



---

## UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE PALEOSUPERFÍCIE PARA O ESTUDO DA EXUMAÇÃO DAS ÁREAS DA BACIA DO PASSA CINCO (SP) E O SETOR NORDESTE DO PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS (SP/MG)

Débora Aparecida Machi<sup>1</sup> – *deboramachi@bol.com.br*

Fernanda Aparecida Leonardi<sup>1</sup> – *ferunesp@yahoo.com.br*

Iandara Alves Mendes<sup>2</sup> – *planreg@rc.unesp.br*

Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE

Universidade Estadual Paulista - UNESP

*Palavra-chave:* paleosuperfície, exumação, geomorfologia.

*Eixo Temático:* Análise e Diagnóstico de Processos Erosivos

### Introdução

O presente trabalho está vinculado ao Projeto Temático “*História da Exumação da Plataforma Sulamericana a exemplo da região sudeste Brasileira: Termocronologia por traços de fissão e sistemáticas Ar/Ar e Sm/Nd*”<sup>3</sup>, cujo objeto é reconstruir o processo de exumação da parte da Plataforma Sulamericana, na região Sudeste do Brasil, entre o norte do Estado de São Paulo e sul de Minas Gerais. Este Projeto tem coordenação geral do Prof. Dr. Peter C. Hackspacher<sup>4</sup> e coordenação do Setor de Estudos Geomorfológicos da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Iandara Alves Mendes.

A relevância deste trabalho para o Projeto Temático em andamento está no aprofundamento de estudos geomorfológicos já existentes relacionados às áreas, apontando os fenômenos responsáveis pela morfogênese local. Tem como objetivo fornecer subsídios para discussão dos resultados da aplicação da metodologia de Paleosuperfície aplicados a Bacia do Rio Passa Cinco (SP) e do Setor Nordeste do Planalto de Poços de Caldas (SP/MG).

---

1- Estagiárias do Laboratório de Geomorfologia – DEPLAN – IGCE – UNESP.

2 - Professora do Departamento de Planejamento – DEPLAN – IGCE – UNESP.

3 - Projeto Temático Financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

4 - Professor do Departamento de Petrografia e Mineralogia – DPM– IGCE – UNESP.



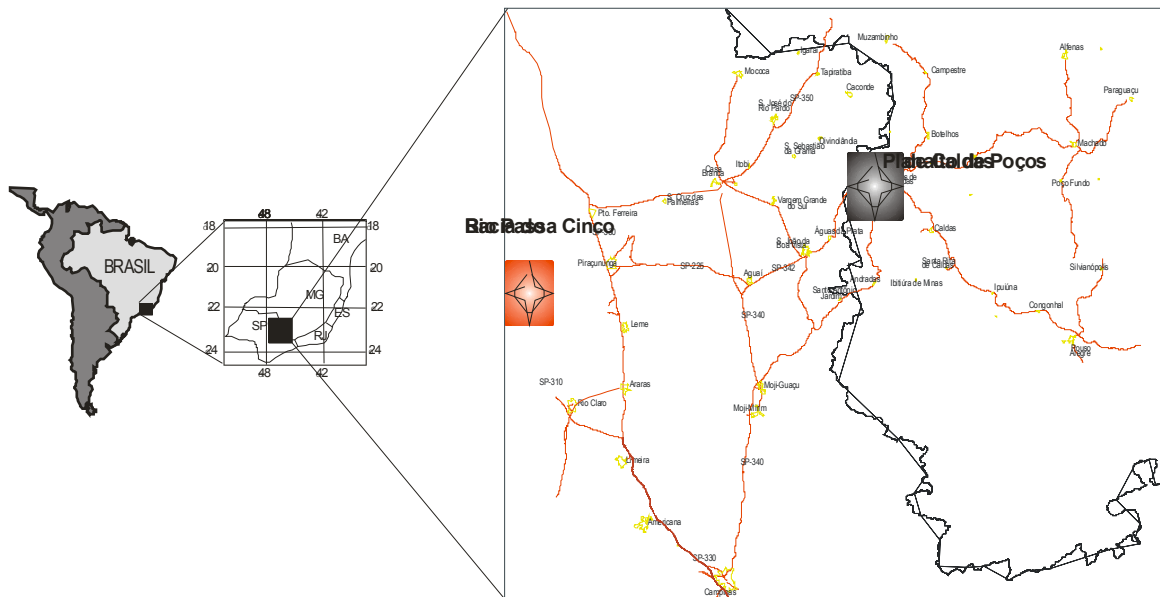
O método de paleosuperfícies visa reconstruir a paisagem geomorfológica a partir da movimentação relativa dos blocos tectônicos. Toma-se como base à seleção de determinado número de pontos cotados, e sua digitalização. Através da aplicação deste método pode-se restabelecer o comportamento das superfícies de cimeiras e blocos adjacentes antes da ocorrência da dissecação contemporânea. Este método aplicado no presente trabalho foi proposto por Deffontaines (1987), já havendo sido utilizado nos trabalhos de MAZZEO et al (2002), DORANTI et al (2002) e DORANTI et al (2002).

Paleosuperfícies ou superfícies de erosão são formadas por alterações climáticas que originam um manto intempérico “in situ” que criam áreas relativamente planas em cotas mais altas, que posteriormente são preservadas por alçamentos tectônicos, o que retarda o efeito da erosão lateral e vertical, sobre as mesmas (Widdowson, 1997).

