

TIAGO DAMAS MARTINS

SUPERFÍCIES APLAINADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
ALTÍSSIMO RIO TIBAGI - PR

Curitiba  
2008

TIAGO DAMAS MARTINS

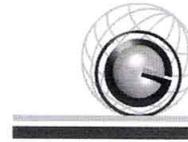
**SUPERFÍCIES APLAINADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
ALTÍSSIMO RIO TIBAGI - PR**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, curso de Mestrado, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientação: Prof. Dr. Everton Passos

Curitiba  
2008

MEC-UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
– MESTRADO E DOUTORADO



### PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Geografia, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **Tiago Damas Martins**, intitulada: “**SUPERFÍCIES APLAINADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTÍSSIMO RIO TIBAGI - PR**”, para obtenção do grau de **Mestre** em Geografia, do Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **Espaço, Sociedade e Ambiente**.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de parecer pela aprovação da Dissertação.

Curitiba, 24 de março de 2008.

Nome e assinatura da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Everton Passos  
(Orientador e Presidente da Banca)

Prof. Dr. Hélio Olympio da Rocha  
UFPR

Prof. Dra. Ana Maria Muratori  
UFPR

*Dedico este trabalho aos meus pais e a Sari.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Everton Passos, por sua orientação e contribuição para o enriquecimento da ciência geomorfológica, e na realização deste trabalho.

Ao amigo Luís Carlos Zem, pela contribuição ímpar e excelente trabalho junto a Secretaria do curso de pós-graduação.

A todos os professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPR; em especial aos colegas Hélio Fileno, Laiane Westphalen, Leandro Fontoura e Marco Aurélio.

A geógrafa Camila Cunico por sua fundamental colaboração.

As Prof<sup>as</sup> Dr<sup>as</sup> Nilza A.F. Stipp (UEL) e Silvia M. Carvalho (UEPG).

Ao acadêmico Igor R. Lenartovicz, pela parceria durante as atividades de campo.

A senhora Ana Lopes e sua família por nos receberem em sua propriedade durante as atividades de campo.

*“Nunca permita que o medo dos outros  
impeça a sua coragem de tentar”.*

T.D.M.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xi
<b>RESUMO</b> .....	xii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO: GEOMORFOLOGIA CLIMÁTICA</b> .....	17
<b>3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS</b> .....	32
3.1. METODOLOGIA.....	32
3.2. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS.....	39
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	47
4.1. Os Campos Gerais do Paraná.....	47
4.2. A Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi - BHART.....	52
4.2.1 Clima.....	56
4.2.2 Hidrografia.....	57
4.2.3 Classes de Solos.....	62
4.2.4 Uso e Cobertura da Terra.....	65
4.2.5 Geologia.....	69
4.2.6 Geomorfologia.....	73
<b>5. RESULTADOS</b> .....	84
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	86
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	88

## **Lista de Siglas**

BHART - Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi

SPOT - Satellite pour l'Observation de la Terre

Pd3 - Pediplano 3

## Lista de Figuras

<b>Figura 01</b> - Localização da área de estudo - Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi (BHART). .....	16
<b>Figura 02</b> - Divisões do Período Quaternário.....	18
<b>Figura 03</b> - Superfície pedimentar elaborada em ambiente desértico .....	26
<b>Figura 04</b> – Pedra Grande.....	28
<b>Figura 05</b> – Serra de Itaiacoca.....	28
<b>Figura 06</b> - Paleosuperfícies na preriferia do Primeiro Planalto .....	28
<b>Figura 07</b> - Curva de Fairbridge .....	30
<b>Figura 08</b> - Bloco Diagrama I.....	33
<b>Figura 09</b> - Bloco Diagrama II .....	34
<b>Figura 10</b> - Bloco Diagrama III.....	34
<b>Figura 11</b> - Bloco Diagrama IV .....	35
<b>Figura 12</b> - Bloco Diagrama V .....	35
<b>Figura 13</b> - Bloco Diagrama VI.....	36
<b>Figura 14</b> - Bloco Diagrama VII .....	36
<b>Figura 15</b> - Bloco Diagrama VIII .....	37
<b>Figura 16</b> - Bloco Diagrama IX.....	37
<b>Figura 17</b> - Evolução dos Pediplanos (Pd) .....	38
<b>Figura 18</b> - Articulação das Folhas Topográficas em Relação à Área de Estudo .....	40
<b>Figura 19</b> - Carta Topográfica da BHART.....	41
<b>Figura 20</b> - Pontos de Controle averiguados em campo.....	43
<b>Figura 21</b> – Orto-Imagem da BHART.....	44
<b>Figura 22</b> - Vegetação campestre característica da Unidade de Paisagem identificada como Campos Gerais do Paraná.....	47
<b>Figura 23</b> - Vegetação de campo intercalada por Floresta Ombrófila Mista (Capões de Mata) Campos Gerais do Paraná, Segundo Planalto.....	48
<b>Figura 24</b> - Escarpa Devoniana .....	51
<b>Figura 25</b> - Área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi e localização da área de estudo – Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi (BHART). .....	52
<b>Figura 26</b> - Localização da Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi.....	54
<b>Figura 27</b> - Olho d’água tido como nascente do Rio Tibagi .....	55
<b>Figura 28</b> - Zona de pastagem natural na área da BHART .....	55

<b>Figura 29</b> - Rede Hidrográfica Hierarquizada da BHART.....	58
<b>Figura 30</b> - Serra de São Luís do Purunã.....	59
<b>Figura 31</b> - Leito tipo “Lajeado” .....	60
<b>Figura 32</b> - Degraus formados nos leitos tipo lajeado expondo as camadas sedimentares .....	61
<b>Figura 33</b> - Vale tipo cânion.....	61
<b>Figura 34</b> - Classes de Solos na BHART .....	63
<b>Figura 35</b> - Mapa de Uso e Cobertura de Terra na área da BHART .....	66
<b>Figura 36</b> - Campos Limpos e mata ciliar composta por Pinheiro do Paraná, no trecho superior do Rio Tibagi.....	67
<b>Figura 37</b> - Floresta Ombrófila Mista entremeada ao campo, com exemplares de Pinheiro do Paraná. Mata ciliar ao longo do Rio Tibagi.....	67
<b>Figura 38</b> - Reflorestamento comercial constituído por <i>Pinus</i> na porção Norte da BHART..	68
<b>Figura 39</b> - Geologia da BHART .....	71
<b>Figura 40</b> - Cânion formado pelo Rio Tibagi no seu curso superior.....	72
<b>Figura 41</b> - Superfície do Purunã – Pd3 .....	73
<b>Figura 42</b> - Mapa Hipsométrico da BHART .....	74
<b>Figura 43</b> - Histograma da Variação Altimétrica .....	75
<b>Figura 44</b> - Mapa de Declividade da BHART.....	76
<b>Figura 45</b> - Vale tipo cânion formando vertentes abruptas e trechos escarpados .....	77
<b>Figura 46</b> - Histograma de Frequência das classes de declividade da BHART .....	78
<b>Figura 47</b> - Modelo Digital de Terreno – MDT da BHART .....	79
<b>Figura 48</b> - Superfície relacionada ao Pediplano - Pd3 .....	80
<b>Figura 49</b> - “Feições testemunhos de arenito”.....	80
<b>Figura 50</b> - Mapa das Superfícies Aplainadas da BHART .....	82
<b>Figura 51</b> - Rio Tibagi percorrendo o Patamar 1.....	83

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 01</b> - Pontos de Controle averiguados em atividade de campo. Coordenadas em UTM. Datum Horizontal SAD-69 .....	42
<b>Tabela 02</b> – Classes de Declividade .....	46
<b>Tabela 03</b> - Grupos e Formações geológicas aflorantes nos Campos Gerais. ....	50
<b>Tabela 04</b> – Limites Geográficos da BHART .....	53
<b>Tabela 05</b> – Área de abrangência das Classes de Solo .....	64
<b>Tabela 06</b> - Classes de Uso e Cobertura de Terra da BHART .....	65
<b>Figura 07</b> - Área de abrangência dos elementos litológicos na BHART .....	69
<b>Figura 08</b> - Área de abrangência em km <sup>2</sup> de cada classe hipsométrica .....	75
<b>Figura 09</b> - Classes de declividade e área de abrangência na BHART .....	77
<b>Figura 10</b> - Relação entre as classes geomorfológicas, altimetria e área .....	81

## RESUMO

Nesta pesquisa buscou-se 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. O estudo abrange um recorte temporal referente ao Período Quaternário, do qual existem diversas referências em que são evidenciadas constantes oscilações climáticas. Esta interpretação oferece uma relação direta com o quadro natural que conhecemos, razão pela qual o estudo do Quaternário mostra-se fundamental. 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. Esta metodologia de análise da evolução do relevo é definida como Geomorfologia Climática. A pesquisa neste sentido identificou superfícies de aplainamento, que são evidências relacionadas a processos que caracterizem tais oscilações. A área em 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 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 km<sup>2</sup>. 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 do quadro ambiental 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.

Palavras-Chave: Geomorfologia Climática. Rio Tibagi. Campos Gerais. Análise Ambiental.

## 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 study is related to the Quaternary Period, of which there are several evidences that show the constant climatic oscillations. This interpretation provides a better explanation about the natural conditions that we know today, which is why the study of the Quaternary is fundamental. The techniques that were proposed integrate cartography and field activities, with a methodology that suggests the relief develop in a polycyclic process conditioned by preterit climatic oscillations. The research identified flat surfaces in the area of the study, which supply evidences of the climate oscillations influence. The methodology that analyzes the evolution of the relief conditioned by climatic conditions 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 elements of the physical environment 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 km<sup>2</sup>. 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 environmental 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.

**Keys-words:** Climatic Geomorphology. Tibagi's River. General Fieldland. Environmental Analysis.

## 1 INTRODUÇÃO

O entendimento da dinâmica da paisagem sempre foi um desafio ao pensamento científico, tendo dentro da Geografia uma especial atenção a esta abordagem. Os elementos físicos que compõem a paisagem se interagem entre si de maneira dinâmica, vindo a elaborar um mosaico rico e biodiverso.

O estado do Paraná foi contemplado com um mosaico paisagístico único, integrando elementos que por muito chamaram a atenção de viajantes e pesquisadores, como o antropólogo francês Lévi-Strauss (1996, p. 143), que encantado com a fitogeografia aqui presente cita de forma poética que “possam vossos passos vacilar à entrada das pradarias desabitadas e da grande floresta úmida de coníferas, [...]”; além do naturalista Saint-Hilare (1978), que descreve, com encantamento, a paisagem dos Campos Gerais.

Entretanto, um outro conjunto de elementos também influencia na elaboração da paisagem atual. As oscilações climáticas ocorridas no passado geológico da Terra assumem grande importância no entendimento da gênese da paisagem, sendo assim uma justificativa para se elaborar uma pesquisa que caracterize este fenômeno.

Soma-se a esta, a importância de se colaborar no entendimento do clima terrestre no passado, especialmente em função do alarme global a respeito das mudanças climáticas e seus efeitos no planeta. Assim como apontam Suguio (2001), Oldfield e Alverson (2003), parte das respostas buscadas para os fenômenos atuais do clima, encontram-se no passado da Terra.

Este trabalho teve como objetivo identificar evidências nas formas atuais do relevo condicionadas por influências de oscilações climáticas pretéritas. A influência do clima, tanto no pretérito, quanto do presente, na configuração do relevo atual é o objeto de estudo da Geomorfologia Climática. Deste modo Tricart e Cailleux (1972) a definem como sendo o estudo das formas do relevo como condicionadas pelo clima. Buscou-se ainda, como objetivo específico, promover uma (*re*)discussão desta categoria de análise geomorfológica, difundida no Brasil principalmente entre os anos de 1950 e 1970.

Este trabalho reporta-se ao Período Quaternário, pois a área selecionada está inserida em uma unidade de paisagem que apresenta características muito peculiares, devido a seus elementos paleogeográficos. Conhecida como Campos Gerais do Paraná, esta paisagem assume caráter relictual, tendo sua origem no Plio-Pleistoceno (MAACK, 1948), justificando, portanto, o limite geocronológico do trabalho.

Não obstante, o trabalho identifica, na área de estudo, elementos correspondentes a períodos geológicos mais antigos; elementos estes, identificados previamente por outros autores.

O entendimento de que a composição paisagística dos Campos Gerais 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 equivocada foi finalmente descartada quando as pesquisas no campo das Geociências trouxeram evidências de que o clima pretérito influenciou a composição paisagística atual (MAACK, 1981).

Os estudos sobre o Quaternário apresentam fundamental relevância por dois fatores principais: a dinâmica da natureza neste período reflete diretamente na composição das paisagens atuais, tendo, portanto uma ligação direta e evidente com o presente; e relaciona-se aos prognósticos futuros, pois se compreendermos a dinâmica natural da Terra nestes últimos milênios poderemos então, promover uma melhor discussão sobre o futuro do planeta.

Como área de abrangência para a pesquisa, selecionou-se a Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi - BHART (Figura 01). Esta bacia se estende por 72,93 km<sup>2</sup> no setor planáltico junto ao reverso da Escarpa Devoniana, no Segundo Planalto Paranaense. Este sistema hidrográfico situa-se nas cotas mais altas do relevo regional, vindo a compor as nascentes do Rio Tibagi. Este rio, o segundo maior em extensão no território paranaense, percorre 550 quilômetros até sua foz no Rio Paranapanema.

A proposta metodológica utilizada baseou-se em Bigarella, Mousinho e Silva (1965), Tricart e Cailleux (1972); continuada por Bigarella *et al* (2003) e Bigarella e Passos (2003); sendo este um importante passo na elucidação das influências paleoclimáticas na evolução da paisagem, e uma contribuição marcante nas pesquisas em Geomorfologia Climática no Brasil.

Ainda como objetivo específico, realizou-se uma caracterização fisiográfica da área, com ênfase no levantamento geomorfológico, a partir de cartas topográficas, geológicas e dados de sensores remotos, utilizando-se de procedimentos onde foram integradas técnicas de geoprocessamento, análises de campo, além de documentação fotográfica. Desta forma foi possível elaborar um conjunto de mapas do meio físico, vindo a evidenciar a potencialidade paisagística regional.

Desta forma foi possível evidenciar formas superficiais no relevo da área de estudo que correspondam à teoria de policiclicidade na evolução do relevo condicionadas por oscilações climáticas pretéritas.

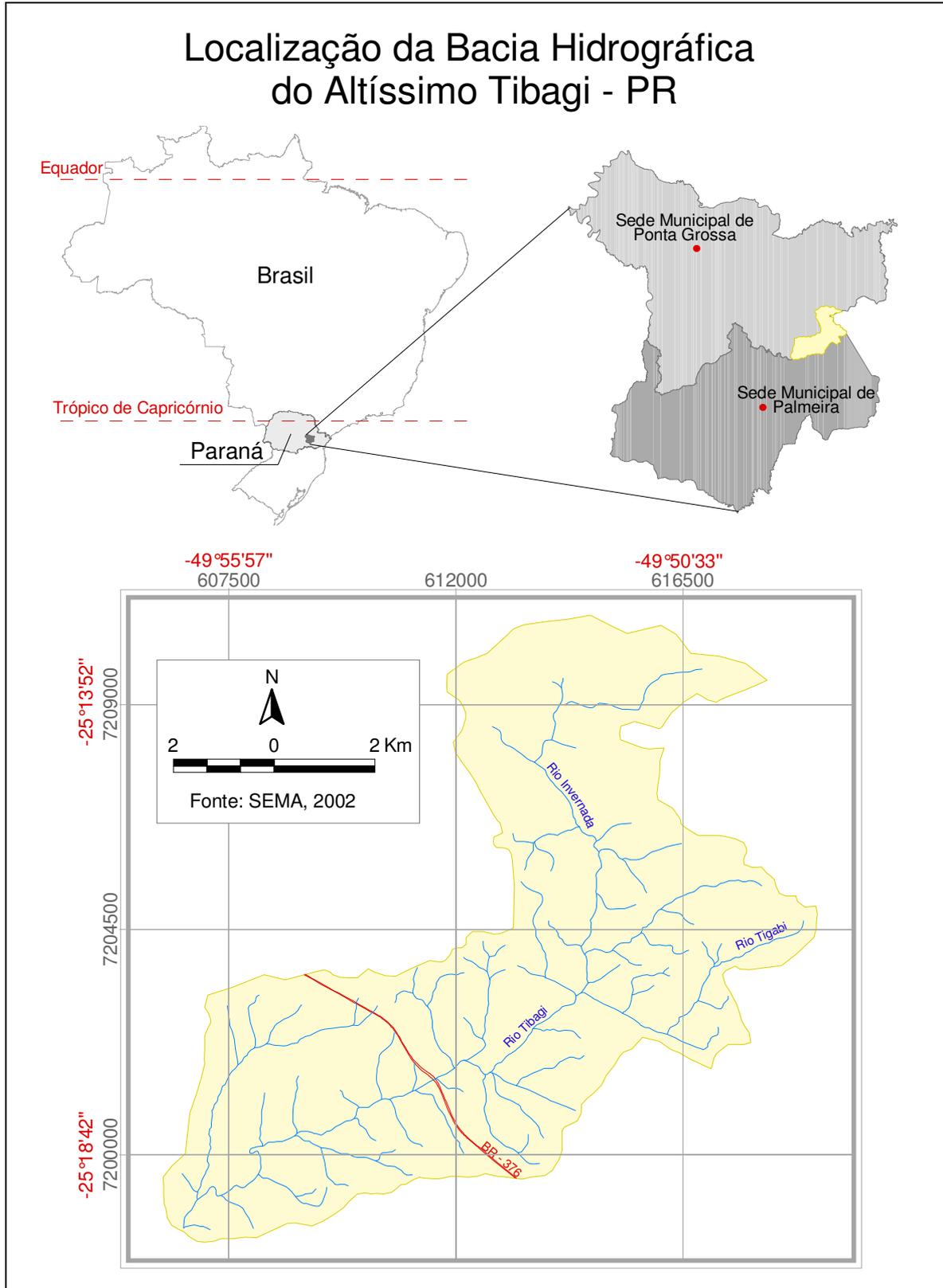


Figura 01: Localização da área de estudo - Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi (BHART).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO: GEOMORFOLOGIA CLIMÁTICA

Diante da proposta de elaborar uma correlação entre a evolução da paisagem e as condições climáticas que exercem influência nesta dinâmica, opta-se neste momento por enquadrar este estudo no período geológico do Quaternário. Este período inicia-se a cerca de 1,8 milhões de anos seguindo até o presente (SUGUIO, 2001, p. 26), podendo “ser definido bioestratigraficamente pelos conteúdos faunísticos e florísticos de formas predominantemente viventes” (SUGUIO, 2001, p. 22), sendo tido como a idade do Homem (SUGUIO, 2001).

Para Suguio (2001, p. 26), “os estudos do Quaternário são capazes de estabelecer este elo de ligação entre o passado geologicamente pouco remoto e o presente”. Para este autor a evolução da humanidade está vinculada diretamente com a história natural. E a “compreensão da natureza só pode ser atingida pelo conhecimento da sua estrutura e dos seus estágios evolutivos” (SUGUIO, 2001, p. 26). Deste modo nos diversos estágios de evolução da história natural, o Período Quaternário oferece uma relação direta com o quadro natural que conhecemos no presente, sendo, portanto seu estudo, fundamental para se “tentar estabelecer alguns prognósticos futuros, embora ainda esta tarefa seja extremamente complicada” (SUGUIO, 2001, p. 26).

Ainda para este autor, “dados locais e de passado recente são suficientes para prognósticos de fenômenos locais, mas dados espacial e temporalmente abrangentes tornam-se imprescindíveis aos prognósticos de fenômenos globais” (SUGUIO, 2001, p. 26).

Para Suguio *et al*, (1997 *apud* SUGUIO, 2001, p. 26):

“A primeira grande meta dos estudos do Quaternário reside na sua aplicação à ciência ambiental. Os conhecimentos cada vez mais aprimorados do presente e do passado geologicamente pouco remoto da natureza devem fornecer os subsídios indispensáveis ao relacionamento progressivamente mais harmonioso do Homem com a natureza. [...] Os estudos do Quaternário que adotam técnicas de abrangência global na tentativa de compreensão das dinâmicas naturais pretérita e presente, certamente fornecem subsídios necessários ao desenvolvimento sustentável isento de maiores problemas ambientais futuros”.

O período Quaternário é dividido em duas épocas, o Pleistoceno, mais antigo e o Holoceno, mais recente até os dias atuais. Para este trabalho será aceito a Cronologia mundial do Período Quaternário, (SUGUIO, 2001).

A Figura 02 a seguir propõe uma cronologia para as divisões e subdivisões do Período Quaternário.



estudos do Quaternário ainda não atingiram a sua completa maturidade e nem uma sistematização mais definitiva” (SUGUIO, 2001, p. 29).

As intensificadas mudanças ambientais ocorridas durante o Quaternário, principalmente devido às intensas oscilações climáticas, elaboraram um interessante quadro paleogeográfico, tendo seus testemunhos bastante evidentes da superfície terrestre. “As *mudanças paleoclimáticas* representam as variações no conjunto de parâmetros meteorológicos pretéritos” (SUGUIO, 2001, p. 271), sendo que estas mudanças operam em diferentes escalas, tanto temporais, quanto espaciais. Ainda para Suguio (2001, p. 271), os “objetivos dos estudos paleoclimáticos são análogos aos climáticos, pois visam compreender as mudanças ocorridas através do tempo geológico no sistema construído pela atmosfera, hidrosfera e criosfera”.

O entendimento da dinâmica climática e seus efeitos na paisagem, sempre foi objeto de estudo dentro da ciência geográfica. O mosaico paisagístico encontrado no Paraná aponta a influência de condições climáticas distintas das atuais na configuração das unidades de paisagens. Em especial durante o Período Quaternário, que, para Bigarella (1964, p. 227), “nos revela uma acentuada instabilidade climática de caráter cíclico, abrangendo fases de clima glacial até fases de clima quente”. Ainda segundo este mesmo autor, o Quaternário evidencia um quadro climático peculiar, “tratando-se de uma época geológica climaticamente excepcional quando a compararmos com outros períodos da história da Terra” (BIGARELLA, 1964, p.227).

