direita do rio), mostrando migração para N10E.





Foto: Santos (2013)

Compartimento II

Nesse compartimento há declividades aparentes 0% a 3% de 3% a 6% e 6% a

12%. Através do perfil W-X é nota- se um aumento da altitude do relevo em relação ao compartimento VI com alteração de altitude na mudança dos compartimentos de aproximadamente 25 metros. No interior desse compartimento a altimetria varia de 501 a 550 com a região leste possuindo altitudes mais elevada com uma variação de 551 a 600.

Esse compartimento é localizado nos planaltos de Carlopólis e no Planalto do Médio Cinzas, grande parte formado pela formação Teresina com algumas manchas no seu setor noroeste e nordeste da formação Piramboia e Botucatu. Através do campo identificou-se na área um relevo aplainado (Fotografia 41).



Figura 41: Relevo aplainado

Foto: Santos (2013)

Compartimento III

No Compartimento III há predominância das classes declividade 0% a 3% e 6% a 12%, O perfil U-V mostra as altitudes mais rebaixadas em relação ao compartimento VII, com uma transição de 100 metros. Nesse compartimento a variação de 451 a 600 metros sendo as menores altitudes registradas ao leste do compartimento e as maiores a Oeste.

Esse compartimento fica em sua maior parte no Planalto do Médio Cinza, com uma porção sudoeste no planalto de Santo Antônio da Platina, a geologia desse compartimento é formado basicamente pela Formação Rio do Rasto com uma pequena mancha no seu nordeste da Formação Piramboia-Botucatu.

É possível verificar a presença de um relevo aplainado com colinas suaves no Planalto de Santo Antônio da Platina. (Figura 42)



Figura 42: Paisagem mostrando Planalto do Médio Cinzas e a borda do Planalto de Santo Antônio da Platina ao fundo.

Foto: Santos (2013)

Compartimento IV

As menores declividades são encontradas nessa área da bacia com predominância da classe de 0 a 3%. No perfil N-M é evidenciado o vale do rio laranjinha e o compartimento IV onde há baixas altitudes na sua maior parte com menos de 500 metros com a quebra existente para a transição do compartimento VII de cerca de150 metros.

No perfil E-F está marcado a passagem do vale do laranjinhas com uma quebra de cerca de 50 metros na altimetria, no perfil S-T há uma diferença altimetrica de quase 150 metros na transição do compartimento VII. A altimetria no compartimento é entre 451 a 500.

O sul da área está localizado no Planalto de Santo Antônio da Platina e o norte do compartimento fica no Planalto do Médio Cinzas, quanto a geologia, ao sul desse compartimento é a Formação Rio do Rasto e o norte é constituído pela Formação Piramboia- Botucatu com uma pequena porção da Formação Serra Geral. Localizado na área do vale do rio Laranjinhas é caracterizada por relevo rebaixado marcado por uma superfície de aplainamento, com presença de morros testemunhos (Figura 43).



Figura 43: Superfície de aplainamento

Foto: Santos (2013)

Compartimento V

A leste desse compartimento a declividade é marcantemente 6% a 12%%, já a oeste a declividade é em grande parte pertencente a classe de 0% a 3% com significativa presença de 6% a 12% , A geomorfologia é composta pelas subunidades morfoestruturais Planalto de Santo Antônio da Platina e em menor proporção Planalto de Londrina e no Planalto Médio Cinzas, a geologia é representada pela Formação Serra Geral.

O perfil W-X demonstra a quebra existente entre o Compartimento V onde as altitudes são mais elevadas que o Compartimento VI com diferença aproximada de 175 metros, com uma quebra na transição dos dois compartimentos de cerca de 25 metros. Já no perfil A-B em outro ponto do referido compartimento é evidenciado uma quebra de 100 metros na transição. A altitude da área é de 500 a 700 metros, sendo as maiores atitudes ao sul do compartimento e as altitudes menores na região nordeste.

O basalto dessa área sustenta um relevo com escarpas íngremes com gradientes que chegam a duas centenas de metros e com o topo aplainado localizado no Planalto de Santo Antônio da Platina (Figura 44).



