

SUPERFÍCIES APLAINADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTÍSSIMO RIO TIBAGI - PR

Flat surfaces in the highest Tibagi's hydrographic basin, Paraná

Superficies de aplanamiento la cuenca hidrográfica del altísimo río *Tibagi*- Paraná

Tiago Damas Martinsⁱ
Everton Passosⁱⁱ
Universidade Federal do Paraná

Resumo

A pesquisa buscou comprovar a ação de oscilações climáticas pretéritas, como determinantes na origem e esculturação da morfologia atual do relevo e suas implicações na evolução da paisagem. A técnica de integração cartográfica utilizada e os levantamentos de campo baseiam-se em proposta metodológica conceitual que sugere a evolução policíclica do relevo a partir de oscilações climáticas pretéritas, definida como Geomorfologia Climática. A área de estudo localiza-se na porção centro-sul do Estado do Paraná, na unidade de paisagem de caráter paleogeográfico (relictual) identificada como Campos Gerais, no Segundo Planalto Paranaense. Para esta pesquisa caracterizaram-se os elementos do meio físico, referentes à geologia, hidrografia e geomorfologia onde se localizam as nascentes do rio Tibagi. Este sistema de drenagem formado no setor mais elevado do relevo de toda a bacia do referido rio foi identificado neste trabalho como Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi (BHART); abrangendo uma superfície de 72,93 km². A base cartográfica para a caracterização do meio físico foi constituída por: orto-imagens e cartas topográficas e geológicas em escala 1:50.000. Os mapas temáticos possibilitaram o entendimento da fisiografia do setor avaliado, tendo sido elaborados e manipulados em ambiente de sistema de informação geográfica. Para apoio das análises de gabinete desenvolveram-se atividades de campo e documentação fotográfica. Desta forma a pesquisa identificou superfícies de aplainamento na área de estudo, que são evidências relacionadas a processos que caracterizem de oscilações climáticas pretéritas na esculturação do relevo.

Palavras-chave: geomorfologia climática; rio Tibagi; Campos Gerais; dinâmica da paisagem.

Abstract

This research is aimed to prove the influence of the preterits climatic oscillations on the determination of the origin and on the morphology of the current relief's sculpture and their implications on the evolution of the landscape. The techniques that were proposed integrate cartography and filed activities, with a methodology that suggests the relief develop in a polycyclic process conditioned by preterit climatic oscillations. The methodology is defined as Climatic Geomorphology. The observed area is located in the south-central region of the Parana State, in a paleogeographic landscape (relict) with special natural features identified as General Fieldland. The research characterized the geological, hydrographical and geomorphologic elements around the springs of the Tibagi's river. This drainage system, named in this paper as Highest Tibagi's Hydrographic Basin (HTHB), is located in the highest sector of entire hydrographic basin formed by Tibagi's river; covering an area of 72.93 km². The maps for the characterization of the landscape were structured on: satellite images, topographic and geological charts in scale 1: 50,000. The elaborated thematic maps improve the understanding of the physiographic situation of the sector studied, and were prepared and developed by a geographic information system. Field activities and photographic documentation were developed in order to support the research. The research identified flat surfaces in the area of the study, which provide evidences of the climate oscillations influence on the sculpting of the relief.

Keywords: climatic geomorphology; Tibagi's river; General Fieldland; dynamic of the landscape.

Resumen

La investigación trató de demostrar la acción de oscilaciones climáticas pretéritas, como determinante en el origen y esculturação de la morfología del relieve actual y sus implicaciones en la evolución del paisaje. La técnica de integración cartográfica utilizada y los levantamientos de campo se apoyaron en la propuesta metodológica que sugiere la evolución policíclicos del relieve a partir de oscilaciones climáticas pretéritas, definida como Geomorfología Climática. El área de estudio se encuentra en la región centro-sur del Estado de Paraná, en la unidad de paisaje paleogeográfico, llamada como "*Campos Gerais*", en la segunda meseta del Estado de Paraná. Para este estudio se caracterizan los elementos del medio físico, relacionados con la geología, hidrología y geomorfología donde se encuentran las cabeceras de los Río "*Tibagi*". Este sistema de drenaje formado en el sector más elevado del relieve de toda la cuenca del referido río se ha identificado en este trabajo como la Cuenca Hidrográfica del Altísimo río "*Tibagi*"; con superficie total de 72,93 km². La base cartográfica de caracterización del medio físico se compone de orto-ímagenes y mapas topográficos y geológicos en la escala de 1:50.000. Los mapas temáticos ayudaron en la comprensión de la fisiografía del sector evaluado, siendo que esos fueron producidos y manejados en un sistema computacional de información geográfica. Como apoyo de los análisis de oficina se desarrollaron actividades de campo y documentación fotográfica. Así, la investigación logró identificar superficies de aplanamiento en el área de estudio, que son pruebas relacionadas con los procesos que caracterizan las oscilaciones climáticas pretéritas en la esculturação del relieve.

Palabras clave: geomorfología climática; río "*Tibagi*"; "*Campos Gerais*", dinámica del paisaje.

INTRODUÇÃO

Este trabalho teve como objetivo identificar evidências nas formas atuais do relevo condicionadas por influências de oscilações climáticas pretéritas. A influência do clima, tanto pretérito, quanto presente, na configuração do relevo é o objeto de estudo da Geomorfologia Climática, assim como proposto por Tricart e Cailleux (1972). A realização desta pesquisa também promove uma (re)discussão desta categoria de análise geomorfológica, difundida no Brasil principalmente entre os anos de 1950 e 1970.

A metodologia aplicada nesta pesquisa baseou-se nas proposições de Bigarella, Mousinho e Silva (1965) sobre a evolução policíclica do relevo condicionada por oscilações climáticas pretéritas. Esta

metodologia avalia a evolução das formas superficiais do relevo, a partir de oscilações climáticas, variando de condições de semi-aridez para uma condição de clima mais úmido, intercalado por flutuações curtas dentro de períodos prolongados do clima, ou seja, em um período de semi-aridez, existiriam curtas flutuações para um clima úmido.

Como área de abrangência para a pesquisa, selecionou-se a Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi - BHART (FIGURA 1). Esta bacia se estende por 72,93 km² no setor planáltico junto ao reverso da Escarpa Devoniana, no Segundo Planalto Paranaense. Stipp *et al.*, (2000) classificam a Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi em três unidades: Alto Tibagi, Médio Tibagi e Baixo Tibagi. A utilização do termo *altíssimo*, neste trabalho,

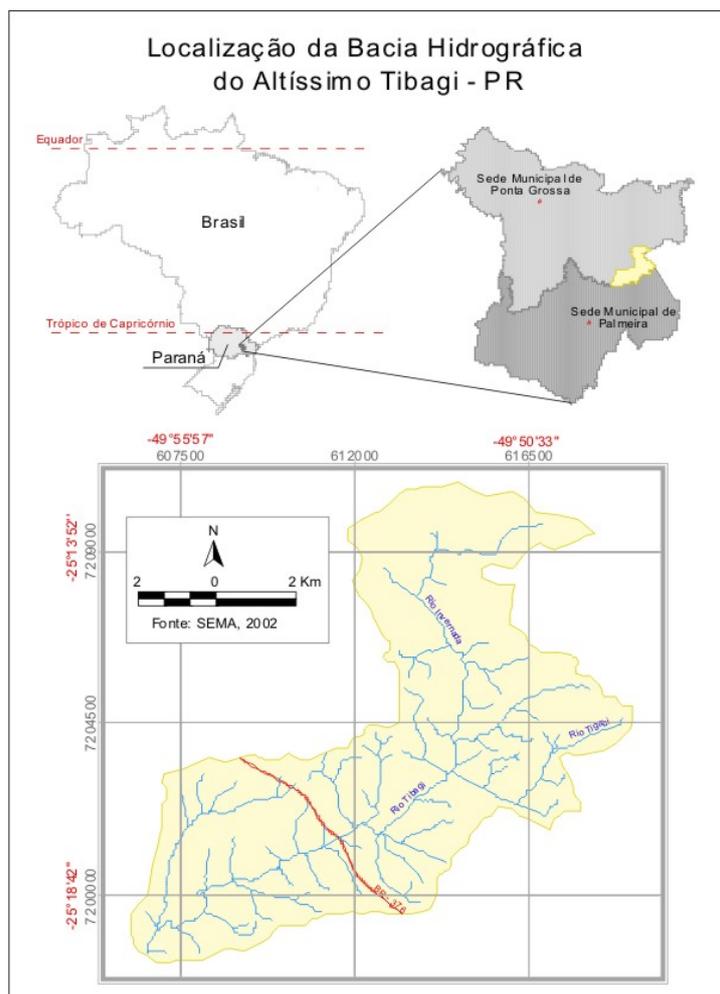


Figura 1 - Localização da área de estudo - Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi (BHART).

visou apenas nomear o sistema hidrográfico, situado nas cotas mais elevadas do relevo, formado pelo Rio Tibagi, na unidade identificada como alto Tibagi (STIPP *et al*, 2000).