Bigarella aponta Maack (*apud* BIGARELLA, 1964, p. 211) como um dos primeiros pesquisadores a identificar evidências geológicas referentes a mudanças climáticas durante o Quaternário “ao referir-se aos amontoados de grandes blocos e seixos nos sopés da Serra do Mar”.

Bigarella cita que no decorrer do Quaternário, “as formações vegetais sofreram deslocamentos espaciais em função das flutuações paleoclimáticas” (BIGARELLA *et al*, 2004, p. 77). Maack (1948) considerava, já anteriormente, que o quadro paisagístico atual no sul do Brasil desenvolvera-se a partir da pressão exercida pelas florestas sobre os campos, estes então sendo característicos de um clima mais seco no passado, de modo que as florestas vieram a conquistar a paisagem.

Portanto a vegetação de campos é mais antiga do que a de florestas, “tendo se desenvolvido em virtude da modificação gradual do clima” (MAACK, 1948 *apud* BIGARELLA *et al*, 2003, p. 1232), para uma condição de maior umidade.

Para Bigarella (1964, p. 212) “Os aspectos florísticos regionais sugerem modificações climáticas mais recentes”. Sendo que “A situação florestal atual teve sua expansão e desenvolvimento subsequente à última fase seca” (BIGARELLA, 1964, p. 212).

Para Klein (*apud* BIGARELLA, 1964, p. 213) o revestimento florístico do Brasil Meridional aponta para oscilações climáticas pretéritas, flutuando do “semi-árido ou seco para o úmido nos últimos milênios”. Bigarella concorda que variações climáticas durante o Quaternário conduziram processos de avanço e recuo das florestas, vindo então a compor um quadro paisagístico peculiar. “Com referência ao patrimônio florístico, os grandes tipos de cobertura vegetal, teriam sido, no Pleistoceno, essencialmente os mesmos de hoje” (BIGARELLA, 1994, p. 77).

Segundo Bigarella (1964) condições paleoclimáticas de semi-aridez extinguiram grandes extensões de florestas, restringindo as mesmas a “áreas de refúgios onde às condições climáticas locais permitiram sua sobrevivência” (BIGARELLA, 1964, p.214). Ainda sobre isto, o autor aponta que nada se conhece sobre o “revestimento florístico das fases desérticas, especialmente durante o clímax da elaboração dos pedimentos” (BIGARELLA, 1964, p. 214). “A implantação da última grande época glacial foi marcada pela regressão das florestas e ampliação das formações vegetais abertas intertropicais e subtropicais [...]” (BIGARELLA, 1994, p. 77).

Para este autor, durante os períodos de condições úmidas, ocorreram flutuações climáticas “em curtos períodos secos”, alternando com períodos úmidos. (BIGARELLA, 1964, p. 214).

Segundo Bigarella (1964, p.214):

As flutuações climáticas suaves que vigoraram nas fases úmidas foram responsáveis pela conspícua erosão e, em grande parte, pela esculturação da paisagem topográfica hodierna. Numa região florestada sujeita a clima úmido permanente, pequena erosão teria sido possível em tempo curto como foram os intervalos úmidos pleistocênicos. Nestas condições a erosão seria mais efetiva sob forma de lixiviação do que sob forma de retirada de detritos.”

Durante a fase úmida, ocorreram flutuações climáticas para condições de aridez, “com prolongados períodos de estiagem, teria determinado modificação florística retraindo as florestas a redutos e dando lugar a áreas de vegetação do tipo campo, campo cerrado ou caatinga” (BIGARELLA, 1964, p. 215).

Klein (1975) também aponta que inúmeros estudos realizados sobre a fitogeografia do Sul do Brasil verificaram que a vegetação primária desta região não condiz com as condições climáticas e edáficas atuais. Ainda para este autor foram aventadas duas hipóteses para explicar o quadro paisagístico dos campos no sul do Brasil, sendo a primeira relacionada a atividades antrópicas de povos primitivos e a segunda relacionada a flutuações climáticas durante o Quaternário.

Em sua classificação da fitogeografia do Sul do Brasil, Klein, assinala que as regiões campestres contrastam-se de forma expressiva com as florestas que cobrem grande área da região Sul. (KLEIN, 1975).

Segundo este autor após detalhados estudos botânicos e ecológicos identificara-se que as últimas três flutuações climáticas no Quaternário influenciaram diretamente na composição e a cobertura florística, alterando também o quadro ambiental no Sul do Brasil. (KLEIN, 1975). Descartando assim, de forma definitiva que a composição fitogeográfica dos variados tipos de campos no sul do Brasil seriam originados por ação antrópica. Esta mesma consideração também já fora feita por Maack (1948).

Klein descreve que a cobertura vegetal de florestas avançou a partir da região litorânea aproveitado da estrutura geológica dos rios, citando, como exemplo, os rios Ribeira e Itajaí. Estes rios, que promovem uma erosão remontante no planalto central do sul do país, de leste para oeste, favoreceram a progressão da floresta pluvial do litoral para o interior do continente. Segundo este autor: *“Both valleys have an important influence in the floristic distribution, allowing the Atlantic pluvial Forest to penetrate locally into the plateau area following the Ribeira and Itajaí valleys.”* (KLEIN, 1975, p. 68).

Segundo Veloso (*apud* KLEIN, 1975), o conhecimento climático e geomorfológico ajudarão a elucidar o complexo quadro paisagístico do sul do Brasil.

No que tange o quadro geomorfológico, Bigarella (1964) aponta inúmeros depósitos sedimentares no sul do Brasil que documentam estas oscilações climáticas. Segundo este autor “A história deposicional do Quaternário acha-se ligada principalmente às fases semi-áridas”, tendo na Formação Guabirotuba, na bacia sedimentar de Curitiba “os depósitos mais antigos do Quaternário” (BIGARELLA, 1964, p. 217).

Bigarella, Marques e Ab’Saber (1961, *apud* BIGARELLA *et al*, 2003, p. 1232) consideram “para o Pleistoceno várias épocas de clima semi-árido, de duração apreciável, com pedimentação intensiva, intervaladas por épocas úmidas, acompanhada por dissecação profunda através de erosão linear”.

Bigarella (2003, p. 1232) aponta que “De forma análoga, o Holoceno indica oscilações climáticas nas quais se verifica a vigência de fases de clima sub-úmido tanto no litoral quanto no planalto”.

Sobre a influência paleoclimática na evolução do relevo, Bigarella, Mousinho e Silva (1965) apresentam um trabalho de grande relevância, propondo um quadro policíclico na dinâmica evolutiva do relevo sob influência climática, sugerindo assim uma categoria de análise diferenciada daquela proposta 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 40 e 50 do século passado. Entretanto, para estes autores, a representação teórica do Ciclo Geográfico, que caracteriza um rebaixamento contínuo com redução da declividade, podendo ser expressos através de três etapas da evolução do relevo, “seria viável se não ocorressem os afastamentos da evolução normal do relevo causados por mudanças climáticas profundas” (PASSOS e BIGARELLA, 2003, p. 107).

Ainda sobre a teorização de Davis, Tricart e Cailleux (1972), consideram que a teoria do ciclo Davisiano foi uma síntese prematura, não dando devida importância aos vários mecanismos que operam no desenvolvimento do relevo. Para estes autores consideram a influência do clima na elaboração do relevo é fundamental, sendo, portanto necessário elaborar uma método que considere esta influência.

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”. Ainda segundo aqueles 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 idéia de peneplanização. Este termo oriundo das proposições de Davis (1899 e 1930 *apud* PASSOS e BIGARELLA, 2003, p. 109), se refere ao “ciclo geográfico ideal”, onde “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 recomeçar com um processo de rejuvenescimento”.

A categoria de análise da evolução da paisagem a partir de influências climáticas na dinâmica e elaboração do relevo ficara conhecida como Geomorfologia Climática. “Nesse sentido, os tipos climáticos passaram a ser objeto de preocupação no entendimento da superfície da terra extremamente atrelado às grandes zonas climáticas globais” (ROSS, 2003, p. 24). Sendo identificado, então, os domínios morfoclimáticos terrestres. Para Budel, (1982, p. 43), “*In considering the stable and mobile elements of the relief-forming mechanism, it has become clear that each element changes according to climatic zones*”.

No trabalho “Filogênese da Teoria Geomorfológica” (ABREU, 2003, p. 61) onde o autor faz uma revisão de conhecimento sobre as diversas correntes que consolidaram a ciência geomorfológica, é apresentado um organograma, mostrando que a Geomorfologia Climática viria a derivar da linhagem epistemológica alemã, “podendo-se dizer que a moderna geomorfologia centro-européia de expressão alemã tem em Von Richthofen uma baliza que serve de referência inicial” (ABREU, 2003, p. 57).

Tricart e Cailleux (1972) apontam que a escola geomorfológica germânica sofreu pouca influência das proposições de W.M. Davis. Para estes autores: “*At the very moment that the Davis elaborated his theory, F. von Richthofen, in his guidebook for scientific explorers, gave equal importance to the geologic and the climatic factors in the development of relief*” (TRICART e CAILLEUX, 1972, p. 14).

Ainda para Abreu (2003, p.58) as proposições iniciais de Davis sobre a evolução do relevo, “produziram quase que imediatamente, acerbadadas críticas por parte de um conjunto de pesquisadores afeitos à investigação de espaços com natureza climática diferenciada”. Segundo Eckert *et al* (1927, *apud* Abreu, 2003), na década de 1920 as proposições de Davis passam a sofrer críticas, emergindo “em um ambiente de consenso geral o conjunto de proposições que valorizam o clima como um elemento responsável por uma morfogênese diferencial”(ABREU, 2003, p.58).

Ross (2003) avalia 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 (1980) cita que vários pesquisadores passaram a estudar a evolução do relevo reconhecendo a influência climática neste processo, citando os trabalhos G.K. Gilbert (1877), W. McGee (1897), W. Bornhardt (1899) e Passarge (1904), que passaram a considerar os efeitos climáticos na composição da paisagem. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 18). Ainda segundo Christofoletti (1980, p. 18): “O próprio W.M. Davis reconhecia as modificações que os climas exerciam”.

Este mesmo autor 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, 1989, 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).

De forma crítica, Ross considera que a Geomorfologia Climática “coloca em plano secundário o significado estrutural na gênese das formas do relevo” (ROSS, 2003, p. 25); apontando ainda, que os trabalhos desenvolvidos no Brasil, especialmente por Ab’Saber, valorizam os “processos denudacionais sob a influência das zonas ou domínios morfoclimáticos” (ROSS, 2003, p. 25).

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. Segundo Suguio, estes 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).

Segundo Ross as pesquisas desenvolvidas por Lester King, na faixa leste do território brasileiro, em 1953, onde este pesquisador “estabelece cronologias de superfícies de erosão e seus depósitos correlativos” (ROSS, 2003, p. 25) vem nortear os trabalhos de Ab’Saber e Bigarella a partir dos anos de 1960.

Ainda para Ross, Ab’Saber e Bigarella, “passaram a interpretar o relevo brasileiro e procurar vestígios dos processos de pediplanação [...] depósitos rudáceos, paleossolos,

paleopavimentos detríticos, ocorrência de espécies vegetais relictuais (ROSS, 2003, p. 25), de forma que estes elementos pudessem testemunhar as “atividades morfogenéticas de paleoclimas áridos e semi-áridos do Quaternário” (ROSS, 2003, p. 25) na elaboração do relevo atual.

Inúmeros trabalhos foram propostos no sentido de enfatizar “a discordância, entre outras evidências, como a distribuição faunística e florística e de feições geomorfológicas quando confrontadas ao clima atualmente reinantes [...]” (SUGUIO, *apud* BIGARELLA *et al*, 2003, p. 1209), com o quadro paisagístico atual.

A avaliação do modelado superficial do relevo a partir das proposições da Geomorfologia Climática vem expressar dois conjuntos de superfícies resultantes das oscilações climáticas: as superfícies aplainadas e os depósitos correlativos. Estas feições características destes processos apresentam seus testemunhos em forma de patamares, ombreiras e terraços, relacionados aos Pedimentos e Pediplanos (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965).

O termo pedimento (Figura 03) tem sido empregado na definição de vários processos erosivos, entretanto, segundo 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”.

Bigarella *et al* (2003), define que esta feição morfológica desenvolve-se sob condições climáticas onde o quadro erosivo hidrodinâmico prevalece.



Figura 03: Processos hidrodinâmicos prevalecem na elaboração do relevo em condições de aridez e semi-aridez. Superfície pedimentar elaborada em ambiente desértico. Deserto da Judéia – Israel. Foto do autor. Agosto de 2007.

Tendo sido introduzido por Gilbert (1882) e Mc Gee (1897), o termo pedimento foi usado para designar superfícies resultantes de processos erosivos das vertentes (*apud* INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE QUATERNARY, 1975).

Segundo descreve o International Symposium On The Quaternary (1975) a formação do pedimento está, na maioria das vezes, relacionada a condições ambientais pretéritas onde os processos erosivos promoviam degradação lateral.

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 síltico-argilosos, de acordo com a distância da área fonte” (BIGARELLA, 1964, p. 215).

Ainda segundo Bigarella (1964, p. 215) “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.

Para Bigarella *et al* a superfície de erosão, “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 e AB´SABER, 1964; BIGARELLA e ANDRADE, 1965; BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965 *apud* BIGARELLA *et al* 2003, p. 1178), 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 à 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). (FIGURAS 04 e 05).

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).

Como já citado, inúmeros trabalhos foram realizados na tentativa de elucidar as diversas superfícies de erosão, sendo que no estado do Paraná, “encontram-se os remanescentes de quatro superfícies [...]”(BIGARELLA, *et al*, 2003, 1178).



Figuras 04 e 05: Superfícies de cimeira (Formação Furnas) preservadas no Primeiro Planalto paranaense, no distrito de Itaiacoca, próximas da Escarpa Devoniana, referentes ao aplainamento Pd3. Estes morros testemunhos estão relacionados ao recuo da Escarpa Devoniana por efeitos erosivos. Em seus topos estão preservados elementos florísticos relacionados a vegetações campestres, diferenciadas do grupo florestal ao redor. Fotos do autor. Março e Dezembro de 2005, respectivamente.

A Figura 06 a seguir ilustra as superfícies aplainadas identificadas ocorridas na periferia do Primeiro Planalto paranaense. A superfície representada pela linha indicativa 1 refere-se ao paleoplano desenvolvido pré-Formação Furnas. Em seguida sobre este paleoplano desenvolveu-se a Superfície do Purunã (Pd3), representada pela linha indicativa 2. Seguindo então a superfície do Alto Iguaçu (Pd2), representada pela linha 3 e a Superfície de Curitiba (Pd1). (BIGARELLA, *et al*, 2003, p. 1178).

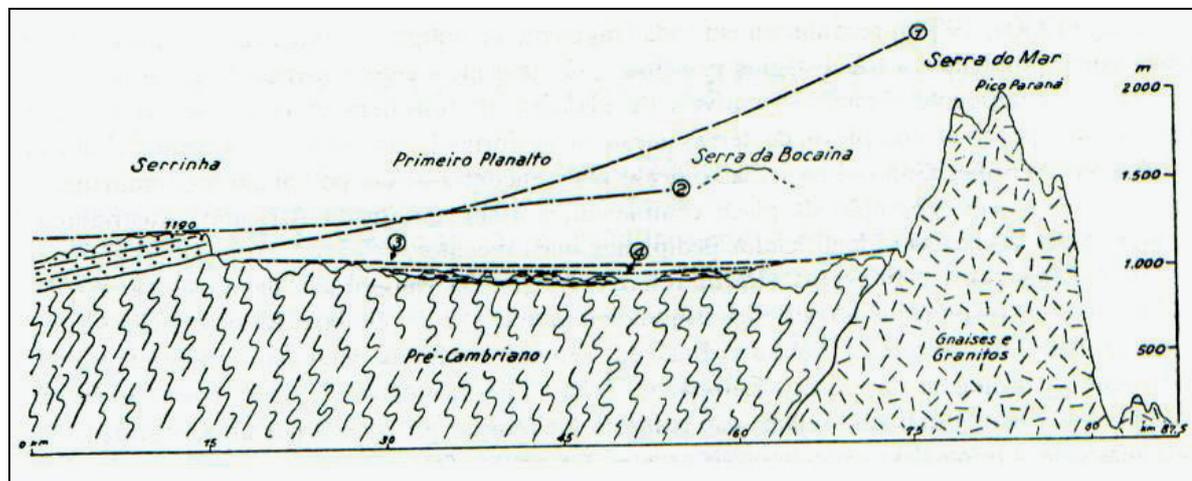


Figura 06: Paleosuperfícies na periferia do Primeiro Planalto. Fonte: Bigarella *et al* (2003).

Bigarella *et al* (2003, p. 1003), considera que “as mudanças paleoclimáticas quaternárias foram capazes de modificar a paisagem de acordo com a fase considerada (úmida ou semi-árida)”.

O conjunto de formas do relevo encontrado no Brasil Sudeste e Meridional confere a paisagem um aspecto policíclico”.

Numa tentativa de correlacionar elementos geológicos às mudanças climáticas quaternárias, Bigarella utiliza-se da curva de Fairbridge “de variações absolutas do nível oceânico, compilada em seus trabalhos” (FAIRBRIDGE, 1961 a 1962 *apud* BIGARELLA, 1964, p. 220).

Para Bigarella (1976) a curva de Fairbridge “fornece uma visão de conjunto de flutuações do nível do mar” [...] baseada em evidências geomórficas e palinológicas complementadas por datações radiométricas” (BIGARELLA, 1976, p. 115). A Figura 07 a seguir busca relacionar as variações do nível do mar durante o Holoceno e possíveis oscilações climáticas.

Para Fairbridge (1967 *apud* BIGARELLA, 1976, p. 115) “A correlação entre as mudanças climáticas e as oscilações do nível do mar, embora não provada, é altamente sugestiva”.

Segundo Fairbridge (1968 *apud* INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE QUATERNARY, 1975, p. 217):

*“The great climatic changes affecting large areas of the Earth’s surface have a cyclic character. But is too speculative to speak of a world wide cyclicality of climate changes. This hypothesis is very attractive for the explanation of widespread evidences indicating alternation of semiaridity and humidity episodes”.*

Com base nas proposições de Fairbridge, Bigarella descreve que “o máximo da última glaciação deu-se há cerca de 20.000 anos passados, quando o nível mínimo do mar situava-se cerca de 100 m abaixo do atual” (BIGARELLA, 1964, p.220).

Ainda seguindo Fairbridge, Bigarella considera que ocorreu um processo de degelo rápido há 16.000 anos, sendo que o atual nível do mar fora atingido há 6.000 anos atrás. “Esta subida do nível marinho foi denominada transgressão Flandriana” sendo seu valor máximo tendo atingido 3 metros acima do atual (BIGARELLA, 1964, p. 220).

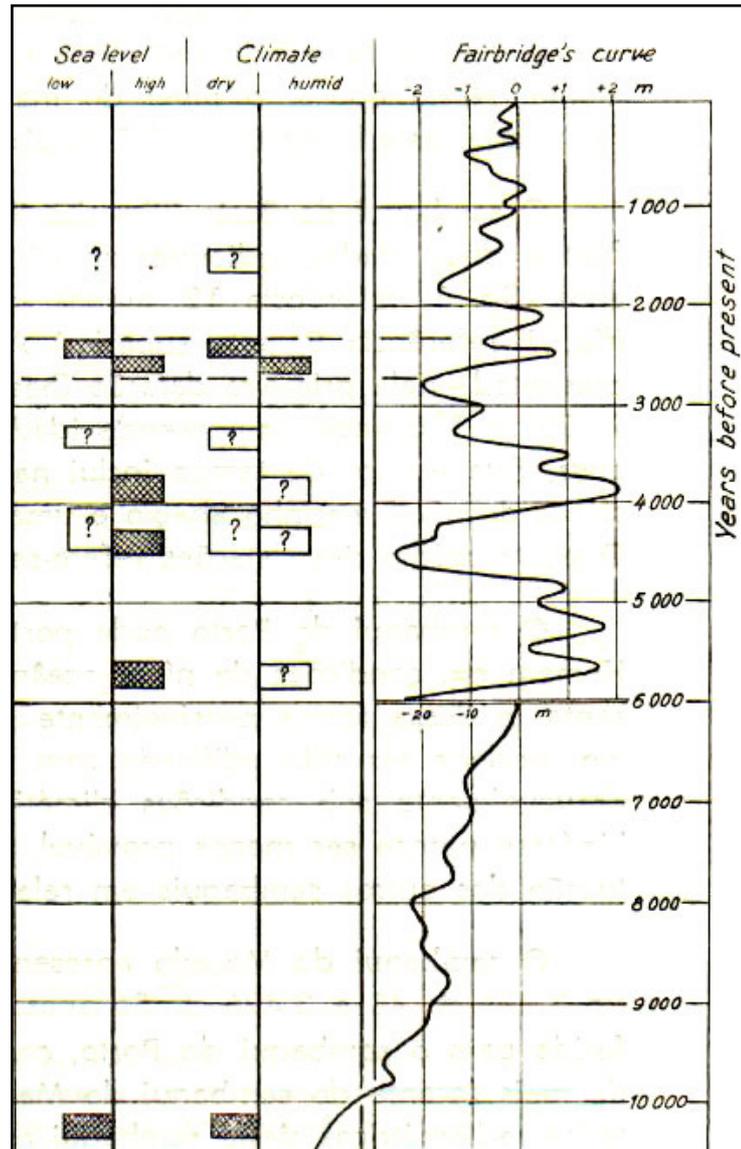


Figura 07: Curva de Fairbridge. Adaptado de Bigarella, 1976.

As oscilações climáticas ocorridas no Quaternário, afetando o mosaico de paisagens na Terra, teria sido influenciada diretamente pelas glaciações. Suguio (2001, p. 44) aponta que “numerosas teorias têm sido propostas para tentar explicar as causas desses períodos glaciais e das mudanças cíclicas glaciais/interglaciais” durante o decorrer do Quaternário. Ainda para este autor a busca por um único mecanismo, causador desta dinâmica, é “absurdo” [...] As mudanças paleoclimáticas abrangem tanto variações cíclicas quanto escalonadas e, simultaneamente, ocorrem oscilações das intensidades e das frequências através dos tempos”(SUGUIO, 2001, p.45).

