

PROGRAMA INDIVIDUAL DE PÓS GRADUAÇÃO - PIPG

PEDRO AUGUSTO HAUCK DA SILVA

Candidato ao Doutorado
pelo Programa de Pós Graduação em Geologia
Universidade Federal do Paraná
Área de Concentração em Geologia Ambiental

Curitiba

2011

PROJETO DE DOUTORADO

**DEFORMAÇÃO DA SUPERFÍCIE SULAMERICANA E A
EVOLUÇÃO MORFOESTRUTURAL DA SERRA DO
IBITIRAQUIRE (SERRA DO MAR)**

PROJETO DE DOUTORADO APRESENTADO AO PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
GEOLOGIA – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ UFPR

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM GEOLOGIA AMBIENTAL

LINHA DE PESQUISA EM ANÁLISE MULTITEMPORAL, NEOTECTÔNICA E RISCOS
GEOLÓGICOS

Pedro Augusto Hauck da Silva

Curitiba 2011

Conteúdo

IDENTIFICAÇÃO:	4
INTRODUÇÃO	4
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	7
REFERENCIAIS TEÓRICOS:	11
HIPÓTESES SOBRE A ORIGEM E EVOLUÇÃO DA SERRA DO IBITIRAQUIRE.....	18
OBJETIVOS DA PESQUISA	24
MÉTODOS	24
ATIVIDADES DE CAMPO.....	25
ATIVIDADES DE LABORATÓRIO PÓS CAMPO	25
RESULTADOS ESPERADOS.....	26
CUSTOS E FONTES DE RECURSOS	28
DISCIPLINAS E ESTÁGIOS.....	29
BIBLIOGRAFIA:	30
ORIENTAÇÃO	35

IDENTIFICAÇÃO:

NOME DO CANDIDATO: Pedro Augusto Hauck da Silva

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Geologia Ambiental; linha de pesquisa em análise multitemporal, neotectônica e riscos Geológicos.

INTRODUÇÃO

Este projeto tem como objetivo revisar o conhecimento sobre as origens e a evolução da maior cadeia de montanhas do Brasil: A Serra do Mar. Para tal, será realizada uma pesquisa mais incisiva em um dos setores de maior destaque topográfico de tal compartimento de relevo, a Serra do Ibitiraquire - PR, onde há amostras de diversas formas que podem conter as chaves para que o objetivo desta pesquisa seja cumprido, determinando as idades que dos principais eventos que deram origem à Serra do Mar, apoiando ou refutando paradigmas.

A Serra do Ibitiraquire (Serra Verde em Tupi) é o nome dado regionalmente para a porção norte da Serra do Mar paranaense, uma cadeia de montanhas com cimos acima de 1700 metros que são as maiores elevações do Sul do Brasil, tais como Pico Caratua (1856), Pico Itapiroca (1754), Pico do Ferraria (1734), Morro Camapuan (1695), Tucum (1741) Ciririca (1724), Agudo da Cotia (1460) e o Pico Paraná (1877

metros de altitude), que é a montanha mais alta do Sul do Brasil e que mais se destaca na paisagem (*figura 1*).

Muito mais do que apenas uma escarpa de borda de planalto, a Serra do Ibitiraquire é bloco elevado com mais de 600 metros de altura do lado do planalto e 1400 do lado da planície litorânea.

Diversas feições de relevo se destacam na paisagem do Ibitiraquire e chamaram a atenção de Reinhard Maack na década de 1940. São superfícies planas escalonadas e basculadas, falhas normais e inversas, escarpas de falhas, diques de diabásio, canyons, relevo de "Tors", cumes rochosos e pedimentos.

As formas das montanhas, visíveis desde Curitiba, levou Maack em 1940 a realizar a primeira medição de altitude do Pico Paraná, motivado pela hipótese de que o Monte Olimpo, na Serra do Marumbi, talvez não fosse a montanha mais alta do Estado. Para a surpresa de todos, Maack estava correto:

"...foi descoberta a mais alta elevação do Estado do Paraná e de todo o Sul do Brasil. Era um monte até aí sem nome e antes não ascendido, de formas ousadas, visível de Curitiba como cone duplo. O monte foi por mim denominado Pico do Paraná." (MAACK, op. cit. pg.2).

Nas décadas que se passaram a conquista e determinação da altitude dos cimos da Serra do Ibitiraquire, a contribuição inicial de Maack sobre a topografia da Serra do Mar ajudou Bigarella (BIGARELLA et. al. 2007) na formulação de hipóteses sobre a geomorfogênese da região de Curitiba, atribuindo diversos períodos de paleoclimas secos na elaboração de superfícies planas que teriam sido deformadas por ações do tectonismo, dando origem ao relevo da Serra do Mar.

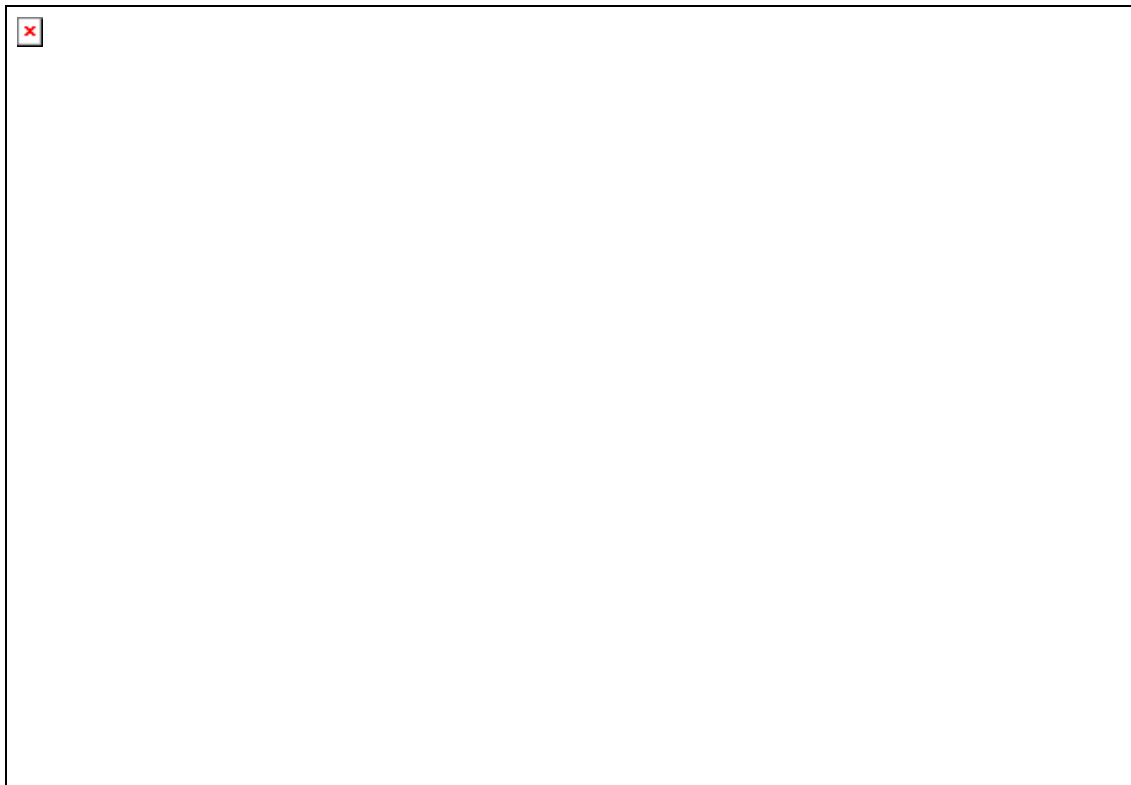


Figura 1: Localização da Serra do Ibitiraquire. Adaptação do autor.

