Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Geomorfologia e controle estrutural de diques na Região Centro-Norte do estado do Paraná

Bronislau Max Miguel Prestes¹, Susana Volkmer²

¹ Bolsista apoiado pela Fundação Araucária/CNPQ. Graduando em Geografia na Universidade Estadual de Maringá (UEM). bronismmp@gmail.com (autor correspondente). ² Professora Doutora do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá (DGE- UEM). svolkmer@uem.br.

Artigo recebido em 11/01/2017 e aceito em 02/04/2017

RESUMO

O presente trabalho visa continuar as investigações existentes sobre a geologia e geomorfologia do contato entre o segundo e o terceiro planalto paranaense. Seus objetivos foram reconhecer e plotar os diques de diabásio, identificar os demais lineamentos estruturais da área de estudo, elaborar a carta de drenagem da referida área e associar a disposição da drenagem com os lineamentos levantados. Padrões de drenagem específicos foram encontrados na área de estudo, situada na região centro-norte do Estado do Paraná. Os de tipo semi-retangular e retangular foram estabelecidos pela presença de falhas preenchidas por diques em geral (com direção aproximada de N50°W). Os padrões de tipo subparalelos e paralelos foram estabelecidos pela existência de fraturas comumente de direção norte. A base metodológica do trabalho ficou centrada em levantamento bibliográfico, cartográfico, e nos produtos do sensoriamento remoto. Foram utilizadas: quatro cartas topográficas do IBGE na escala 1:100.000, necessárias para o recobrimento da área de estudo, carta geológica do Paraná (Mineropar, 2006) na escala 1:650.000, e dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), organizado pela NASA (2000), obtidos por Miranda (2005), que permitiram a elaboração da carta hipsométrica. Constatou-se que a drenagem da área de estudo, é fortemente influenciada por diques de diabásio, entre outros lineamentos estruturais.

Palavras-chave: diques, drenagem, lineamentos estruturais, centro-norte, Paraná.

Geomorphology and Structural Dikes Control at the Central North Region of the State of Paraná

ABSTRACT

This work targets to continue the existing researches about the geology and geomorphology of the contact between the second and third paranaense plateau. The objectives of this research was to recognize and plot the diabase dikes, identify others structural lineaments of the study area formulate the area's drainage map and associate the drainage arrangement with the lineaments found. Specific drainage systems patterns were found in the study area, situated in the central north region of the State of Paraná. Those with the semi-rectangular and rectangular forms were determined by the presence of faults filled with dikes in general (with approximated direction of N50°W). The subparallel and parallel patterns were determined through the existence of fractures commonly directed north. The works methodological base was centered on bibliographic and particularly cartographic surveys. In this case, it was used: four topographic maps from IBGE in the scale 1:100.000 to cover the study area, a geologic map of Paraná (Mineropar, 2006) in the scale 1:650.000, and SRTM(Shuttle Radar Topography Mission) data arranged by NASA(2000), obtained at Miranda (2005), allowing the elaboration of the hypsometric map. It was established that the drainage of the study area is strongly affected by the diabase dikes, and other structural lineaments.

Keywords: dikes, drainage, structural lineaments, central north, Paraná.

Introdução

No período Juro-Cretáceo um grande volume de rochas magmáticas vulcânicas recobriu uma parte das regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil, formando a Província Mágmatca do Paraná, inserida no contexto geotectônico da Bacia Sedimentar do Paraná. Estas rochas ígneas vulcânicas, que fazem parte da Formação Serra Geral, são constituídas principalmente por basaltos toleíticos e andesitos basálticos, ocorrendo

subordinadamente, riolitos e riodacitos (Peate et al. 1992, In: Milani et al, 2007).