Segundo Bigarella *et al* (2003, p. 1235):

“começa a ganhar vulto [...] de que nas épocas frias [...] em grande parte das regiões subtropicais e tropicais, teria ocorrido uma diminuição sensível da pluviosidade ou modificação da distribuição das chuvas, generalizando-se em condições de semi-aridez e mesmo aridez, enquanto as épocas úmidas correspondem aos interglaciais. [...] durante o Pleistoceno, nas áreas geográficas que mais interessam ao território brasileiro, dois diferentes conjuntos de processos operando alternadamente, submeteram a paisagem à degradação lateral em clima semi-árido (épocas glaciais) ou à dissecação em clima úmido (épocas interglaciais).”

Durante o Quaternário as oscilações climáticas teriam tido uma atuação mais acentuada no sul do Brasil, como aponta Tricart (1959, *apud* BIGARELLA *at al*, 2003), onde ocorrera de forma mais intensa, alternâncias de processos erosivos, promovendo uma intensa erodibilidade lateral, durante as épocas secas; e dissecação vertical e ravinamentos, acompanhados da degradação química durante períodos de intensa pluviosidade.

No final do Pleistoceno, entre 23.000 e 13.000 anos atrás, conforme assinala Ab'Saber (2003), o “nível geral dos mares estava aproximadamente 100 m abaixo do nível atual” (AB'SABER, 2003, p. 103), onde as correntes marítimas de águas frias ultrapassavam o litoral sul do Brasil, atingindo, possivelmente, a costa nordestina, na Bahia. Desta forma, o quadro climático no litoral sul, favorecia a elaboração de uma ambiente costeiro de semidesertos, implicando, portanto, o desenvolvimento de paisagens estépicas no interior dos planaltos sulinos. Sendo que no início do Quaternário, as massas de equatoriais e tropicais tinham suas forças muito reduzidas. (AB'SABER, 2003).

### 3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

#### 3.1 METODOLOGIA

A metodologia aplicada nesta pesquisa baseou-se nas proposições de Bigarella, Mousinho e Silva (1965) sobre a evolução do relevo a partir de 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 de clima úmido.

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).

Estas oscilações promoveriam um processo policíclico de erosão, deixando no relevo testemunhos em forma de patamares, ombreiras e terraços (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965; BIGARELLA e PASSOS, 2003). Estas feições estariam relacionadas à formação dos Pedimentos e Pediplanos.

O esquema apresentado por Bigarella, Mousinho e Silva (1965), parte de um quadro climático de semi-aridez, onde a paisagem se mostraria em forma de uma superfície de erosão, ou seja, superfície aplainada (Figura 08).

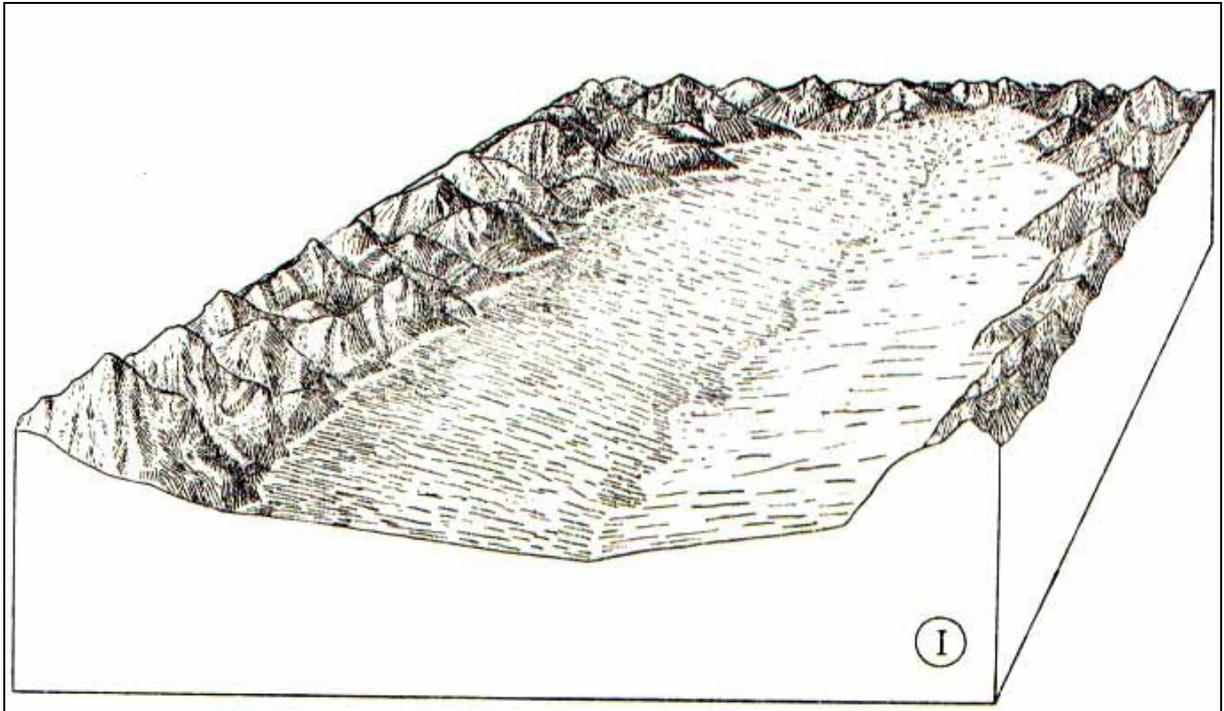


Figura 08: Bloco Diagrama I. (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965).

Interpretando esta proposição, Caseti (2006), cita que se forma um extenso aplainamento por processo de pediplanação. Esta superfície aplainada intermontana desenvolveu a partir de processo de erosão lateral, característica de um quadro climático de semi-aridez.

Com flutuações climáticas curtas para um quadro de maior umidade, os processo erosivos passariam a atuar verticalmente, reafeiçoando a antiga superfície aplainada, promovendo um ligeiro rebaixamento do seu nível de base de erosão (Figuras 09 e 10).

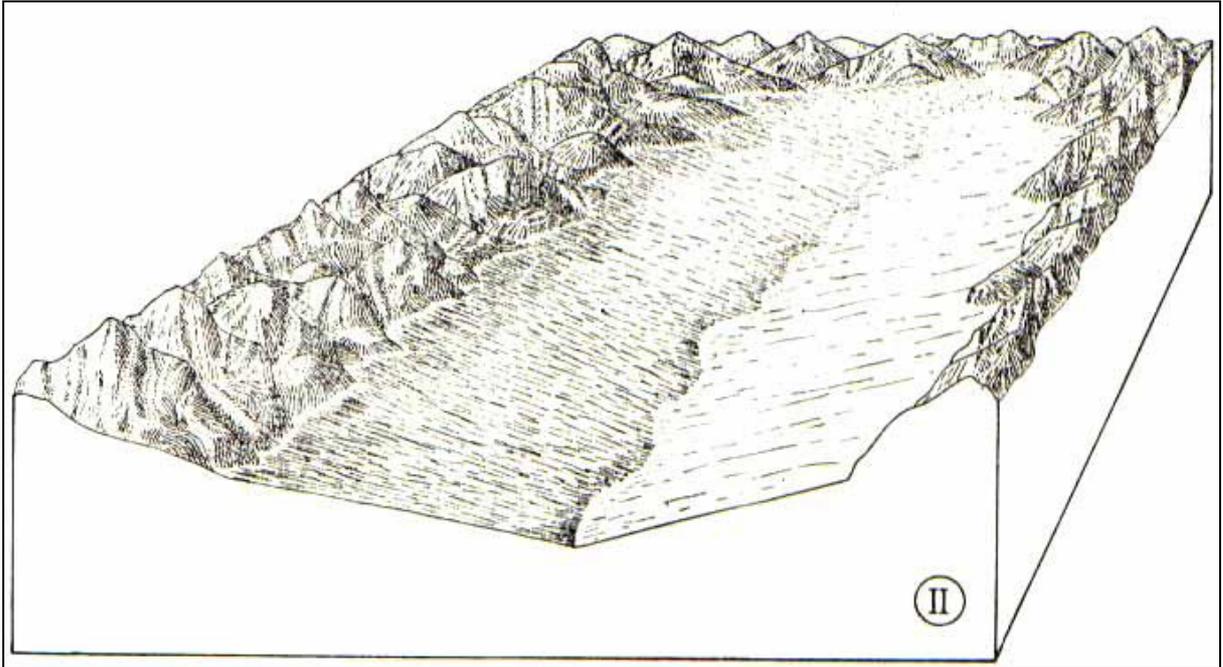


Figura 09: Bloco Diagrama II. (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965).

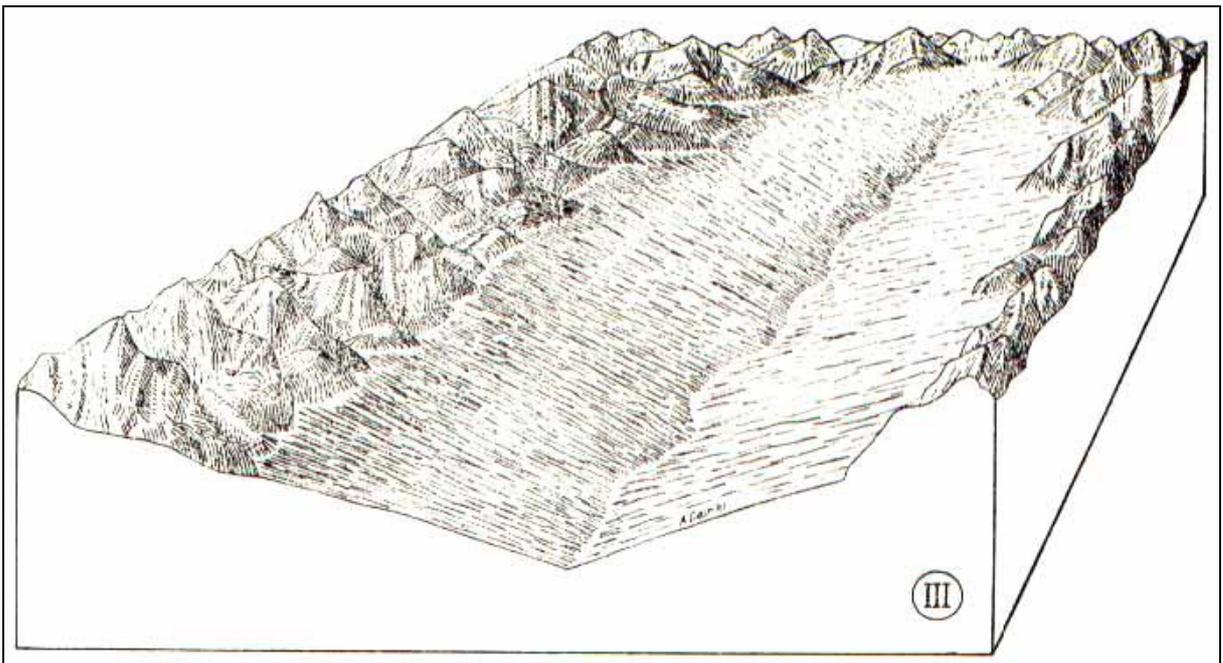


Figura 10: Bloco Diagrama III. (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965).

Estas curtas oscilações variando o quadro climatológico de semi-árido para úmido, são o prenúncio de uma nova condição climática, onde a umidade prevalece e os processos erosivos são regidos por esta condição. Desta forma haveria uma dissecação vertical completa da antiga superfície aplainada (Figura 11), caracterizando-se agora como uma paleosuperfície. Em condições de maior umidade os processos erosivos se dão verticalmente, atuando também a erosão química. (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965).

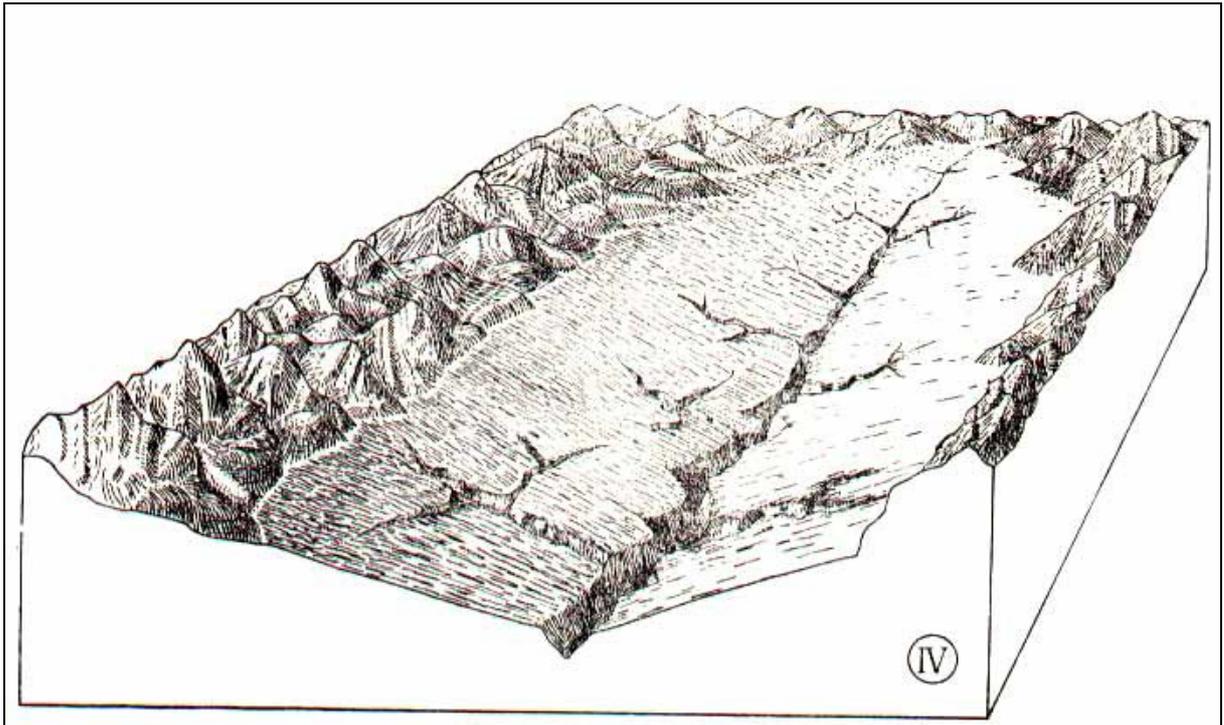


Figura 11: Bloco Diagrama IV. (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965).

Seguem-se então curtos períodos oscilantes de aridez ainda no domínio climático de umidade, favorecendo assim o alargamento dos vales, seguindo processos de aluviamento e colúviação (Figura 12).

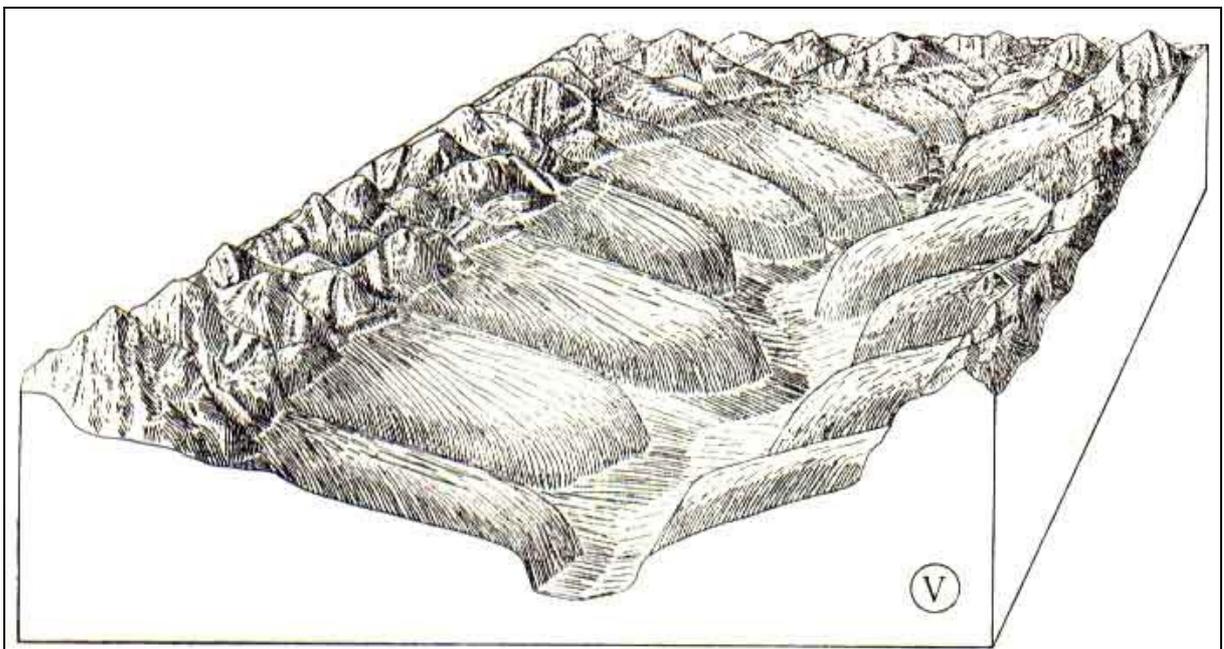


Figura 12: Bloco Diagrama V. (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965).

Novamente, os curtos períodos de semi-aridez, dentro do quadro climatológico úmido, é o prenúncio de uma nova fase climática, esta então de caráter semi-árido. Nesta nova fase os processos erosivos voltam a se desenvolver lateralmente, vindo a elaborar depósitos de sedimentos dentro dos vales, formando uma superfície pedimentar (Figura 13).

Novamente passa a ocorrer o reafeiçoamento da superfície pedimentar pelo ligeiro rebaixamento do nível base de erosão ocasionada por curtas flutuações climáticas para o úmido dentro da época semi-árida (Figura 14).

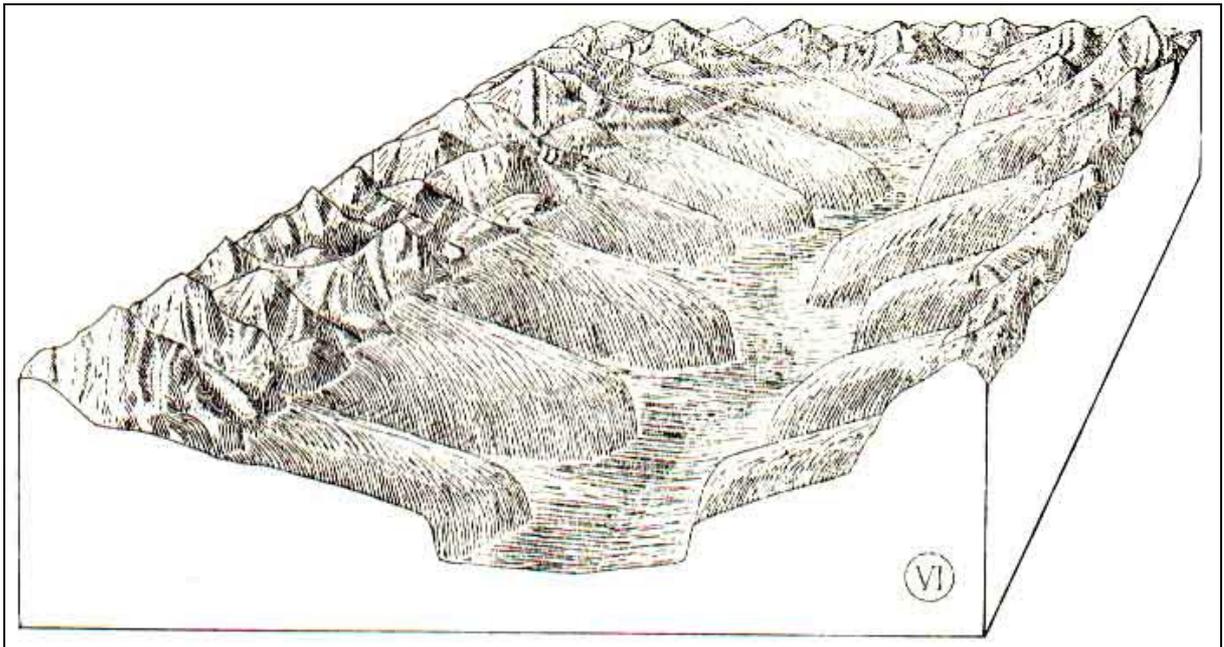


Figura 13: Bloco Diagrama VI. (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965).

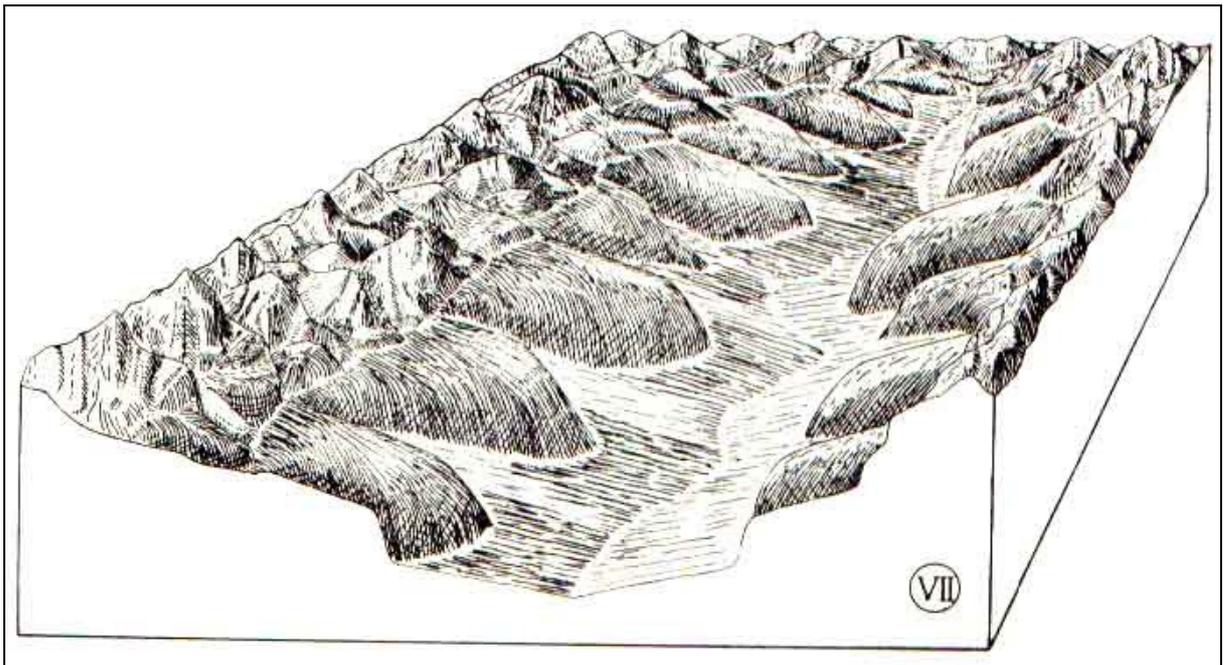


Figura 14: Bloco Diagrama VII. (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965).