As hipóteses de Bigarella, apesar de serem clássicas, receberam críticas por serem baseadas em nivelamentos de cotas com altitudes semelhantes, que de acordo com Valadão (2008) poderiam ser coincidências topográficas, pois mesmo autor afirma que muitas superfícies planas precisariam de confirmação através da presença de material laterítico, que atestasse sua idade e confirmasse a hipótese.

De acordo com Almeida & Carneiro (1998), as opiniões sobre a origem da Serra do mar entre geólogos e geomorfólogos se divergem, sendo que a corrente mais tradicional atribui uma importância grande à movimentação tectônica vertical do terciário. Entretanto, tais autores, mostram através de um estudo feito a partir da falha de Santos (SP) que a história evolutiva da Serra do Mar abriga diversos capítulos que necessitam análises mais amplas, envolvendo não somente a área tectônica, mas também paleoclimática e estratigráfica.

O conjunto de processos evolutivos que podem ter culminado na elaboração do relevo atual do Ibitiraquire envolve muitos processos que deixam marcas na

paisagem e muitas destas marcas ainda estão preservados na área de entorno da Serra, como o material correlativo à várias fases erosivas cenozóicas, sendo que a mais antiga é a formação Alexandra:

A suposição da existência (então) de uma superfície pedimentar P3, na Serra do Mar paranaense abriu novos horizontes para especular em torno da interpretação da Formação Alexandra. Sendo mais antiga que o pedimento P2, parecia na época ser penecontemporânea da elaboração do pedimento P3 (equivalente ao Pd1). Posteriormente, os sedimentos da Formação Alexandra seriam correlacionáveis com a Fm. Guararapes do Grupo Barreiras, cuja superfície do fecho de sedimentação corresponderia ao pediplano Pd2. (BIGARELLA et. al. 2007 pg. 1263).

Existe na região, a preservação de vários outros depósitos que complementam a história paleoclimática regional, como a Fm. Guabirota (Plio-Pleistoceno) (BIGARELLA et. al. *op.cit*) e a Fm. Garuva, situada no sopé da Serra do Iqueririm em Santa Catarina e que trás informações sobre os eventos geomorfológicos quaternários (AB'SÁBER & BIGARELLA, 1961; BIGARELLA et. al. 1961).

Além destas importantes informações preservadas, que contam a história das paleo superfícies, na Serra do Ibitiraquire há também um grande conjunto de falhas e de morfoestruturas deformadas e basculadas que facilitam a análise morfotectônica, importante componente da pesquisa.

Outro elemento muito importante foi a descoberta de material laterítico, de ocorrência ainda não descrita na literatura, que mesmo erodido e transportado, mostra que ou existe, ou existiu este tipo de depósito que se relaciona à superfície Pd3. Regionalmente há a ocorrência deste tipo de material e do perfil laterítico na Serra do Iqueririm, bloco pertencente à Serra do Mar localizado ao Sul. É provável que tais depósitos possam ocorrer também no Ibitiraquire, que ainda não foi profundamente estudada devido a dificuldade de acesso.

Assim sendo, o estudo aprofundado da Serra do Ibitiraquire irá contribuir e muito com os estudos sobre a origem e a evolução da Serra do Mar, o que por si já justifica toda a importância da pesquisa.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Na Serra do Mar Paranaense há diversos blocos montanhosos separados que recebem denominações locais, a Serra do Ibitiraquire é o bloco mais setentrional e que tem as maiores elevações no Estado. Geologicamente são caracterizados por granitos alcalinos de grã grossa, pórfiros graníticos e sódio Sieno Dioritos (MAACK 1972). O Granito do Pico Paraná, de acordo com Maack (*op.cit*) é um granito microclino-pértico barquevitico com pouca biotita, mas plagioclásico abundante pertencente à suíte Alkali Granitos Graciosa.

(figura 3).

A Serra apresenta vertentes ocidentais e orientais muito diferentes. As que são orientadas para o oceano apresentam grandes desníveis e são condicionadas por falhas N-NE que delimitam as escarpas. As falhas E-NW cortam as estruturas e condicionam algumas drenagens que, encaixadas e sob ação de uma poderosa erosão remontante, esculpiram alguns canyons, como o do Rio Cacatu, que tem sua nascente no *portesuelo* que liga o Pico Paraná ao Pico do Caratuva (figura 1).

Este *portesuelo* divide o canyon do Cacatu com o do rio Cotia, que separa o conjunto Pico Paraná de outras montanhas à Oeste, Caratuva, Taipabuçu e Ferraria.

A partir de drenagens como estas, ocorrem rios com muita energia que cortam antigos pedimentos provenientes das escarpas serranas nas regiões mais rebaixadas, inferiores a 300 metros de altitude.

Nas vertentes voltadas para o Oeste, diversos rios se encaixam nas falhas E-NW, dissecando superfícies que aparecem escalonadas, aproveitando as cristas das maiores montanhas, repetindo, em cada uma, superfícies aplainadas a 1200, 1300, 1420 e 1530 metros, formando pequenas ombreiras localizadas em alguns cumes e ocorrendo com maior extensão na base do Pico Paraná em uma localidade conhecida como "Camelos" (a mais elevada). Todas estas superfícies são marcadas por apresentar relevo do tipo de "caos de blocos", onde o relevo tipo *Tors* ocorre com freqüência e/ou cangas lateríticas.

No sopé das vertentes orientais da Serra, existe a ocorrência de depósito de talus, o que não ocorre na vertente ocidental. Tais depósitos encontram-se dissecados pelas drenagens de alta energia que descem estas abruptas vertentes, indicando que tais depósitos não foram formados no clima atual.

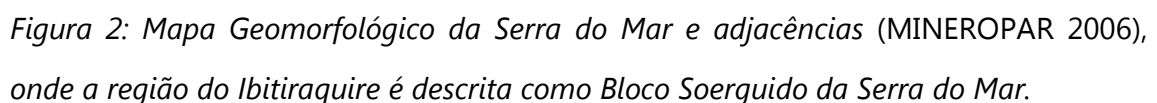


Figura 3: Mapa Geológico da Serra do Mar e adjacências (MINEROPAR 2006)

REFERENCIAIS TEÓRICOS:

A Geomorfologia nos estudos da paisagem não pode ter um caráter meramente descritivo das formas de relevo. Muito mais do que isso, como explica Marques (1995, p.25):

[...]ela busca compreender como as formas de relevo surgem e evoluem, sendo seu objeto maior a identificação dos processos responsáveis pelas ações capazes de criá-las ou destruí-las, de fixá-las num local ou deslocá-las, de ampliar suas dimensões ou reduzi-las, de modelá-las contínua ou descontinuamente, de mantê-las preservadas ou modificá-las.

Os primeiros trabalhos que avaliaram o relevo sob uma perspectiva de evolução temporal foram realizados, segundo Abreu (1983), pelo geólogo americano William Moris Davis.