A área de estudo situa-se na unidade de paisagem identificada como Campos Gerais do Paraná. O entendimento de que esta composição paisagística desenvolveu-se em condições climáticas diferenciadas das atuais, fora, por muito tempo um desafio nos estudos sobre a paisagem. Acreditava-se, erroneamente, que esta paisagem fora “construída” a partir de ações antrópicas de povos primitivos. Esta interpretação foi descartada quando as pesquisas no campo das Geociências trouxeram evidências de que o clima pretérito teve fundamental influência na elaboração da paisagem atual dos Campos Gerais (MAACK, 1981).

GEOMORFOLOGIA CLIMÁTICA

Sobre a influência paleoclimática na evolução do relevo, Bigarella, Mousinho e Silva (1965) apresentam um trabalho onde propõem uma evolução policíclica, sugerindo assim uma categoria de análise diferenciada daquela sugerida por Davis sobre o Ciclo Geográfico.

Segundo Passos e Bigarella (2003) as teorias propostas por Davis com referência ao Ciclo Geográfico, fundamentaram os primeiros estudos geomorfológicos no Brasil entre as décadas de 1940 e 1950. No entanto a representação teórica do Ciclo Geográfico, “seria viável se não ocorressem os afastamentos da evolução normal do relevo causados por mudanças climáticas profundas” (PASSOS e BIGARELLA, 2003, p. 107).

De acordo com as considerações de

Davis (1899 e 1930 *apud* PASSOS e BIGARELLA, 2003, p. 109), referente ao “ciclo geográfico ideal”, “o manto de intemperismo migraria pela ação da gravidade encosta abaixo sendo então removido pelo rio como parte de sua carga”. Desta forma haveria uma ciclicidade na evolução do relevo, transcorrendo de um relevo jovem, passando pela maturidade e atingindo a senilidade. O ciclo seria retomado por influências tectônicas que soergueriam novamente o relevo regional, iniciando assim uma nova etapa do ciclo de erosão. Segundo avalia Ross (2003, p. 22) “O modelo teórico proposto por Davis apresenta uma concepção finalista, onde todo o relevo tem começo, meio e fim, podendo, entretanto recomençar com um processo de rejuvenescimento”.

Ainda sobre aquela concepção, Tricart e Cailleux (1972), consideram que a teoria do ciclo de Davis foi uma síntese prematura, não dando devida importância aos vários mecanismos que operam no desenvolvimento do relevo. *Para* estes autores, considerar a influência do clima na elaboração do relevo é fundamental.

Para Abreu (2003, p.58) as conjecturas iniciais de Davis, “produziram quase que imediatamente, acerbadas críticas por parte de um conjunto de pesquisadores afeitos à investigação de espaços com natureza climática diferenciada”.

Ross (2003) pondera que a partir da década de 1920, a teorização de Davis, sobre o ciclo erosivo passa a ser refutada, sendo que inúmeros geógrafos, inicialmente alemães e franceses, passam a considerar a influência climática na evolução do relevo. “Dentro dessa nova postura de análise geomorfológica, a *erosão normal* deixou de ser a base para a

interpretação para explicar a evolução do relevo, surgindo outros elementos de avaliação nos processos geradores das formas” (ROSS, 2003, p. 23).

Christofoletti sugere que o termo Geomorfologia Climática, “provavelmente foi empregado pela primeira vez em 1913 por E. de Martonne, trabalhando no Brasil [...], uma contribuição clássica sobre as paisagens e processos atuantes nos trópicos úmidos” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 18).

Gregory também assinala que sob a influência de J. Tricart e A. Cailleux desenvolve-se na França, na década de 1950, esta categoria de análise da paisagem, onde se inicia a “tentativa não somente de relacionar [...] zonas morfoclimáticas aos climas e aos processos, mas também ao solo e a vegetação” (GREGORY, 1985, p. 118).

A Geomorfologia Climática passa então a entender a evolução das paisagens a partir da influência do clima na sua evolução, relacionada “a trabalhos geomorfológicos que envolvam aspectos paleoclimáticos, principalmente do Quaternário” (BIGARELLA *et al*, 2003, p. 1209).

O conjunto de trabalhos desenvolvidos por Ab’Saber e Bigarella, a partir da década de 1950, avaliam e elucidam o complexo quadro paisagístico brasileiro sob esta ótica. De acordo com Suguio, aqueles autores foram precursores nos estudos da geomorfologia do Quaternário no Brasil, “sob uma fortíssima influência da escola francesa, [...] através de J. Tricart” (SUGUIO, 2001, p. 31).

Bigarella e Ab’Saber (*apud* Bigarella, Mousinho e Silva, 1965, p. 119) “foram pioneiros ao generalizar as influências das mudanças climáticas profundas na explicação de toda a paisagem oriental do país”. Segundo

estes autores, climas com características de aridez originam as “grandes superfícies aplainadas (pediplanos) e níveis embutidos nos vales (pedimentos)” (BIGARELLA, MOUSINHO E SILVA, 1965, p. 119).

Neste sentido os processos de pedimentação e pediplanização, passam a representar melhor a evolução das paisagens, ao contrário da ideia de peneplanização, relacionada às proposições de Davis.

O termo pedimento tem sido empregado na definição de vários processos erosivos, entretanto, para Bryan (1935 *apud* PASSOS e BIGARELLA, 2003, p. 119), na abordagem climática “os pedimentos são relacionados ao recuo paralelo das vertentes em ambientes semi-áridos e áridos”.

Mesmo apontando que este termo tem sido definido de maneira controversa, Passos e Bigarella (2003, p. 117), consideram que:

Apesar de nem todos os processos ligados ao seu desenvolvimento serem conhecidos, o pedimento pode ser considerado inicialmente, como sendo uma feição morfológica, desenvolvida durante períodos em que as condições climáticas favoreceram a operação de processos hidrodinâmicos e de meteorização específicos, que propiciaram a elaboração de uma superfície de erosão, ligeiramente inclinada, cortando todas as estruturas e rochas, independente da natureza.

Para Passos e Bigarella (2003, p.130) “grande mudanças climáticas pretéritas que ocorreram nas regiões tropicais e subtropicais brasileiras, atualmente úmidas, proveram condições para acumulação de espessos depósitos coluvais e aluvais”, este fator daria origem ao pedimento detrítico.

Ainda para Bigarella (1964), três

diferentes épocas de pedimentação foram identificadas no sul do Brasil sendo caracterizado pela “formação de pedimento rochoso e detrítico. [...] Trata-se de sedimentos rudáceos, arenosos ou siltico-argilosos, de acordo com a distância da área fonte” (BIGARELLA, 1964, p. 215).

Bigarella (1964, p. 215) considera que “Topograficamente os pedimentos representam níveis bem marcados e escalonados na paisagem. Entre as fases de pedimentação, verifica-se a erosão linear sob condições climáticas úmidas e, portanto muito diversas daquelas da elaboração do pedimento”.

O pediplano seria o resultado da “coalescência regional dos pedimentos” (BIGARELLA *et al*, 2003, p. 1164), este processo resultaria em uma superfície de erosão aplainada.

A superfície de erosão, portanto, “constitui um plano que trunca toda a litologia e estrutura regional independente de sua resistência à erosão, reduzindo todas as rochas a uma superfície aplainada” (BIGARELLA *et al*, 2003, p. 1178). Segundo este autor, após inúmeras pesquisas (AB´SABER e BIGARELLA, 1961; BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965; BIGARELLA *et al* 2003), utilizando-se de novas metodologias, possibilitou estabelecer uma interpretação genética para estas superfícies aplainadas, onde “Esses depósitos revelaram condições de semi-aridez atuantes nos processos de morfogênese mecânica, operantes na área fonte, dando origem ao Pediplano” (BIGARELLA, *et al*, 2003, p. 1178).