Com a transição para um quadro de clima úmido, novamente ocorre à dissecação do relevo de forma vertical (Figura 15).

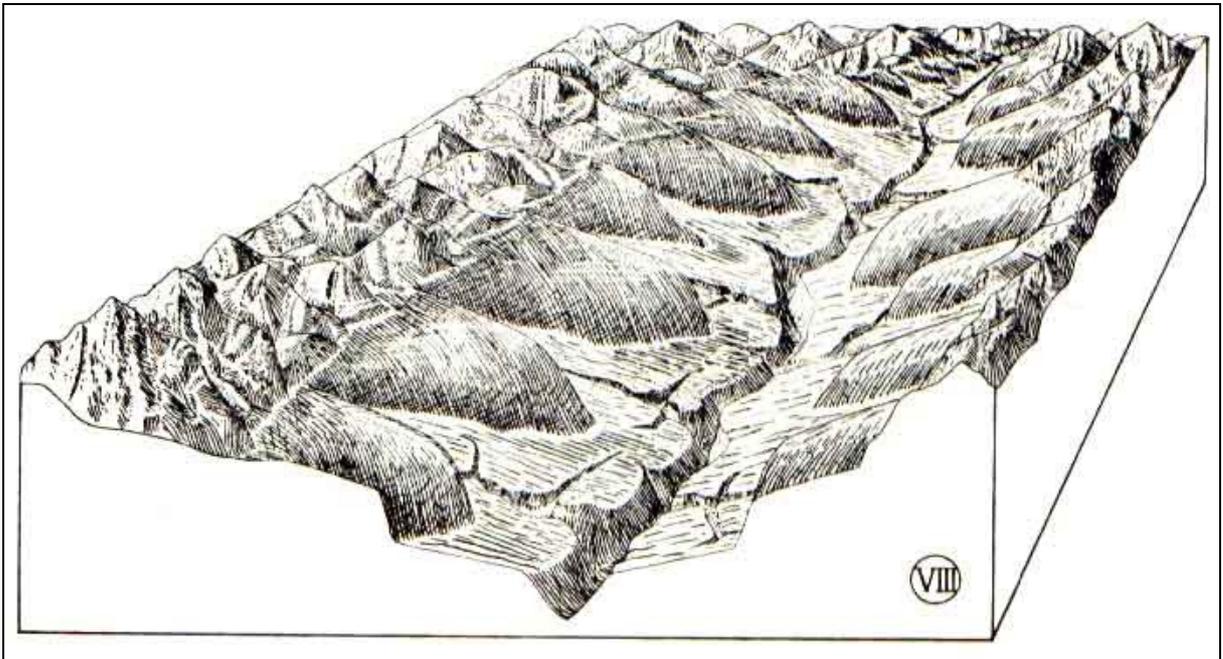


Figura 15: Bloco Diagrama VIII. (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965).

Esta nova fase úmida seria influenciada, novamente, por períodos de semi-aridez, favorecendo processos erosivos laterais, o que acarretaria no alargamento e entulhamento dos vales (Figura 16).

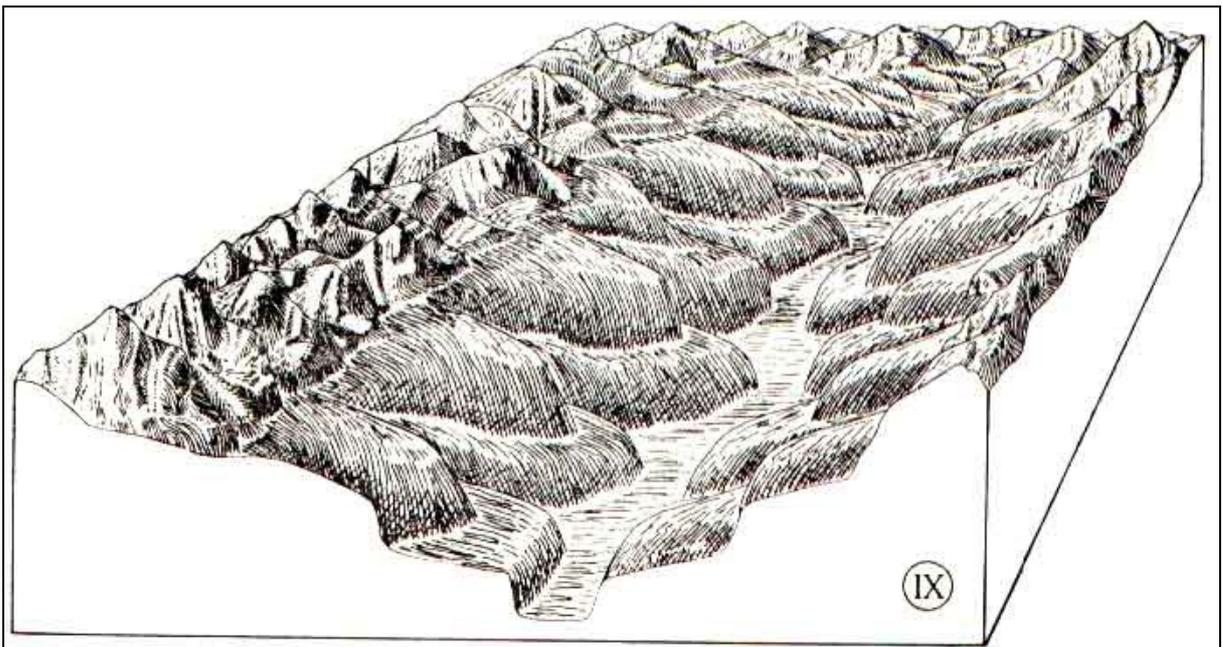


Figura 16: Bloco Diagrama IX. (BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA, 1965).

A evolução policíclica do relevo, condicionada pelo clima favoreceria então, o surgimento de feições superficiais testemunhos destas flutuações climáticas pretéritas. Desta forma, no relevo poderiam se identificar níveis escalonados correspondentes aos Pediplanos (Pd) originados nas épocas de semi-aridez, intercalados por vertentes preenchidas por Pedimentos (P), como resultado dos processos erosivos em condições de semi-aridez.

Assim sendo haveria na paisagem superfícies planas originadas em épocas semi-áridez. A Figura 17 a seguir exemplifica a evolução destes Pediplanos, partindo da superfície mais antiga, topograficamente mais elevada e identificada como Pd3, até a superfície aplainada mais recente, identificada como Pd1. Sendo no trecho inferior da vertente, verificável os Pedimentos resultantes dos ciclos erosivos sofridos pelas superfícies em forma de terraços (Tpd).

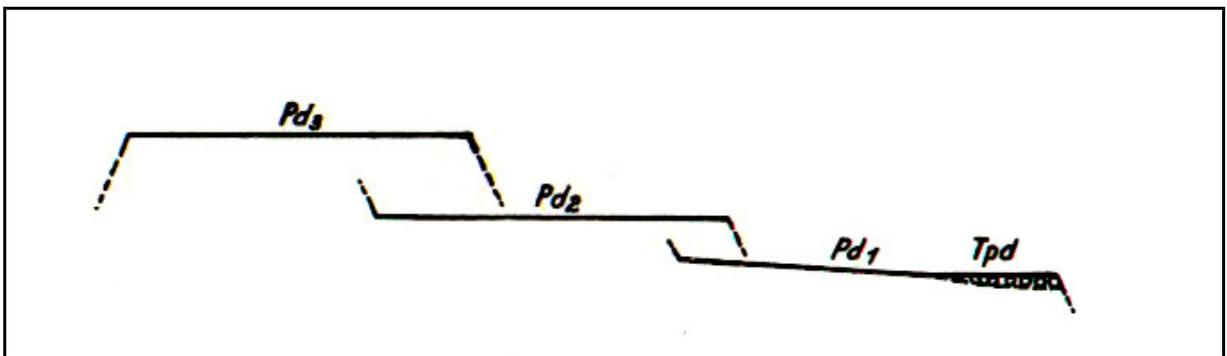


Figura 17: Evolução dos Pediplanos (Pd). Adaptado de (BIGARELLA, *et al*, 2003).

Diante destas considerações procurou-se adaptar esta metodologia para verificar níveis escalonados na área de estudo que viessem a caracterizar tais oscilações climáticas. Vista que as proposições anteriormente citadas foram consideradas em ambientes intermontanos, e a área de estudo, atualmente situa-se sobre uma região planáltica.

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.

Selecionou-se para esta análise o sistema de drenagem identificado neste trabalho como Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi – BHART.

Segundo as proposições de Stralher (1953), um rio desenvolve estágios diferenciados com características definidas. Este autor define, de maneira geral, três estágios formados por um rio: o Alto curso caracterizado pela maior potencialidade erosiva do canal; o Médio curso

favorecendo o equilíbrio entre erodibilidade e depósito dos sedimentos transportados; Baixo curso, onde o poder erosivo seria inferior a deposição dos sedimentos. Ahnert (1998) utiliza para a classificação do perfil longitudinal de um canal os termos *High*, *Upper*, *Middle* e *Lower*.

Stipp *et al* (2003) classifica a Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi em três unidades: Alto Tibagi, Médio Tibagi e Baixo Tibagi. A utilização do termo *altíssimo*, neste trabalho, 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* 2003).

### 3.2 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Os procedimentos técnicos adotados neste trabalho objetivaram a elaboração de um conjunto de mapas temáticos para representação do meio físico da área de estudo. A elaboração destes produtos cartográficos foi desenvolvida por meio de dados digitais e processados em *softwares* específicos, como serão descritos a seguir.

A escala adotada para o desenvolvimento da pesquisa foi 1:50.000. Sendo assim, a área estudada é compreendida por duas cartas topográficas (Figura 18) a Folha Itaiacoca (MI 2841-1) da Divisão de Serviços Geográficos do Exército – DSG, e a Folha Quero-Quero (MI 2841-3), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, com equidistância entre as curvas de nível de 20 metros. Ambas as folhas foram digitalizadas e re-editadas pelo Paranacidade (2006), sendo a partir desta versão que todos os dados vetoriais, além da ortomagem, foram extraídos para a confecção dos mapas temáticos.

Para o desenvolvimento dos produtos cartográficos, armazenamento de dados e geração de informações espaciais foi utilizado o *software ArcView GIS 3.2* e respectivos módulos *Spatial Analyst* e *3D Analyst*.

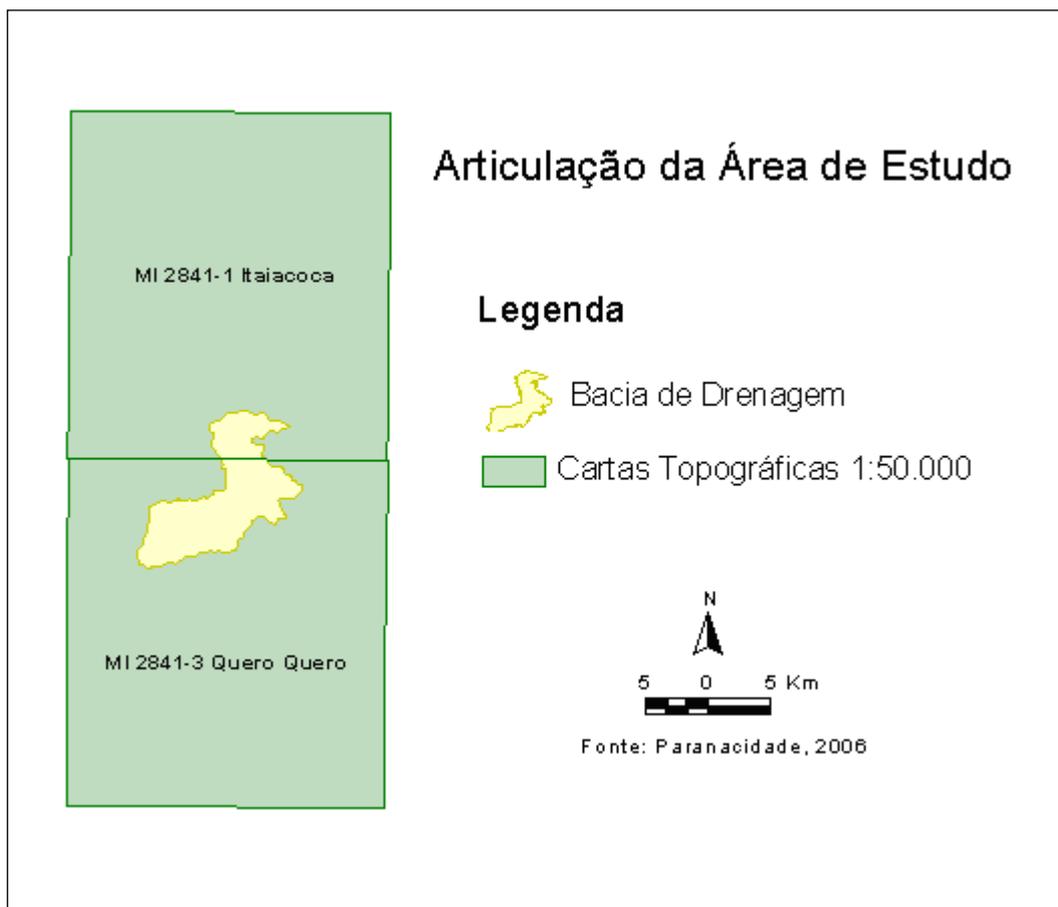


Figura 18 – Articulação das Folhas Topográficas em Relação à Área de Estudo.

Para a confecção das cartas temáticas que subsidiam a pesquisa, se fez necessário à extração das informações que correspondem a *layers* básicos, ou seja, os dados referentes a altimetria (curvas de nível) e rede de drenagem, os quais possibilitam a geração dos demais mapas (Figura 19). Desta forma, foi possível gerar os seguintes mapas temáticos:

- Rede Hidrográfica Hierarquizada;
- Classes de Solo;
- Uso e Cobertura da Terra;
- Geologia;
- Hipsometria;
- Declividade;
- Modelo Digital de Terreno (MDT);
- Superfícies Aplainadas - Geomorfologia.

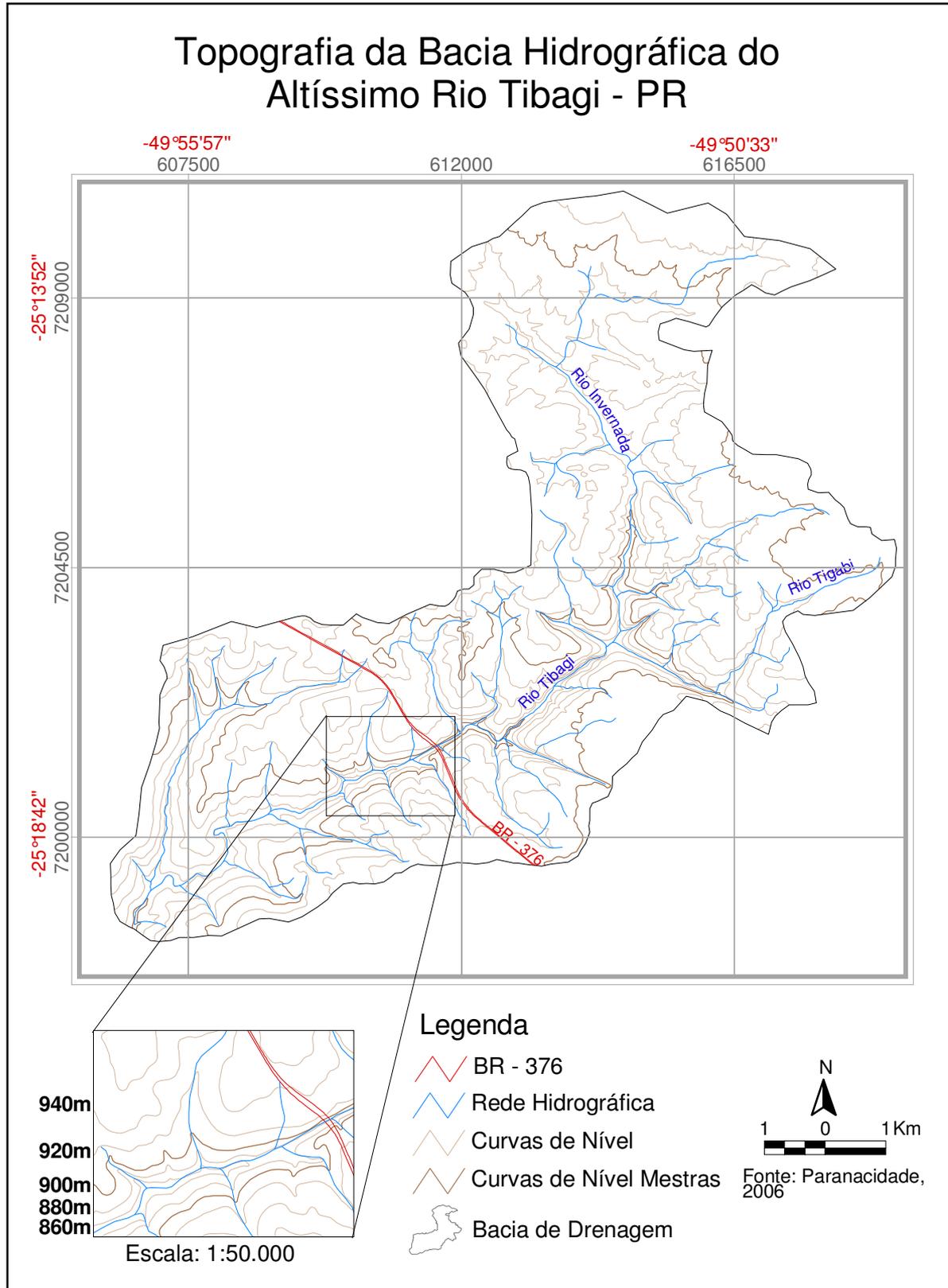


Figura 19: Carta Topográfica da BHART com curvas de nível com 20 metros de equidistância.

Os dados vetoriais correspondentes à hidrografia foram utilizados a partir das ortocarta-imagens (PARANACIDADE, 2006). Isto possibilitou desenvolver a hierarquização

da rede de drenagem, conforme metodologia proposta por Strahler (1952 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980). Segundo esta proposição os menores canais sem tributários são considerados como de primeira ordem, estendendo-se da nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem. Os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem. Os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem e recebem tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente.

Para os trabalhos de campo foram utilizadas as cartas topográficas impressas citadas anteriormente, um GPS (*Global Position System*) modelo *Garmin Etrex*. Isto possibilitou o referenciamento das coordenadas dos pontos do roteiro de campo, que totalizaram 16 (Tabela 01), onde foi percorrida parte da área da bacia, conforme mostra a Figura 20 desenvolvendo documentação fotográfica.

**Tabela 01: Pontos de Controle averiguados em atividade de campo. Coordenadas em UTM. Datum Horizontal SAD.**

Ponto	Coordenada Leste - UTM	Coordenada Norte - UTM
P1	611.699	7.201.368
P2	611.650	7.201.550
P3	612.512	7.201.641
P4	612.314	7.201.901
P5	612.767	7.201.780
P6	612.803	7.201.819
P7	613.830	7.202.463
P8	614.529	7.202.864
P9	614.878	7.203.080
P10	616.500	7.203.375
P11	618.951	7.204.518
P12	618.933	7.204.880
P13	618.527	7.205.029
P14	616.636	7.206.721
P15	615.513	7.207.445
P16	615.514	7.208.040

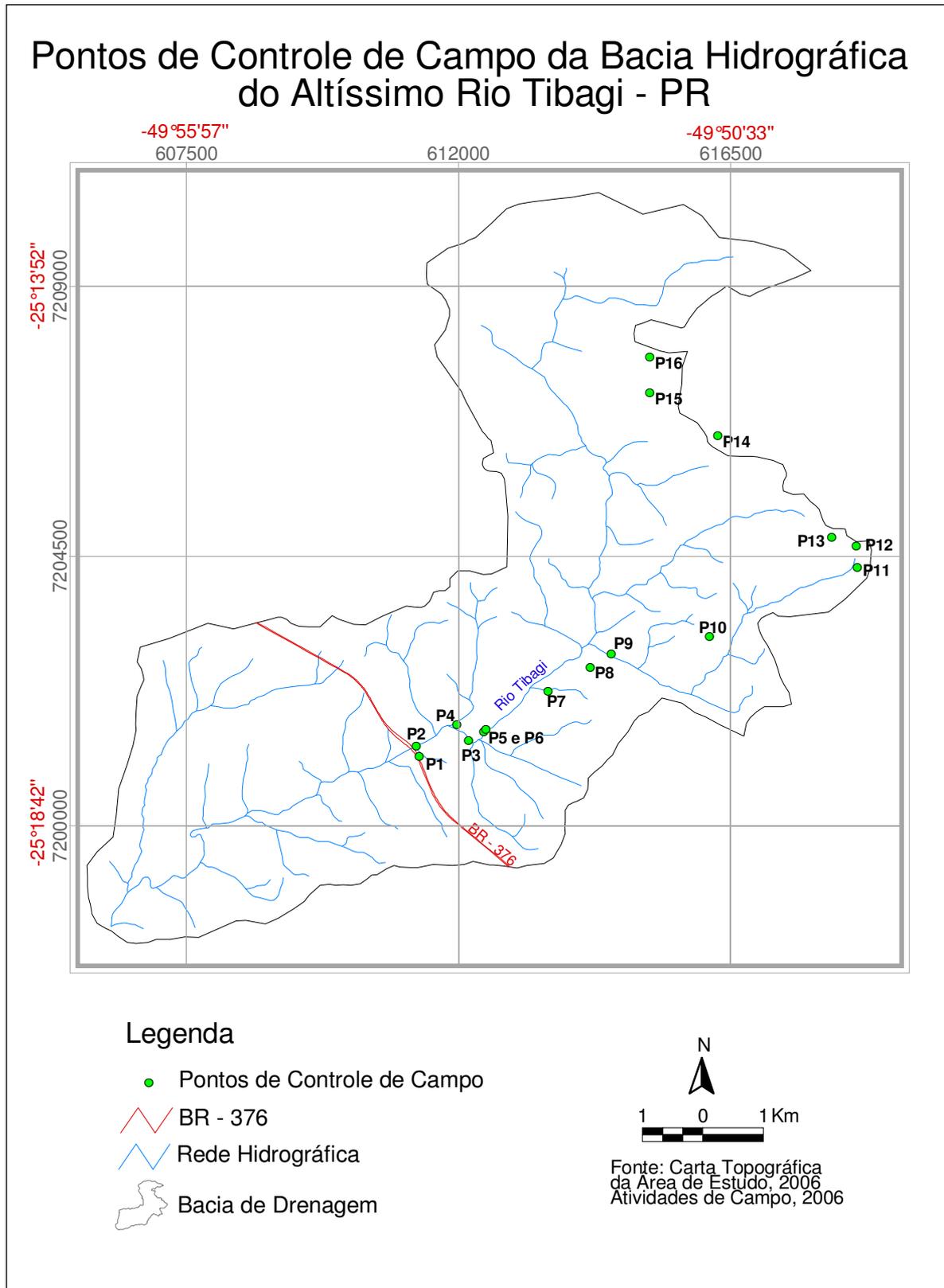


Figura 20: Pontos de Controle averiguados em campo.