A teoria do Ciclo Geográfico, publicada em 1899, estabelece que a evolução da paisagem através do tempo estava sujeita a uma seqüência de fases designadas de juventude, maturidade e senilidade. Esse ciclo iniciar-se-ia a partir de um rápido e uniforme soerguimento do continente em relação ao nível do mar. Após este levantamento, seguir-se-ia um longo período de quitação tectônica e o relevo seria submetido a processos erosivos com rebaixamento do modelado, atingindo em uma idade avançada uma feição quase plana, o Peneplano.

Albretch Penck, em contraposição às idéias de Davis postulou novas idéias sobre a evolução do relevo levando em consideração o fator temporal. Para este autor, a erosão teria como agente principal o clima. De acordo com Bigarella *et. al.* (2007, p. 1127)

O conceito básico de Penck, a propósito da erosão das vertentes, distingue-se daquele relativo à erosão fluvial, implicando na ação de processos erosivos [...] o processo essencial consiste no recuo paralelo das vertentes com o fluxo de detritos saindo da encosta como um lençol que se move para jusante em direção ao sistema fluvial. Esse processo tem sido referido como pedimentação, de sorte a enfatizar a formação das superfícies extensivas suavemente inclinadas, encontradas nos sopés das vertentes. Esses planos extensivos

existentes nas regiões áridas e semi-áridas são referidos como pediplanos, tendo sido originados pela coalescência de pedimentos, os quais seriam característicos dos ciclos de erosão nas regiões acima mencionadas, enquanto a degradação do terreno através dos estágios de juventude, maturidade e senilidade seria típica das regiões úmidas.

Com a ascensão da teoria da Deriva Continental na segunda metade do século XX, a Geomorfologia evolutiva no Brasil passou a delinear melhor seu objeto, pois a partir da aceitação de que o continente sul-americano evoluiu a partir da fragmentação do páleo-continente Gondwana, alguns pesquisadores passaram a se esforçar no reconhecimento de formas que fossem herdadas deste antigo continente, assim como também a tectônica de placas passou a ser um processo importante a ser considerado na emolduração do relevo (VITTE 2008).

Antes da aceitação da teoria da Deriva Continental, os modelos de Penck e Davis, não davam base para a compreensão do escalonamento do relevo brasileiro, principalmente na bacia do Paraná e Uruguai, onde se observa que os rios de sua seção oriental têm suas nascentes muito próximas ao litoral, mas elas são drenadas em direção contrária, indo somente desaguar no oceano Atlântico no estuário da Prata.

O divisor de água da bacia platina com as bacias do Atlântico, a Serra do Mar, não apresenta feições de convergência de placas, aos moldes da cordilheira dos Andes e do Himalaia. Assim, se interpretadas a partir de um ponto de vista genético, de acordo Davis e Penck esta cadeia de montanhas adjacente à costa deveria ter sido rebaixada ao nível de base do mar, ou ter suas vertentes recuadas mais para o interior, o que não ocorre como no modelado.

O geomorfólogo sul-africano Lester Charles King, com sua experiência de pesquisas na África, buscou encontrar no Brasil as mesmas formas de relevo que ele havia encontrado em seu continente. Observando os remanescentes de superfícies de erosão que se distribuem em diversos níveis da paisagem brasileira, pôde King definir em amplitude regional os eventos geomorfológicos que esculpiram o relevo brasileiro. Assim ele publica em 1956 seu trabalho, "A geomorfologia do Brasil

Oriental” em que reconhece cinco ciclos aos quais denominou: “Gondwana”, “Post-Gondwana”, “Sul-americano”, “Velhas” e “Paraguaçu”. Os dois primeiros nomes são comuns aos dois continentes, os seguintes corresponderiam respectivamente ao ciclo “Africano”, ao “Ciclo Terciário Superior” e ao ciclo do “Congo”, que o autor já havia estudado na África (BRAUN, 1971).

As superfícies de erosão referidas por King seguem conceitos teóricos similares aqueles de Davis, diferindo, entretanto, no que diz respeito ao nível de base e ao modo de evolução das vertentes. Segundo Bigarella *et.al.* (*op.cit*) O modelo de King pressupõe a permanência e a generalização dos níveis de base.

Nessa conceituação qualquer ponto de um rio é considerado como nível de base para todos demais pontos a montante, assim como cada ponto de uma vertente representaria um nível de base para o setor situado imediatamente acima.

Dessa forma, a erosão continental não responderia unicamente ao nível de base geral, característica essa que permitiria o desenvolvimento de um ciclo erosivo em qualquer setor de massas continentais. Ainda segundo os autores, a diferença fundamental entre os conceitos de Davis e King diz respeito ao modo de evolução das vertentes. O rebaixamento contínuo e generalizado das vertentes proposto por Davis, foi substituído por King por uma evolução baseada no recuo paralelo das vertentes:

Nesse processo a declividade da encosta é mantida, sem que haja um rebaixamento dos interflúvios, formando-se, contudo, um nível mais jovem (pedimento) na base da escarpa. No sopé das vertentes verifica-se a deposição de rampas detríticas que se estendem até o canal de drenagem[...], um ciclo de evolução da paisagem iniciar-se-ia a partir de um soerguimento em escala subcontinental com o estabelecimento de novos níveis de base, em função dos quais, a erosão passaria a atuar, a partir de cada novo ciclo na seguinte seqüência: incisão fluvial, recuo paralelo das vertentes com pedimentação e cobertura colúvio-aluvionar[...] o termo pediplano adquire um sentido genético (BIGARELLA, et.al, op.cit, pg. 1131)

Embora este modelo fixista fosse muito criticado, ele conduziu a interpretação da evolução do relevo das varias regiões do país, como as levadas a cabo por Bigarella e Ab’Sáber na década de 60 do século XX.

Há que se colocar que nesta época surge mais uma interpretação da paisagem que rompe mais uma vez (e definitivamente) o paradigma da natureza estática que a coloca em contínua evolução e transformação. Baseada a partir da observação de pedimentos em Madagascar, Erhardt (1966), propõe a teoria da Bio-resistasia.

De acordo com Erhardt (*op.cit*) fases de harmonia Biostática, onde prevalece a morfogênese, com incisão dos canais de drenagem e rebaixamento gradual do relevo com formação de espessos regolitos resultando em mamelonização das vertentes e extensa cobertura vegetal, se alternam com fases de desintegração resistásica, onde ocorre degradação lateral das vertentes, remoção do regolito e entulhamento dos canais com materiais detríticos provocando pediplanação generalizada em ambiente com vegetação rústica e aberta ou com ausência total da cobertura vegetal.

Bigarella e Ab'Sáber (1964, *apud*. Bigarella *et.al*, 2007, p. 1138), foram os primeiros a generalizar as influências das mudanças climáticas profundas na explicação de toda a paisagem oriental do país. Para eles, condições de climas secos teriam gerado as grandes superfícies aplainadas (pediplanos) e nos vales níveis embutidos (pedimentos).

Assim, em fases de resistasia, o clima seco seria responsável pelo recuo paralelo das vertentes produzindo uma superfície aplainada pela coalescência de pedimentos. Com uma mudança climática para o úmido, os canais de drenagem incidindo sobre as superfícies seriam responsáveis pelo entalhamento e rebaixamento da topografia que em outro ambiente resistásico teria suas vertentes recuadas resultando num relevo escalonado que se verifica em boa parte do Brasil Oriental.