O surgimento de amplas superfícies aplainadas foram “reconhecidos e identificados no modelado brasileiro e relacionados a pelo

menos três aplainamentos extensivos (Pd3, Pd2 e Pd1)” (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965 *apud* BIGARELLA e PASSOS, 2003, p.134). Sendo que o desenvolvimento mais antigo se refere ao Pd3 “indicado como elaborado no Cretáceo-Eoceno, atualmente encontra-se preservado como superfície de cimeira” (PASSOS e BIGARELLA, 2003, p.134).

Através das condições paleoclimáticas, favorecendo alternâncias de climas secos e úmidos, foram desenvolvidos “os pedimentos embutidos entre os pediplanos Pd3 e Pd2”, e “houve no Terciário Médio nova fase do desenvolvimento do Pd2”, ambiente este que “raramente apresenta superfície de cimeira, sendo geralmente intermontano”. (PASSOS e BIGARELLA, 2003, p.134).

O desenvolvimento do Pd1 deu-se no Quaternário, em função das inúmeras oscilações climáticas que marcaram este período, resultando “na esculturação de níveis e subníveis de pedimentos, facilmente observáveis na paisagem” (PASSOS e, BIGARELLA 2003, p.135).

Para Bigarella *et al* (2003, p. 1236) “A variação climática para o seco poderia resultar numa fase climática semi-árida longa ou apenas numa curta flutuação em direção a aridez, ainda dentro da fase climática úmida”. Desta forma os processos erosivos passariam a atuar a partir de uma degradação lateral das encostas promovendo o aplainamento desta superfície. “Na transição para um clima mais seco verifica-se um aumento da velocidade de remoção do manto alterado das encostas, principalmente por escoamento superficial e pelos movimentos de massa” (BIGARELLA, *et al* 2003, p.1237). Os sedimentos escoados dariam origem aos Pedimentos, que obstruiriam parcialmente alguns pontos de

drenagem.

Uma nova transição de semi-aridez para um clima mais úmido, ou curtas flutuações deste ainda no período semi-árido promoveria um processo de erosão linear, entrando em funcionamento “processos de alteração química [...] responsável pela dissecação do relevo” (BIGARELLA, *et al* 2003, p. 1237).

Com condições de umidade permanente, o “regime fluvial passa de intermitente a permanente. Ocorre um progressivo aumento da descarga média dos rios” (BIGARELLA, *et al* 2003, p. 1237), aumentando sua capacidade de transporte, “entalhando o leito com rebaixamento do nível de base local” (BIGARELLA, *et al* 2003, p. 1237).

Assim seria possível identificar feições superficiais no relevo que testemunhem tais oscilações climáticas. Estas feições seriam caracterizadas por patamares, ombreiras e terraços estariam relacionadas aos Pedimentos e Pediplanos (BIGARELLA, MOUSINHO e

SILVA, 1965).

A Figura 2 vem a rerepresentar o modelo conceitual sobre a evolução policíclica do relevo assim como condicionada pelas flutuações climáticas na sua elaboração.

Diante destas considerações fez-se uso desta metodologia de análise para verificar níveis escalonados na área de estudo que viessem a caracterizar tais oscilações climáticas. Desta forma buscou-se evidência na área de estudo que evidenciam feições aplainadas dispostas escalonadamente na superfície em forma de patamares. A metodologia aplicada levou em conta os fenômenos morfoesculturais ocorridos na área de estudos.

PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Os procedimentos técnicos adotados objetivaram a elaboração de um mapa temático para representação dos elementos geomorfológicos relacionados às oscilações

Evolução Policíclica do Relevo

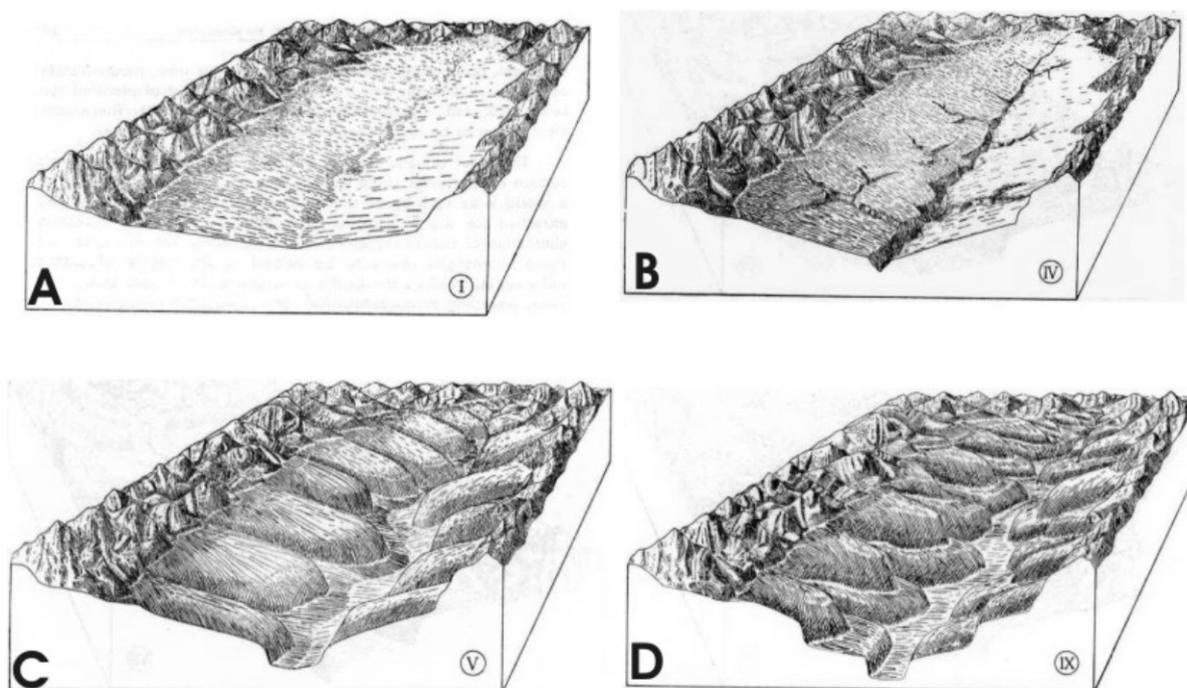


Figura 2 - Adaptado de Bigarella, Mousinho e Silva (1965). Modelo conceitual que considera as oscilações climáticas na evolução do relevo, promovendo um processo policíclico.

climáticas na área de estudo. Para elaboração deste mapa foram utilizados os dados altimétricos expressos através dos mapas hipsométricos e do Modelo Digital de Terreno - MDT. Além deste, foram também gerados os mapas de hidrografia e geologia, como suporte para análise do relevo.

A elaboração destes produtos cartográficos foi desenvolvida por meio de dados digitais e processados em softwares ArcView GIS 3.2. O trabalho foi desenvolvido em escala 1:50.000 tendo como base os dados vetoriais extraídos das cartas topográficas a Folha Itaiacoca (MI 2841-1), e a Folha Quero-Quero (MI 2841-3), com equidistância entre as curvas de nível de 20 metros. Ambas as folhas foram digitalizadas e re-editadas pelo Paranacidade (2006).

Os dados geológicos foram obtidos por meio da Minérios do Paraná - MINEROPAR,

contando também com as cartas geológicas escala 1:50.000, desenvolvidas pela Comissão da Carta Geológica do Paraná (FUCK, 1966).

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTÍSSIMO RIO TIBAGI - BHART

O Rio Tibagi tem no reverso da Escarpa Devoniana as nascentes situadas nas cotas mais altas do relevo e vem a percorrer aproximados 550 quilômetros até sua foz na margem esquerda do Rio Paranapanema (MAACK, 1981). Sua bacia se estende pelos três planaltos paranaenses (MAACK, 1981), sendo sua maior abrangência no Segundo Planalto (STIPP, *et al*, 2000). Integram esta bacia, parcialmente, 41 municípios (STIPP, *et al*, 2000).