As informações referentes aos dados de vegetação foram obtidas a partir da interpretação da orto-imagem Spot, com resolução espacial de 5 metros (PARANACIDADE,

2006), sendo então desenvolvidos e classificados vetores, que vieram a compor o mapa temático, onde foram definidas três classes de uso e cobertura da terra. (Figura 21).

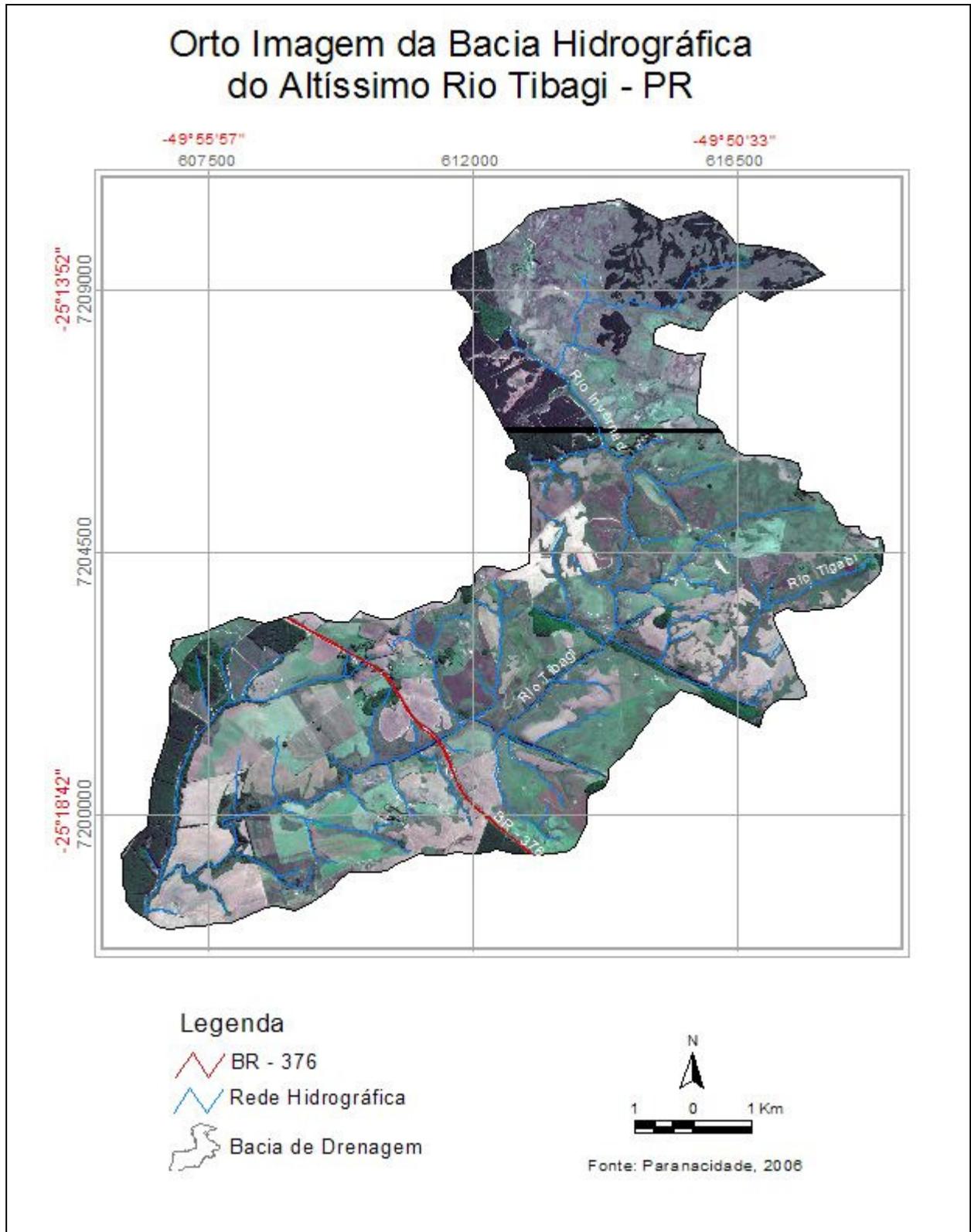


Figura 21: Orto-Imagem da BHART.

As classes pedológicas foram definidas e baseadas no mapeamento desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, a partir do Mapa de Solos do Estado do Paraná, em escala 1:600.000 (1981), sendo também compilados dados do Levantamento e Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná, produzido pela EMBRAPA em conjunto com o Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (1984). Neste mapa foram apresentadas as grandes classes de solo.

Quanto aos dados geológicos, estes foram obtidos em escala 1:50.000 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).

O mapa de hipsometria foi confeccionado a partir da interpolação entre os dados relativos ao limite da bacia de drenagem, curvas de nível, pontos cotados e hidrografia. Utilizou-se a ferramenta de geoprocessamento *TIN* (sigla em inglês para *Triangulated Irregular Network*), disponibilizada na extensão *3D Analyst*, do *software ArcView GIS 3.2*, para representar a superfície, gerando assim o mapa hipsométrico. Este *software* utiliza um método de triangulação irregular no terreno - TIN, que por sua vez constitui um modelo tridimensional. O TIN promove uma maneira de representar o relevo, que segundo Chrisman (1996, p. 49) “*Each triangle in a TIN connects three neighboring points so that the plane of the triangle fits the surface sufficiently*”. A partir da criação deste mapa, fora possível produzir um Modelo Digital do Terreno – MDT.

O Modelo Digital de Terreno (do inglês *DTM – Digital Terrain Model*), e também referido como DEM (*Digital Elevation Model*, sigla em inglês), é entendido como “uma representação digital numérica do relevo no formato matricial. Trata-se de uma matriz de valores de elevação de pontos regularmente distribuídos no terreno” (OLIVEIRA, 2005, p. 31). Podendo então, ser elaborado, a partir da “interpolação de curvas de nível ou pontos cotados [...] e também a partir de imagens obtidas por sensores remotos” (OLIVEIRA, 2005, p. 31).

O mapa de declividade foi desenvolvido a partir dos dados hipsométricos. Para ambos os mapas foram gerados histogramas. Deve-se salientar que as classes clinográficas criadas pelo *software* são expressas em graus sendo necessário à conversão das mesmas em porcentagem. Para transformá-las é necessário aplicá-las na fórmula:  $X/100 * \text{inverso da tangente}$ , sendo que X corresponde aos valores em graus.

A elaboração das classes de declividade apoiou-se Crepani, *et al* (2001), tendo sido necessárias adaptações para uma melhor representação do relevo local.

A Tabela 02 a seguir expressa os valores adotados para esta pesquisa em comparação aos propostos por Crepani *et al* (2001).

**Tabela 02 – Classes de Declividade**

<b>Crepani, <i>et al</i> (2001)</b>		<b>Pesquisa Atual</b>	
<b>Decliv. (%)</b>	<b>Decliv. (°)</b>	<b>Decliv. (%)</b>	<b>Decliv. (°)</b>
< 2	< 1.14	< 2	< 1.14
2 – 4	1.14 – 2.29	2 – 6	1.14 – 3.43
4 – 10	2.29 – 5.71	6 – 12	3.43 – 6.84
10 – 20	5.71 – 11.30	12 – 30	6.84 – 16.69
> 20	> 11.30	30 – 45	16.69 – 24.22
		> 45	> 24.22

A elaboração do mapa geomorfológico objetiva neste trabalho a caracterização de feições que correspondam à metodologia proposta, não sendo, portanto, um mapa geomorfológico tradicional. Para elaboração deste mapa foram utilizados os dados altimétricos expressos através dos mapas hipsométricos e do Modelo Digital de Terreno - MDT. A partir da elaboração destes e das verificações de campo foi possível confeccionar o mapa geomorfológico que vem a caracterizar as superfícies aplainadas dentro da área da BHART.

## 4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

### 4.1 CAMPOS GERAIS DO PARANÁ

A região natural conhecida como Campos Gerais do Paraná, 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”.

Uma das características mais peculiares está no seu quadro fitogeográfico, por caracterizar uma vegetação campestre em solos rasos (TROPPEMAIR, 1990; IBGE, 1992), onde “dominam as amplas e descobertas áreas de gramíneas [...]” (MAACK, 1981, p. 257), como mostra a Figura 22.



Figura 22: Vegetação campestre característica da Unidade de Paisagem identificada como Campos Gerais do Paraná. Distrito de São Luís do Purunã – Balsa Nova – PR. Foto do autor. Novembro de 2005.

A característica fitogeográfica desta paisagem tem sido amplamente discutida devido ao seu caráter paleoclimático, pois abrange uma vegetação campestre, que fora identificado

por Maack (1981) como o grupo vegetacional mais antigo do estado, remontando a épocas pretéritas onde o clima era bastante distinto do atual. (MAACK, 1948).

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).

Entremado nesta vegetação de gramíneas baixas, surgem “ilhas” de matas conhecidas localmente como capões, além da mata de galeria, identificadas segundo Maack (*apud* UPEG 2004, p.23) como Floresta Ombrófila Mista. Ainda para Maack (1981, p. 258) “Os capões se desenvolveram em depressões mais úmidas ao redor das nascentes, conquistando lentamente os declives sob condições climáticas favoráveis” vindo a se expandirem e unindo-se a outros capões, constituindo um complexo agrupamento florestal. Maack (1981, p.253) aponta que “os campos são formas de relicto de um antigo clima semi-árido Pleistoceno” (Figura 23).



Figura 23: Vegetação de campo intercalada por Floresta Ombrófila Mista (Capões de Mata). Campos Gerais do Paraná, Segundo Planalto. Distrito de Itaiacoca – Ponta Grossa – PR. Foto do autor. Junho de 2006.

Para Ab'Saber (2003, p. 103):

A composição dessa paisagem de planaltos subtropicais, dominados por araucárias e eventuais campos de altitude, não foi simples. Os estudos paleoclimáticos disponíveis apontam para um quadro anterior, onde predominavam estepes geradas em condições muito secas e bem mais frias.

Melo e Meneguzo (2001 *apud* UEPG, 2004, p.44): definem os campos como “vegetação reliquiar de épocas mais secas do Quaternário, preservada graças aos solos pobres, rasos e arenosos, e, principalmente, graças ao isolamento imposto pela barreira geomorfológica representada pela Escarpa Devoniana”. UEPG (2004) também assinala que a elaboração desse quadro vegetacional deve-se às épocas mais secas do Quaternário.

Segundo UEPG (2004) 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). Sendo os Campos Gerais classificados como uma vegetação do tipo estepe gramíneo lenhosa (VELOSO *et al*, 1991).

Esta unidade de paisagem se estende por 19.060 km<sup>2</sup> (MAACK, 1981) na porção centro-oriental do Segundo Planalto paranaense, ou Planalto de Ponta Grossa. Unidade fisiográfica esta, “onde começa a região dos sedimentos paleozóicos e mesozóicos não perturbados por movimentos orogênicos” (MAACK, 1981, p. 409), sendo limitada a Leste pela escarpa erosiva, nomeada de Escarpa Devoniana e a Oeste pela escarpa da Serra Geral, tendo sua inclinação geral para Oeste, Sudoeste e Noroeste (MAACK, 1981).

Para Maack (1981, p.83):

“O segundo planalto [...] exibe uma paisagem suavemente ondulada, constituída por sedimentos paleozóicos do devoniano, carbonífero e do permianiano. Nas proximidades da escarpa Triássico-Jurássica aparecem [...] mesetas isoladas e cadeias de mesetas com restos de sedimentos triássicos, diques, sills e capas de rochas eruptivas básicas do vulcanismo gondwânico [...]”.

Os Campos Gerais localizam-se no flanco oriental da Bacia do Paraná, sendo profundamente afetado pelo Arco de Ponta Grossa. Esta importante estrutura é “responsável pela elevação e arqueamento do embasamento proterozóico e das camadas sedimentares da

bacia, [...] que deram passagem a grande volume de magma basáltico no Mesozóico” (UEPG, 2004, p. 24). O Arco de Ponta Grossa promoveu um grande número de falhas e fraturas, além de um enxame de diques de diabásio de direção NW-SE, “os quais controlam o relevo e a hidrografia locais” [...], favorecendo o soerguimento de formações, a exemplo da formação Furnas e Ponta Grossa “não aflorantes em muito locais da bacia”, além de um “escalonamento do relevo em planaltos de origem erosiva no Estado do Paraná” (UEPG, 2004, p.42).

Com base nos dados obtidos da MINEROPAR, UEPG (2004), aponta como quatro unidades aflorantes na região dos Campos Gerais, da base ao topo, conforme a Tabela 03 a seguir:

**Tabela 03: Grupos e Formações geológicas aflorantes nos Campos Gerais.**

<b>Grupo</b>	<b>Idade</b>	<b>Formações</b>
Rio Ivaí	Siluriano	Iapó
Paraná	Devoniano	Furnas e Ponta Grossa
Itararé	Carbonífero-Permiano	Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul
Guatá	Permiano	Rio Bonito e Palermo

Fonte: Adaptado de UEPG, 2004.

Elementos intrusivos, como diques e soleiras, também estão presentes, “cortando as rochas mais antigas da região [...] correlatos à Formação Serra Geral (Jurássico-Cretáceo)” (UEPG, 2004, p.26).

O relevo desta unidade de paisagem é contrastante, pois nas proximidades da *cuesta* erosiva da Escarpa Devoniana (Figura 24) desenvolve grandes amplitudes, “com freqüentes encostas abruptas, verticalizadas, com *canyons* e trechos de rios encaixados” (UEPG, 2004, p.43).

Seguindo no sentido oeste e noroeste, afastando-se da escarpa, “passa a predominar paisagem de topografia suavemente ondulada de configuração muito uniforme, formada por conjuntos de colinas, com declives suaves e amplitude inferior a 50 metros” (UEPG, 2004, p.43).

Inúmeras outras feições são características dos Campos Gerais, dentre elas, feições ruiformes, como os arenitos do Parque Estadual de Ponta Grossa, morros testemunhos, depressões cilíndricas na superfície, conhecidas como Furnas, além de escarpamentos e *cânions*, sendo o de maior destaque o Cânion do Guartelá.



Figura 24: Escarpa Devoniana, denominada localmente como Serrinha, ou Serra do São Luís do Purunã. Distrito de São Luís do Purunã - Balsa Nova - PR. Foto do autor. Novembro de 2005.

## 4.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTÍSSIMO RIO TIBAGI - BHART

Na unidade de paisagem dos Campos Gerais localizam as cabeceiras de drenagem do Rio Tibagi, sendo que este rio configura-se como um importante sistema hídrico do estado do Paraná, por abranger uma bacia hidrográfica (Figura 25) de 25.239 km<sup>2</sup> (MAACK, 1981).

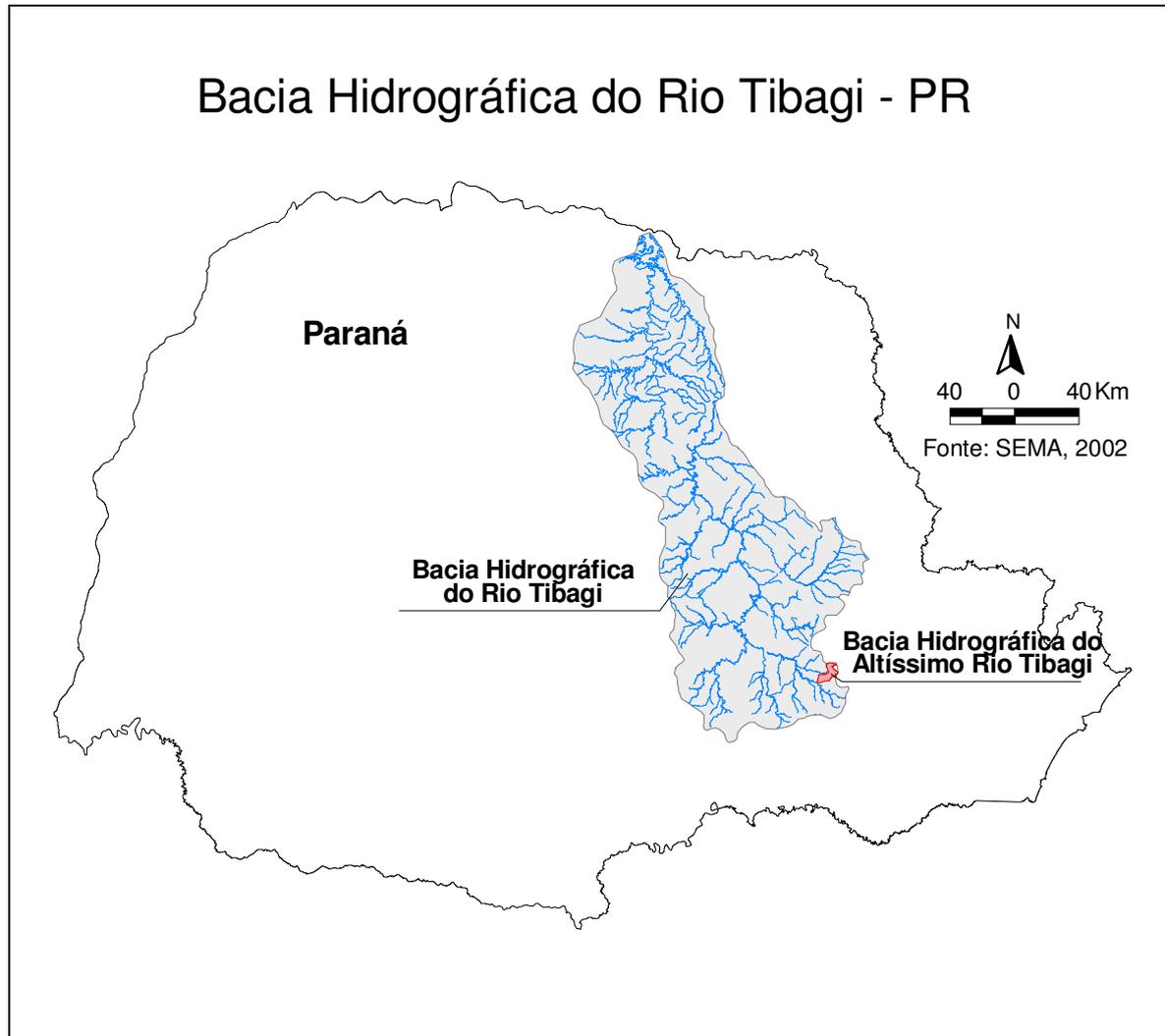


Figura 25: Área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi e localização da área de estudo – Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi (BHART).

Segundo define Christofolletti (1980) a “área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial” caracteriza a bacia de drenagem. Stipp (*et al*, 2000), divide a bacia formada pelo Rio Tibagi, em três setores: Alto, Médio e Baixo – devido às características geográficas das unidades de paisagem por onde percorre o rio.

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 abrange a zona natural mais elevada de toda a bacia hidrográfica do Rio Tibagi, onde os canais de drenagem estão situados em elevações superiores a 1.100 metros de altitude. Este sistema situa-se nas sub-unidades morfoesculturais do Planalto do São Luís do Purunã e Planalto de Ponta Grossa, assim como define o mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná (MINEROPAR, 2006). 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 km<sup>2</sup> e com perímetro de 53,02 quilômetros (Figura 26) localizando-se entre os municípios de Palmeira e Ponta Grossa. Seus limites geográficos são definidos na Tabela 04 a seguir:

**Tabela 04: Limites Geográficos da BHART.**

<b>Limites</b>	<b>Coordenadas</b>
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"

Segundo a observação de Maack (1981), a nascente do Rio Tibagi seria formada a partir da confluência do sistema de canais que se originam no reverso da Escarpa Devoniana com o Arroio da Invernada. Este trabalho trata, como nascente do Rio Tibagi, o olho d'água (Figura 27) localizado no Sítio das Almas, nas coordenadas 25°16'14.8" Sul e 49°49'10,3" Oeste; sendo estes dados referenciados em campo utilizando-se dos *datum* horizontal SAD-69 e vertical Imbituba.