No Estado do Paraná, cerca de 50% de sua área exposta é recoberta por rochas vulcânicas que incluem diques de diabásio, que ocorrem em larga escala na parte centro-norte do estado. A propósito destes derrames vulcânicos, cerca de 10% dos mesmos apresentam natureza intermediária a ácida

(ERNESTO et al. 1990, RAPOSO e ERNESTO. 1989).

Profissionais de diferentes instituições de ensino e pesquisa (Mineropar, UFPR, e universidades estaduais, entre as quais, a UEM) têm desenvolvido pesquisas que tratam de aspectos de cunho geológico-tectono-geomorfológico, nos últimos 20 anos. Estas pesquisas estão relacionadas, direta ou indiretamente, aos derrames vulcânicos do Estado do Paraná (Almeida, 1986; Rostirolla, Assine, Fernandes, Artur, 2000; Arioli, Mineropar, 2006; Licht, Arioli, 2006; Licht, Arioli, 2008; Couto, 2011; Couto et al.; 2011 Licht, Arioli, 2012; Licht, 2013;).

No presente trabalho, pretende-se dar continuidade às investigações já realizadas sobre a geologia e a geomorfologia da área-contato do terceiro com o segundo planalto paranaense. Os objetivos definidos são o reconhecimento e plotagem dos diques de diabásio, identificação dos demais lineamentos estruturais presentes na área de estudo, elaboração da carta de drenagem da referida área e associação da disposição da drenagem com os lineamentos levantados.

Esta pesquisa contribuirá com os estudos geomorfológicos da região centro-norte do estado, no que diz respeito à associação da drenagem com os lineamentos estruturais estabelecidos pela intrusão de diques.

A área de estudo abrange os municípios de Borrazópolis, Faxinal, Cruzmaltina, Mauá da Serra, Tamarana, Ortigueira, Grandes Rios, Rosário do Ivaí, Rio Branco do Ivaí, Ariranha do Ivaí, Ivaiporã, Reserva. Entre os objetivos propostos neste trabalho incluem-se o reconhecimento e a associação dos tipos de diques e demais lineamentos estruturais, com a disposição, padrão e densidade da drenagem na área de estudo.

Material e métodos

Para a realização do presente trabalho foi necessário, inicialmente, um levantamento da base cartográfica que inclui a área de pesquisa. Esta base cartográfica é composta pelas folhas topográficas de Apucarana (SF-22-U-IV) (IBGE, 1966), de Congonhinhas (SF-22 -V-III) (IBGE, 1967), Rio Alonzo/Faxinal (SG-22-C-II) (IBGE, 1967), e Ortigueira/Telêmaco Borba (SG-22-D-I) (IBGE, 1967), todas na escala 1:100.000. Em relação às cartas denominadas, Faxinal e Telêmaco Borba, observa-se que as mesmas aparecem na articulação das cartas do IBGE com os nomes, respectivamente, de Rio Alonzo e Ortigueira. Tendo em vista a confecção dos mapas temáticos, de localização, de drenagem, e de lineamentos estruturais, foram utilizados arquivos vetoriais, em

formato *Shapefile*, da hidrografia do Paraná na escala 1:250.000. Para tal, utilizou-se um sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), localizado na latitude 22° sul, obtido no *site* do Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG, 2010), e procedente do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 2007).

A carta de lineamentos estruturais teve como base cartográfica o mapa geológico da Mineropar (2006), na escala 1: 650.000, e que corresponde a uma compilação de 21 cartas topográficas (DSG IBGE 2006) na escala 1:250.000, convertidas e homogeneizadas no sistema UTM, datum SAD 69. Os dados SRTM utilizados para a elaboração da carta hipsométrica foram obtidos por Miranda (2005), os quais foram gerados a partir de dados de radar, obtidos de sensores a bordo do ônibus espacial Endeavour, do projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) organizado pela NASA (2000).