ALMEIDA (1964), ao analisar o relevo do Estado de São Paulo, considerando sua heterogeneidade, divide-o em cinco Províncias Geomórficas que correspondem às grandes divisões de sua geologia que se estendem aos Estados vizinhos. Essas províncias dividem-se em Zonas, “tão naturais quanto possíveis, servindo sobretudo de feições locais do relevo” e algumas Zonas dividem-se em Subzonas, “quando diversidades estruturais ou morfológicas o recomendaram”.

Neste trabalho buscou-se analisar duas áreas geológica e geomorfologicamente distintas, localizadas: 1) Bacia do Rio Passa Cinco, na Província da Depressão Periférica na Zona do Médio Tietê, e na Província das Cuestas Basálticas e 2) Setor Nordeste do Planalto de Poços de Caldas, na Província do Planalto Atlântico na Zona do Planalto de Poços de Caldas (Figura 1).

Este trabalho vem demonstrar o método da paleosuperfícies como um importante subsídio que se corrobora as diversas hipóteses já descritas anteriormente sobre a gênese das áreas estudadas. Para tanto, é um método bem limitado se usado sozinho, pois pouco se pode afirmar levando-se em consideração somente os topos sem que sejam efetuadas associações com o material bibliográfico e as observações de campo.



**Figura 1.** Localização da Bacia do Rio Passa Cinco e Planalto de Poços de Caldas.

## Área de Estudo

### A – Bacia do Rio Passa Cinco

A bacia hidrográfica do Rio Passa Cinco tem aproximadamente 550 km<sup>2</sup>, estando localizada aproximadamente entre 48°35”- 48°55” W e 22°15”- 22°35” S . Suas nascentes encontram-se posicionadas na Serra de Itaqueri, no Município de Itirapina (SP), na Província das Cuestas Basálticas. Os rios desta Bacia drenam áreas da Depressão Periférica na Zona do Médio Tietê até desaguar no Rio Corumbataí, que por sua vez deságua no Rio Piracicaba.

A Província das Cuestas Basálticas apresenta um relevo escarpado no limite da Depressão Periférica seguida de uma sucessão de grandes plataformas estruturais de relevo suavizado inclinado para o interior em direção da calha do Rio Paraná (IPT, 1981).

A maior parte da bacia está localizada na Depressão Periférica, que tem sua origem predominantemente denudacional, é que compreende a uma faixa de ocorrência das seqüências sedimentares infra-basálticas paleozóicas e mesozóicas que inclui áreas descontínuas de corpos intrusivos, sob forma de diques e “sills” de diabásios, e pequenas áreas de rochas pré-cambrianas. (IPT, 1981).

Para Penteadó (1976, apud IPT, 1981), a Depressão Periférica é recoberta:

“por densa rede de drenagem, salientando-se algum dos rios principais como cursos conseqüentes que, mantendo seu antigo traçado dirigido para



NW em direção ao eixo da bacia do Rio Paraná, a partir de uma superfície de aplainamento antiga (final do Cretáceo e início do Terciário) superimpuseram-se as estruturas paleozoicas e mesozóicas para romper a cuesta basálticas em boqueirões: o Tiete, o Paranapanema, o Moji-Guaçu e o Pardo. Esses rios, como artérias principais de maior capacidade erosiva e provavelmente com interferências tectônicas teriam provocado capturas através de seus afluentes, de ‘primitivos conseqüentes’, que adaptando-se as estruturas, passaram a percorrer as cuestas com nítido desvio em seu traçado, a exemplo do Piracicaba, o Sorocaba, o Capivari, o Itararé, o Apiaí, o Taquari, etc”.

Convém ressaltar que a Bacia do Rio Passa Cinco insere-se nas Folhas do IBGE: Piracicaba (SF-23-M-III-2), Rio Claro (SF-23-M-I-4), Itirapina (SF-23-M-I-3) e São Pedro (SF-23-M-III-1), publicadas em 1969 na escala de 1:50.000.

#### B – Setor Nordeste do Planalto de Poços de Caldas

O Planalto de Poços de Caldas localiza-se na borda ocidental da Mantiqueira e em contato com os extremos orientais da Bacia Sedimentar do Paraná, forma um conjunto morfoestrutural perfeitamente caracterizado, englobando territórios mineiro e paulista. Esse é formado por um complexo de rochas efusivas e intrusivas, representando a maior ocorrência alcalina do Brasil. Devido à ascensão do magma nefelínico na periferia do maciço e ao de fendas circulares, aparece como uma unidade individualizada, delimitado por um anel quase perfeito. Está enquadrado nas longitudes de 46° e 47° W e nas latitudes de 21° e 22° S, recobrando uma área de 800 km<sup>2</sup> (Christofolletti, 1973).

O maciço alcalino de Poços de Caldas, para ELLERT (1959) é

“constituído principalmente por rochas nefelínicas, tinguaitos e foiaítos, mas possui em seu interior rochas anteriores à intrusão alcalina. São sedimentos e rochas vulcânicas formadas por tufos, brechas, aglomerados e lavas ankaratríticas. Os sedimentos acompanham o contato com o gnaisse e afloram em maior extensão nas áreas W e S do complexo. A base do pacote sedimentar consta de camadas argilo-arenosas, com estratificação horizontal e o tópo é formado por arenitos com estratificação cruzada. Acham-se perturbados e mergulham, no geral, para o interior do maciço. Sobre os sedimentos foram depositados brechas, tufos e lavas, que forma uma faixa continua no bordo N-W”.