Maack (1981, p.321) aponta que o “curso superior do rio Tibagi acompanha uma fenda estrutural vertical e retilínea do arenito Furnas [...] após a embocadura do arroio da Invernada na Fazenda das Almas”.

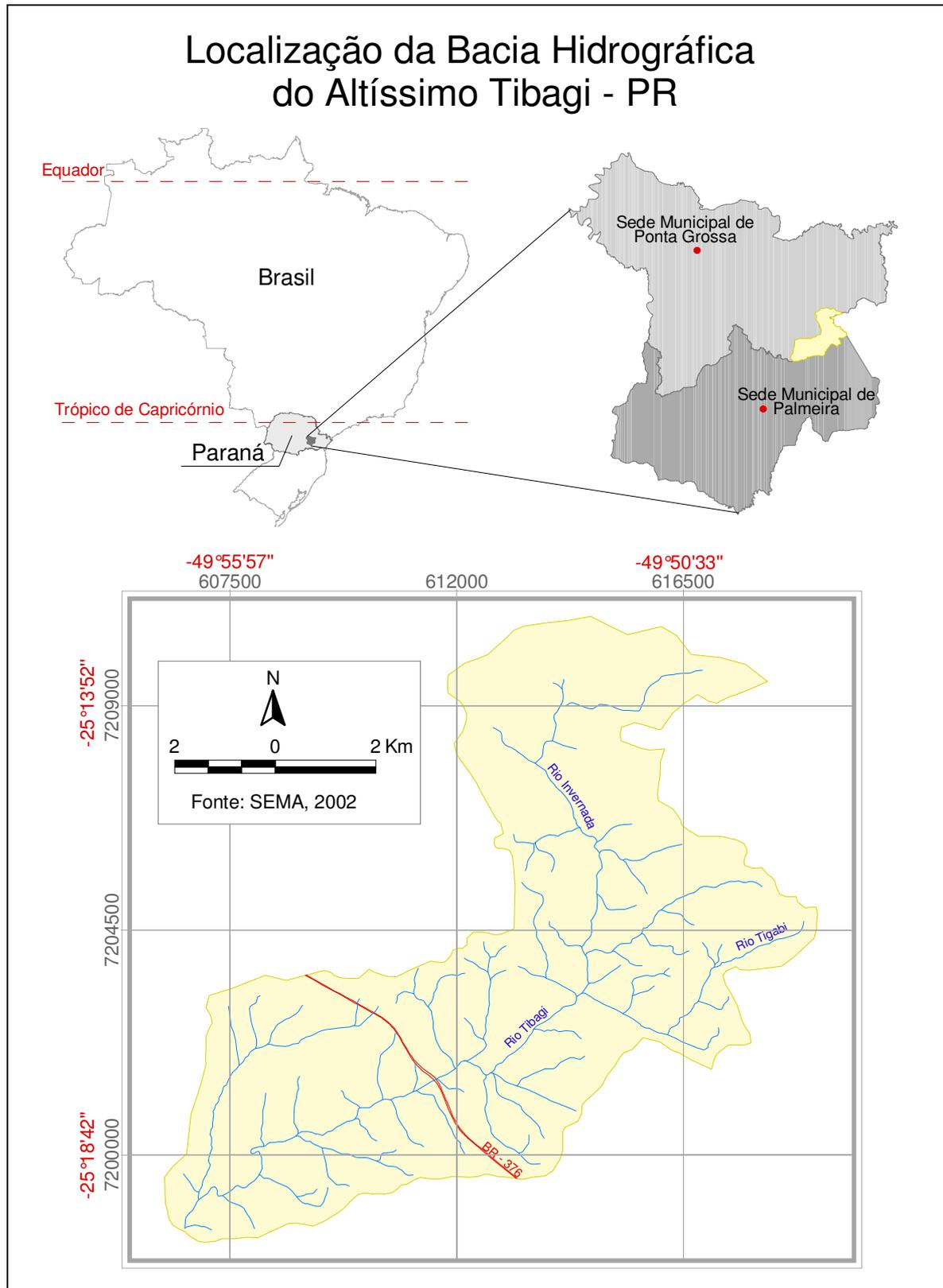


Figura 26: Localização da Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi.

Em seu estudo de Macrozoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi, Stipp *et al* (2000), cita que as condições ambientais da área onde se localiza a BHART, identificada naquele trabalho como Alto Tibagi III (Região de Porto Amazonas) “podem ser

consideradas de degradação média a baixa, fato explicado pela representatividade de matas e pastagens naturais [...]” (STIPP *et al*, 2000, p. 196), como mostra a Figura 28.



Figura 27: Olho d’água tido como nascente do Rio Tibagi, localizado no Sítio das Almas. Abril de 2007. Foto do autor.



Figura 28: Zona de pastagem natural na área da BHART. Abril de 2007. Foto do autor.

#### 4.2.1 Clima

O quadro climatológico vigente na área de estudo, fora compilado a partir de informações gerais da situação climatológica que ocorre nos Campos Gerais, pois não seria possível definir uma tipologia climática isolada.

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 “com atuação conjugada dos Sistemas Atmosféricos Intertropicais e Polares” (STIPP *et al*, 200, p.36). Apresentando uma condição de clima subtropical úmido com verões 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), aponta que “na Escarpa Devoniana, chove de 100 a 300 mm anuais a mais do que no Primeiro Planalto que o antecede”.

Na área de localização da BHART, os ventos predominantes são de Nordeste “[...] o que pode ser compreendido pela entrada dos sistemas atmosféricos do vale do Ribeira do Iguape, bacia hidrográfica contígua a leste [...]” (STIPP *et al*, 2000, p.37).

#### 4.2.2 Hidrografia

Como já fora citado, a classificação desta sub-bacia do Rio Tibagi em Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi, fora adotada devido aos canais formadores deste sistema localizarem-se nas cotas mais altas do relevo regional, junto ao reverso da Escarpa Devoniana, na área conhecida localmente como Serra das Almas.

Para a hierarquização do sistema hidrográfico da BHART, fora utilizado o proposto por Strahler (1952 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980). Para este autor os menores canais sem tributários são considerados como de primeira ordem, estendendo-se da nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem. Os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem. Os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem e recebem tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente. A Figura 29 a seguir demonstra a hierarquização da BHART.

Desta forma foram evidenciados 64 canais na área da bacia, sendo destes, 13 de 2ª ordem, 2 de 3ª ordem e 1 de 4ª ordem.

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 30), vindo a compor a Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira. Esta característica da evolução de interflúvios próximos ao limite da escarpa é constante nesta paisagem, podendo ser facilmente observada em outras áreas da região (MARTINS e PASSOS, 2006).

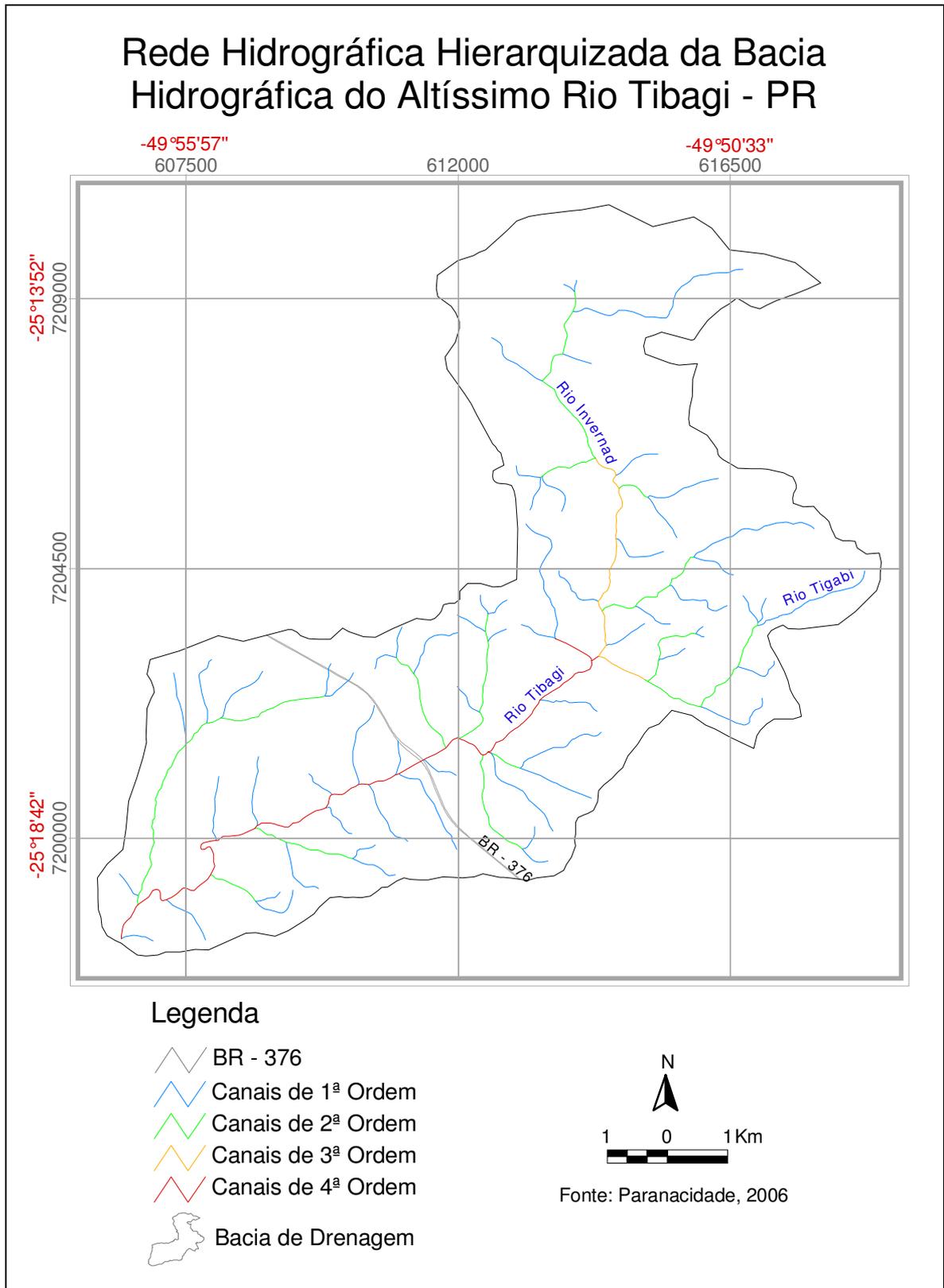


Figura 29: Rede Hidrográfica Hierarquizada da BHART.



Figura 30: Junto à Escarpa Devoniana, no limite entre o Primeiro Planalto (ao fundo) e o Segundo Planalto, desenvolvem-se vertentes na parte superior da Escarpa, orientadas para Leste, opostamente a inclinação principal do Segundo Planalto que se dá para Oeste. Serra de São Luís do Purunã. Foto do autor. Novembro de 2005. Foto do autor.

O padrão de drenagem, que se refere “ao arrançamento 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 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).

Este sistema de drenagem desenvolve canais do tipo consequentes, “aqueles cujo curso foi determinado pela declividade da superfície terrestre, em geral coincidindo com a inclinação geral da superfície” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.102). E canais do tipo subseqüentes, estes controlados pela estrutura litológica, “acompanhando zonas de fraqueza, tal como uma falha [...]. Nas áreas sedimentares, correm perpendiculares à inclinação principal das camadas” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.103).

Os canais de drenagem da BHART apresentam dois tipos de leito, os de “lajeados” (Figura 31), que não desenvolvem aprofundamento expressivo dos vales, expondo à estrutura

geológica local constituída por arenitos, sendo comum à formação de degraus (Figura 32); e os “cânions” (Figura 33), 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.



Figura 31: Leito tipo “Lajeado”, expondo a estrutura geológica. Canal de 4<sup>a</sup> ordem. Junho de 2006.  
Foto do autor.

O trecho superior do Rio Tibagi, como foi verificado nos trabalhos de campo, apresenta alternância nos tipos de leito citados anteriormente, não havendo, portanto um padrão.



Figura 32: Degraus formados nos leitos tipo lajeado expondo as camadas sedimentares. Canal de 4ª ordem. Junho de 2006. Foto do autor.



Figura 33: 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. Junho de 2006. Foto do autor.

### 4.2.3 Classes de Solos

Na área da bacia ocorrem quatro grandes grupos de solos, o Argissolo, Cambissolo, Latossolo e Neossolo Litólico (Figura 34).

Os Argissolos caracterizam por “grupamento com B textural, com argila de atividade baixa” (EMBRAPA, 1999, p. 77). Na área de estudo esta classe de solo ocorre na meia encosta na porção este-sudeste da bacia hidrográfica derivando de arenitos de textura média “geralmente não apresentam cerosidade e quando esta ocorre, é fraca e pouca” (EMBRAPA, 1984, p.453). Ainda segundo a EMBRAPA (1984, p. 453) “os derivados de sedimentos Paleozóicos apresentam cerosidade que pode ser moderada ou forte e comum”.

Ocorrendo na porção centro-norte da BHART, o Cambissolo apresenta “grupamento de solos pouco desenvolvidos com horizonte B incipiente” (EMBRAPA, 1999, p. 76). Nas áreas de ocorrência do Segundo Planalto, “especialmente nos locais de maior altitude, encontram-se [...] com horizonte A escuro, espesso e com baixa saturação de bases” (EMBRAPA, 1984, p. 575). Ocorrendo preferencialmente, sobre substrato rochoso de diversas unidades (Grupo Itararé e formações Furnas e Ponta Grossa) (UEPG, 2004, p.58).

Na porção sul da BHART ocorre o Latossolo, esta classe de solo é apresenta horizonte B com “espessura superior a 250 cm, com cor geralmente vermelho escuro” (EMBRAPA, 1984, p. 135). Ainda segundo EMBRAPA, “no segundo planalto são desenvolvidos a partir de sedimentos argilosos, argilo-arenosos, arenosos, sílticos ou mistura destes”(EMBRAPA, 1984, p. 136).

Apresentando horizonte “A ou O hístico com menos de 40 cm de espessura (EMBRAPA, 1999, p. 225), O Neossolo Litólico que ocorre na porção central da BHART, desenvolve-se diretamente sobre a rocha (EMBRAPA, 1999), sendo que sua ocorrência “coincide com as regiões de clima subtropical, notadamente no 2º planalto paranaense” (EMBRAPA, 1984, p. 713).

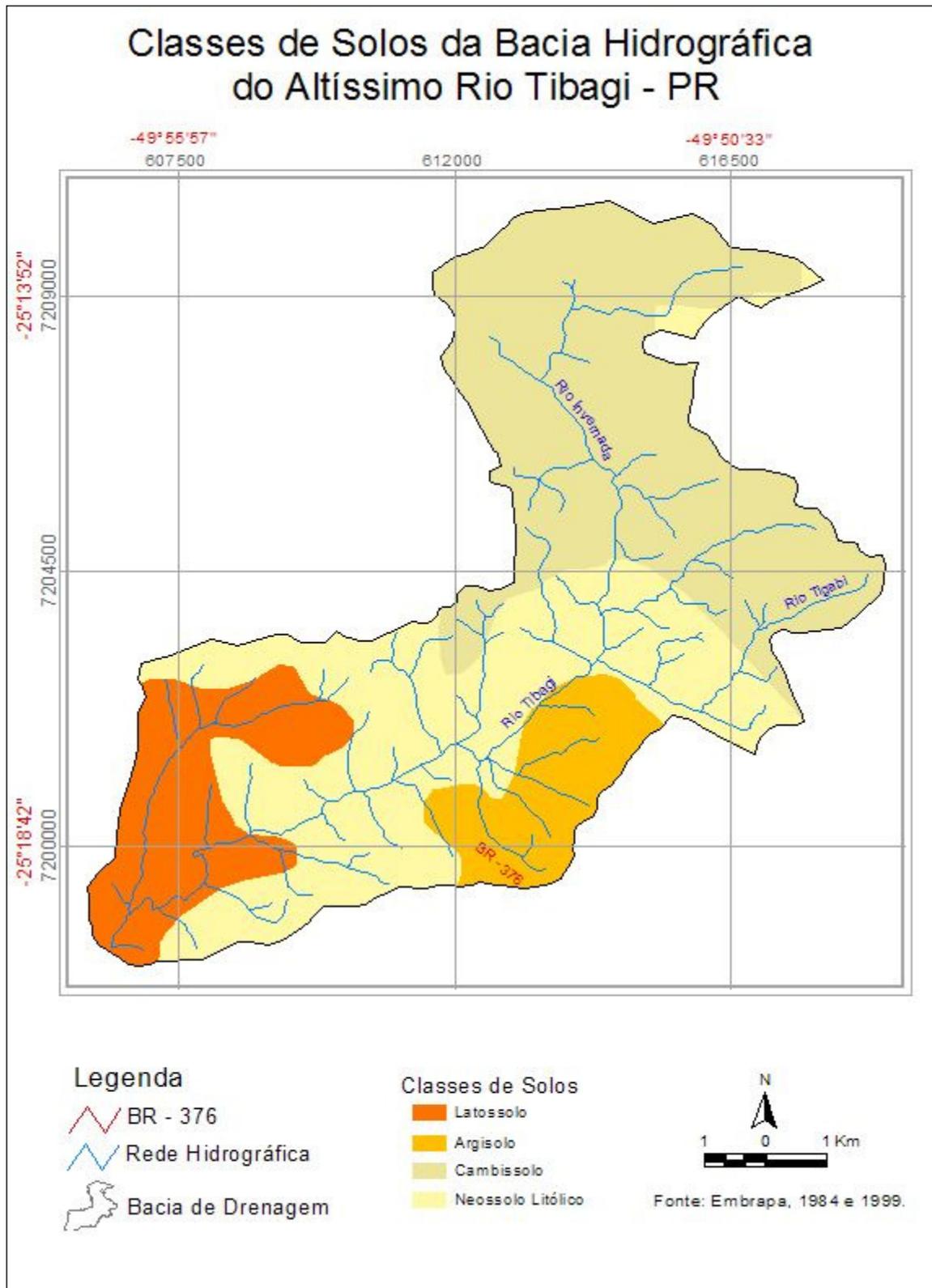


Figura 34: Classes de Solos na BHART.

A Tabela 05 a seguir expressa a área de abrangência de cada classe de solo na área da BHART.

**Tabela 05: Área de abrangência das Classes de Solo.**

<b>Classes de Solos</b>	<b>Área em km<sup>2</sup></b>
Argissolo	6,76
Cambissolo	30,01
Latossolo	10,14
Neossolo Litólico	26,02

#### 4.2.4 Uso e Cobertura da Terra

Para a classificação de uso e cobertura de terra da área da BHART, utilizaram-se das ortocarta-imagens MI 2841-3 e 2841-1 em escala 1:50.000 (PARANACIDADE, 2006), além de atividades de campo, onde foram definidos três classes, como pode ser observado na Figura 35. A Tabela 06 exibe a área de abrangência de cada uma das classes.

**Tabela 06: Classes de Uso e Cobertura de Terra da BHART.**

Classes	Área em Km <sup>2</sup>
Campos Limpos Alternando Pastagem e Agricultura	60,28
Capões de Mata e Mata Ciliar	3,79
Pinus	8,86

Originalmente a área de abrangência da bacia hidrográfica compunha-se fitogeograficamente por uma vegetação de campos limpos (estepes de gramíneas baixas) intercalada por capões de mata, matas ciliares e de galerias, onde aparece o Pinheiro do Paraná (*Araucária angustifolia*) (MAACK, 1981).

Para Veloso *et al* (1991), a vegetação de campos limpos é definida como estepe gramíneo lenhosa. Para as áreas de campos limpos, Lindman (1906 *apud* UEPG, 2004, p.62), aponta que “um grande número de espécies apresenta denso indumento piloso, enquanto outro tanto apresenta folhas coriáceas, lisas e, com frequência, reflexivas; muitas plantas possuem lâminas foliares muito reduzidas, em geral estreitas, ou até ausentes, com espinhos”.

Stipp *et al* classifica neste setor que “As matas e pastagens naturais predominam enquanto principais formas de ocupação do solo [...] sendo baixa a produtividade agropecuária e elevado índice de terras sem produção [...]” (STIPP *et al*, 2000, p.196).

Nos trabalhos de campo foram evidenciadas áreas onde os campos limpos estão bastante preservados (Figura 36), especialmente junto ao terço médio e inferior das vertentes; e nos vales é notória uma rica composição de Floresta Ombrófila Mista, com magníficos exemplares de Pinheiro do Paraná (*Araucária angustifolia*); desenvolvendo-se particularmente como corredores de mata junto ao sistema de falhas e fraturas presentes na área (Figura 37).