Para se trabalhar com esses dados vetoriais e *raster*, utilizou-se o *software* de processamento digital de dados, Quantum GIS (versão 2.8.3 WIEN), que permitiu a elaboração da carta hipsométrica, sobre a qual se posicionou a drenagem (Figura 6). O *software* Surfer 9.0 foi usado para a elaboração do Modelo Digital de Elevação que permitiu uma melhor visualização do controle estrutural da drenagem e da configuração morfológica geral da área. Ambos os softwares foram disponibilizados pelo Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá.

Contextualização teórica

Aspectos geológico-geomorfológicos da área de estudo

A geologia do estado do Paraná encontra-se sintetizada na carta geológica do Paraná produzida pela Mineropar (2001), conforme mostra a Figura 2.

Quanto à geomorfologia paranaense, Maack (1981), em seu trabalho clássico “Geografia física do Estado do Paraná” apresenta e caracteriza as linhas orográficas principais do Paraná. A saber: “Zona Litorânea”, “Serra do Mar”, “Primeiro Planalto”, “Segundo Planalto” e “Terceiro Planalto”. A área de trabalho encontra-se na região centro-norte do estado em área que engloba parte do contato do terceiro com o segundo planalto. Conforme o autor acima, o Segundo Planalto se caracteriza por três contextos geológicos distintos: a) no limite com o primeiro planalto, verifica-se uma zona de eversão constituída pelo arenito branco da Formação Furnas; b) em seu interior, sedimentos paleozóicos e mesozóicos

compreendendo arenitos, siltitos, folhelhos e calcários, além de rochas metamórficas como filitos, calcários, e quartzitos (Grupo Açungui), e por plutonitos, granitos, granitos-pórfiros e quartzo-pórfiros; c) na borda leste, a escarpa devoniana, denominada Serra Geral, com altitudes máximas de cerca de 1.100m que declinam suavemente para W, SW e NW até a base da escarpa do terceiro planalto. Esta escarpa conhecida como *serra da Boa Esperança*, é geologicamente denominada de escarpa mesozóica, na qual se podem observar litologias da era mesozóica expostas do Terceiro Planalto. O último contexto geológico – Serra Geral - é o que nos interessa no presente trabalho, tendo em vista a presença dos diques.

O pacote sedimentar presente na área de estudo corresponde, da base para o topo, às formações Rio do Rasto (do Permiano), Pirambóia (do período Triássico, Botucatu e Serra Geral (ambos do período Juro–Cretáceo), conforme litotipos citados por Milani et al., (1994).

A Formação Rio do Rasto é constituída por siltitos e argilitos intercalados por arenitos finos, cores esverdeadas, avermelhadas e arroxeadas,

níveis ocasionais de calcário e sílex. Situa-se em grande parte da área de estudo, principalmente nas menores altitudes (cotas entre 380 a 460 m), vindo a compor a depressão ortoclinal da borda planáltica (relevo *cuestiforme*), conforme Couto et al., (2011). Estas rochas corresponderiam a uma associação de ambientes eólico, fluvial e de lagoas rasas.

A Formação Pirambóia, que pouco aflora na área, assenta-se por discordância litológica com suave angularidade sobre a Formação Rio do Rasto (Soares, 1975), sendo composta basicamente por arenitos friáveis, em sequencias de até 20 m de espessura, que equivalem a sedimentitos flúvio-eólicos meso-neotriássicos.

A Formação Botucatu é composta por arenitos finos com níveis conglomeráticos na sua parte superior; apresenta cor cinza-avermelhada, com frequente cimento silicoso ou ferruginoso. Segundo White (1908) à medida que esta litologia aflora no terço médio da encosta, passa a dominar a estratificação acanalada de grande porte, sugerindo domínio de condições climáticas mais áridas, próprias de um ambiente desértico com depósito de dunas e interdunas.

Figura 1. Área de trabalho. Fonte: Elaborada pelo autor, a partir de imagem SRTM (NASA, 2000).