BJÖRNBERG (1959) esquematizou os prováveis acontecimentos geológicos ocorridos na região de Poços de Caldas: 1-) anteriormente à intrusão as areias ocupavam a



região e junto as montanhas era depositado silte e argila; 2-) intrusão e vulcanismo; 3-) abatimento; e, 4-) forma atual do planalto, após longa ação erosiva.

O Planalto Atlântico, Província em que se situa o Planalto de Poços de Caldas, caracteriza-se “geomorfologicamente como uma região de terras altas, constituídas predominantemente por rochas cristalinas pré-cambrianas e cambro-ordovicianas, cortadas por intrusivas básicas e alcalinas mesozóicas-terciárias, e pelas coberturas das bacias sedimentares de São Paulo e Taubaté” (IPT, 1981).

O relevo do Planalto de Poços de Caldas, segundo ALMEIDA (1964), teve sua evolução a partir de uma superfície de erosão que nivela seus mais altos cimos em altitudes compreendidas entre 1550 a 1600 m.

O Setor Nordeste do Planalto de Poços de Caldas encontra-se representado nas Folhas pelo IBGE de Caldas (SF-23-V-D-IV-3) e Poços de Caldas (SF-23-V-C-VI-4), publicadas em 1969 na escala de 1:50.000.

## **Metodologia**

O método de paleosuperfícies, proposto por DEFFONTAINES (1987), tem por objetivo reconstruir a paisagem geomorfológica e pode-se também restabelecer o comportamento das superfícies de cimeiras e blocos adjacentes antes da ocorrência da dissecação contemporânea.

Toma-se como base à seleção de determinados números de pontos cotados e topos anotando a localização no espaço de cada ponto (eixo x y z), que ao final é digitalizado. A escolha dos critérios para essa seleção dos pontos a serem digitalizados é essencial porque todos os resultados dependerão deste procedimento, pois representa um limite intrínseco imposto pelo próprio método de paleosuperfícies.

Nas áreas estudadas foram selecionados todos os pontos cotados individualizados ou encerrados por uma curva de nível, registrados nas cartas topográficas do IBGE na escala de 1:50.000 e 1:250.000.

Para uma melhor interpretação das áreas estudadas foram feitas paleosuperfícies do bloco local e do bloco regional, objetivando uma visão do seu envolvimento com o entorno dessas áreas.

Os pontos selecionados foram digitalizados em planilha do *software* SURFER 8 a fim de fornecer um modelo digital do terreno (MDT), a partir do qual foram definidos os limites entre as paleosuperfícies e os blocos que as sustentam. A digitalização dos pontos



gera um MDT que constituiu-se em peça chave para a interpretação da compartimentação morfotectônica.

Para um melhor entendimento, além do MDT, construiu-se um mapa dos isovalores dos parâmetros morfométricos e uma superfície de tendência, onde pode-se, através de uma média, observar qual a inclinação do bloco e sua tendência para sedimentação.

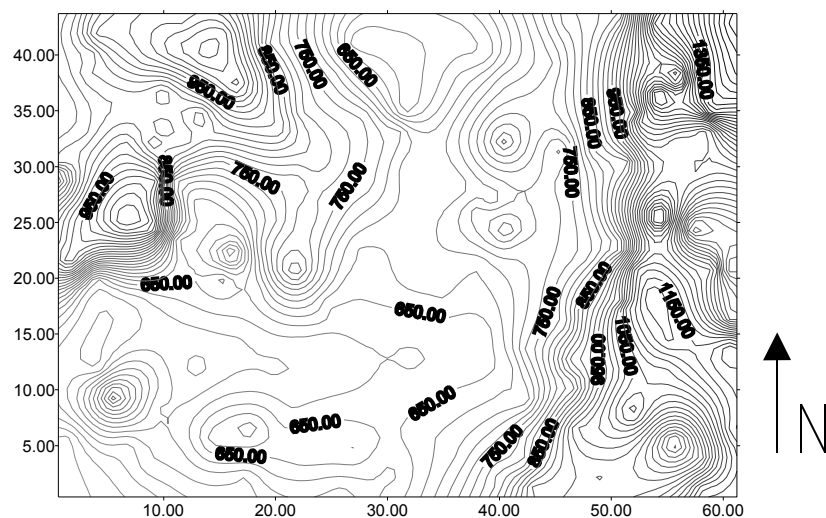
Será necessário também se realizar visitas de campo a fim de verificar a veracidade dos dados encontrados na paleosuperfície. Esse passo estará presente na próxima etapa deste trabalho.