Figura 44: Escarpa basáltica na zona limítrofe entre o Planalto de Santo Antônio da Platina (ao fundo) e o Planalto Médio Cinzas (em primeiro plano) na área urbana de Santo Antônio da Platina

Foto: Santos (2013)

Compartimento VI

Na área ao sudeste do compartimento a declividade é de 0% a 3%, No perfil I-J percebe-se uma diferença de quase 100 metros entre o Compartimento VII e VI com a altimetria variando de 450-500 metros.

Dessa forma de acordo com o mapa hipsométrico a altitude varia de 389 a 600 com as maiores altimetria leste e as menores a Oeste.

A maior parte do compartimento é localizado no Planalto do Médio Cinzas com a porção leste também presente no Planalto de Carlopólis.

O norte do compartimento está sobre a Formação Rio do Rasto, na parte ao sul encontra-se a formação Teresina e a Formação Serra Alta, na porção extremo sul da área é encontrada a Formação Rio Bonito.

A morfologia desse compartimento é composta por morros e morrotes, Ponto 27, associados ao Planalto de Carlópolis (Figura 45) com uma dissecação maior do que em outros compartimentos. Também são encontrados colmatados no Planalto Médio Cinzas relevo de colinas com vales em "V" de fundo chato.

No setor do Planalto do Médio Cinzas na porção centro-leste da área o relevo é

suave com colinas convexas a retilíneas e topos aplainados associados a colúvios nos topos das colinas

No trabalho de campo dessa área foi ainda encontrado Dique de diabásio.



Figura 45: Relevo de morros e morrotes do Planalto de Carlópolis, evidenciando maior dissecação em relação ao Planalto do Médio Cinzas

Foto: Santos (2013)

Compartimento VII

Em um padrão Nordeste há a região com maior declive da área de 20% a 40%; os lineamentos são predominantemente NE-SW, a elevação mais acentuada em relação aos outros compartimentos é evidenciada pelo perfil I-J, a altimetria da área é de 600 a 800 metros. A geologia desse compartimento é definida principalmente pela Formação Serra Geral, contando ainda com a presença das Formações Piramboia-Botucatu.

Ao nordeste desse compartimento é identificado o limite entre os planaltos de Santo Antônio de Platina e Planalto do Médio Cinza (Figura 46). A estrutura morfologicamente apresenta o topo plano, forma de morros testemunhos, e uma linha de escarpa demarcada com vertentes na porção superior retilíneas a convexas passando para côncavas na porção média inferior. No Planalto Médio Cinzas, os topos são planos ou levemente convexos e vertentes em geral convexas e algumas rampas retilíneas; formas de colinas a morrotes, predominância de colinas (Figura 47). Figura 46 a; b: Vista da passagem do Planalto de Santo Antônio da Platina e Planalto do Médio Cinzas destaque para os topos aplainados



Foto: Santos (2013)

Figura 47 a; b: Planalto do Médio Cinzas caracterizado por formas predominantemente em colinas com topos convexos a planos e vertentes convexas e subordinadamente retilíneas



Foto: Santos (2013)

Na área central do compartimento, paisagem caracterizada por morros e morrotes, com vales em "V" encaixados associados ao Planalto de Santo Antônio da Platina (Figura 48). O Planalto Santo Antônio da Platina nesse compartimento possui topos destacados por quebra no relevo e basalto gerando nitossolo.



Figura 48: Morros e morrotes associados ao Planalto de Santo Antônio da Platina

Foto: Santos (2013)

Na área sudoeste, há uma superfície de aplainamento marcada pelo topo dos morros (Figura 49). Na área tem-se o entalhe do rio Laranjinhas controlado por falha evidenciada por cotovelo e escarpas com facetas trapezoidais e triangulares, além de migração do referido rio, há ainda escarpamento caracterizando o nível de base local. Área com indicativos de estruturação em gráben no vale do rio Laranjinha, necessitando estudos mais detalhados no futuro.

Figura 49: Superfície de aplainamento no plano de fundo da fotografia



Foto: Santos (2013)

Foto: Santos (2013)

Compartimento VIII

Na região sudeste do compartimento a declividade 0% a 3% é marcante, já na porção noroeste é identificado a classe de 3% a 6%. O perfil K-L possui uma transição de 50 metros para o Compartimento VII e a altitude variando de 450 até cerca de 540 metros. A altitude de 389 a 550 metros com as menores altitudes ao leste e as maiores ao oeste.