No modelado se pressupõe que houve alternância de fases de climas secos, úmidos e sazonais diversas vezes. Assim, sob o relevo aplainado herdado de uma fase seca, desenvolveu-se o processo pedogenético de laterização de climas tropicais úmidos e sazonais, que foi responsável pela evolução de uma espessa crosta laterítica que hoje sustentam estes velhos planaltos, como ocorre na Chapada dos Guimarães em Mato Grosso, e nos morros residuais do Triângulo Mineiro e Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais (ALMEIDA & CARNEIRO 1998). Apesar de serem mais

intensos nestas regiões, as superfícies aplainadas mais antigas apresentam, de forma geral, perfis lateríticos.

Na gênese da Serra do Mar, processos morfogenéticos e tectônicos ocorreram concomitantemente. Como justificativa da contemporaneidade entre eventos epirogenéticos e morfogenéticos, Ab'Sáber (1969) afirma que se não fosse a epirogênese positiva que se acentuou a partir do Eoceno e se prolongou pelo Oligoceno e Mioceno (com atenuação nos fins do Terciário), jamais teria sido a expansão da circundesnudação terciária na Bacia do Paraná:

Para facilitar a evacuação dos detritos oriundos da escavação da depressão periférica paulista, assim como, para justificar o notável aperfeiçoamento de uma superfície de aplainamento relacionada à pediplanação interplanáltica intertropical, será necessário sempre recorrer-se à hipótese de um movimento ascensional prolongado (AB'SÁBER, 1969 pg.5).

Na porção oriental da Plataforma brasileira, inúmeras discontinuidades mais antigas foram reativadas em pulsos descontínuos desde a separação do Gondwana. De acordo com Almeida e Carneiro (1998), as rochas das falhas reativadas (ciclo brasileiro) sofreram maior erosão por efeitos diferenciais por apresentarem menor resistência, dando origem ao sistema de *Rifts* da Serra do Mar, desenvolvida como uma estreita faixa alongada e deprimida segundo a direção E-NE, com extensão de aproximadamente 800 km, englobando as bacias de Curitiba (PR), São Paulo, Taubaté (SP), Resende, Volta Redonda, Itaboraí e Barra de São João (RJ), e os grábens de Sete Barras (SP) e da Guanabara (RJ).

Desde a década de 1930 com os trabalhos de Washburn no vale do Paraíba, as hipóteses para a origem da depressão do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil fazem referência a processos tectônicos. De acordo com Salvador (1994), formação do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil está relacionada à esforços extensionais NNW-SSE, impostos pelo basculamento termomecânico verificado na Bacia de Santos, reativando antigas zonas de cisalhamento brasileiras. Almeida & Carneiro (*op.cit.*) afirmam que a reativação das falhas e *Rifts* atuaram na condução do traçado da rede

de drenagem e os processos morfoclimáticos posteriores conduzidos por estes eventos estruturais derem origem mais tarde à atual Serra do Mar.

Rochas resistentes sustentam planaltos e escarpas, enquanto falhas, zonas de cisalhamento, fraturas e grandes domínios de rochas supracrustais condicionam lineamentos maiores e segmentos locais da rede de drenagem. Evidências de reativação têm sido descritas para muitas das principais zonas de cisalhamento e falhas regionais do sudeste brasileiro. Tal evolução, originada no Mesozóico e talvez interrompida com a cessação dos pulsos magmáticos que originaram os diques de intrusivas básicas instaladas em muitas dessas ZC's, acentuou-se no Paleógeno e prosseguiu atenuada, durante o Neógeno e o Quaternário, até os dias atuais. (ALMEIDA & CARNEIRO, op.cit, pg. 137).

A ação conjunta entre o tectonismo e a geomorfogênese originou no Sudeste brasileiro todo o sistema de montanhas de blocos falhados. As montanhas salientes sobre os interflúvios e as superfícies de cimeira, que nos Geossistemas úmidos atuais comportam Pães de Açúcar que são paleo-inselbergs que atuaram em épocas de pediplanação (AB'SÁBER, 1998).

REVISÃO DO CONHECIMENTO SOBRE AS ORIGENS DA SERRA DO MAR

No Estado do Paraná encontram-se, de acordo com Bigarella *et.all.* (2007) quatro superfícies de erosão, sendo que a mais antiga, o Paleoplano Pré Devoniano, acha-se no embasamento da Formação Furnas e topo do Açungui. Sobre esta superfície depositou-se o Grupo Paraná de rochas sedimentares, a mais antiga da bacia. Ela aparece exumada, sendo bem identificada na porção Oeste do planalto de Curitiba, na escarpa de São Luis do Purunã.

Ainda nas elevações que circulam o planalto de Curitiba, tanto na porção Oeste, Serrinha de São Luis do Purunã e Leste, na Serra do Mar, foi identificada uma superfície de idade cretácea – eocênica que recebe o nome de Superfície Purunã ou

Pd3, niveladas numa altitude de 1400 a 1500 metros na Serra do Mar e 1200 na Serrinha de São Luiz do Purunã, no topo de São Luis do Purunã (Bigarella *et. all, op. cit.*).

A idade de tal superfície a coloca como sendo equivalente à superfície Sulamericana em Minas Gerais e Japi em São Paulo (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998), o que evidencia que, dada sua extensividade, tinha provavelmente o nível do mar como nível como base.

À época da formação da superfície Pd3, havia formas de relevo residuais formadas pelas rochas mais resistentes, podendo ter conformado Iselbergs, relevo residual de maior resistência que sobreviveu à erosão paralela das vertentes que trancou diversas estruturas, nivelando o embasamento cristalino, rochas metasedimentares do Grupo Açungui e o arenito da Formação Furnas, nivelando-os com seus pedimentos coalescidos, que veio a comportar extensos pediplanos.

Com o relevo praticamente arrasado no Paleógeno, o provável clima quente e úmido do Oligoceno/Mioceno inferior, como atesta Valadão *et al.* (2009) em Minas Gerais, foi responsável pela pedogenização e laterização dos solos, principalmente sobre os antigos pedimentos coalescidos, que sofreriam a incisão dos canais de drenagem estabelecendo novo nível de base para erosão.

Entretanto, a região não ficou salva da ação do tectonismo e como toda a bacia do Paraná, assim, é provável que onde ficava a “proto” Serra do Mar sofreu soerguimento reativando antigas falhas e lineamentos que durante a evolução do Arco de Ponta Grossa, havia sido o local pela extrusão de material magmático, restando de tal evento vulcânico apenas os diques de diabásio, já que os basaltos foram todos erodidos durante os eventos de erosão relativos a elaboração da superfície Gondwana e Pd3 (Sulamericana).