## Resultados e Discussão

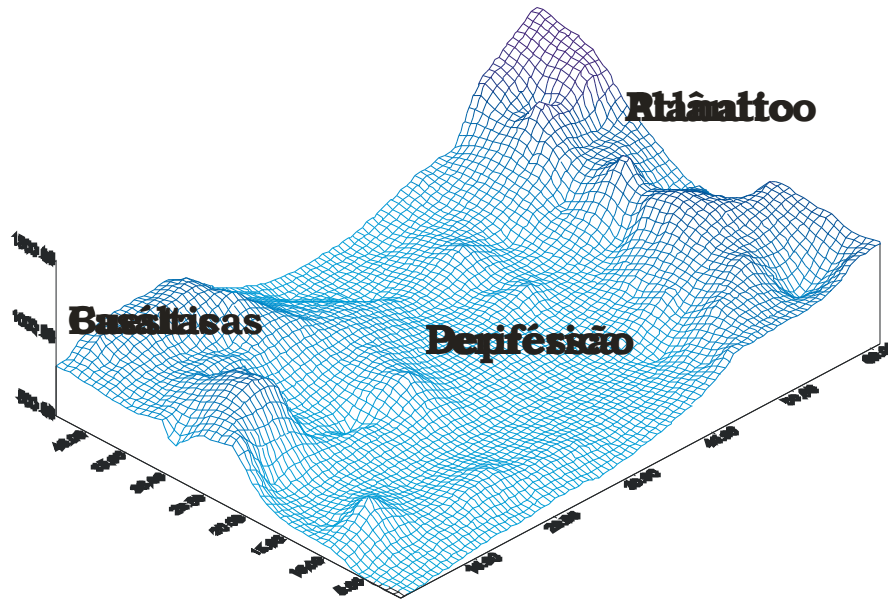
Objetivando estabelecer-se a comparação dos blocos locais e regionais das áreas estudadas foram elaboradas um modelo digital de terreno (MDT), uma carta de isovalores e uma superfície de tendência, tendo como base cartas topográficas em escala de 1:50.000 e 1:250.000 respectivamente.

### A – Bacia do Rio Passa Cinco

Na área da Bacia do Rio Passa Cinco foram utilizadas para confecção das paleosuperfícies: a folha de Campinas de 1:250 000 (IBGE, 1979) para o bloco regional (Figuras 2, 3 e 4) e as folhas de Itirapina, Rio Claro, Piracicaba e São Pedro de 1:50.000 (IBGE, 1969) para o bloco local (Figuras 5, 6 e 7).