A geomorfologia no compartimento é representada pelas subunidades morfoesculturais Planalto do Médio Cinzas, com presença na porção noroeste do Planalto de Santo Antônio da Platina. Na divisa desse compartimento com o compartimento VII é a geologia e composta pela Formação Serra Geral e Piramboia-Botucatu a região central desse compartimento é constituída pela Formação Rio do Rasto e na direção sudoeste pela formação Teresina e pela Formação Serra Alta.

A morfologia desse compartimento é marcada por um relevo com topos convexos a planos, colinas associadas ao Planalto do Médio Cinzas e escarpas do Planalto de Santo Antônio da Platina a partir de visada na porção centro-sudeste da área para Norte (Figura 50).

Figura 50: Colinas amplas com topos convexos a retilíneos associado ao Planalto do Médio Cinzas (em primeiro plano da foto) e escarpas associadas à borda sudeste do Planalto de Santo Antônio da Platina (plano de fundo da foto).



Foto: Santos (2013)

No limite entre os compartimentos VI e VII, localizado na divisa do Planalto do Médio Cinzas e Planalto de Santo Antonio da Platina vistos a partir da porção centrosudeste da área. Na escarpa da borda sudeste do Planalto de Santo Antonio há alguns morros testemunhos associados e o contraste com o relevo menos dissecado formado por colinas alongadas com topos convexos do Planalto do Médio Cinzas da porção centro-sudeste da área (Figura 51).

Figura 51 a; b; c: Relevo em forma de colinas alongadas com topos suavemente convexos do Planalto do Médio Cinzas na porção centro-sudeste da área; ao fundo observa-se o escarpamento da borda sudeste do Planalto de Santo Antônio da Platina. (Visada para o oeste da área).



Foto: Santos (2013)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que, embora a literatura destaque a importância dos lineamentos NW-SE e NE-SW na compartimentação geomorfológica e na segmentação da rede de drenagem para a Bacia do Paraná, o quadro de lineamentos encontrado na bacia do rio das Cinzas, região do Paraná conhecida como norte pioneiro evidencia que as direções ENE e NNW, além daquelas, também controlam a morfologia da drenagem e de relevo na área, compartimentando blocos de diferentes graus de dissecação e controlando anomalias de drenagem tais como trechos com elevada assimetria da bacia. Também foram encontrados oito diferentes compartimentos morfoestruturais com distintas características e que contam sobre a atual configuração do relevo da Bacia do Rio das Cinzas com o quadro morfoestrutural delineado por lineamentos associados a zonas de fratura e falha pré-existentes e por contatos entre formações geológicas meso-

paleozóicas distintas. É importante salientar também a importância dos trabalhos de campo para a verificação das feições morfoestruturais e a compreensão e verificação de feições anômalas da drenagem, além disso, as técnicas de geoprocessamento foram fundamentais nas análises geomorfológicas, permitindo uma melhor análise integrada dos dados de natureza distinta. Permitiram uma otimização dos trabalhos de campo em estudos morfoestruturais, pois indicam os setores prioritários para verificação e análise empírica.

7 REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil**: Potencialidades Paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALMEIDA, F. F. M., BRITO NEVES, B.B., CARNEIRO, C.D.R. The origin and evolution of the south American Platform, **Earth Science Reviews**, v. 50, 77-111, 2000.

ARAÚJO, C. C.; YAMAMOTO, J.K.; MADRUCCI, V. Análise morfoestrutural em área de decorrência de arenito asfáltico, Bacia do Paraná, São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 24(1/2), p.25-41, 2003.

ASSUMPÇÃO, A. P; MARÇAL, M. S. Anomalias de drenagem na sub-bacia hidrográfica do rio Sana (RJ).In: SINAGEO, 6., Goiânia. Anais... 2006, Goiânia: UFG, 2006, vol. 2, p. 1-10.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. In: UGRH Paranapanema: Caracterização Geral. v.2. Disponível em: <http://www.paranapanema.org> Acesso em : 6 fev. 2012.

BOSETTI, E. P.; PEYERL, D.; HORODYSKI, R. S. E, ZABINI, C. Formação Ponta Grossa : História, Fácies e Fósseis. In: I Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra e III Simpósio Nacional sobre Ensino e Geologia no Brasil. **Anais**... Unicamp, Campinas, SP; pg. 353-360.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia.** [S.l.]: [2005]. Disponível em:<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em: 08/01/2012

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia de Morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 31 (1/2), p. 35-52, 2010.