As Formações Pirambóia e Botucatu são de difícil diferenciação em campo, sendo, portanto, abordadas conjuntamente. Elas afloram geralmente no *front* da escarpa estabelecida pelo contato Segundo-Terceiro planalto, produzindo feições morfodinâmicas, do tipo vales suspensos. (Couto et al., 2011).

A Formação Serra Geral é caracterizada principalmente por um espesso pacote de rochas vulcânicas básicas de idade juro-cretácica, que pode atingir em algumas regiões, até 32 derrames sucessivos, alcançando uma espessura média de 50m, conforme cita Strugale et al. (2004, 2007). No mesmo período foram geradas estruturas intrusivas plutônicas, os chamados diques de diabásio, constituídos por rochas máficas e secundariamente félsicas, de granulação média a grossa. De acordo com Couto et al. (2011) a maior resistência destes diques à erosão é evidenciada por serras e picos alinhados ao longo da direção N45W, acompanhando o eixo principal da bacia do Rio Alonzo (Zona de Falhas do Alonzo), elevando-se até 700 m em relação a seu leito.

O compartimento geomorfológico associado à presença de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral é estruturado por soleiras diabásicas, diques básicos de diabásios, dioritos pórfiros, microdioritos pórfiros, lamprófiros, andesitos, monozonitos pórfiros e traquiandesitos. Ou seja, uma associação de rochas vulcânicas e plutônicas, básicas, ácidas e neutras.

Na área de estudo encontram-se os seguintes compartimentos planálticos: Planaltos residuais da Formação Serra Geral, o Planalto de Ortigueira, e o Planalto de Apucarana. Os Planaltos residuais da Formação Serra Geral situam-se no Segundo Planalto Paranaense e apresentam alto grau de dissecação. A classe de declividade predominante encontra-se entre 12 e 30%. O relevo apresenta gradiente de 640 m, com altitudes variando entre 380 m e 1020 m, associadas as quais, verificam-se formas com topos alongados e aplainados (predominantes), vertentes côncavo-convexas e vales em "V" modelados em rochas das Formações Rio do Rasto, Pirambóia, Botucatu e Serra Geral, (Santos et al., 2006).

Figura 2. Geologia do Estado do Paraná e a distribuição das litologias em perfil geológico de direção geral NW-SE. Fonte: Mineropar (2001).

O Planalto de Ortigueira corresponde a uma subunidade morfoescultural também situada no Segundo Planalto Paranaense, e que apresenta grau de dissecação média. As classes de declividade variam de 12 a 30%, e o relevo apresenta gradiente de 560 m, com altitudes variando entre 420 m e 980 m. As formas associadas são predominantes constituídas por topos alongados e em cristas, vertentes retilíneas e vales em "V", estando elas modeladas sobre rochas das formações Teresina e Rio do Rasto (Santos et al., 2006). A direção geral destas feições morfológicas é NW/SE, coincidente com a dos diques de diabásio.

O Planalto de Apucarana é uma subunidade morfoescultural situada no Terceiro Planalto Paranaense e que evidencia alto grau de dissecação. As classes de declividade encontram-se distribuídas entre 12 e 30%, apresentando esta área planáltica um gradiente de 380 m, com altitudes variando entre 360 m e 740 m. As formas predominantes são colinas de topos alongados, além de vertentes convexas e vales em "V",

modeladas sobre as rochas da Formação Serra Geral (Mineropar, 2006). A direção geral desta morfologia é NW/SE.

Os diques e sua importância na configuração morfológica regional

De acordo com Coutinho, (2008), há um enxame de diques costeiros que compõe a extensão norte e sul de um sistema de junção tríplice centrado na costa do Estado do Paraná e relacionado à abertura inicial do Atlântico Sul. Eles são constituídos de magma de caráter máfico que preencheu lineamentos estruturais de vários tipos e direções. Eles ocorrem ao longo das direções N-S (braço sul, na costa Paraná-Santa Catarina), NW-SE (arco de Ponta Grossa) e NE-SW (braço norte na costa de São Paulo-Paraná). Cinquenta e dois diques, quase todos toleíticos, foram mapeados e amostrados nas costas do braço sul. Entre os lineamentos estruturais (Figuras 3 e 4), associados à formação do Arco de Ponta Grossa, ocorrem diabásios toleíticos acompanhados de algumas intrusões riolíticas e andesíticas.