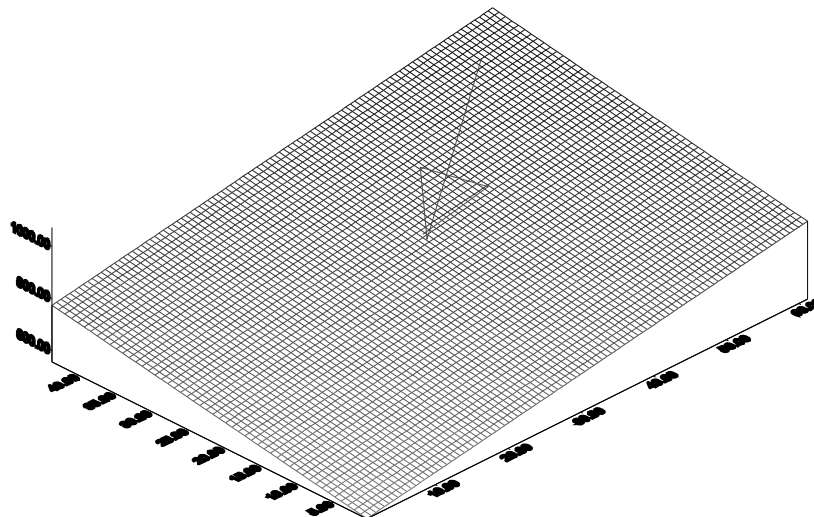


**Figura 2.** Carta de isovalores dos parâmetros morfométricos do Bloco Regional da Bacia do Passa Cinco.

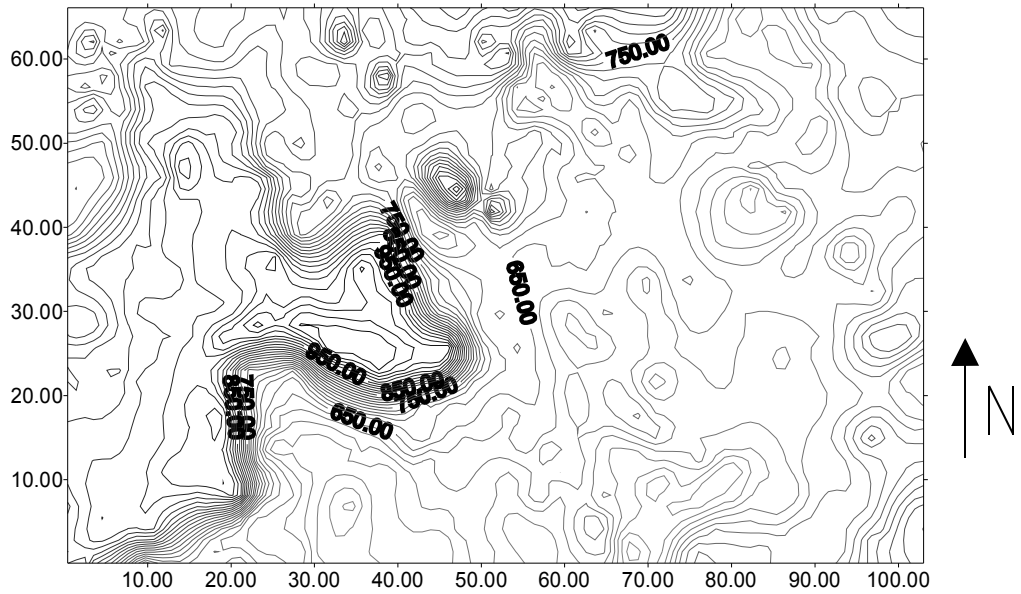


**Figura 3.** Modelo Digital do Terreno do Bloco Regional da Bacia do Passa Cinco.

No MDT do Bloco Regional da Bacia do Passa Cinco pode-se destacar os três grandes compartimentos do relevo: Cuestas Basálticas, Depressão Periférica e Planalto Atlântico. O nível de base desta área encontra-se na Depressão Periférica, as áreas mais altas são fornecedoras de sedimentos que alimentam essa Depressão.

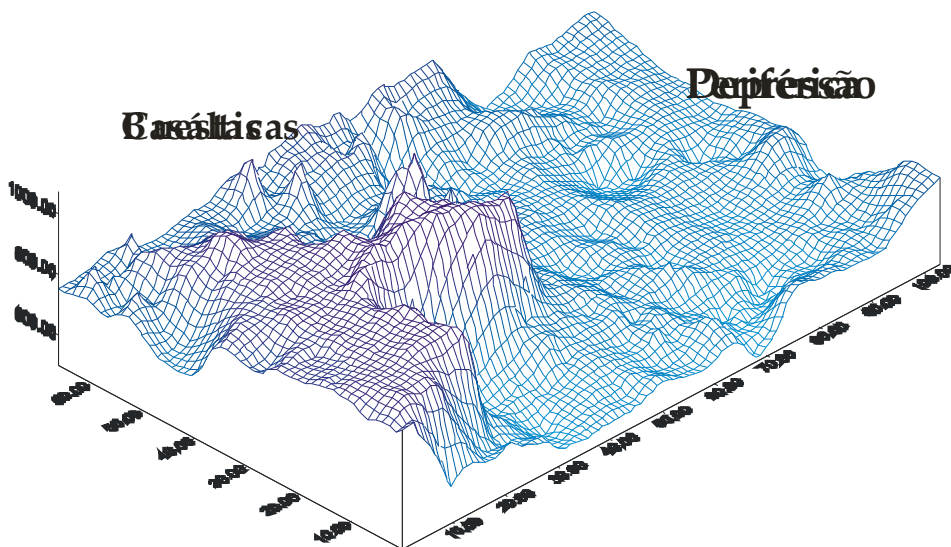


**Figura 4.** Superfície de Tendência do Bloco Regional da Bacia do Passa Cinco. A seta indica a direção de inclinação do bloco.



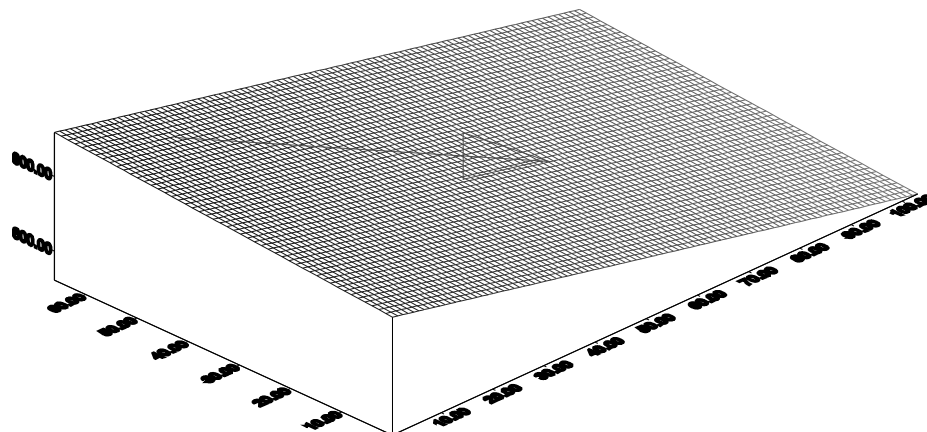
**Figura 5.** Carta de isovalores dos parâmetros morfométricos do bloco local da Bacia do Rio Passa Cinco.

Na figura 6, há dois grandes compartimentos do relevo bem distintos: Cuestas Basálticas e Depressão Periférica. A Bacia do Passa Cinco tem suas nascentes nas Cuestas Basálticas e se estende para terrenos da Depressão Periférica, carreando para esta sedimentos.



**Figura 6.** Modelo Digital do Terreno do bloco local da Bacia do Rio Passa Cinco.





**Figura 7.** Superfície de Tendência do Bloco Local da Bacia do Passa Cinco. A seta indica a direção de inclinação do bloco.

As superfícies de tendência da Bacia do Passa Cinco representadas nas figuras 4 e 7, indica que os blocos apresentam inclinações com direções diferentes, ou seja, o regional possui inclinação NE-SE e o bloco local NW-SE. Esta situação evidencia que no bloco regional as paleosuperfícies com cotas mais altas localizam-se a NE, no planalto cristalino em direção às cotas mais baixas na Depressão Periférica. Porém, no bloco local situam-se à NW próximo a região das cuestas basálticas, onde vem apresentar sua inclinação também na direção da Depressão. Contudo, a direção do caimento é diferente da do bloco regional.