A superfície Purunã foi deformada em abóbada na região correspondente ao primeiro planalto, falhada e basculada na região da Serra do Mar. Essa deformação, embora muito antiga – vindo desde a formação do arco de Ponta Grossa – obrigou no Cenozóico a drenagem abri-se em leque em direção aos vales dos rios Parapanema e Paraná, bem como estabeleceu definitivamente parte da drenagem em direção leste, na porção oriental do Estado do Paraná (BIGARELLA et.all. 2007 p. 1179)

Os processos morfogenéticos e morfotectônicos do Paleogeno foram muito importantes no modelado hipotético, entretanto, o relevo da Serra do Mar foi tomando as formas atuais somente após o Mioceno, onde ocorrem dois eventos importantes: a pediplanação da fase Pd2 (BIGARELLA *et al.* 2007) e reativação tectônica da borda Leste da Bacia do Paraná (RICCOMINI *et al.* 2004).

Nesta fase, sob um ambiente resistásico e sob um novo nível de base marcado pela bacia tafrogênica de Curitiba, as montanhas poderiam ter sido sucessivamente ressaltadas e a antiga superfície foi parcialmente arrasada. Pedimentos correlativos à erosão paralela foram, depositados tanto no interior da bacia quanto na baixada, conformando os primeiros depósitos da Formação Alexandra (BIGARELLA *et. all.* 2007; ANGULO, 2004).

Foi somente na época Neogênica que a Serra do Mar adquiriu sua posição original. Ao longo de mais de 80 milhões de anos de separação do Gondwana, a escarpa que delimita a serra litorânea sofreu um recuo paralelo de mais de cem quilômetros (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998). Hoje sua escarpa oriental oceânica está quase toda condicionada por falhas, como no litoral norte de São Paulo, Serra dos Órgãos, Serra do Ibitiraquire e Marumbi no Paraná e Iqueririm em Santa Catarina.

Os climas Quaternários responderam pela mamelonização intensiva do relevo do sudeste do Brasil (AB'SÁBER 1998). Entretanto, apesar de predominantemente úmido, houve épocas secas não muito prolongadas que responderam em uma análise geomorfológica mais detalhada em terraços e rampas de colúvio que ocorrem com frequência abaixo do dossel das florestas desta região brasileira, hoje passam por processo de inumação por ravinamentos e voçorocas em decorrência do mau uso do solo pelas atividades humanas

HIPÓTESES SOBRE A ORIGEM E EVOLUÇÃO DA SERRA DO IBITIRAQUIRE.

A hipótese aventada é que na origem da Serra do Ibitiraquire ocorreram estes fenômenos morfogenéticos e morfotectônicos já descritos na literatura, onde se sobrepõem eventos que se remetem à épocas remotas do Cenozóico, mas que teriam sido ressaltadas ao longo do tempo.

Em diversas cristas aplainadas em altitudes que regionalmente é descrita a superfícies Sulamericana (Pd3), ocorre a presença de lateritas, bauxitas e argilas caoliníticas, que são produtos geológicos de superfícies antigas que passaram por uma longa história climática (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998; VARAJÃO 1991; VALADÃO 2009).

A partir do Mioceno, a reativação tectônica pode ter sido o responsável pela separação dos principais blocos montanhosos da Serra do Mar em evolução, através de falhas transcorrentes de direção E-W, com distensão NW-SE, como propõe Ricomini *et al.* (2004), onde a ação climática posterior passaria a atuar formando “passos” entre serras, reaproveitados pelo homem como passagens de ligação entre o Planalto e a baixada (Estrada da Graciosa, Ferrovia Curitiba – Paranaguá, BR 277). Este evento ainda reativou outras falhas por compressão local, deformando ainda mais as antigas superfícies.

O próximo passo na evolução das feições de paisagem se daria na passagem do Plioceno para o Pleistoceno, já relativa à glaciação Günz (SUGUIO 2004), que elaborou a superfície de Curitiba através de pediplanação, cuja Formação Guabirotuba seria seu material correlativo.

Na Serra do Mar, este evento significou o ressaltamento de algumas montanhas que se comportavam como paleo inselbergs, recuando vertentes, já tendo como base o mar, provocando uma erosão remontante em drenagens que tinham esta direção escavando canyons que iam sendo aprofundados com o movimento ascensional do tectonismo. Tais movimentações tectônicas teria dado origem ao escalonamento das ombreiras na Serra do mar, elevando antigos

Estas feições seriam ora retrabalhadas, ora destruídas de acordo com as mudanças climáticas quaternárias, que foi capaz de eliminar a presença das superfícies mais regionais, mas dado a resistência diferencial dos corpos granitóides truncados até o Eoceno, compondo a Superfície regional mais antiga e a erosão que esvaziou o planalto por eversão ao longo do Terciário, exumando o paleoplano pré devoniano, deixando preservado na paisagem as duas superfícies mais antigas, já totalmente retrabalhadas e deformadas em diversos patamares em toda Serra do Mar, mas mais visível e fácil de interpretar no Ibitiraquire (figura 4).



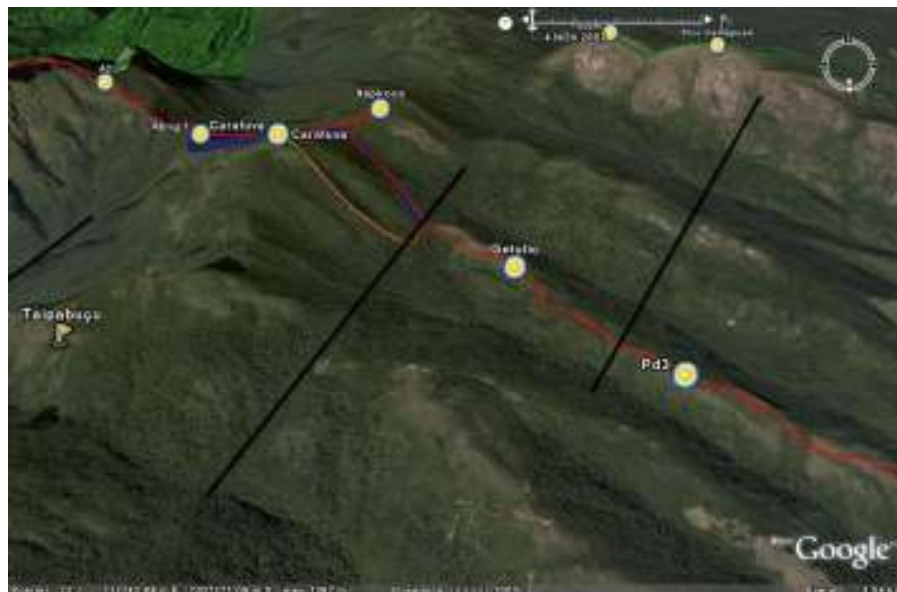
Assim, é possível que as diversas superfícies planas, colocadas sotopostas e escalonadas nas cristas e topos de montanhas, são todas relativas a uma só, a Superfície Sulamericana, que em comum apresenta alto diaclasamento de sua estrutura que, dado a desnudação do relevo em meio à esta longa história

fiisiofrafica, culminou na elaborafafaf de Tors de granito formando um relevo de caos de bloco presente em vafios planos onde ocorre a superficief e a Fm. Alexandra seria correlativa af este evento erosivo.

A exceafaf se faria em algumas vertentes ocidentais da Serra que apresentam alto mergulho em direafaf W, evidenciando ser o paleoplano exumado.