Figura 3. Carta Hipsométrica exibindo os lineamentos estruturais da área de estudo. Fonte: Imagem SRTM, NASA, (2000).

A área de estudo apresenta diversas estruturas geológicas lineares como mostra a Figura 4. Entre elas encontram-se diques de diabásio, falhas aproximadas, falhas definidas, falhas preenchidas por diques, falhas prováveis, e fraturas. Os diques constituem nosso foco de trabalho. A sua ocorrência e distribuição no Paraná está atrelada ao evento tectono-magmático associado à separação dos continentes Sul-americano e Africano. Os diques constituem corpos tabulares verticais de diabásio, uma rocha

ígneia intrusiva, hipoabissal, básica, de granulação média a fina, composta basicamente por feldspatos cálcicos e piroxênio (Mineropar, 2001).

Na figura 4 se pode observar a presença de inúmeros diques de diabásio com direcionamento 45° NW/SE, principalmente aglomerados na região central da área de estudo, porém não se restringindo a essa. Algumas fraturas dispostas perpendicularmente aos diques, e assim como os mesmos, influenciaram na configuração da drenagem.

Figura 4. Lineamentos estruturais na área de estudo. Fonte: Mineropar, 2006.

Em alguns pontos dos setores SE, E, e NE, da carta de lineamentos (Figura 4), encontram-se falhas preenchidas por diques.

Maack (1981) localiza e descreve diversos afloramentos de diques de diabásio. Um deles

ocorre próximo ao contato do terceiro com o segundo planalto, entre os rios Laranjinha e Itararé. No local se encontram mesetas de arenito eólico da Formação Botucatu que fazem parte do contexto morfológico da serra *Três Bicos* e das serras *Rio*

Branco e Porungos, todas interceptadas por diques de diabásios recobertos por lavas básicas. Este “trapp” eleva-se nas altitudes de 800 a 975m.

O referido autor ainda discute a relação destes diques com a drenagem. A orientação da linha de serras divisoras de águas entre os rios Tibagi e Alonzo, conhecida como serra de Apucarana e serra dos Mulatos, (altitudes de 1.000 a 1.150 m), é determinada pela presença de diversos diques de diabásio paralelos, com direcionamento para SE-N 45° W.

Resultados e discussão

Na área de pesquisa se observou alguns tipos de padrões de drenagem. Na região noroeste, nas proximidades do município de Cruzmaltina, bem como na região norte-noroeste, no município de Faxinal, encontram-se padrões de drenagem dendríticos. Localizadamente há casos de rios

dendríticos subsidiários de padrão pinado, tendo em vista a pequena angularidade entre o rio principal e seu afluente de primeira ordem. À norte de Cruzmaltina, verifica-se o padrão semi-retangular. Nos setores, sul, sudoeste e oeste do mapa, em área que abrange os municípios de Grandes rios e Rosário do Ivaí, há drenagens com padrão sub-paralelo a paralelo nas quais afluentes principalmente de primeira ordem se encaixam em fraturas de direcionamento norte.

Nos setores nordeste, leste e sudeste da área de estudo, os padrões de drenagem encontrados são do tipo dendrítico, identificando-se localizadamente os padrões de drenagem do tipo pinado, em treliça e semi-retangular. Estes padrões estão associados às bruscas alterações de direcionamento hídrico, quando a drenagem local acompanha a estrutura de falhas preenchidas por diques.

Figura 5. Drenagem da área de estudo. Fonte: ITCG, 2010.