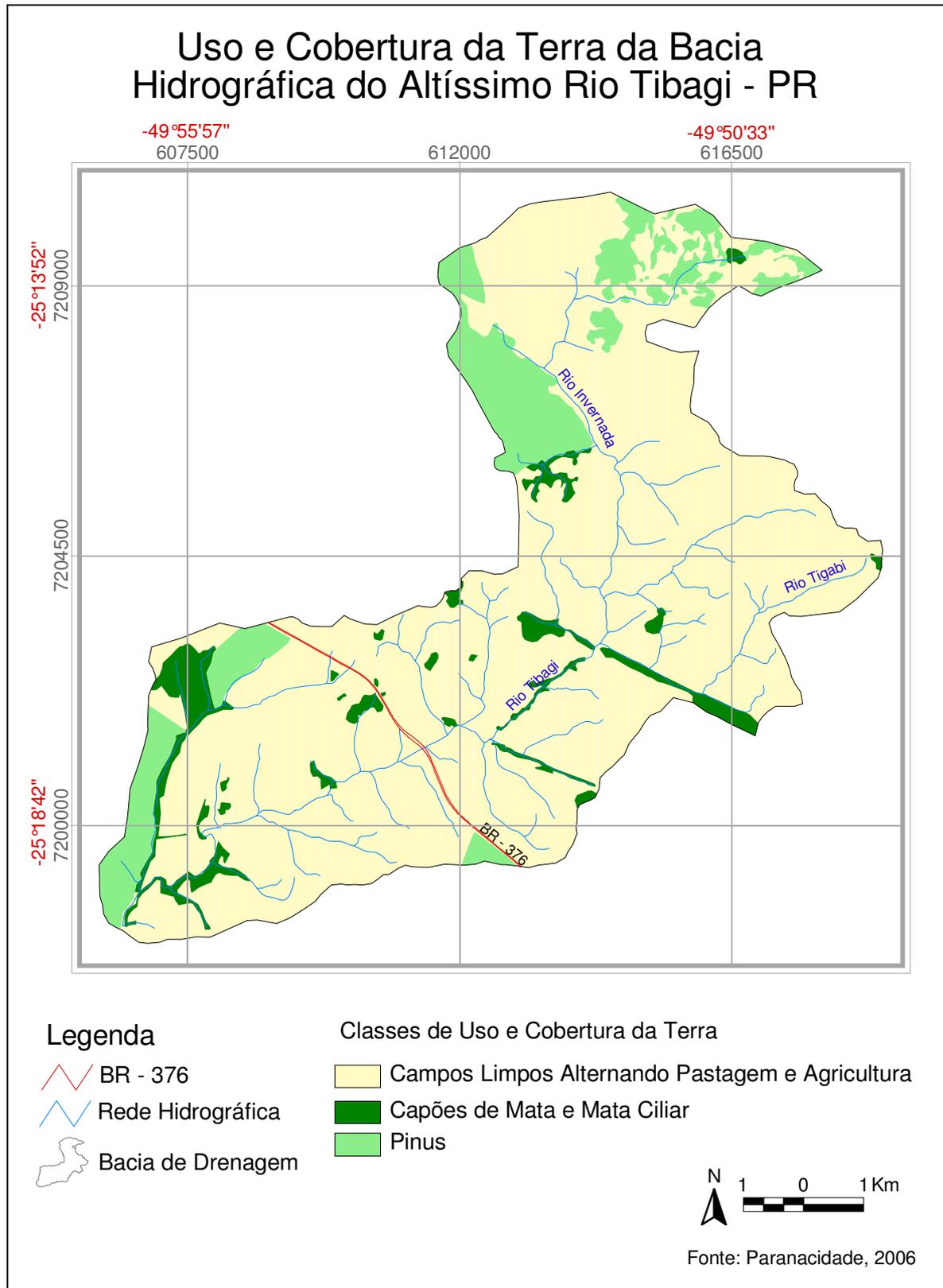


Figura 35: Mapa de Uso e Cobertura de Terra na área da BHART.



Figura 36: Campos Limpos e mata ciliar composta por Pinheiro do Paraná, no trecho superior do Rio Tibagi. Junho de 2007. Foto do autor.



Figura 37: Floresta Ombrófila Mista entremada ao campo, com exemplares de Pinheiro do Paraná. Mata ciliar ao longo do Rio Tibagi. Junho de 2006. Foto do autor.

Na área de abrangência da BHART, ocorrem, com destaque, no setor norte e oeste, áreas de reflorestamento comercial, dominada por variedades de *Pinus* (Figuras 38).



Figura 38: Reflorestamento comercial constituído por *Pinus* na porção Norte da BHART. Junho de 2006. Foto do autor.

#### 4.2.5 Geologia

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 39, sendo suas áreas expressadas na Tabela 07.

**Tabela 07: Área de abrangência dos elementos litológicos na BHART.**

Litologia	Área em Km <sup>2</sup>
Formação Furnas	65,01
Grupo Itararé	7,92

Para Bigarella *et al* (1966, p.25) “A Formação Furnas dispõe seus afloramentos ao 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 mostrada complexa no que cerne o período de deposição do arenito, sendo aceito o intervalo de tempo entre o Siluriano Superior até o Devoniano Inferior (UEPG, 2004). Sua extensão no Estado do Paraná abrange 4.290 km<sup>2</sup> (MAACK, 1947).

MINEROPAR (2001, p.38), aponta para a Formação Furnas idade Devoniana, “tendo sido depositada em ambiente aluvial e litorâneo”. Sendo constituída por “arenitos médios e grosseiros com estratificação cruzada e horizontal, subordinadamente arenitos conglomeráticos e siltitos esbranquiçados” (MINEROPAR, 2001, p.38).

A Formação Furnas, segundo Bigarella *et al* (1966, p.66) “é caracterizada proeminentemente por estruturas típicas, onde sobressai a estratificação cruzada”, sendo que esta característica é distribuída em toda coluna estratigráfica. As estratificações cruzadas mais típicas 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 ocorre 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).

Ainda para este autor, “Nas porções basais da formação ocorre frequentemente uma estratificação irregular com estratos cruzados” (BIGARELLA *et al*, 1966, p.66). Para Soares (1989, p. 10) “O contato inferior da Formação Furnas com rochas pré-devonianas ou com o Embasamento Cristalino é discordante e varia ao longo da escarpa: migmatitos, filitos, siltitos, granitos intrusivos e riolitos”.

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 caulíníficos, com grãos angulosos e subangulosos [...]” (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, Mafra 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).

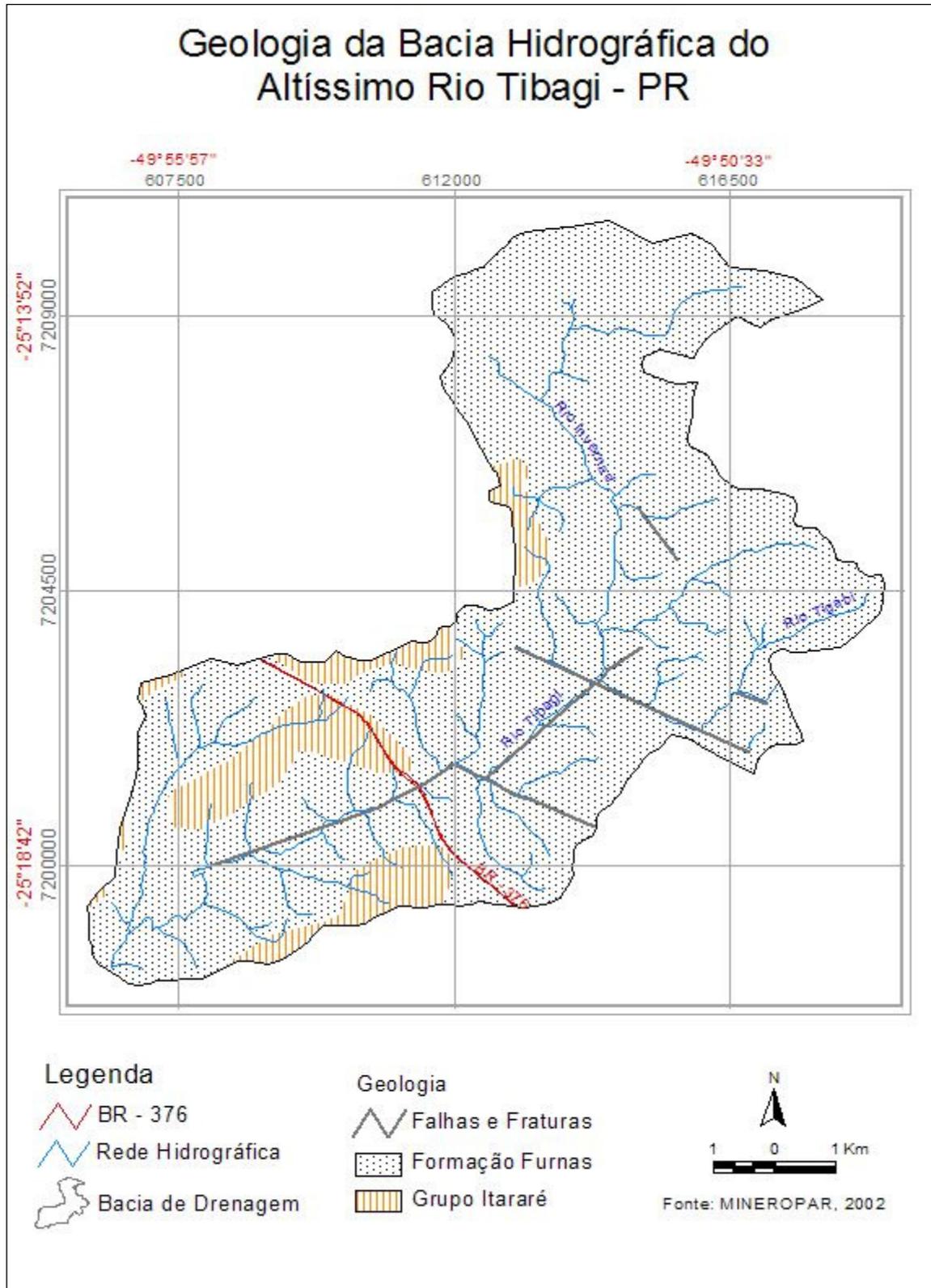


Figura 39: Geologia da BHART.

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 elementos intrusivos nestes sistemas, conforme mostra a Figura 40.



Figura 40: Cânion formado pelo Rio Tibagi no seu curso superior. O leito é composto por rocha sedimentar - Formação Furnas, não sendo evidenciado elementos intrusivos. Junho de 2007. Foto do autor.

#### 4.2.6 Geomorfologia

A análise da morfologia da área de estudo baseou-se na proposta metodológica citada anteriormente (Capítulo 3) onde se busca evidências 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 41), 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).

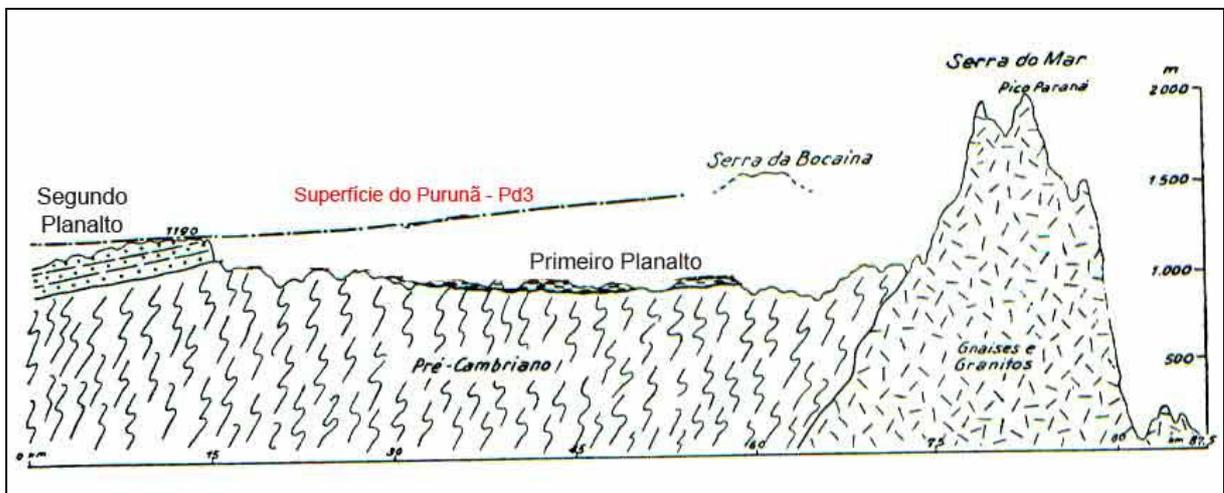


Figura 41: Superfície do Purunã – Pd3. Adaptado de Bigarella *et al*, 2003.

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 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 42 a seguir.

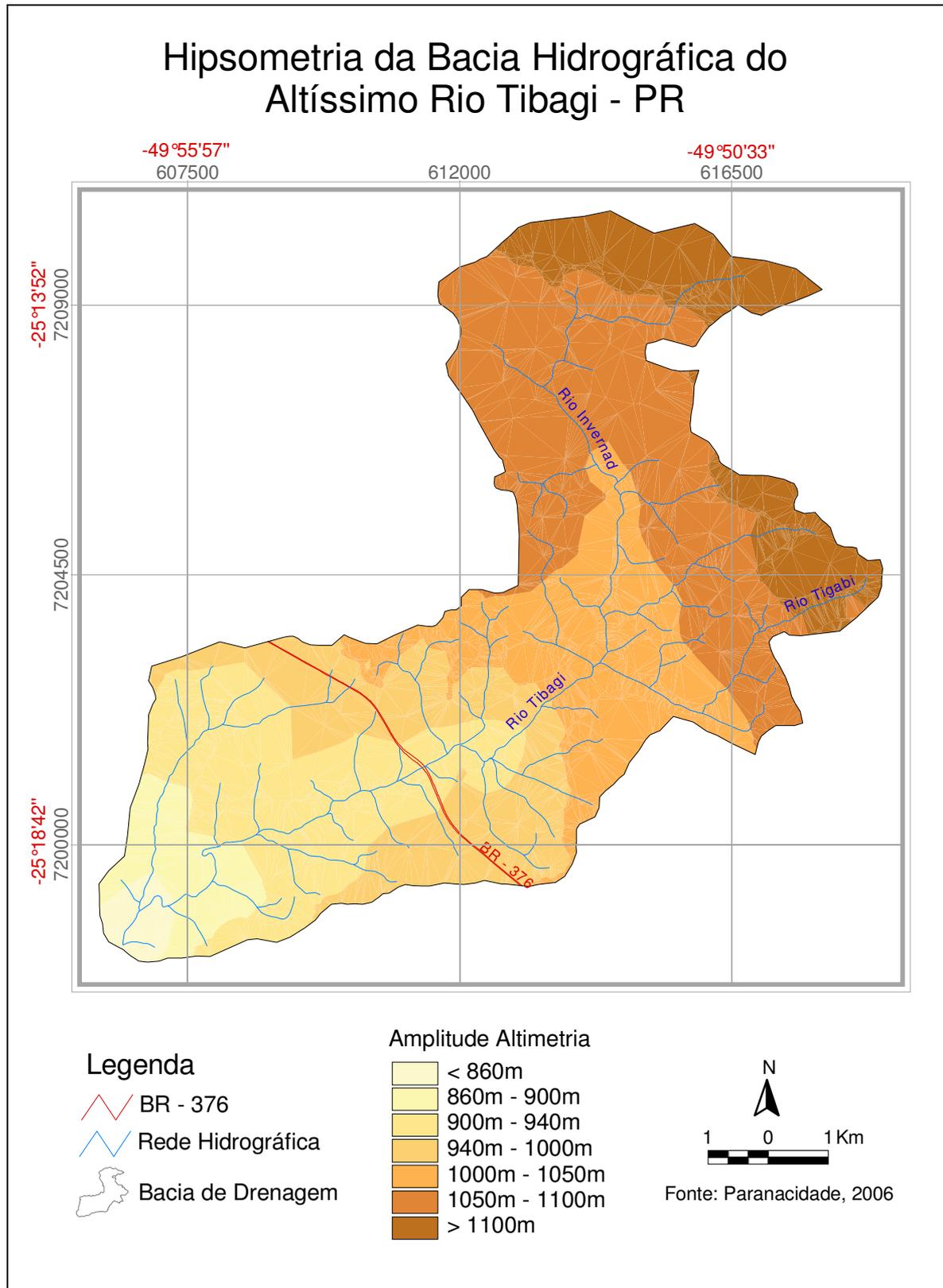


Figura 42: Mapa Hipsométrico da BHART.

Desta forma verificou-se que a área de maior extensão situa-se entre as cotas de 1000 a 1050 metros de altitude e a de menor nas cotas inferiores a 860 metros, assim como

demonstra o histograma (Figura 43). Sendo assim fora possível verificar a abrangência de cada classe, conforme demonstra a Tabela 08.

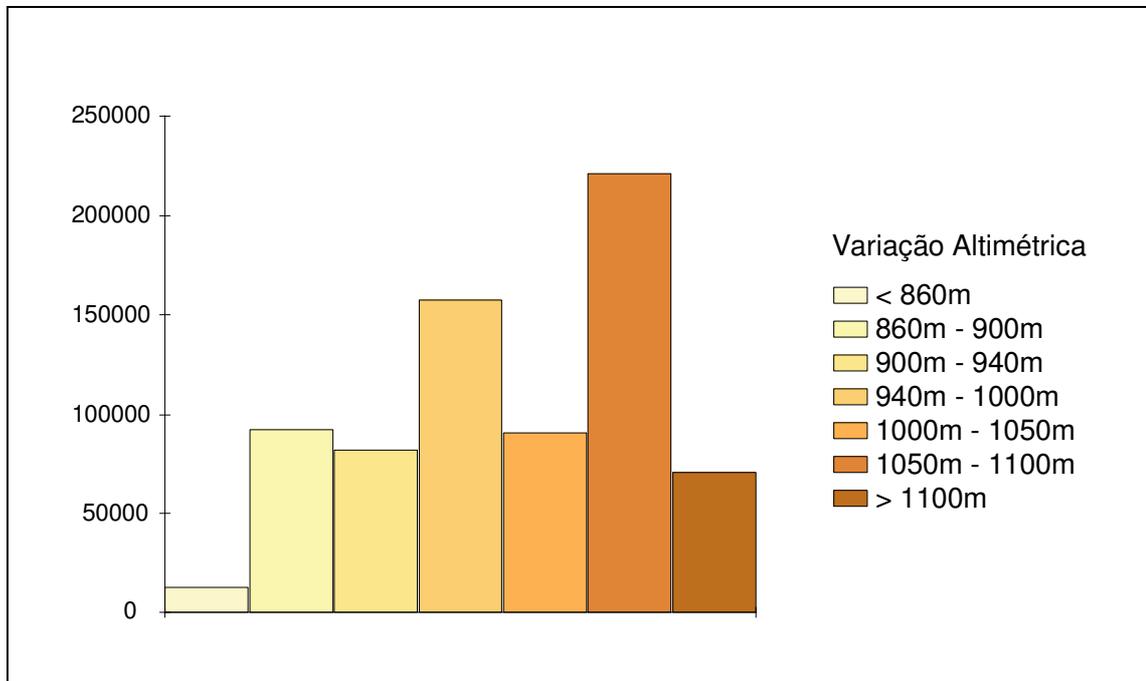


Figura 43: Histograma da Variação Altimétrica.

**Tabela 08: Área de abrangência em km<sup>2</sup> de cada classe hipsométrica.**

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

O relevo local apresenta patamares escalonados, com vertentes amplas e retilíneas, sendo que as maiores declividades (Figura 44) 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.

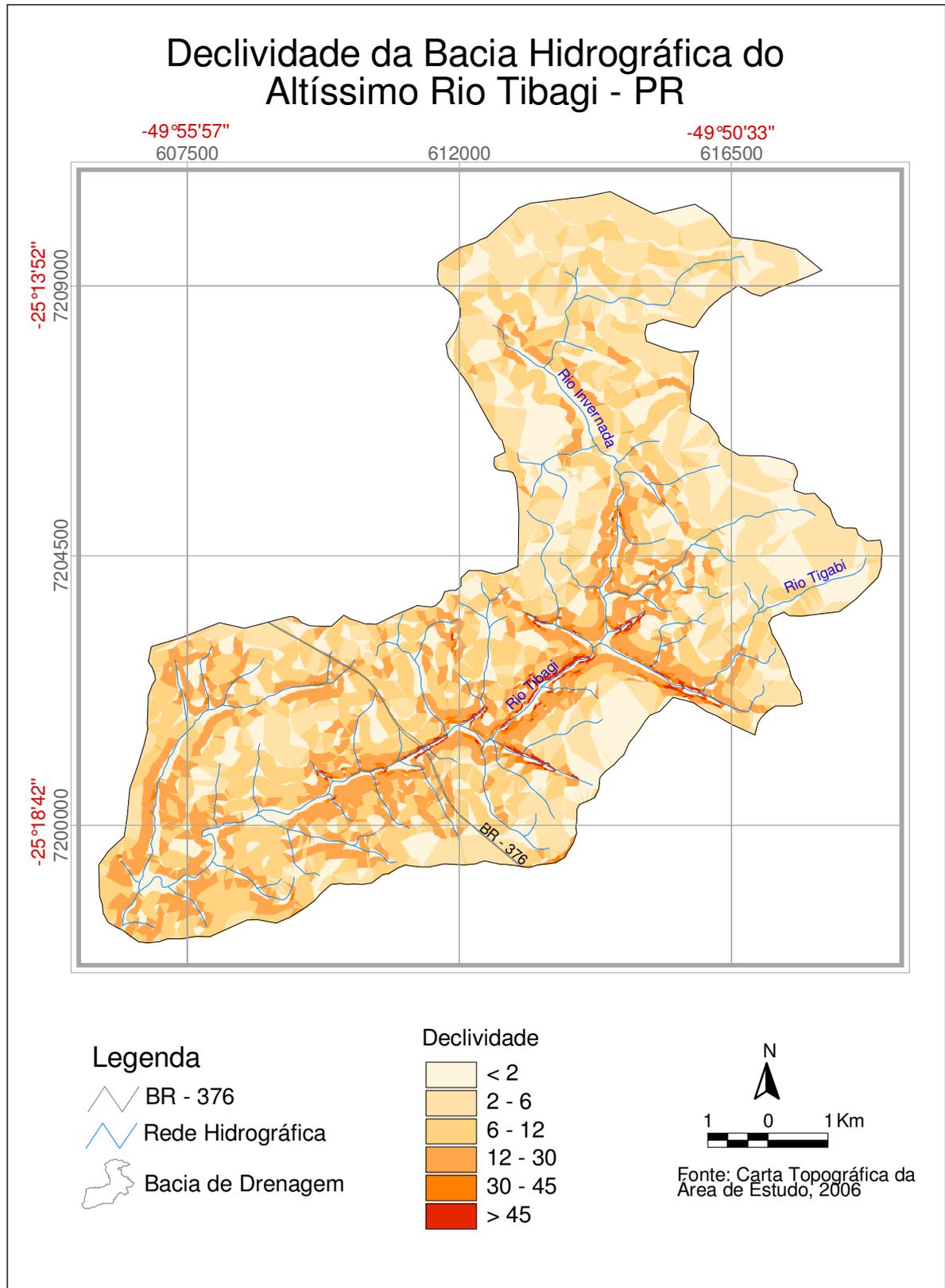


Figura 44: Mapa de Declividade da BHART.

Nestes casos as vertentes se mostram abruptas formando feições tipo *cânion* (Figura 45) resultante do aprofundamento da superfície. Estas ocorrências se dão na Formação Furnas.



Figura 45: Vale tipo cânion formando vertentes abruptas e trechos escarpados. Junho de 2006. Foto do autor.