O setor da BHART (FIGURA 3) abrange a zona natural mais elevada de toda a bacia hidrográfica do Rio Tibagi, onde os canais de

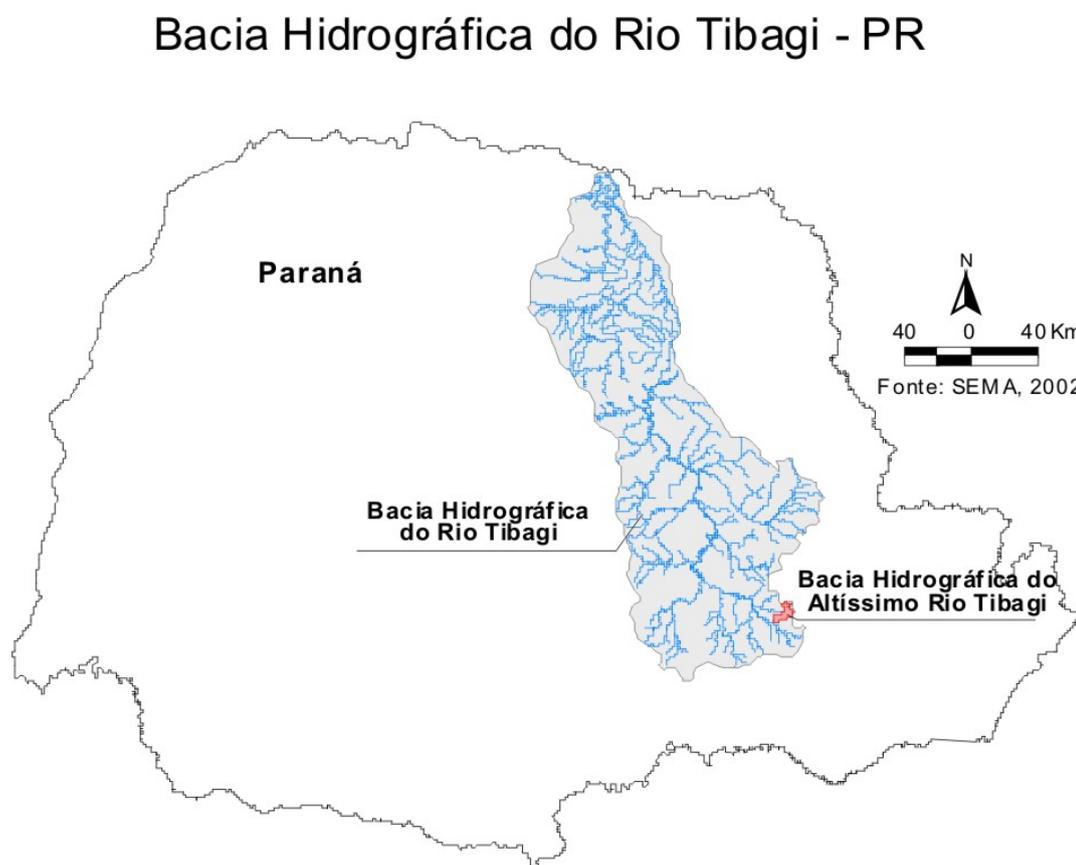


Figura 3 - Área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi e localização da área de estudo - Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi (BHART).

drenagem estão situados em elevações superiores a 1.100 metros de altitude. Este sistema hidrográfico fora limitada à jusante pela confluência do Rio do Salto, com o Rio Tibagi.

Sendo assim, a área de abrangência da BHART é de 72,93 km² e com perímetro de 53,02 quilômetros localizando-se entre os municípios de Palmeira e Ponta Grossa. Seus limites geográficos são definidos no Quadro 1.

A unidade de paisagem onde se insere a BHART é identificada como Campos Gerais do Paraná. Esta região natural possui características bastante peculiares, sendo notável seu caráter de paleopaisagem, tida como um enclave fitogeográfico paleoclimático. Segundo UEPG (2004, p.23): A expressão “Campos Gerais do Paraná foi consagrada por Maack (1948) que a definiu como uma zona fitogeográfica natural, com campos limpos e matas de galerias ou capões isolados de floresta ombrófila mista, onde aparece o pinheiro araucária”.

Segundo descreve Ab'Saber (2003, p. 105), o planalto regional onde se situa os Campos Gerais, caracteriza-se por um “desdobrar de chapadões ondulados marcados por mosaicos de campos de cimeira e pequenos bosques de araucária”. Este mesmo autor aponta o afloramento de rochas do carbonífero e permiano no planalto, “destacando-se localmente alguns morros

testemunhos, de rocha ligeiramente mais resistentes e fortemente fissuradas, uma das topografias ruiformes mais extraordinárias do país” (AB'SABER, 2003, p.105).

UEPG (2004) assinala que o termo Campos Gerais tem sido empregado de várias maneiras. Entretanto, quando empregado para identificação de uma paisagem natural adota-se o proposto por Maack, por tratar-se: “de uma definição que integra critérios fitogeográficos e geomorfológicos, que por sua vez exprimem a estrutura geológica e natureza das rochas, responsáveis pelos solos rasos e arenosos, pouco férteis, que favorecerem a vegetação de campos, e o aparecimento do limite natural representado pela Escarpa Devoniana [...]” (UEPG, 2004, p. 23).

Para MAACK (1981), apoiando-se no sistema de classificação climática elaborado por Köppen (*apud* MAACK, 1981), o quadro climatológico onde se situa a área de estudo é tido como Cfb (temperado), com temperaturas do mês mais frio entre 18°C e -3°C, com a média dos meses mais quentes inferiores a 22°C e sem estação seca definida, constantemente úmida.

Stipp *et al* (2000), também adota esta mesma classificação para a área de estudo, apontando a “atuação conjugada dos Sistemas Atmosféricos Intertropicais e Polares” (STIPP *et al*, 200, p.36). Apresentando uma condição de clima subtropical úmido com verões

Limites	Coordenadas
Norte	-25°12'55,9" e -49°51'45,4"
Sul	-25° 19'45.7" e -49°56'17.5"
Leste	-25°16'09.8" e -49°49'00.9"
Oeste	-25°19'02.3" e -49°56'41.9"

Quadro 1 - Limites Geográficos da BHART.

moderadamente quente e média pluviométrica de 1.550 mm e média de temperatura em 18°C; com Média Máxima de 24°C e Média Mínima de 13°C.(STIPP *et al*, 2000). UEPG (2004, p.46), destaca que “na Escarpa Devoniana, chove de 100 a 300 mm anuais a mais do que no Primeiro Planalto que o antecede”.

A litologia presente na área onde se

insere a BHART é formada, em menor proporção, pelo Grupo Itararé (Formações Rio do Sul, Mafra e Campo do Tenente) e em maior extensão pela Formação Furnas (Grupo Paraná). A distribuição espacial destes elementos é caracterizada na Figura 4, sendo suas áreas expressadas no Quadro 2.

Para Bigarella *et al* (1966, p.25) “A Formação Furnas dispõe seus afloramentos ao