Couto (2011), em pesquisas de cunho geomorfológico na carta de Faxinal, observou que a drenagem é fortemente controlada por lineamentos estruturais a partir da presença de um sistema de falhas, fraturas e diáclases.

Na área de estudo foram identificados padrões de drenagem do tipo semi-retangulares e

retangulares onde há falhas e diáclases, do tipo radial centrífuga em pontos onde se encontram altos estruturais, do tipo semi-dendríticos a dendríticos nas demais áreas da carta, entre outros tipos de difícil reconhecimento, que podem sugerir padrão semi-retangular.

Figura 6. A rede de drenagem e as estruturas geológicas lineares sobre base hipsométrica. Fonte: NASA, 2000; Mineropar, 2006; ITCG, 2010.

Na análise dos padrões de drenagem situados nos setores NE, E, e SE, verifica-se que o direcionamento NW de seus cursos fluviais é ocasionado pela presença de falhas preenchidas por diques, o que proporciona padrões de drenagem semi-retangulares. Na área de baixas altitudes, situada na parte centro-sudoeste da carta, pode-se notar a influência das fraturas de direção N sobre a drenagem, ocasionando padrões subparalelos próximos ao curso hídrico principal, o Rio do Peixe. Este, por sua vez, tem seu direcionamento fluvial principal atrelado à presença dos diques que apresentam direção aproximada N40-50°W.

Na parte centro-norte da área de estudo, onde há um alto estrutural, melhor identificado na carta hipsométrica (figura 3), há concentração de diques e falhas preenchidos de direção geral NW-SE (figura 4). Neste setor, em que as altitudes podem chegar a 1300m, se estabeleceu o padrão de

drenagem do tipo radial (figuras 5 e 6), proporcionando o espalhamento anelar das drenagens nas regiões, central e sudeste do município de Mauá da Serra. Os cursos hídricos advindos desse padrão apresentam um direcionamento N40-50°W, mantendo um percurso paralelo ao direcionamento dos diques de diabásio.

Em trabalho de campo realizado no Morro da Pedra Branca, popularmente conhecido como Morro das Antenas, localizado no município de Mauá da Serra, foi possível identificar algumas feições geológicas e geomorfológicas de um Alto Estrutural - AE (Figura 8), verificado na área de estudo. No topo do Morro das Antenas afloram arenitos da Formação Botucatu que exibem uma granulação decrescente ascendente. Isto significa que na base afloram arenitos mais grosseiros do que no topo; estes, por sua vez, estão mais silicificados. Este fato justificaria a maior

resistência desta rocha à erosão na parte superior do afloramento.

Do ponto de vista geomorfológico o morro em análise, constitui um morro testemunho integrante da borda preservada do Alto Estrutural de Mauá da Serra. Devido a sua suave inclinação para o centro da bacia, ele se enquadraria na classificação de um relevo cuestiforme. Os diversos “fragmentos” da borda do AE observados a partir do topo do Morro das Antenas, indicam a presença de uma feição radial de aproximadamente 10km de diâmetro. Ela seria originária de uma intrusão de corpo ígneo do tipo lacólito que promoveu o entumescimento da superfície, e a partir do mesmo, a formação de estruturas planares com direção NW. No campo obteve-se a atitude em um afloramento que indicou N70° W/25° SW.

O topo do Morro das Antenas encontra-se a uma altitude de cerca de 1.280m, a partir do qual se pode observar uma vasta parcela do relevo associado ao Alto Estrutural, incluindo-se os vários tipos de diques, inclusive os de diabásio, conforme classificação feita pela Mineropar (2006). A figura 7, obtida de Couto (2011), permite a observação de alguns aspectos da geomorfologia local. A figura 7-1 exibe três superfícies de aplainamento (denominadas SP). Neste contexto geomorfológico verifica-se a drenagem de padrão retangular a subretangular, superimposta às superfícies SP II e SP III. A figura 7-2 mostra as serras decorrentes das estruturas lineares promovidas pela intrusão dos diques de diabásio de direção geral N40-50W, na região de Mauá da Serra.