Para este trabalho fez-se necessário utilizar uma classe de declividade que pudesse melhor representar o relevo local. Deste modo, a Tabela 09 a seguir demonstra a área de abrangência de cada classe bem como seu índice de inclinação. Sendo possível elaborar então o histograma destas classes (Figura 46).

**Tabela 09: Classes de declividade e área de abrangência na BHART.**

Graus	Porcentagem	Área em Km <sup>2</sup>
0 – 1.14	< 2%	18.71
1.14 – 3.43	2 – 6%	18.95
3.43 – 6.84	6 – 12%	21.14
6.84 – 16.69	12 – 30%	12.74
16.69 – 24.22	30 - 45	0.96
> 24.22	> 45	0.42

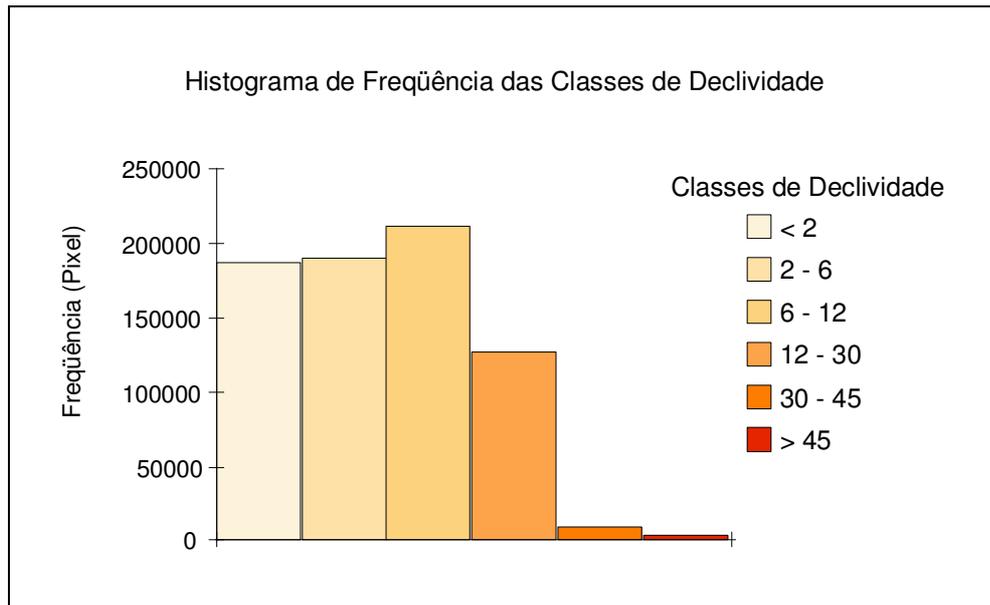


Figura 46: Histograma de Frequência das classes de declividade da BHART.

Para o melhor entendimento da evolução do relevo local, fora gerado a partir de dados vetoriais relacionados a altimetria o Modelo Digital de Terreno – MDT (Figura 47); a partir deste e da verificação dos dados numéricos expressos nas tabelas 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 48); 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.

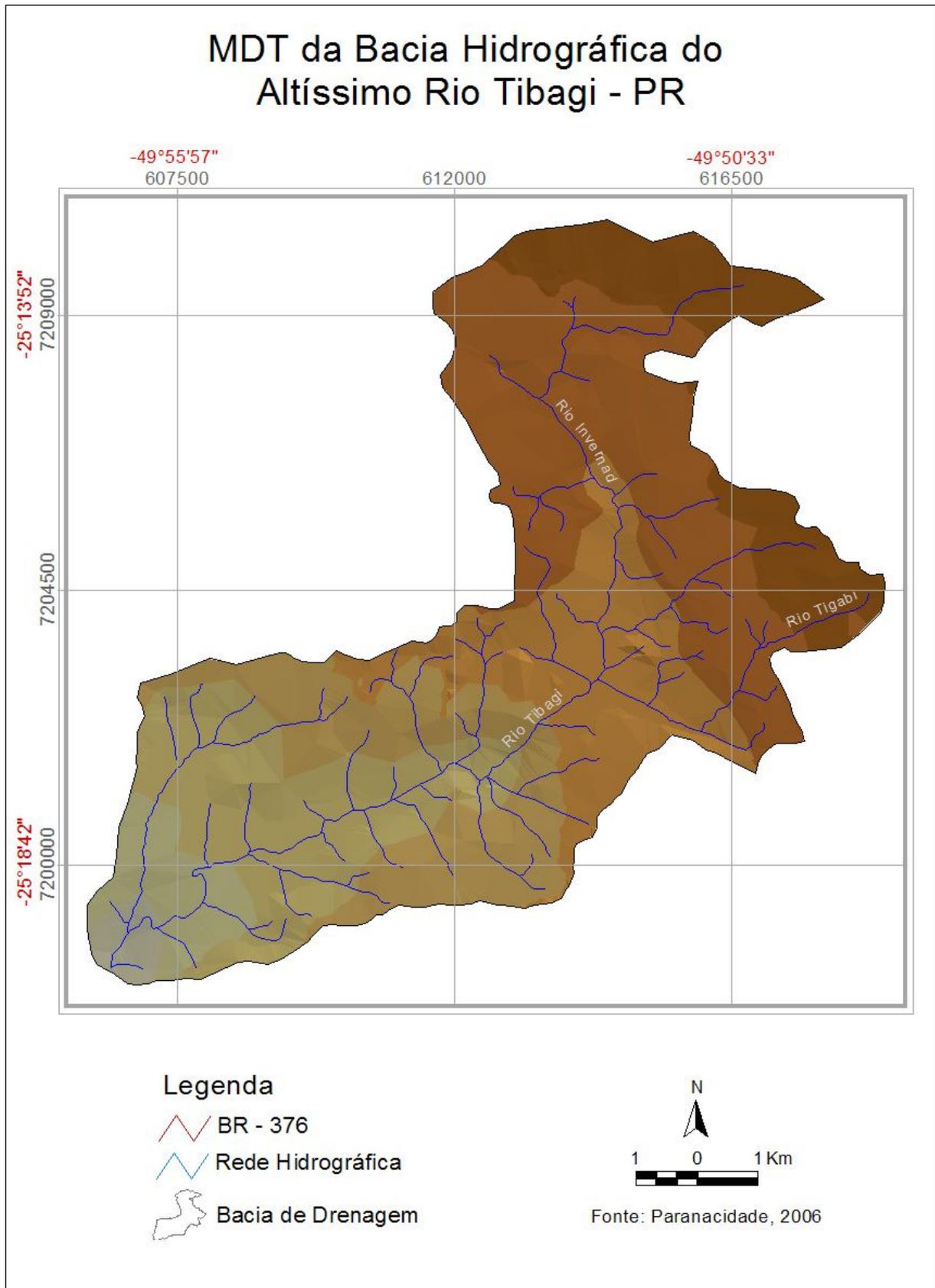


Figura 47: Modelo Digital de Terreno – MDT da BHART.



Figura 48: Superfície relacionada ao Pediplano - Pd3. Junho de 2006. Foto do Autor.



Figura 49: “Feições testemunhos de arenito” residuais do Patamar 3, localizadas na Superfície de Erosão Vertical, composta pela Formação Furnas. Junho do 2006. Foto do autor.

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 49) a partir dos trabalhos de campo. Todas estas unidades foram representadas na Figura 50.

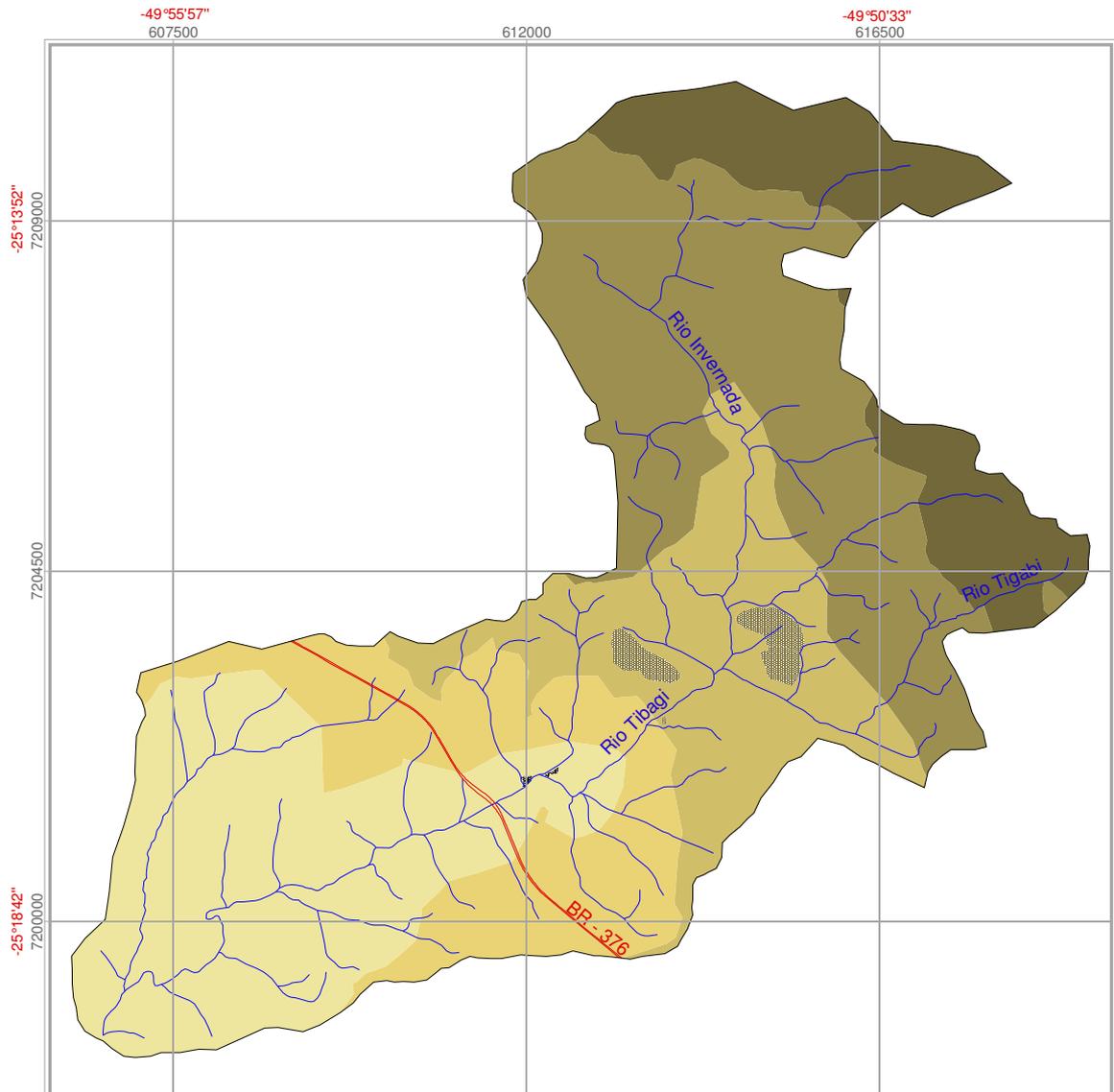
A Tabela 10 expressa os valores altimétricos de cada uma das classes geomorfológicas identificadas, bem como suas áreas.

**Tabela 10: Relação entre as classes geomorfológicas, altimetria e área.**

<b>Aplainamentos</b>	<b>Altimetria</b>	<b>Área em Km<sup>2</sup></b>
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

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, surge 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 reafeioaria a superfície, rebaixando-a verticalmente e aprofundando os vales. Desta forma foram observados três períodos de flutuações de semi-aridez na área de estudo.

## Superfícies Aplainadas da Bacia Hidrográfica do Altíssimo Rio Tibagi - PR

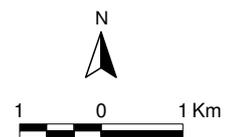


### Legenda

-  BR - 376
-  Rede Hidrográfica
-  Bacia de Drenagem

### Superfícies Aplainadas

-  Pd3
-  Patamar 1
-  Patamar 2
-  Patamar 3
-  Superfície de Erosão Vertical
-  Feições Testemunhos do Patamar 1
-  Feições Testemunhos do Patamar 3



Fonte: Mapeamento Elaborado para a Pesquisa, 2007

Figura 50: Mapa das Superfícies Aplainadas da BHART.

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 ocorrera 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 veio a constituir um refúgio climático para a floresta dentro da área de estudo.

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 (Figura 51). Evidenciando assim o desenvolvimento policíclico do relevo conforme define a metodologia utilizada.



Figura 51: Rio Tibagi percorrendo o Patamar 1; desenvolvimento do vale em condições de clima úmido; rebaixamento da superfície. Maio de 2007. Foto do autor.

## 5 RESULTADOS

Diante da proposta metodológica e dos procedimentos técnicos adotados, foi possível elaborar um conjunto de resultados que vieram a contribuir no entendimento da evolução da paisagem regional. Os trabalhos de campo foram fundamentais na elaboração dos resultados aqui expressos.

Inicialmente a revisão bibliográfica possibilitou um agrupamento dos principais trabalhos elaborados sobre os conceitos em Geomorfologia Climática no Brasil bem como suas referências em pesquisadores estrangeiros. Proporcionou um claro entendimento da evolução desta categoria de análise na ciência geomorfológica. Esta etapa fundamental contribuiu em um resgate das pesquisas relacionadas a esta temática.

O conjunto de mapas representando o meio físico possibilita uma prévia análise ambiental da área onde se insere o sistema de drenagem formado pelo altíssimo rio Tibagi. Acredita-se que esta análise do meio físico possa ser utilizada como documento base para futuras ações no âmbito do planejamento ambiental regional.

Os trabalhos de campo possibilitaram o desenvolvimento de um documentário fotográfico da fisiografia da área da BHART, vindo a ser um documento fonte para futuras pesquisas sobre a alteração daquela paisagem; também evidencia a potencialidade paisagística regional.

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, 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, assim como descrito no Sub-capítulo 4.2.2. 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. Estes dados foram processados em ambiente computacional de Sistema de Informações Geográficas e resultaram no mapa Geomorfológico (Superfícies Aplainadas) apresentado na página 82.

Sendo assim, a integração de dados vetoriais 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. Aponta-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. Entretanto o desenvolvimento da Superfície de Erosão Vertical, assim como se configura, é amplamente influenciada pela condição estrutural. É válido ressaltar, porém, que a evolução deste setor também sofreu claras evidências das oscilações climáticas, tendo como exemplo o quadro vegetal presente, conforme descrito no Sub-Capítulo 4.2.4.

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

Considerou-se que a evolução destes patamares se deu no Quaternário, principalmente pela própria característica deste período, onde inúmeras oscilações climáticas são evidenciadas, assim como apontado no Capítulo 2. Como foi discutido a dinâmica das oscilações climáticas durante este período geológico teve fundamental contribuição na configuração da paisagem como a conhecemos. Soma-se a isto a própria origem da paisagem dos Campos Gerais abordado no Capítulo 4.1. Esta consideração assume um caráter preliminar, visto que a proposta de integração da metodologia utilizada neste trabalho com os procedimentos técnicos adotados não previa a definição geocronológica dos elementos geomorfológicos identificados.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Geomorfologia Climática trata da análise do relevo com base nas influências do clima em sua elaboração. Portanto, identificar no relevo, feições que caracterizem oscilações climáticas pretéritas foi à questão norteadora desta pesquisa. A metodologia utilizada na elaboração deste trabalho mostrou-se eficiente, respondendo satisfatoriamente os objetivos propostos.

De forma complementar, esta pesquisa visou promover uma (*re*)discussão dos conceitos a cerca da Geomorfologia Climática. Importantes pesquisadores, estrangeiros e brasileiros, lançaram as bases deste conhecimento, o que possibilitou uma melhor compreensão da composição e da evolução das paisagens. A realização desta pesquisa vem a confirmar que o método de análise do relevo proposta pela Geomorfologia Climática suplanta a teoria do Ciclo Geográfico.

Os textos que referenciam este trabalho foram, na sua maioria, elaborados originalmente durante os anos 1950 e 1970; sendo assim, sua realização, contribui na interrupção de um hiato nas pesquisas geomorfológicas.

Fez-se necessário associar a proposta teórica da metodologia, procedimentos técnicos computacionais, permitindo que os resultados pudessem ser expressos de maneira satisfatória. A elaboração das cartas temáticas contribui efetivamente para uma prévia análise ambiental da área verificada, evidenciando a potencialidade paisagística regional. Os produtos cartográficos elaborados neste trabalho mostram-se fundamentais para futuras pesquisas.

A área selecionada para este estudo, esta inserida na unidade de paisagem conhecida como Campos Gerais do Paraná; tendo esta região despertada, por muito, à atenção de pesquisadores, por se tratar de um mosaico paleogeográfico com inúmeros sítios de rara beleza.

Caracterizado pelo seu caráter relictual, os Campos Gerais fora elaborado durante o passado recente da Terra, justificando, portanto que esta pesquisa seja limitada ao Período Quaternário.

A bacia hidrográfica analisada, situada nesta unidade de paisagem, possui uma distinta potencialidade paisagística regional, preservando importantes remanescentes florísticos, além de um quadro morfológico e hidrográfico particular, o que nos permite avaliar, neste momento, a importância da preservação desta área.

Diante do que foi proposto como objetivo principal, foi possível evidenciar três setores aplainados e outro, com predominante dissecação vertical na área de estudo. Além destes, o

trabalho contemplou mapear na área, feições correspondentes ao Pediplano Pd3; identificado em pesquisas anteriores. Estes resultados vêm a confirmar a evolução policíclica do relevo.

Acredita-se que esta pesquisa possa ser usada por futuros geomorfólogos na busca de evidências das influências climáticas na elaboração da paisagem. Mostrando-se como uma importante contribuição para o enriquecimento desta categoria de análise e vindo a ratificar a eficiência da Geomorfologia Climática no entendimento da gênese do relevo.

## 6 BIBLIOGRAFIA

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

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

ABREU, A.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.

AHNERT, F. **Introduction to Geomorphology**. Londres: Arnold. 1998.

OLDFIELD, F.; ALVERSON, K.D. The Societal Relevance of Paleoenvironmental Research. *In*: ALVERSON, K.D.; BRADLEY, R.S.; PEDERSEN, T.F. (Editors) **Paleoclimate, Global Change and the Future**. Springer: Nova York. 2003.

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

BIGARELLA, J.J., SALAMUNI, R. 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, J.J. Considerações a respeito das variações de nível do mar e datações radiométricas. **Cadernos de Arqueologia**. nº 1. Curitiba: UFPR, pp. 105-117. 1976.

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

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

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

BÜDEL, J. **Climatic Geomorphology**. Tradução: Lenore Fischer e Detlef Busche. Princeton, New Jersey: Princeton University. 1982.

CARVALHO, S.M. **O Diagnóstico Físico-Conservacionista – DFC Como Subsídio à Gestão Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna, Ponta Grossa – PR**. Tese de Doutorado. Presidente Prudente: UNESP. 2004. 169 p.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. Disponível em: <http://funape.org.br/geomorfologia/> acesso em 08/08/2006.

CHRISMAN, N. **Exploring Geographic Information Systems**. Washington: John Willey & Sons. USA. 1996.

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

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H. FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

DSG. Diretoria de Serviço Geográfico. **Carta Topográfica Itaiacoca**. 1:50.000. Folha SG. 22-X-C-III-1. MI 2841-1.1959.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná**. Tomo I. Londrina: IAPAR. 1984.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná**. Tomo II. Londrina: IAPAR. 1984.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: SPI. 1999.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de Solos do Estado do Paraná**. 1:600.000. 1981.

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

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta Topográfica Quero-Quero**. 1:50.000. Folha SG. 22-X-C-III-3. MI 2841-3. 2ª ed. 1990.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE. 1992.

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

KICHE, G.S.; LISBOA, H.; PUGLIELLI NETO, H.; NUCCI, J.C.; MILANI, J.R.; WESTPHALEN, L.A.; FONTOURA, L.; SANTOS, L.J.C.; VALASKI, V.; BAKONYI, S.; MARTINS, T.D. Definição das Unidades de Paisagem Com Base Em Um Perfil Geocológico do Estado do Paraná – Escala 1:750.000. *In: 4º Seminário Latinoamericano de Geografia Física*. Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2006.

KLEIN, R.M. Southern Brazilian Phytogeographic Features and Probable Influence of Upper Quaternary Climatic Changes in the Floristic Distribution. **International Symposium On The Quaternary. Boletim Paranaense de Geografia**. nº 33. Curitiba: UFPR, pp 67-88. 1975.

LEVI-STRAUSS, C. **Tristes Trópicos**. São Paulo: Companhia das Letras. 1996.

MAACK, R. Breves Notícias Sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Vol. II. Curitiba: UFPR, pp. 63 a 154. 1947.

MAACK, R. 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, R. Fenômenos carstiformes de natureza climática e estrutural nas regiões de arenito do estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**. vol. 2. Curitiba:UFPR, pp.151-162. 1956.

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

MARTINS,T.D.; PASSOS, E. **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.

MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A. **Carta Geomorfológica Ponta Grossa**. 1:250.000. Folha SG.22-X-C. 2006.

OLIVEIRA, C.G. **Avaliação de modelos digitais de elevação gerados a partir de sensores remotos orbitais óptico (ASTER) e Radar (RADARSAT-1 e SRTM): Um estudo para a região da Serra do Carajás (PA)**. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos: INPE. 2005. 184 p.

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

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

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

SAINT-HILARE, A. **Viagem a Curitiba e Província de Curitiba (1820).** São Paulo: Companhia Editorial Nacional. 1978.

SANTOS, L.J.C. *et al.* Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia.** Ano 7. nº 2. pp. 3-12. 2006.

SOARES, O. **Fornas dos Campos Gerais, Paraná.** Curitiba: UFPR. 1989.

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

STRAHLER, A.N. **Physical Geography.** 3 ed. Nova York: John Willey & Sons, Inc. 1969.

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

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

TROPMAIR, H. Perfil fitoecológico do Estado do Paraná. **Bol. Geogr. UEM,** v. 8, n. 1, p. 67-80, 1990.

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.

VELOSO, H.P. *et al.* Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.