Desse fato, observa-se que o controle das direções das pendentes nos blocos regional e local são dados pelos diferentes compartimentos de relevo em que se encontram, sofrendo assim pouca influência tectônica, que poderia ser evidenciada caso o bloco local estivesse inserido no cristalino e com direção oposta a do bloco regional.

Um dado a se considerar na direção de inclinação da superfície de tendência é que sua construção leva em consideração a média dos valores dos pontos cotados da área, mostrando a inclinação do bloco em sua totalidade. Na figura 3, ao observar-se o MDT vê-se que a Depressão Periférica tem tendência a sedimentação tanto oriunda das Cuestas basálticas como do Planalto Atlântico; já na figura 4, a superfície de tendência apresenta uma única direção de inclinação. Portanto, quando analisa-se uma paleosuperfície é importante interpretar-se todos os resultados, em seu conjunto, para não estabelecer-se uma idéia errônea da dinâmica da superfície enfocada.



B – Setor Nordeste do Planalto de Poços de Caldas

Quanto ao setor nordeste do Planalto de Poços de Caldas foram utilizadas para a confecção das paleosuperfícies: as folhas de Varginha, Ribeirão Preto, Campinas e Guaratinguetá de 1:250 000 (IBGE, 1979) para o bloco regional (Figuras 8, 9 e 10) e as folhas de Poços de Caldas e Caldas de 1:50.000 (IBGE, 1969) para o bloco local (Figuras 11,12 e 13), que encontra-se na junção das quatro folhas de 1:250.000.

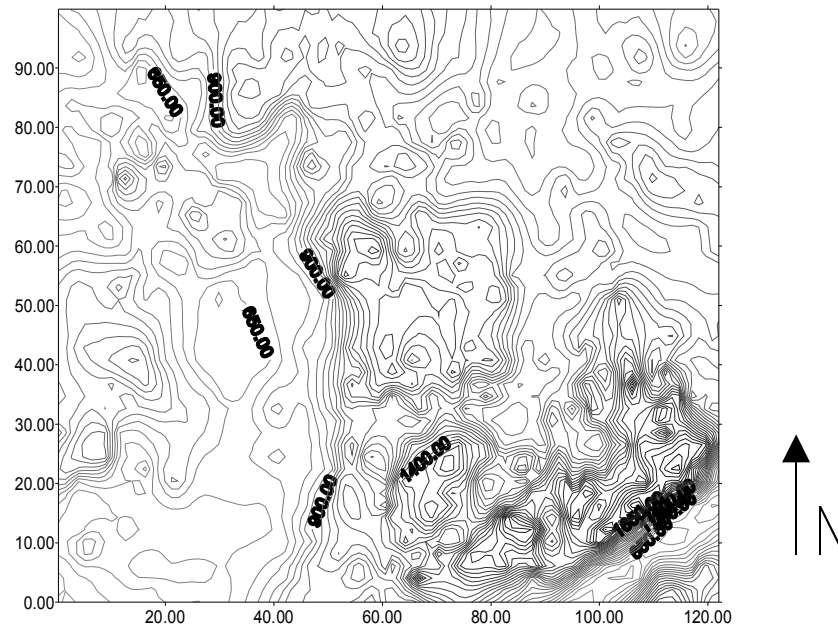


Figura 8. Carta dos isovalores dos parâmetros morfométricos do Bloco Regional do Planalto de Poços de Caldas.

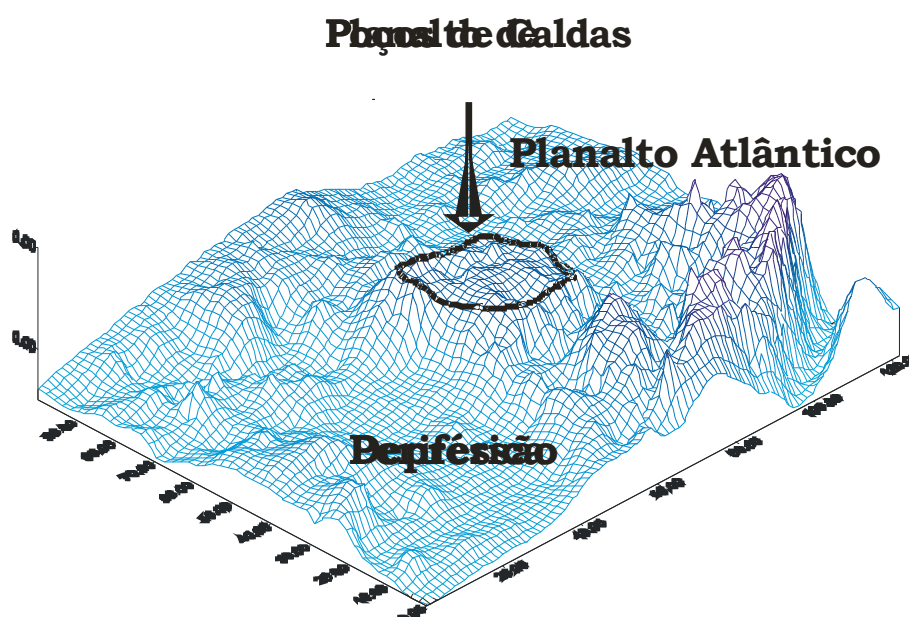
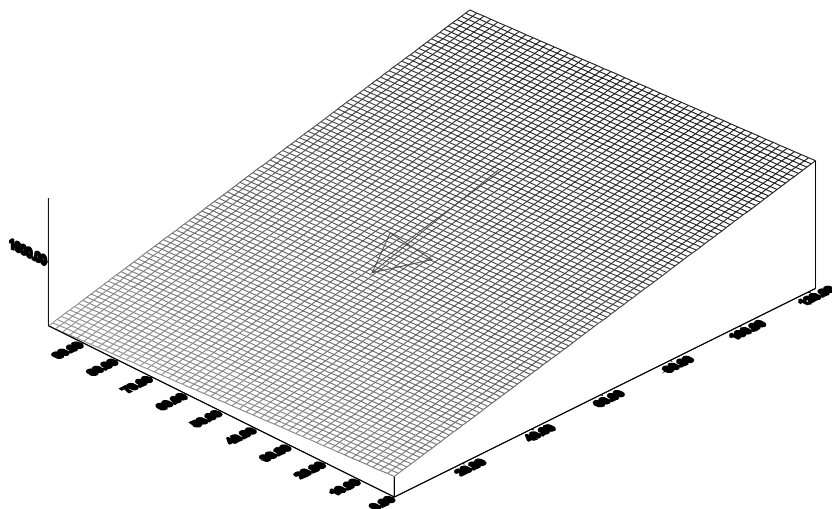