Figura 7. Detalhe do relevo do município de Mauá da Serra. Fonte: Couto, 2011.

Figura 8. Localização de diques e afloramento estrutural.

Para melhor visualização do efeito dos lineamentos estruturais sobre a drenagem e sobre o relevo da área foi elaborada uma representação em

3D – Modelo Digital de Elevação, observado na Figura 9.

Figura 9. Representação 3D da área de estudo - Modelo Digital de Elevação – MDE.

No Modelo Digital de Elevação - MDE (Figura 9) ficam nítidas e marcantes as estruturas NW-SE correspondentes aos diferentes tipos de diques, e que determinam o direcionamento das diferentes drenagens a elas associadas. É possível observar ainda sistemas de fraturas correlatos, com disposição perpendicular e oblíqua, truncando os lineamentos e a drenagem paralela ao mesmo, de direção N40-50W. Neste contexto tecto-lito-geomorfológico verifica-se também o alto estrutural no setor norte da área.

Conclusões

As estruturas geológicas lineares identificadas na área de estudo (Figura 4), permitiram, em associação com a análise da carta de drenagem (Figuras 5), e da imagem SRTM (Figura 3), compor a carta síntese (Figura 6), elaborada a partir da base hipsométrica. As informações, dela obtidas, juntamente com as

observações de campo registradas na figura 8, permitiram estabelecer uma forte relação entre os diques e fraturas preenchidos por diabásio (entre outros tipos de diques), com a distribuição da rede de drenagem.

Estes lineamentos, com direção preferencial N40-50°W, associados ao Arco de Ponta Grossa, influenciaram a distribuição e o padrão das diferentes ordens de drenagem da área. As atividades magmáticas juro-cretácicas que se estenderam por grande parte do estado paranaense também foram responsáveis pela formação, distribuição e preenchimento magmático das estruturas geológicas acima citadas.

Agradecimentos

Demonstro meus sinceros agradecimentos pela oportunidade concedida e pelo apoio oferecido pela CNPQ / Fundação Araucária, órgão financiador do projeto.