(a)



(b)

Figuras 5a e 5b: Vertente Ocidental da Serra do Ibitiraquire onde se verifica o escalonamento da superficief. Em Pd3 temos a primeira ombreira da Serra, numa

altitude de 1300 metros. Acima, há um falhamento que delimita outro escalonamento onde a marcação "Getulio" indica outra superfície a 1450 metros, em local de ocorrência de relevo com caos de Bloco. Mais ao alto, há outro falhamento visível que delimita outro escalonamento. Imagem Google Earth.



Figura 6: Relevo do tipo Tor na vertente Ocidental do pico do Caratuva numa altitude de 1450 metros. Tal relevo tem sua origem na desnudação da superfície. A mesma feição ocorre em outra superfície nas encostas orientais da montanha. Foto do autor.



Figura 7: Relevo entre os pontos Pd3 e Getúlio, apresentando suave escalonamento. Foto do autor.



Figura 8: Vertente Oriental da Serra do Ibitiraquire, observa-se grande falhamentos nas cristas dos Picos Taibabuçu (em frente) e Ferrara (ao fundo). Nota-se visivelmente uma deformação na superfície e também no caráter residual do cume do Ferrara, comportando-se como um provável paleo-Inselberg. Foto do autor.

HIPÓTESE DA PESQUISA

A deformação de antigas estruturas geomorfológicas, tais como a Superfície Sulamericana, é melhor compreendida a partir do movimento relativo entre elementos resistásticos que caracterizam blocos contíguos. Neste caso, são os marcadores pedogenéticos, tais como as superfícies lateríticas, os bolsões caoliníticos e até bauxíticos, que melhor determinam esta deformação. Além disso, características morfoestruturais diferenciadas poderão delimitar zonas homólogas (ou blocos tectônicos) limitadas por falhas.

Pretende-se não só a cartografar a morfoestrutura local, mas também realizar a datação da laterita e dos planos de falhas que as deformam, para a definição da idade relativa dos eventos tectônicos.

A partir destas evidências, será possível levantar hipóteses sobre a evolução morfotectônica da Serra do Ibitiraquire.

OBJETIVOS DA PESQUISA

- Identificação da Superfície Sulamericana e Alto Iguaçu na área de estudo.
- Identificação de depósitos lateríticos,
- identificação de falhas geológicas,
- Identificação de pedimentos (Formação Alexandra) e rampas de colúvios,
- Mensuração de taxas de soerguimento do relevo através de traços de fissão em apatita nos falhamentos.
- Determinação da idade relativa das superfícies de erosão e dos movimentos ascencionais.
- Refazer a história de evolução geomorfológica da Serra do Ibitiraquire, desventando a hipótese aventada.

MÉTODOS

Para se chegar ao resultado esperado, será necessária a utilização de tecnologias para a datação de paleo-superfícies e também a mensuração da idade de movimentação das falhas existentes na região.

Para que isto ocorra, no entanto, ainda são necessários ajustes. Em ambientes tropicais muitos elementos utilizados na datação são intemperizados, sendo assim, escolher o método correto significa adaptar os métodos existentes e disponíveis à esta realidade, o que representa um grande desafio desta pesquisa.

Até o presente momento, por meio do conhecimento pré-estabelecido da área e a metodologia de datação existente, há a possibilidade de aplicação do método laboratorial abaixo descrito, não se descartando a adoção de outros métodos que se adaptem melhor às condições de preservação do material a serem datados.

ATIVIDADES DE CAMPO

Serão realizadas excursões, afim de se reconhecer e cartografar na escala 1:10000, os principais afloramentos rochosos e reconhecimento de suas estruturas rúpteis, entre estas falhas e juntas tectônicas. Igualmente haverá o reconhecimento dos aspectos da morfologia local, dos depósitos de cangas, dos pedimentos, das superfícies planas e de eventuais vales suspensos.

Materiais a ser utilizado:

- 1) GPS de navegação modelo GARMIM MAP 60 CSX;
- 2) Bússolas geológicas;
- 3) Martelo geológico e trado;
- 4) Lupa de mão e imã;
- 5) Máquina fotográfica digital;
- 6) Material para coleta de amostras;
- 7) Mapa Geológicos na escala mínima 1:100000;
- 8) Carta Geomorfológica (escala mínima 1:250000)
- 9) Mapa de Solos (escala mínima 1:600000)

ATIVIDADES DE LABORATÓRIO PÓS CAMPO

(a) Cartografia

A análise laboratorial envolverá atividade de Geoprocessamento, utilizando-se cartas topográficas digitais em escalada 1:25.000 da Serra do Ibitiraquire (BRASIL, 2003a,b,c); georreferenciamento de imagens obtidas por aero levantamento e elaboração do modelo digital de elevação (MDE) com sombreamento de imagens.

Atividades-chave para a confecção dos mapas geológico e geomorfológico, identificação das superfícies de erosão, falhas e depósitos coluviais.

(b) Análise em laboratório (geoquímica e datações)

A obtenção da idade das superfícies será por meio de análises indiretas. Tal metodologia representa uma dificuldade que ainda precisa ser revista, devido às aplicações dos métodos de datação. Entretanto um dos métodos capazes de se obter a idade da superfície erosiva é o do (U-th)-He no material ferruginoso das lateritas.

O método de datação por U-th He apresenta uma vantagem aos outros métodos tradicionais de termocronologia, pois de acordo com Ribeiro (2008), ele é sensível à temperaturas muito baixas ($<100^{\circ}\text{C}$), e em muitos casos irão registrar detalhes sobre a história de resfriamento da apatita, podendo prover novas informações sobre a evolução das rochas sob diferentes condições de temperatura *versus* tempo (BURBANK, 2002).

As falhas e outros aspectos morfológicos da Serra do Ibitiraquire permite, ainda, a utilização de outras técnicas de datação, como, por exemplo, os Traços de Fissão em Apatita que permitem saber a idade em que a falha foi ativada (BRAUN & BEEK 2004) (COCKBURN et al. 2000).

Ainda existem ajustes e adaptações ainda não previstos na metodologia de datação que deverão ser revistos durante a execução do projeto.

RESULTADOS ESPERADOS

Testando as hipóteses aventadas, espera-se reunir o conhecimento sobre as origens do relevo do Brasil meridional, correlacionando-as com as hipóteses sobre a evolução geomorfológica da Serra do Ibitiraquire como um modelo para compreender as origens da Serra do Mar.

Reconstruir a história da paisagem local significa reconhecer as causas dos eventos que emolduraram o relevo e que também produziram efeitos em outras regiões, assim se espera que esta pesquisa possa contribuir a reforçar os conhecimentos sobre estes eventos.

Além de conhecer a genética do relevo, espera-se chegar a conclusões sobre a dinâmica do relevo e da paisagem como um todo, conhecimento este que será de grande relevância para a determinação da evolução física do terreno em apreço, o que repercute nas formas de uso do solo na região.

A área específica na região é uma Unidade de Conservação ainda não implantada e estes conhecimentos poderão colaborar na elaboração do plano de manejo.

CRONOGRAMA:

O cronograma de atividades pode ser acompanhado na tabela abaixo.