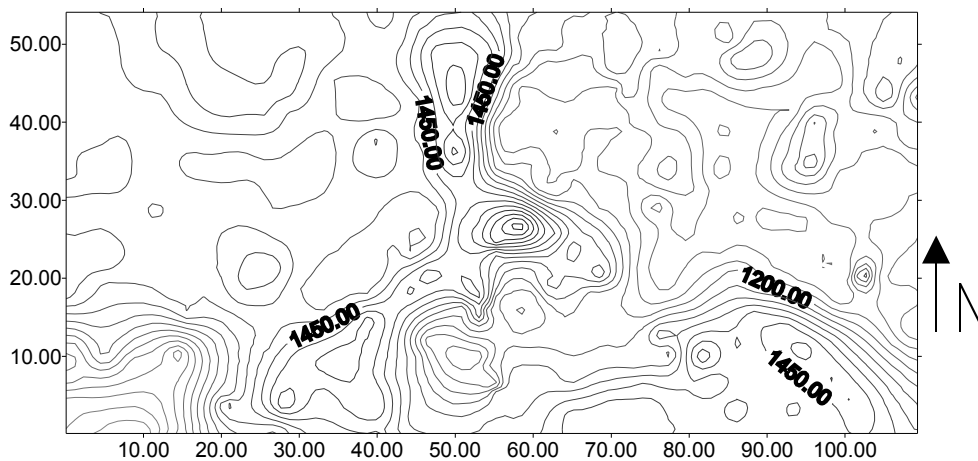
Figura 9. Modelo Digital do Terreno do bloco regional do Planalto de Poços de Caldas.



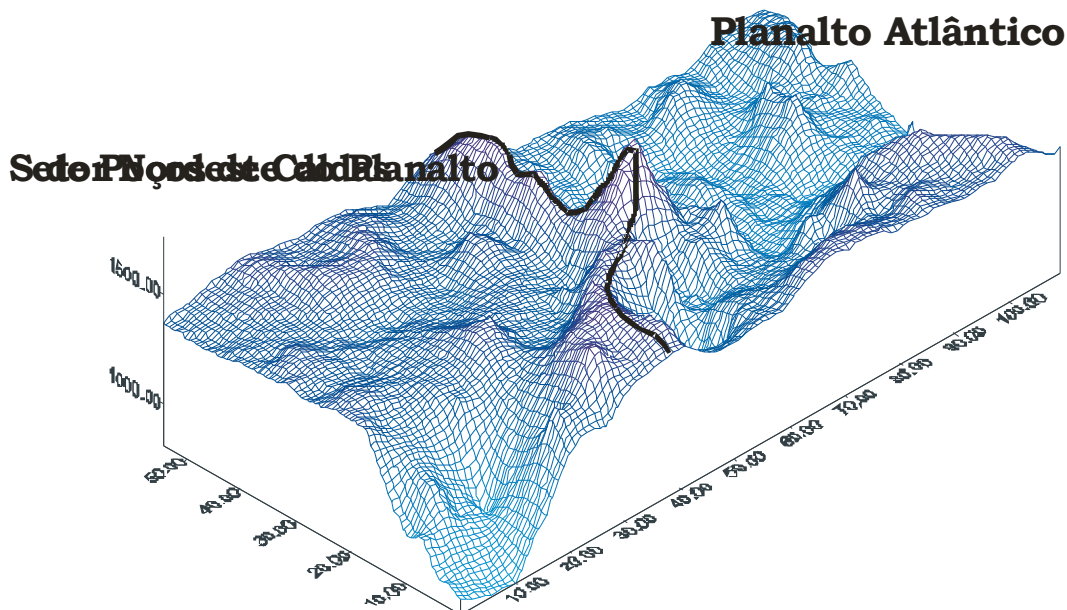
No MDT do bloco regional de Planalto de Poços de Caldas observa-se claramente dois compartimentos do relevo: Depressão Periférica e Planalto Atlântico, com destaque ao Planalto de Poços de Caldas que é uma marco tectônico (intrusão de rochas alcalinas) que possui uma feição peculiar em forma anelar.