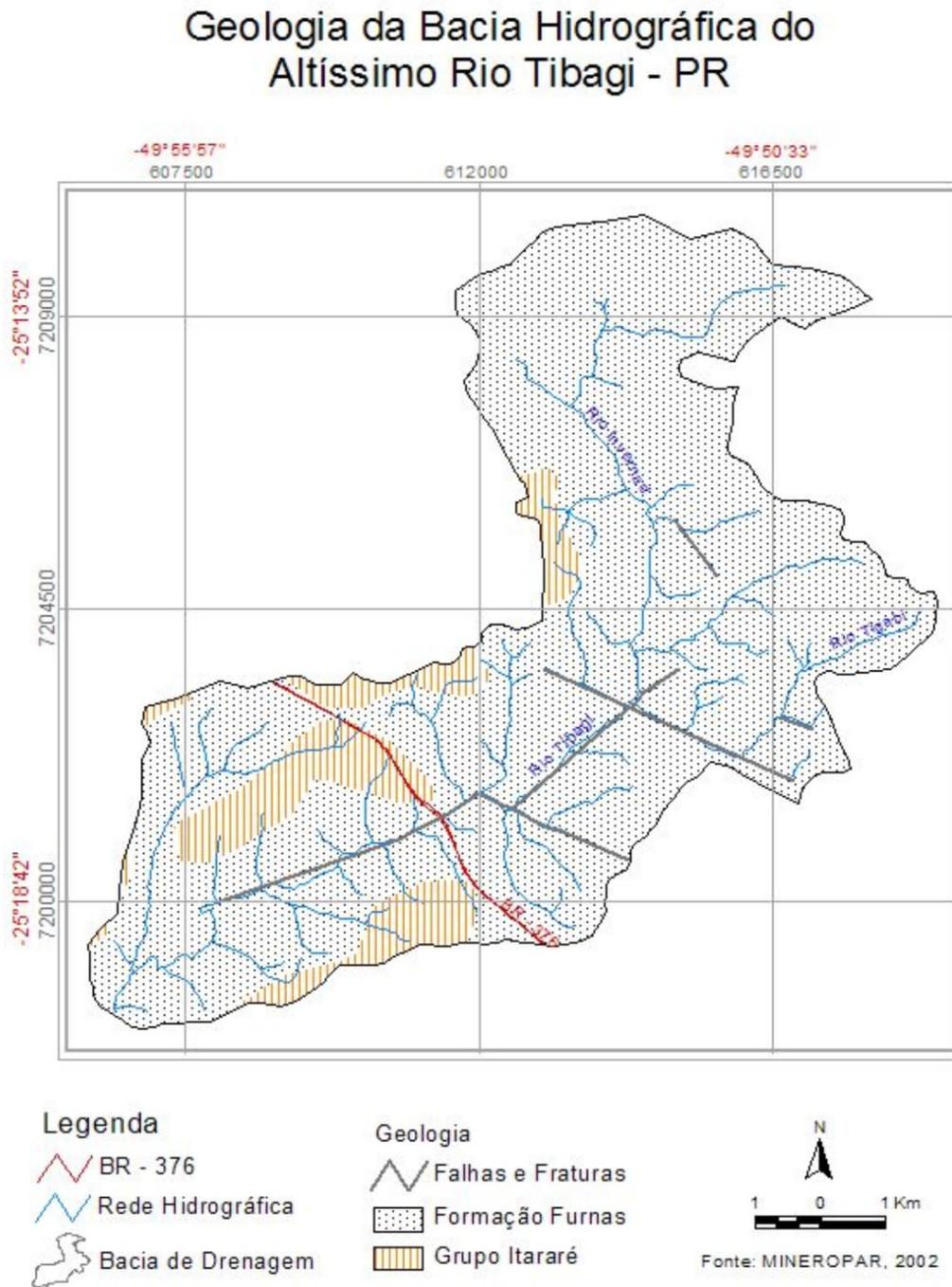


Figura 4: Geologia da BHART.

Litologia	Área em Km ²
Formação Furnas	65,01
Grupo Itararé	7,92

Quadro 2 - Área de abrangência dos elementos litológicos na BHART.

longo de um arco com a concavidade para SE, devido a uma suave estrutura “bombeada”, cujo centro localiza-se no primeiro planalto paranaense. Esta estrutura faz com que a formação, no seu conjunto, mergulhe para SW, W, NW e NNW”.

A Formação Furnas tem se mostrado complexa no que tange o período de deposição dos sedimentos, sendo aceito o intervalo de tempo entre o Siluriano Superior até o Devoniano Inferior (UEPG, 2004).

Bigarella *et al* (1966, p.66) avalia que esta formação “é caracterizada proeminentemente por estruturas típicas, onde sobressai a estratificação cruzada”, As estratificações cruzadas características desta formação são: a cruzada plana, onde “a superfície inferior da seqüência de estratos cruzados é uma superfície plana de erosão. Os truncamentos erosivos entre as várias seqüências de estrato podem ser ou não paralelos” (BIGARELLA *et al*, 1966, p.66), sendo na Formação Furnas paralelas (BIGARELLA *et al*, 1966); e a cruzada acanalada, ocorrendo de modo que a superfície da “seqüência de estratos cruzados é uma superfície de erosão curva, de modo que sempre o limite superior de uma seqüência de estratos cruzados encontra-se abruptamente truncada por uma superfície cuja concavidade acha-se voltada para cima” (BIGARELLA *et al*, 1966, p.71). Sendo esta característica notável em toda coluna estratigráfica, com maior destaque na porção superior (BIGARELLA *et al*, 1966).

Assine (*apud* UEPG, 2004), caracteriza o

arenito em três fácies distintas, divididas em unidades Inferior, Média e Superior. A Unidade Inferior está “[...] assentada em discordância com as unidades subjacentes, constituída predominantemente de arenitos médios e muito grossos, feldspáticos e/ou caulíníticos, com grãos angulosos e subangulos [...]” (UEPG, 2004, p.29). Essa feição esteve condicionada a um provável ambiente deltaico (UEPG, 2004).

Sobre esse, a segunda unidade da Formação Furnas (Unidade Média), constitui-se de “[...] arenitos finos a grossos, predominando a fração areia média [...]” (UEPG, 2004, p.31), sendo o provável ambiente de deposição em área costeira influenciada pelas correntes marinhas (UEPG, 2004).

A Unidade Superior está caracterizada “pela existência de depósitos residuais de seixos e calhaus, delgados e extensos (centenas de milhares de metros), que ocorrem em superfícies erosivas planares” (UEPG, 2004, p.32). O ambiente de sedimentação teve a provável influência do trabalho de ondas e marés (UEPG, 2004).

O Grupo Itararé, de idade Carbonífero-Permiano Inferior (MINEROPAR, 2001) ocorre em apenas 10% da BHART. Este grupo é composto pela Formação Rio do Sul, Maфра e Campo do Tenente. A Formação Rio do Sul desenvolveu-se em “ambientes litorâneos de plataformas periglacial e deltáica, compõe-se de folhelhos e siltitos cinzentos [...] arenitos finos e médios, esbranquiçados, diamictitos e raras camadas de carvão” (MINEROPAR,

2001, p.38). Sua estrutura desenvolve-se em “laminação paralela, ondulada, microcruzada e convoluta” (MINEROPAR, 2001, p.38).

A Formação Mafra fora constituída por “depósitos de planície litorânea e periglacial” (MINEROPAR, 2001, p.38), tendo como elementos constituintes arenitos finos a grosseiros, amarelos e esbranquiçados, siltitos e ritmitos, apresentando estratificação cruzada, horizontal, ondulada e paralela rítmica (MINEROPAR, 2001). Ainda pertencente a este grupo, a Formação Campo do Tenente tem sua origem em depósitos flúvio-glaciais, sendo formada por “arenitos grosseiros, avermelhados, siltitos, ritmitos e diamictitos (arenitos Vila Velha e Lapa)” (MINEROPAR, 2001, p.38), apresentando camadas contorcidas e estratificação cruzada horizontal (MINEROPAR, 2001).

Na área da BHART ocorre um sistema de falhas e fraturas, onde dois padrões de direção se apresentam com maior destaque. Um SW-NE e outro ESE-WNW. Fuck (1966) aponta estas feições com indefinição podendo ser falhas, diques ou diáclases. Nos trabalhos

de campo não foram evidenciados a ocorrência superficial de elementos intrusivos nestes sistemas, conforme mostra a Figura 5.

Os sistemas de drenagem acompanham a declividade Oeste do relevo, com exceção de uma zona estreita junto à *cornija* da Escarpa Devoniana que apresenta declividade no sentido oposto (Leste) e que favorece a evolução de vertentes voltadas para o Primeiro Planalto (FIGURA 6), vindo a compor a Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira do Iguape. Esta característica da evolução de interflúvios próximos ao limite da escarpa é constante nesta paisagem, podendo ser observada em outras áreas da região (MARTINS e PASSOS, 2006).

O padrão de drenagem, que se refere “ao arranjo espacial dos cursos fluviais” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.103) da BHART desenvolve dois sistemas de drenagem, um com padrão retangular que é o mais expressivo, cuja “configuração é consequência da influência exercida por falhas ou por um sistema de juntas ou diáclases” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.105); e o um padrão dendrítico, com menor expressividade



Figura 5 - Cânion formado pelo Rio Tibagi no seu curso superior. O leito é composto por rocha sedimentar - Formação Furnas.
Fotografado pelo autor em 2007.



Figura 6 - Vertente na parte superior da Escarpa Devoniana, orientada para Leste, opostamente a inclinação principal do Segundo Planalto que se dá para Oeste. Serra de São Luís do Purunã. Fotografado pelo autor em 2005.

na área drenada, ocorrendo principalmente nos canais de 1ª ordem. “Este padrão é tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme, ou em estruturas sedimentares horizontais” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.103).

Os canais de drenagem da BHART apresentam dois tipos de leito, os de “lajeados” (FIGURA 7), que não desenvolvem aprofundamento expressivo dos vales, expondo à estrutura geológica local constituída por arenitos, sendo comum à formação de degraus; e os “cânions” (FIGURA 8), com expressiva dissecação vertical da estrutura rochosa, devido ao aproveitamento dos canais dos sistemas de falhas e fraturas presentes, retratando a incisão de antigas superfícies aplainadas.