ATIVIDADES	BIMESTRE/ANO																	
	JUL/ AG O 201 1	SET/ OUT 201 1	NO V/D EZ 201 1	JAN /FEV 201 2	MA R/A BR 201 2	MAI /JU N 201 2	JUL/ AG O 201 2	SET/ OUT 201 2	NO VDE Z 201 2	JAN /FEV 201 3	MA R/A BR 201 3	MAI / JUN 201 3	JUL/ AG O 201 3	SET/ OUT 201 3	NO VDE Z 201 3	JAN / FEV 201 4	MA R ABR 201 4	MAI / JUN 201 4
Pesquisa Bibliográfica	x	x	x	x	x	X	x	X	x	x	x							
Cumprimento de créditos	x	x	x	x	x		x	x	x	x	X							
Elaboração do Projeto final									x	x								
Trabalho de campo		X	X			X	X	X										
Estágio em laboratório				X	X	X						x						
Qualificação									X	X								
Análise laboratorial									X	X	X	X						
Tratamento de dados e análise das informações				X	x	x	X	X	X	X	X	X	X	X				
Redação													x	x	x	x	X	

Conclusão																	x	X
Apresentação/defesa																		X
Publicação																		x

CUSTOS E FONTES DE RECURSOS

1) ATIVIDADE DE CAMPO

Haverá necessidade de 5 campanhas de campo, em média de 4 dias cada campanha. Haverá a necessidade de 2 pessoas. O custo de diária por pessoa é de cerca de R\$ 180,00. Desta maneira será necessário o total de **R\$ 7.200,00 (sete mil e duzentos reais)**.

2) TRANSPORTE

Haverá necessidade de aluguel de veículo para transporte de passageiro ao custo de R\$ 120,00. Serão 20 dias e desta maneira o custo estimado é de **R\$ 2.400,00 (dois mil e quatrocentos reais)**.

3) COMBUSTÍVEL

O total necessário será de **R\$ 1.200,00 (um mil e duzentos reais)**

4) ANÁLISE LABORATORIAL

Cada amostra tem os seguintes custos previstos:

- (U/TH)\He = E\$ 200,00 (duzentos euros) por amostra (ou cerca de R\$ 500,00)
– Preço orçado em laboratório de datação termonuclear da UNESP, Rio Claro-SP, em aplicação só no segundo semestre de 2012.
- Traços de Fissão = R\$ 400,00 por amostra (tratamento, contagem, datação e interpretação)

O custo por amostra poderá ser barateado se houver mais de uma amostra a ser datada. Outro fator que barateia as análises é a realização de estágio em laboratório, prática que é prevista. Cada superfície identificada na Montanha deverá ter uma ou duas amostras e em média 14 amostras. O ideal, no entanto, é de 25 amostras bem

selecionadas para interpretar a idade da falha, o soerguimento/erosão e estimar a idade da Paleosuperfície. O total máximo será de **R\$ 20.000,00 (vinte mil reais)**.

5) VIAGENS

Para estágio em laboratório será necessária passagem terrestre, estada e alimentação em Rio Claro (SP), ao custo total de **R\$ 5.400,00 (cinco mil e quatrocentos reais)**.

6) MATERIAL DE EXPEDIENTE

Materiais comuns utilizados em campo e escritório. Total de **R\$ 1.000,00 (um mil reais)**.

TOTAL GLOBAL DE RECURSOS NECESSÁRIOS: R\$ 30.000,00 (TRINTA MIL REAIS)

Para obtenção destes recursos será encaminhado Projeto de Pesquisa ao CNPQ e à Fundação Araucária.

Para o desenvolvimento do Projeto se requer Bolsa de Doutorado ao Curso de Pós-Graduação em Geologia, de acordo com a disponibilidade do Curso. Concomitantemente se requererá Bolsa de Doutorado ao CNPq e à Fundação Araucária.

DISCIPLINAS E ESTÁGIOS

Nome da disciplina	Código	Créditos
Método científico em Geociências	GC736	4
Sensoriamento Remoto Geológico		4
Neotectônica e análise morfotectônica	GC738	4
Análise estrutural avançada	GC741	4

Geobiossistemas	GC703	6
Avaliação de Impactos Ambientais	GC753	4
Gestão e Avaliação Ambiental	GC756	4
Alteração hidrotermal, Controle Estrutural e Mineralizações	GC761	4
Análise de Bacias Sedimentares	GC762	4
Zonas de Cisalhamento, Alteração Hidrotermal e Mineralizações	GC769	4
microtectônicas Aplicada à Prospecção Mineral	GC770	4
Estágio supervisionado em prática de docência	GC733	1
Estágio em laboratório de termocronologia		
Total de créditos:		47

BIBLIOGRAFIA:

AB'SÁBER, A. N. Brasil: **Paisagens de Exceção. O Litoral e o Pantanal Matogrossense. Patrimônios básicos**. Ateliê Editorial. São Paulo. 2006a. 182p.

AB'SÁBER, A. N. Contribuição à Geomorfologia da área dos cerrados. In: **Simpósio sobre o cerrado**. Edgard Blücher. São Paulo. 1971. P.97-104.

AB'SÁBER, A. N. O domínio dos mares de morros no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo IG-USP, nº 2, 1966(b). AB'SÁBER, A. N; A depressão periférica paulista: um setor das áreas de circundesnudação pós-cretácica na bacia do Paraná. **Geomorfologia**, IG-USP. (15). São Paulo. 1969b. 1-15.

AB'SÁBER, A. N; Megageomorfologia do Território brasileiro. In. Guerra, A. J. T; Cunha, S. B; **Geomorfologia do Brasil**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro. 1998. Pg.71-106.

AB'SÁBER, A. N; Participação das Depressões Periféricas e Superfícies Aplainadas na compartimentação do Planalto brasileiro. **Geomorfologia** nº 28. IG-USP. São Paulo, 1972.

- AB'SÁBER, A. N; Ritmo da epirogênese pós-cretácica e setores das superfícies neogênicas em São Paulo. **Geomorfologia**, IG-USP (13). São Paulo. 1969a 1-20.
- AB'SÁBER, A. N; Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário, **Geomorfologia**. N. 18. São Paulo IGEOG-USP, 1969c.
- AB'SÁBER, A.N. As altas superfícies de aplainamento do Brasil Sudeste. **Rev. Fac. Campineiras**. I (4). Campinas. 1954. 60-67.
- AB'SÁBER, A.N; BIGARELLA, J.J; Considerações sobre a geomorfogenese da Serra do Mar do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, nº4/5. Curitiba. 1961. Pg. 64-93.
- AB'SÁBER, A.N; O Problema das conexões antigas e da separação da drenagem do Paraíba e do Tietê. In: **Geomorfologia**. nº 26. IG-USP. São Paulo. 1957.
- ABREU, A.A. A teoria Geomorfológica e sua edificação: Análise crítica. **Revista do Instituto de Geociências**. 4(1/2), jan./dez. São Paulo. 1983. 5-23.
- ANGULO, R.J; Mapa Cenozóico do Litoral do Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 55, p. 25-42, 2004.
- ALMEIDA, F. F. M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1974. (Série Teses e Monografias, nº 14).
- ALMEIDA, F.F.M; CARNEIRO, C.R; Origem e evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências** 28(2), jun. 1998, p. 135-150.
- BALTORELLI, A; Origem das grandes cachoeiras do Planalto basáltico da Bacia do Paraná: Evolução Quaternária e Geomorfológica. In: **Geologia do continente Sul-Americano. Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Beca. São Paulo. 2004. Pg. 96-121.
- BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global: Esboço metodológico**. In: Caderno de Ciências da Terra. nº 13. IG-USP, São Paulo, 1972.
- BERNET, M; BRANDON, M; GARVER, J; MOLITOR, B. Downstream changes of alpine zircon fission-track ages in the Rhone and Rhine rivers. **Journal of Sedimentary Research**, Vol. 74, No. 1, JANUARY, 2004, P. 82-94
- BIGARELLA, J.J; ANDRADE LIMA, RIEHS, P.J; Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. **Separatas dos Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 47. Curitiba- Porto Alegre, 1975. Pg. 411-464.