COUTO, E. V.; MANIERI, D. D.; MANOSSO, F. C. ; FORTES, E. Correlação morfoestrutural da rede de drenagem e lineamentos da borda planáltica, Faxinal, Paraná. **Revista Geociência.**, São Paulo, v. 30, n.3, p. 315-326, 2011.

COX, R.T. Analysis of drainage and basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississipi Embayment. **Geol. Soc. Am. Bull.**, v. 106, p. 571-581, 1994.

DE ROS, L.F. Heterogeneous generation and evolution of diagenetic quartzarenites in the Silurian-Devonian Furnas Formation of the Paraná Basin, southern Brazil. **Sedimentary Geology**, v.116, n.1-2, p.99-128, 1998

DOORNKAMP, J.C. Geomorphological approaches to the study of neotectonics. **Journal Geological of Society of London**, Londres, v.143, p.335-342, 1986.

ETCHEBEHERE, M.L.C. **Terraços neoquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implicações estratigráficas e tectônica***s*. 2000. v. 1. 244 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista/UNESP. 2000.

ETCHEBEHERE, M.L.C.; SAAD, A.R.; CASADO, F.C. Análise morfoestrutural aplicada no Vale do Rio do Peixe (SP): Uma contribuição ao estudo da neotectônica e da morfogênese do Planalto Ocidental Paulista. **Revista Universidade Guarulhos**. Guarulhos, v.5, n. 6, p. 45-62, dez. 2005.

FONSÊCA, D. N.; CORRÊA, A. C. B. Uso de MDE na Extração de Lineamentos para Detecção de Reativações Neotectônicas na Bacia do Rio Preto, Serra do Espinhaço Meridional, MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p. 3483-3490, 2011.

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

FREITAS, R.O. Ensaio sobre a tectônica moderna do Brasil. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP, **Boletim** 130, Geologia 6, 1951.

GALLAGHER K.; HAWKESWORTH, C.J.; MANTOVANI, M.S.M. Denudation, fission track analysis and the long- term evolution of passive margin topography: application to the southeast Brazilian margin. Journal of South American Earth Sciences, v.8, n.1, p. 65-77, 1995.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GROHMANN, C. H.: Morphometric analysis in geographic information systems: applications of free software GRASS and R, **Comput. Geosci.**, v. 30, 1055–1067, 2004.

HACKSPACHER, P.C.; RIBEIRO, L.F.B.; RIBEIRO, M.C.S.; FETTER A.H.; HADLER NETO, J.C.; TELLO, C.A.S.; DANTAS, E.L. Consolidation and break-up of the South American Plataform in Southeastern Brazil: Tectonothermal and denudation histories.**Gond.Res.** 2004.

HIRUMA, S. T. **Significado tectônico dos planaltos isolados da Bocaina**. 2007. 205f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

HIRUMA, S.T.; RICCOMINI. C. Análise morfométrica em neotectônica: o exemplo do Planalto de Campos do Jordão, SP. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 20 (1/2), p. 5-19, jan/dez 1999.

IBANEZ, D. M.; RICCOMINI, C. O uso da assimetria de bacias para o estudo neotectônico na Amazônia Central. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p. 3467-3474, 2011.

MENDES, L. D.; FERNANDES, N. F.; GONTIJO-PASCUTTI, A. H. F. Morfotectônica da bacia hidrográfica do Rio Bonito, Petrópolis-RJ. **Revista brasileira de geomorfologia**. São Paulo, v. 8, n 1, p. 63-77, 2007.

MINEROPAR, Minerais do Paraná S.A. **Atlas geomorfológico do estado do Paraná**. MINEROPAR. Curitiba, 2006. Escala 1: 250.000.

MINEROPAR, Minerais do Paraná S.A. **Mapa geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, 2001. Escala 1: 1.000.000.

MORAES REGO, L.F. Notas sobre a geomorfologia de São Paulo e sua gênesis. SãoPaulo: IAG, 1932.