A análise da morfologia da área de estudo baseou-se na proposta metodológica citada anteriormente onde se busca evidencia nas formas superficiais do relevo relacionadas às oscilações climáticas pretéritas.

Referindo-se ao planalto onde se localiza a BHART através de sua análise do

desenvolvimento do Pediplanos, Bigarella *et al*, nomeia este setor como Superfície do Purunã (FIGURA 9), tratando-se “da mais antiga superfície de erosão inumada por rochas sedimentares. Foi elaborada sob condições rigorosas que deram origem ao extenso pediplano referido por Bigarella e Ab'Saber (1964) pela sigla Pd3” (*apud* Bigarella *et al*, 2003, p.1179).

Para Ab'Saber e Bigarella (1961) esta superfície sofrera um processo de deformação em abóboda na região correspondente ao Primeiro Planalto, tendo sido falhada e basculada junto a Serra do Mar. Ainda segundo estes autores, aventa-se que a idade desta superfície seria cretácica-eocênica, e se estenderia por sobre o atual Primeiro Planalto, possuindo “remanescentes retrabalhados em alguns maciços no reverso continental da Serra do Mar (1400-1500) e excelentes remanescentes no reverso da escarpa da Serrinha, a cerca de 1200 metros de altitude”. (BIGARELLA, *et al*, 2003, p.1179).

A área da BHART apresenta-se como um setor planáltico, no reverso da Escarpa



Figura 7 - Leito tipo “Lajeado”, expondo a estrutura geológica. Canal de 4ª ordem. Fotografado pelo autor em 2006.



Figura 8 - Vale tipo cânion. Aproveitamento do sistema hídrico do conjunto de falhas e fraturas na região. Nota-se o expressivo desenvolvimento vertical do vale. Canal de 4ª ordem. Fotografado pelo autor em 2006.

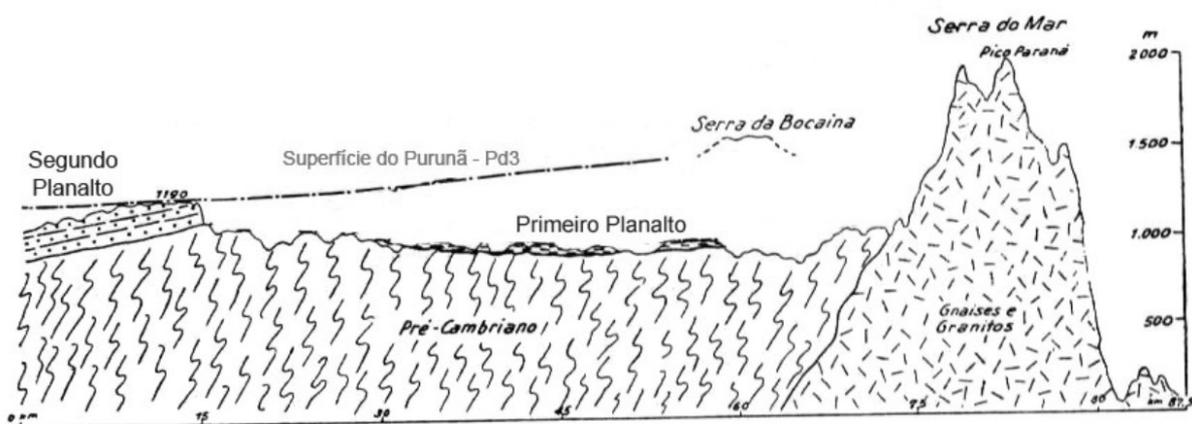


Figura 9 - Superfície do Purunã - Pd3. Adaptado de Bigarella *et al*, 2003.

Devoniana. Sua variação altimétrica é de 800 metros, na porção Sudoeste, alcançando cotas acima de 1.100 metros nos setores Norte e Nordeste, como mostra a Figura 10. O Quadro 03 expressa às áreas de abrangência de cada classe hipsométrica.

O relevo local apresenta patamares escalonados, com vertentes amplas e retilíneas, sendo que as maiores declividades surgem junto ao sistema de falhas e fraturas onde ocorre um aprofundamento da superfície devido ao aproveitamento do sistema hidrográfico nestas zonas de fraqueza da estrutura superficial da rocha. Nestes casos as vertentes se mostram abruptas formando feições tipo *cânion* resultante do aprofundamento da superfície. Estas ocorrências se dão na Formação Furnas.

Para o melhor entendimento da evolução do relevo local, fora gerado a partir de dados vetoriais relacionados à altimetria o Modelo Digital de Terreno - MDT (FIGURA 11); a partir deste e da verificação dos dados numéricos expressos nos quadros e histogramas citados anteriormente, verifica-se a existência de cinco áreas distintas dentro da BHART. Estas áreas foram identificadas a partir da metodologia proposta como Pd3 (Bigarella *et al*, 2003), Patamares 1, 2 e 3 e Superfície de erosão Vertical.

Nas cotas topográficas superiores a 1.100 metros, foram evidenciados elementos correspondentes ao aplainamento identificado por Bigarella e Ab'Saber (*apud* BIGARELLA, 2003) como Superfície do Purunã e classificada por estes autores como Pediplano Pd3, sendo portanto a superfície mais antiga (FIGURA 12); sendo sua geocronologia não relacionada ao Período Quaternário.

O Patamar 1, verificado nesta pesquisa, situa-se entre as cotas de 1.050 a 1.100 metros, sendo este patamar o mais antigo. O Patamar 2, desenvolve-se entre as cotas de 1.000 e 1.050 metros, sendo mais recente que o Patamar 1. Neste setor foram evidenciados a partir do MDT elementos testemunhos do Patamar 1, que resistiram ao processo erosivo. Elaborado mais tardiamente, o Patamar 3 situa-se entre as cotas de 940 a 1.000 metros.

E por fim, verificou-se uma área onde a dissecação vertical é bastante proeminente, situada na porção Sudoeste da BHART, sendo também neste setor onde foram identificados feições testemunhos do arenito (MARTINS e PASSOS, 2006), referentes ao Patamar 3 (FIGURA 13) a partir dos trabalhos de campo. Todas estas unidades foram representadas na Figura 14, que corresponde ao Mapa das Superfícies Aplainadas identificadas neste trabalho.

Classe	Área em Km ²
< 860 m	1,30
860 - 900	9,28
900 - 940	8,23
940 - 1000	15,77
1000 - 1050	9,13
1050 - 1100	22,13
> 1100	7,09

Quadro 03 - Área de abrangência em km² de cada classe hipsométrica.

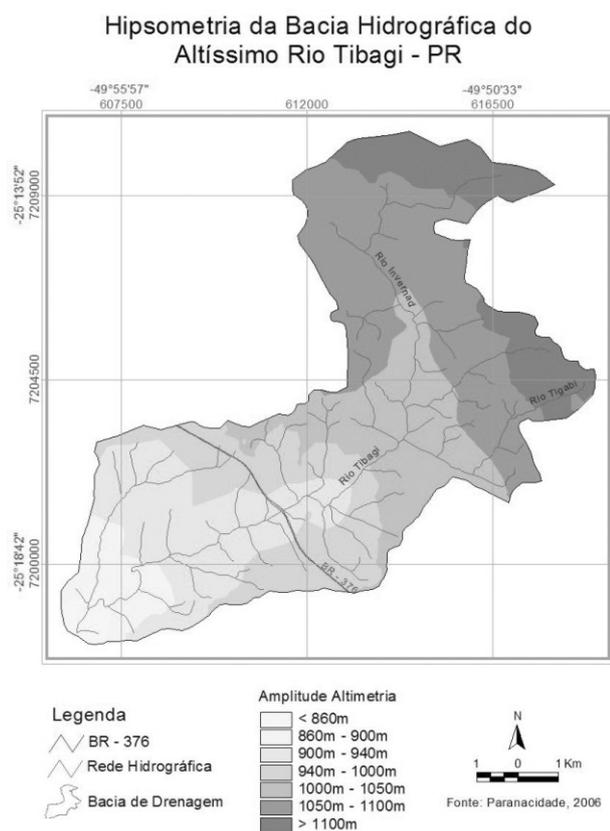


Figura 10 - Mapa Hipsométrico da BHART.