Referências

- Almeida, F.F.M., 1986. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. *Revista Brasileira de Geociências* 16, 325-349.
- Arioli, E.E., Licht, O.A.B., 2006. Mapeamento geológico da formação Serra Geral: relatório final das folhas cartográficas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão. Mineropar, Curitiba.
- Arioli, E.E.; Licht, O.A.B., 2008. Mapeamento geológico da formação Serra Geral: relatório final da folha cartográfica de Guarapuava. Mineropar, Curitiba.
- Christofolletti, A., 1980. Geomorfologia, 2 ed. Edgard Blucher, São Paulo.
- Coutinho, J.M.V., 2008. Enxame de diques da junção tríplice do Paraná, Brasil meridional. *Geologia USP* 8, 28-52.
- Couto, E.V., 2011. Influência morfotectônica e morfoestrutural na evolução das drenagens nas bordas planálticas do alto Ivaí – Rio Alonzo – Sul do Brasil. Maringá, Dissertação (Mestrado). Maringá. UEM
- Couto, E.V., Manieri, D.D., Manosso, F.C., Fortes, E., 2011. Correlação morfoestrutural da rede de drenagem e lineamentos da borda planáltica, faxinal, Paraná. *Geociências* 30, 315-326.
- Ernesto, M., Pacca, I.G., Hiodo, F.Y., Nardy, A.J.R., 1990. Paleomagnetism of the mesozoic Serra Geral Formation, Southern Brasil. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Ed. Elsevier 64, 153-175.
- Guerra, A. J. T., Cunha, S. B., 2012. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e Estatística, 1966. Folha Topográfica de Apucarana (SF-22-U-IV).
- IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e Estatística, 1967. Folha Topográfica de Congonhinhas (SF-22-V-III).
- IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e Estatística, 1967. Folha Topográfica de Rio Alonzo/Faxinal (SG-22-C-II).
- IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e Estatística, 1967. Folha Topográfica de Ortigueira/Telêmaco Borba (SG-22-D-I).
- IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 2007. Mapa da Hidrografia do Estado do Paraná, Disponível: http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_ambiental/hidrografia.jpg. Acesso: 10 jun. 2016.
- ITCG. Instituto de Terras, Cartografia e Geociências, 2010. Mapa das Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná. Disponível: http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Bacias_2010.pdf. Acesso: 12 jan, 2016.
- Licht, O.A.B., 2013. Vulcões no Terceiro Planalto do Paraná. *Revista do CREA-PR* 75, 30.
- Licht, O.A.B., Arioli, E.E., 2012. Statistical behavior of major and minor elements in basic, intermediate and acidic rocks of the Serra Geral Formation and Arapey Group, Paraná Large Igneous Province, South America. *Pesquisas em Geociências*. 39, 247-267.
- Maack, R. 1981. Geografia Física do Estado do Paraná, 2 ed. José Olympio. Rio de Janeiro.
- Milani, E.J., França, A.B., Schneider, R.L., 1994. Bacia do Paraná. *Boletim de geociências da Petrobrás* 8, 69-82.
- Milani, E. J., Melo, J.H.G., Souza, P.A., Fernandes, L.A., França, A.B, 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de geociências da Petrobrás* 15, 265-287.
- Mineropar. Minerais do Paraná S. A., 2001. Atlas Geológico do Paraná. Secretaria da Indústria do Comércio e do Turismo do Estado do Paraná, Curitiba.
- Mineropar. Minerais do Paraná S. A., 2006. Mapa Geomorfológico do Paraná. Escala 1:650.000. Secretaria de Indústria, Comércio e do Turismo do Estado do Paraná, Curitiba.
- Miranda, E. E. (Coord.), 2005. Brasil em Relevô. Disponível: <http://www.relevobr.cn.pm.embrapa.br>. Acesso: 15 set. 2015.
- NASA. National Aeronautics and Space Administration, 2000. Shuttle Radar Topography Mission. Disponível: <http://srtm.usgs.gov/>. Acesso 15 set. 2015.
- Raposo, M.I.B., Ernesto, M., 1989. Rochas intrusivas básicas do arco de Ponta Grossa: resultados paleomagnéticos preliminares. *Revista Brasileira de Geociências* 19, 392-400.
- Rostirolla, S.P., Assine M.L., Fernandes, L.A., Artur P.C., 2000. Reativação de paleolineamentos durante a evolução da Bacia do Paraná – o exemplo do alto estrutural de Quatiguá. *Revista Brasileira de Geociências* 30, 639-648.
- Santos, L.J.C., Fiori, C.O., Canali, N.E., Fiori, A.P., Silveira, C.T., Silva, J.M.F., Ross, J.L.S., 2006. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 7, 03-12.
- Soares, P.C., 1975. Divisão Estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências* 5, 229-251.
- Strugale, M., Rostirolla S.P., Mancini, F., Portela Filho, C.V., Ferreira, F.J.F., Freitas, R.C., 2007.

- Structural framework and Mesozoic–Cenozoic evolution of Ponta Grossa Arch, Paraná Basin, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 24, 203- 227.
- Strugale, M., Rostirolla, S.P., Mancini, F., Portela Filho, C.V., 2004. Compartimentação estrutural das Formações Pirambóia e Botucatu na região de São Jerônimo da Serra, estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências* 34, 303-316.
- White, I. C., 1908. Relatório sobre as “coal measures” e rochas associadas do sul do Brasil. Comissão das Minas de Carvão de Pedra do Brasil 300, Rio de Janeiro.