**Figura 10.** Superfície de Tendência do bloco regional do Planalto de Poços de Caldas. A seta indica a direção de inclinação do bloco.

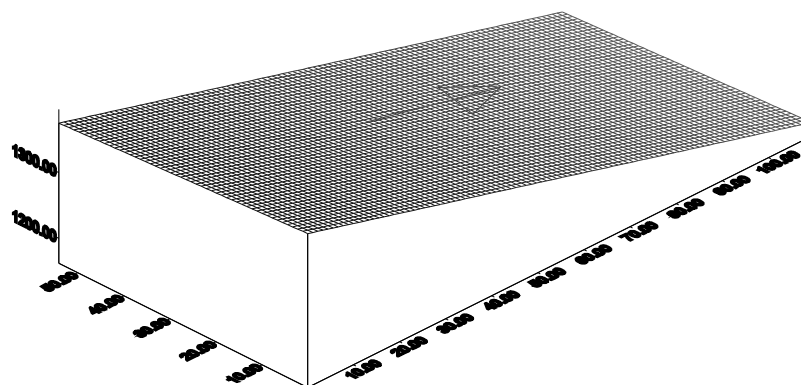


**Figura 11.** Carta de isovalores dos parâmetros morfométricos do bloco local do Setor Nordeste do Planalto de Poços de Caldas.



**Figura 12.** Modelo Digital do Terreno do bloco local do Setor Nordeste do Planalto de Poços de Caldas

No MDT do bloco local do Setor Nordeste do Planalto de Poços de Caldas observa-se certa descontinuidade do anel de tinguaiúto. Como afirma Christofolletti (1973) “o quadrante leste caracteriza-se por não apresentar o dique anelar como expressão morfológica, embora litologicamente apresente intrusões e tinguaiúto e foiaúto e o aparecimento de finitos, estes tangenciando as intrusões tinguaiticas numa longa faixa ao sul de Caldas”. Um dos picos mais altos do Planalto de Poços de Caldas se encontra neste setor, que é a Serra da Pedra Branca com 1.764 m de altitude.



**Figura 13.** Superfície de Tendência do bloco local do Setor Nordeste do Planalto de Poços de Caldas. A seta indica a direção da inclinação do bloco.



A análise das figuras 10 e 13 permite constatar que no bloco regional, o comportamento da superfície de tendência tem inclinação no sentido E-W e no bloco local se apresenta diferente com direção W-E. Este fato evidencia que com relação as morfoestruturas na escala local, o comportamento desse bloco sofre influência dos condicionantes tectônicos diferenciados daqueles observados no bloco regional.

Por este motivo pode-se concluir que, o bloco regional, que representa a antiga superfície erosiva, pode ter passado por um momento em que a atuação da tectônica alterou localmente o seu comportamento desse bloco causando assim, a inversão no sentido da denudação em virtude da mudança na direção da pendente local.

### **Referências Bibliográficas**

ALMEIDA, F.F.M. de. Os fundamentos Geológicos do relevo paulista. **Boletim 41 IGG**. São Paulo, p. 169-263, 1964.

BJÖRNBERG, A.J.S. Rochas Clásticas do planalto de Poços de Caldas. **Geologia FFCL/USP**, São Paulo, v.18, n.237, p.63-122, 1959.

CHRISTOFOLETTI, A. A unidade Morfoestrutural do Planalto de Poços de Caldas. **Notícia Geomorfológica**, v.13. pp.77-85, 1973.

DEFFONTAINES, B. Mouvements récents du Graben Rhénan et de Ses abords. **Bureau de Recherches Geologiques et Minières**. Décembre, 1987.

DORANTI, C; CORRÊA, A.C.B; MENDES, I.A. Aplicação do método das paleosuperfícies como contribuição ao estudo morfoestrutural do Planalto de Monte Verde/Mantiqueira Ocidental. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA**, 4, 2002, São Luis, Anais... São Luis: UFMA, 2002. p.30.

DORANTI, C; MESQUIARI, D.E; MAZZEO, P.P.P; CORRÊA, A.C.B; MENDES, I.A. Contribuição ao estudo morfoestrutural de áreas planálticas do Sudeste do Brasil a partir do método das paleosuperfícies. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA**, 4, 2002, São Luis, Anais... São Luis: UFMA, 2002. p.30.



ELLERT, R. Contribuição à Geologia do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. **Geologia** n.18 (237): 5-63, São Paulo. USP. FFCL, 1959.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. (IPT). **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Volume I. São Paulo: Hamburg, 1981. 94 p.

MAZZEO, P.P.P; MENDES, I.A; CORRÊA, A.C.B. Análise de dados de elevação digital para a interpretação de paleosuperfícies para setores planálticos do Sudeste do Brasil. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA**, 4, 2002, São Luis, Anais... São Luis: UFMA, 2002. p.30.

WIDDOWSON, M. Palaeosurfaces: Recognition, Reconstruction and Palaeoenvironmental Interpretation. **Geological Society Special Publication**, v.120, p.1-12, 1997.