MORALES, N.; HASUI, Y.; BORGES, M. S.; COSTA, J. B. S.; JIMENEZ RUEDA, J. R.; BEMERGUY, R. L. Intraplate Neotectonics in Southeastern Brazil. In: Uplift and Erosion: driving processes and resulting forms - Dynamics between crustal and suficial processes, 2001, Certosa de Portignano - Siena. **RESUMOS...** Certosa de Portignano - Siena: INQUA / Neotectonics Commission e Ministero dell'Università e della Ricerca Scientífica, p. 58. 2001.

OKA-FIORI, C.; SANTOS, L. J. C. (Coord.). Atlas geomorfológico do Estado do **Paraná**. Minerais do Paraná/Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. Escalas variam.

OLIVEIRA, D. B.; MORENO, R. S.; MIRANDA, D. J.; RIBEIRO, C. S.; SEOANE, J. C. S.; MELO, C. L. Elaboração de um mapa de lineamento estrutural e densidade de lineamento através de imagem SRTM, em uma área ao norte do rio Doce, ES. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p. 4157-4163, 2009.

PALHARES, J. M. Superfícies aplainadas do planalto de Guarapuava: Transeto leste- oeste de Guarapuava a Foz do Iguaçu entre os rios Iguaçu e Piquiri. 2011. 169 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

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

RICCOMINI, C.; ASSUMPÇÃO, M. Quaternary tectonics in Brazil. **Episodes**, Bangalore, v. 22, p. 221-225,1999.

RIVEREAU, J. C. **Joaquim Murtinho**. Curitiba: Impressora Paranaense, 1970. 1 folha geológica: color.; 64 X 44 cm. Escala 1:70000.

ROLDAN, L. F.; MACHADO, R.; STEINER, S. S.; WARREN, L. V. Análise de lineamentos estruturais no Domo de Lages (SC) com uso de imagens de satélite e mapas de relevo sombreado. **Geologia USP**: Série Científica, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 57-72. 2010.

SAADI, A. Cenozoic tectonics and patters of morphotectonic bahaviour in the Brazilian Plateform. **Journal of Conf. Abstracts**, Cambridge, v.4, n. 1., 1999.

SAADI, A.; BEZERRA, F.H.R.B.; COSTA, R.D.; IGREJA, H.L.S.; FRANZINELLI, E. Neotectônica da Plataforma Brasileira. In: SOUZA, C.R.; SUGUIO, K. ; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. Cap.10.

SAADI, A. HASUI, Y. ; MAGALHÃES, F.S. Informações sobre a neotectônica e morfogênese de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3., 1991, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: UNESP. 1991.v., p.105-107.

SANTOS, L. J. C. et al. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. 2006, Ano 7, nº 2 p.03-12.

SANTOS, L. F.F; GUEDES, I.C.; ETCHEBEHERE, M.L.C. Análise neotectônica do Pontal do Paranapanema (SP) mediante aplicação de parâmetros fluviomorfométricos. Rio Claro, SP. **Geociências**, São Paulo, v.30, n.4, p.491-507. 2011.

SANTOS, M. Serra da Mantiqueira e Planalto do alto Rio Grande: a Bacia Terciária de Aiuruoca e evolução morfotectônica. 1999. 1 v. 134 p. Tese (Doutorado)- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology** .Londres: Longman Scientific & Technical, 1991

SUMMERFIELD, M.A. Tectonic geomorphology: macroscale perspectives. **Progress** in **Physical Geography**, v.10, n.2, p.227-238, 1986.

TAYLOR, G.R. Image analysis techniques for the interpretation of airphoto lineaments, petroleum exploration, Eromanga Basin, Australia. **Geocarto Int.**, v.3, p 53-60, 1988.

TELLO SAENZ, C. A.; HACKSPACHER, P.C.; HADLER, N.J.C.; LUNES, P.J.; GUEDES, O.S.; PAULO, S.R.; RIBEIRO, L.F.B. Recognition of Cretaceus, Paleocene and Neogeno Activities, through AFTA, In: Precambrian areas of the southeast Brazil: Association with South Atlantic Ocean Opening. J South Am. Earth sci. 2003.

ZÁLAN, P.V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; MARQUES, A.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V.T. E ZANOTTO, O.A. Bacia do Paraná. In: GABAGLIA G.P.R., MILANI E.J. (Coord.), **Origem e evolução de bacias sedimentares.** PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 1990. p. 135-168.