BIGARELLA, J.J; MARQUES, P.L; AB'SÁBER, A.N; Ocorrência de pedimentos remanescentes nas fraldas da Serra do Iqueririm (Garuva, SC). **Boletim Paranaense de Geografia**, nº 4/5 Curitiba. 1961.

BIGARELLA, J.J; PASSOS, E; HERRMANN, M.L.P; SANTOS, G.F; MENDONÇA, M; SALAMUNI, E; SUGUIO, K; **Estrutura e origem das Paisagens tropicais e subtropicais**, vol(3). Editora da UFSC, Florianópolis, 2007. 552p.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Secretaria de Tecnologia da Informação. Diretoria de Serviço Geográfico. **Folha Bairro Alto PR**. SG-22-X-D-II-1-SE-MI-2843-1-SE. Escala 1:25.000. 2003.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Secretaria de Tecnologia da Informação. Diretoria de Serviço Geográfico. **Folha Rio dos Nunes-PR**. SG-22-X-D-II-3-NE-MI-2843-3-NE. Escala 1:25.000. 2003.

BRAUN, J Estimating exhumation rate and relief evolution by spectral analysis of age-elevation datasets. **Terra Nova**, 14, 210–214, 2002

BRAUN, J; BEEK, P. Evolution of passive margin escarpments: What can we learn from low-temperature thermochronology? **Journal of Geographical Research**, Vol. 109, 2004

BRAUN, O.P.G. Contribuição à geomorfologia do Brasil central. **Rev.Bras.Geografia**, R. de Janeiro, 33 (4):3-34, out./dez., 1971: 3-27.

BURBANK, D.W. Rates of erosion and their implications for exhumation. **Mineralogical Magazine**, February 2002, Vol. 66(1), pp. 25-52

COCKBURN H.A.P; BROWN, R.W; SUMMERFIELD, M.A; SEIDL, M.A. Quantifying passive margin denudation and landscape development using a combined Fission-track thermochronology and cosmogenic isotope analysis approach. **Earth and Planetary Science Letters** 179 429-435. 2000.

ERHART, H. A Teoria Bio-resistásica e os problemas biogeográficos e paleobiológicos. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, nº11, pg. 51-58, Junho, 1966.

FERNANDES, F. L.; CHANG, H. K. Gravity modeling of Taubaté Basin: Paraíba do Sul river valley, east of São Paulo State. **Revista Brasileira de Geofísica**, vol.19, n. 2, São Paulo. 2001.

MAACK, R., **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba, 1970. 450p.

MAACK, R. A Serra do Mar no Estado do Paraná. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, 31(229): 1-178, jul./ago., 1972

MAACK, R. O desenvolvimento das camadas gondwânicas do Sul do Brasil e suas relações com as formações Karro da África do Sul. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**. Vol. VII. Art. 20. Curitiba. 1952.

MARQUES, J.S (1995); Ciência Geomorfológica, in: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

MINEROPAR. **Mapa geomorfológico do Paraná** - escala 1:650.000, 2006;

MINEROPAR. **Mapa Geológico do Estado do Paraná**. Folha de Curitiba SG.22-X-D – escala 1:250.000. 2006.

MILANI, E. J; Comentários sobre a evolução tectônica da Bacia do Paraná. **Geologia do continente Sul-Americano. Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Beca. São Paulo. 2004.pg. 265-279.

OLLIER, C.D; PAIN, C.F. Equating the basal unconformity with the palaeoplain: a model for passive margins. **Geomorphology** 19 (1997) 1-15.

RIBEIRO, M; Evolução Tectônica e Denudacional da Serra do Mar (SE/Brasil) no limite entre o Cretáceo Superior e Paleoceno utilizando análises de traços de fissão e U-Th/He em apatitas. In: **Anais do VII SINAGEO**. Belo Horizonte. 2008.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência&Ambiente**, Universidade Federal de Santa Maria, n. 24, Santa Maria. 2002. p. 75-92.

RICCOMINI, C; SANT'ANNA, L.G; FERRARI, A.L; Evolução Geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: **Geologia do continente Sul-Americano. Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Beca. São Paulo. 2004. Pg.383-405.

SALVADOR, E. D; **Análise Neotectônica da região do Vale do Paraíba do Sul compreendida entre Cruzeiro (SP) e Itatiaia (RJ)**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar. IG-USP. São Paulo, 1994.

SUGUIO, K; SALLUN, A, E, M; Geologia do Quaternário e Geologia Ambiental. In: **Geologia do continente Sul-Americano. Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Beca. São Paulo. 2004. Pg. 461-469.

SPIEGEL, C; KUHLEMANN, J; DUNKL, I; FRISCH, W. Paleogeography and catchment evolution in a mobile orogenic belt: the Central Alps in Oligo–Miocene times. **Tectonophysics** 341 (2001) 33–47

THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes**. Wiley, Chichester, 1994.

TIPPETT, J.M; KAMP, P.J.J. Quantitative relationships between uplift and relief parameters for the southern Alps, New Zealand, as determined by fission tracks analysis. **Earth Surface Processes and Landforms**, Vo. 20, 153-175. 1995.

TWIDALE, C. R. **Analysis of landforms**, Wiley, London, 1976.

VALADÃO, R.C; Geodinâmica de Superfícies de Aplanamento, Desnudação Continental e Tectônica Ativa como condicionantes da Megageomorfologia do Brasil Oriental. In: **Anais do VII SINAGEO**. Belo Horizonte. 2009. 17p.

VARAJAO, C.A. A questão da correlação das superfícies de erosão do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais. Revista **Brasileira de Geociências**. 21(2):138-145, junho de 1991

VARAJAO, C. A, *et al.* Estudo da evolução da paisagem do quadrilátero ferrífero (Minas Gerais, Brasil) por meio da mensuração das taxas de erosão (10be) e da pedogênese. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 33, n. 5, Oct. 2009 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832009000500032&lng=en&nrm=iso>. access on 14 Mar. 2010. doi: 10.1590/S0100-06832009000500032. VITTE, A.C; Etchplanação Dinâmica e episódica nos trópicos quentes e úmidos. **Revista do Departamento de Geografia**, 16 (2005) 105-118. 105

VITTE, A. C; A Geomorfologia no Brasil: Uma avaliação histórica e paradigmática. In: **Anais do VII SINAGEO**. Belo Horizonte. 2008.14p.

ORIENTAÇÃO

ORIENTADOR

Prof. Dr. Eduardo Salamuni, Departamento de Geologia – UFPR.

Eduardo Salamuni

CO-ORIENTADOR (ainda em processo de convite)

Prof. Dr. Peter Hackspacher Departamento de Petrologia e Metalogenia Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP – RIO CLARO (SP)

Peter Hackspacher

Curitiba, 22 de junho de 2011