Pode-se verificar que a esculturação destas superfícies fora elaborada a partir da influência de oscilações climáticas pretéritas. Como já fora apontado, no reverso da Escarpa Devoniana, surgem elementos relacionados aplainamento identificado como Pd3 (BIGARELLA, et al 2003), sendo estes elementos também presentes na área da BHART. A elaboração destes patamares está relacionada a flutuações climáticas de semi-aridez intercalados por períodos úmidos.

O contato entre estes patamares não se mostra de forma abrupta. De acordo com a metodologia aplicada, enquanto no período de semi-aridez ocorreria um processo de degradação lateral, formado um patamar, uma flutuação climática para uma condição mais úmida reafeçoaria a superfície, rebaixando-a verticalmente e aprofundando os vales. Desta forma foram observados três períodos de

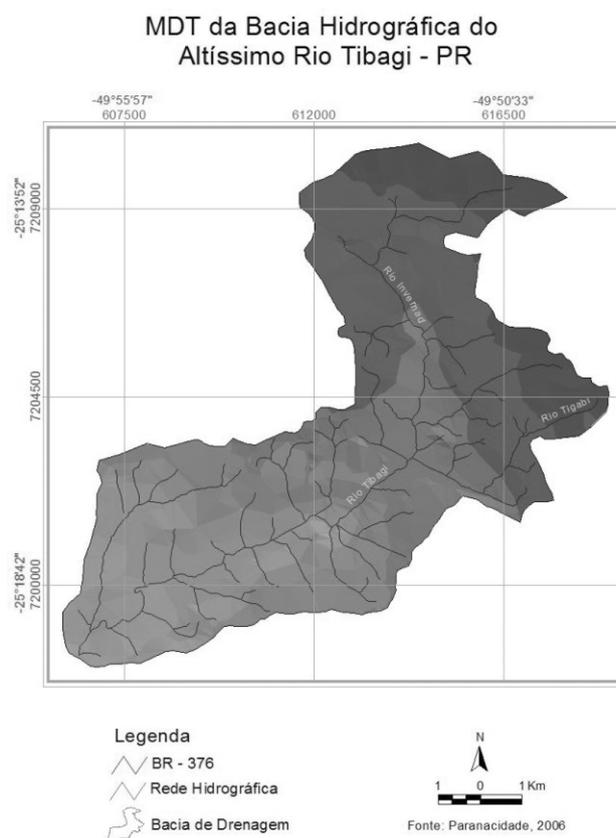


Figura 11 - Modelo Digital de Terreno - MDT da BHART.

flutuações de semi-aridez na área de estudo.

O Quadro 4 expressa os valores altimétricos de cada uma das classes geomorfológicas identificadas, bem como suas áreas.

Esta combinação favoreceu que, a partir dos momentos onde as condições climáticas evoluíam para um quadro de maior umidade e calor, o grupo vegetacional da Floresta Ombrófila Mista se instalasse junto a estes vales mais profundos que se desenvolviam em forma de *cânions*. Ab'Saber (2003), aponta que ocorreria um *optimum climático* entre 6.000 a 5.000 anos antes do presente, este se caracterizaria clima mais quente que o atual. Estas zonas de fraquezas entalhadas pelo sistema hidrográfico nos períodos de clima úmido vieram a constituir um refúgio climático para a floresta dentro da área de estudo.



Figura 12 - Superfície relacionada ao Pediplano - Pd3.
Fotografado pelo autor em 2006.



Figura 13 - “Feições testemunhos de arenito” residuais do Patamar 3, localizadas na Superfície de Erosão Vertical, composta pela Formação Furnas.
Fotografado pelo autor em 2006.

Não foram evidenciadas na área averiguada superfícies com características de pedimentos detríticos. Deste modo considerou-se que estes possíveis depósitos, elaborados por processos hidrodinâmicos em condições de semi-aridez, tenham sido transportados pelo sistema de drenagem, tanto da BHART, como pelos canais que drenam o reverso da escarpa para o Primeiro Planalto, para áreas adjacentes.

A condição climática atual, caracterizada por constante umidade, favorece

o processo erosivo de forma vertical, desta forma, os patamares, bem como o Pediplano Pd3, desenvolvidos em condições de semi-aridez, vem sofrendo um processo de reafeiçoamento, onde passa a ocorrer um aprofundamento dos vales. Evidenciando assim o desenvolvimento policíclico do relevo conforme define a metodologia utilizada.

RESULTADOS

Diante da proposta metodológica e dos procedimentos técnicos adotados, foi possível

Superfícies Aplainadas da Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi - PR

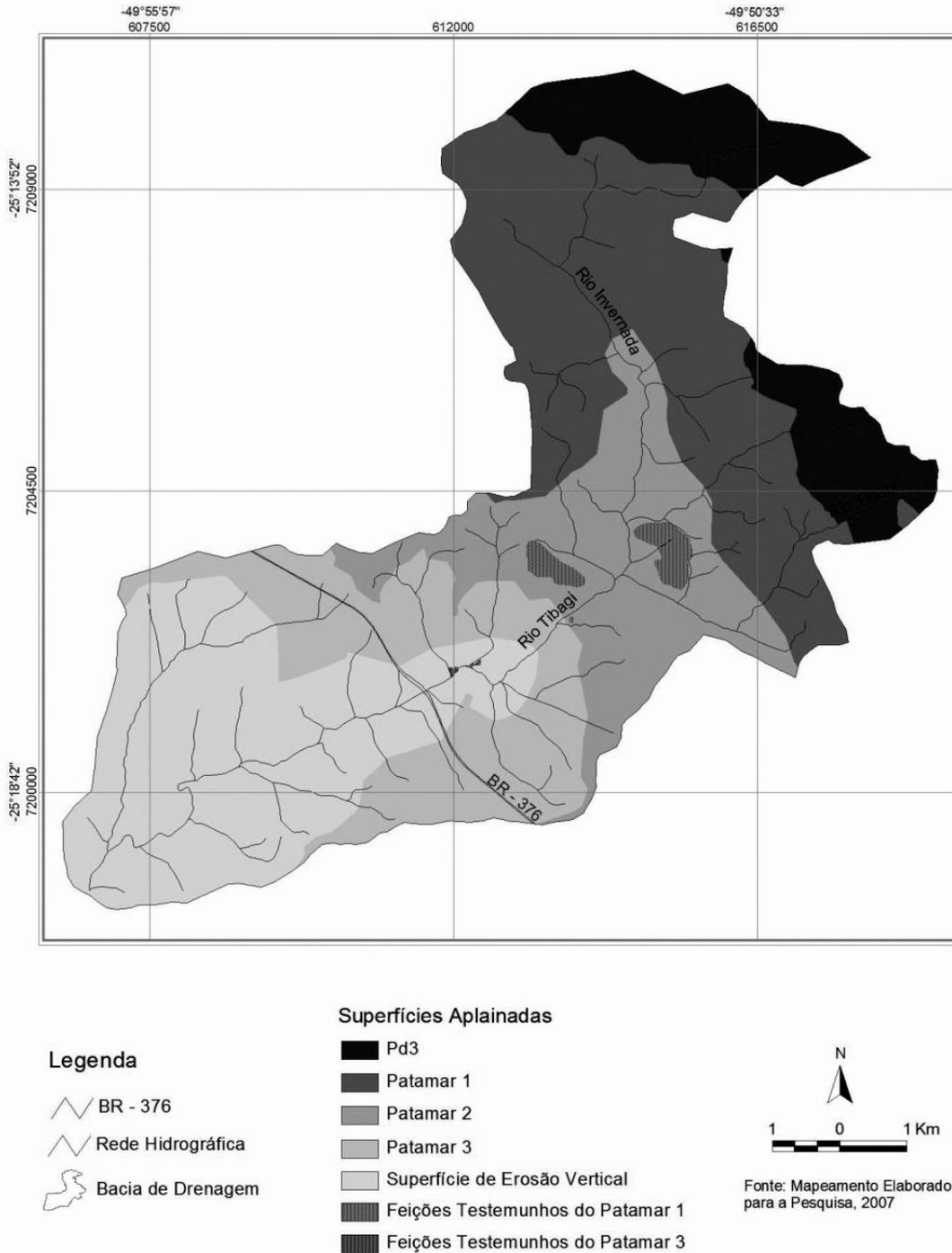


Figura 14 - Mapa das Superfícies Aplainadas da BHART.

elaborar um conjunto de resultados que vieram a contribuir no entendimento da evolução da paisagem regional. Destacando que os trabalhos de campo foram fundamentais na elaboração dos resultados obtidos.

Inicialmente a revisão bibliográfica possibilitou um agrupamento dos trabalhos elaborados sobre os conceitos em Geomorfologia Climática no Brasil bem como suas referências em pesquisadores estrangeiros. Proporcionando o entendimento

Aplainamentos	Altimetria	Área em Km²
PD3	> 1.100 m	8.82
Patamar 1	1050 m – 1100 m	20.39
Patamar 2	1000 m – 1050 m	12.46
Patamar 3	940 m – 1000 m	11.63
Superfície de Erosão Vertical	840 m – 940 m	18.77
Feições Testemunhos do Patamar 1	1000 m – 1050 m	0.82
Feições Testemunhos do Patamar 3	840 m – 940 m	0.02

Quadro 4 - Relação entre as classes geomorfológicas, altimetria e área.

da evolução desta categoria de análise na ciência geomorfológica. Esta etapa, fundamental, contribuiu em uma retomada das pesquisas relacionadas a esta temática.

Para a caracterização do quadro geológico, as atividades de campo contribuíram na verificação de que os fenômenos estruturais presentes na área não apresentam elementos intrusivos superficiais, diferentemente do mapa geológico utilizado como fonte. Permitiu também a identificação de uma zona de drenagem junta a cornija da Escarpa Devoniana, com inclinação contrária à declividade geral do Segundo Planalto. Esta evidência mostra-se fundamental no entendimento da dinâmica da paisagem regional e em futuros projetos de gestão ambiental da Escarpa Devoniana e áreas contíguas.

A proposta apresentada para identificar feições superficiais no relevo, que caracterizassem evidências de oscilações climáticas pretéritas, foi estruturada a partir de dados altimétricos. Estes dados proporcionaram a confecção do mapa hipsométrico e do Modelo Digital de Terreno. Em ambos ficam demonstrados os níveis escalonados no relevo local, formando feições superficiais tipo patamares, resultando no mapa de Superfícies Aplainadas.

Sendo assim, a integração de dados altimétricos na identificação de feições

relacionadas à metodologia aplicada mostra-se satisfatória; contudo esta técnica não propõe a datação geocronológica ou a correlação das feições evidenciadas com demais superfícies.

O quadro morfoestrutural não fora considerado como processo genético fundamental nesta abordagem. Todavia não foi ignorada a sua influência na elaboração do relevo local. De forma clara os efeitos estruturais são evidenciados na paisagem com destaque para o sistema de falhas e fraturas que orientam o sistema de drenagem da área de estudo.

Apointa-se, portanto uma combinação dos elementos estruturais e esculturais na elaboração da paisagem regional. Mas não se associa a influência estrutural na elaboração das superfícies aplainadas – Patamares 1, 2 e 3. Todavia o desenvolvimento da Superfície de Erosão Vertical, assim como se configura, é amplamente influenciado pela condição estrutural.

Considera-se que os patamares identificados neste trabalho estão embutidos na Superfície do Purunã - Pd3. A evolução dos patamares não foi relacionada a demais superfícies elaboradas em áreas adjacentes do Primeiro Planalto. O setor do Primeiro Planalto é o que apresenta o maior número de estudos referentes à identificação de paleosuperfícies quaternárias. Sendo assim este trabalho contribui na ampliação dos conhecimentos

referentes à Geomorfologia Climática em demais unidades de paisagem no estado do Paraná.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se, que a metodologia de análise identificada como Geomorfologia Climática, fundamentou inúmeras pesquisas sobre a evolução das paisagens por pesquisadores brasileiros, sobretudo na década de 1960.

Estes trabalhos, produzidos sob influência de pesquisadores estrangeiros, contribuíram na elucidação da evolução dos mais variados quadros paisagísticos no Brasil.

A realização desta pesquisa veio a somar no conhecimento acerca da evolução do relevo, a partir de oscilações climáticas pretéritas, contribuindo portanto, para o contínuo desenvolvimento desta metodologia.

O trabalho permitiu uma melhor compreensão da evolução da paisagem regional, pois a área de estudo preserva os elementos naturais que identificam tal unidade de paisagem. E ainda destacou a influência paleoclimática como determinante na sua evolução e na esculturação do relevo.

NOTAS

ⁱ Geógrafo; Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR).

E-mail: tdmartins@uepg.br

ⁱⁱ Geógrafo; Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná (UFPR); Professor Associado da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

E-mail: everton@ufpr.br

BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, Aziz N., BIGARELLA, João. J. Considerações sobre a geomorfogênese da Serra do Mar no Paraná. *Boletim Paranaense de Geografia*. Vol. 4 e 5. Curitiba:UFPR, 1961. pp.94-110.

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

ABREU, Adilson. A. A Teoria Geomorfológica e Sua Edificação: Análise Crítica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. Ano 4. nº 2. São Paulo: União da Geomorfologia Brasileira, pp.51-67. 2003.

BIGARELLA, João. J. Variações Climáticas no Quaternário e suas Implicações no Revestimento Florístico do Paraná. *Boletim Paranaense de Geografia*. Vol. 10 e 15. Curitiba: UFPR, pp.211-231. 1964.

BIGARELLA, João. J., MOUSINHO, Maria R. SILVA, Jorge X. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. *Boletim Paranaense de Geografia*. Vol. 16 e 17. Curitiba: UFPR, pp. 117-154. 1965.

BIGARELLA, João. J., SALAMUNI, Riad. MARQUES FILHO, P.L. Estrutura e Textura da Formação Furnas e Sua Significação Paleogeográfica. *Boletim da Universidade Federal do Paraná. Geologia*. nº 18. Curitiba:UFPR. 1966.

BIGARELLA, João. J. *et al.* *Estrutura e Origens das Paisagens Tropicais e Subtropicais*. Florianópolis: UFSC, v.1. 1994.

BIGARELLA, João. J. *et al.* *Estrutura e Origens das Paisagens Tropicais e Subtropicais*. Florianópolis: UFSC, v.3. 2003.

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

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE QUATERNARY. *Boletim Paranaense de Geociências*. nº 33, Curitiba: UFPR. 1975.

FUCK, Reinhardt. A., Nota Explicativa da Folha Geológica de Quero-Quero. *Boletim da Universidade Federal do Paraná. Geologia*. nº 19. Curitiba: UFPR. 1966.

GREGORY, Ken. J. *A Natureza da Geografia Física*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1985.

MAACK, Reinhard. Notas preliminares sobre o clima, solos e vegetação do Estado do Paraná. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Vol. III, art. 12. Curitiba: UFPR, pp. 99 a 200. 1948.

MAACK, Reinhard. *Geografia Física do Estado do Paraná*. 2 ed. Rio de Janeiro: José Olímpio. 1981.

MARTINS, Tiago. D.; PASSOS, Everton. Considerações Preliminares Sobre a Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi - PR. In: *4º Seminário Latinoamericano de Geografia Física*. UEM: Maringá, 2006.

MINEROPAR - Minerais do Paraná S/A. *Atlas Geológico do Paraná*. Curitiba. 2001. CD-ROM.

PARANACIDADE. *Ortocarta-imagem Quero-Quero*. MI 2841-3. 1:50.000. 2006.

PARANACIDADE. *Ortocarta-imagem Itaiacoca*. MI 2841-1. 1:50.000. 2006.

PASSOS, Everton.; BIGARELLA, João. J. Superfícies de Erosão. In: CUNHA, S.B., GUERRA, Antônio.J.T. *Geomorfologia do Brasil*. São Paulo: Bertrand Brasil, pp 107-141. 2003.

ROSS, Jurandir.L.S. *Geomorfologia: Ambiente e Planejamento*. São Paulo: Contexto. 2003.

STIPP, Nilza. A. F. et al. *Macrozoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi (Pr)*. 1 ed. Londrina: Eduel. 2000.

SUGUIO, Kentiro. *Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais: (passado + presente = futuro?)*. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas. 2001.

TRICART, Jean; CAILLEUX, Andre. *Introduction to Climatic Geomorphology*. Tradução: Longman Group Limited. Londres: Longman Group Limited. 1972.

UEPG - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA. *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa, 2004. Disponível em: <<http://www.uepg.br/natural/index.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2004.