28. SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS E MODELOS CLÁSSICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO

Karine Bueno Vargas[1], Idjarrury Firmino[2] & Michael Vinicius de Sordi[3]

[1] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rodovia BR 465, Km 07, Departamento de Geografia/UFRRJ, s/n Zona Rural, Seropédica - RJ, 23890-000; karinevargas@gmail.com

[2] Universidade Estadual de Maringá; id_gf@hotmail.com;

[3] Unviersidade Estadual do Oeste do Paraná; michael.sordi@gmail.com

---

Resumo: A noção de ciclicidade sempre esteve presente em estudos de geomorfologia. Ao longo do século XX os ciclos estiveram em foco nos modelos evolutivos de relevo desenvolvidos por diversos autores: Davis, Penck, King, Budel, Millot, entre tantos outros. Além da noção de ciclicidade, tais modelos evolutivos do relevo têm em comum, como produtos, a elaboração de superfícies de aspecto plano. Para cada modelo, os autores definiram diferentes termos para a superfície final, levando a uma diversidade de termos, muitas vezes empregados de forma errônea. No Brasil, as primeiras pesquisas voltadas à identificação de superfícies e a elaboração de modelos de evolução do relevo surgiram nos anos 1940 e se popularizam nas décadas de 1950 e 1960. Na presente revisão optou-se por utilizar o termo superfície geomorfológica para denominar porções da superfície de aspecto planar, com mergulho suave, cuja gênese pode ter ocorrido diferentes contextos tectônicos, litoestruturais e climáticos, por processos de incisão e abertura de vales (downwearing e backwearing), condicionados por fatores endógenos e exógenos, podendo ser inclusive poligênicas e policíclicas. Ainda que entre o final do século XX e o início do século XXI os estudos de superfícies geomórficas e o uso de modelos de evolução do relevo tenham recebido menor atenção dos geocientistas, esse panorama mudou recentemente com o advento de métodos geocronológicos e computacionais. Foram destacadas algumas técnicas que auxiliam na reconstrução e identificação de superfícies geomórficas e feições remanescentes: Mapas de Seppômen, Perfis de Swath e mapeamento de topos (área e frequência).

Palavras-Chave: Aplanamento, Evolução Geomorfológica, Ciclo, Identificação de Superfícies e Remanescentes, Erosão e Denudação.

Abstract: The notion of cyclicity has always been present on geomorphology studies. Throughout the twentieth century, cycles have been on the focus of relief evolution models produced by several authors: Davis, Penck, King, Budel, Millot, among others. Besides the notion of cyclicity such relief evolution models have, in common the development of plan aspect surfaces as a result. For each model, the authors defined different terminologies to the final surface, leading to a variety of term, frequently misused. In Brazil, the first research oriented to the identification of surfaces and the elaboration of relief evolution models appear in the 1940' and became popular in the 1950' and 1960'. In the present revision one opted for the use of term geomorphic surface to designate surface portions of plan aspect, low dip, which origin may occur on different tectonic,

litho-structural and climatic contexts, conditioned by endogenous or exogenous factors and may be polygenic or polycyclic. Although between the end of twenty century and the beginning of the twenty-first century the studies about geomorphic surfaces and relief evolution models had received less attention by the geoscientists, such panorama changed recently with the advent of the geochronological and computational methods. Some technics that help to reconstruct and identify geomorphic surfaces and its residual features were highlighted: Seppomen maps, Swath profiles, and summit (area and frequency) mapping.
Keywords: Planation, Relief Evolution, Cycles, Geomorphic Surfaces and Residual Feature Identification, Erosion and Denudation.

Tema: Evolução do relevo.

---

1. INTRODUÇÃO

A Geomorfologia tem como objeto de estudo o relevo. A análise geomorfológica se baseia no tripé: i) formas de relevo, que podem se apresentar em escalas macro, meso e micro; ii) processos (naturais e antrópicos); iii) materiais, que podem ser rochas (materiais consolidados) ou solos/depósitos (materiais inconsolidados) (BARROS & VALADÃO, 2018).

Para explicar a origem e evolução das formas de relevo, processos e materiais, muitas teorias e ciclos foram desenvolvidos e aplicados ao longo da ainda curta história da ciência geomorfológica. Denudação, aplanamento e ciclicidade são temas essenciais e interrelacionados e que tiveram papel de destaque na busca pela compreensão de como e por que as formas de relevo mudam ao longo do tempo (ORME, 2013). Exemplos de teorias que tentam relacionar esses temas são o Ciclo Geográfico, e as teorias de Pediplanação, Pedimentação, Equilíbrio Dinâmico e Etchplanação, entre outras (SUETERGARAY, 2005). A teoria do Ciclo Geográfico, por exemplo, fundamenta-se na ideia de que o relevo surge como função de três condicionantes: i) estrutura geológica, ii) processos operantes e o tempo (iii) (GREGORY, 1992) e tem como resultado a geração de uma superfície aplainada.

Para Schumm & Lytch (1973) a desagregação, decomposição, retirada, transporte e acumulação ocorrem de forma integrada sobre a litoesfera, criando feições, formas de relevo, produtos concretos, espacializáveis, em diferentes escalas. Dependendo da magnitude espacial da forma de relevo considerada, o tempo pode ser geológico (alguns milhões de anos), geomorfológico (milhares a centenas de milhares de anos) ou simplesmente histórico.

As concepções evolutivas das superfícies geomorfológicas são discutidas desde o século XIX e utilizadas para explicar os mecanismos de evolução da paisagem em escala regional. A partir dessa noção, ao longo do século XX, foram desenvolvidos inúmeros modelos evolutivos para explicar as diferentes morfologias de relevo existentes ao redor do globo: o Ciclo Geográfico (DAVIS, 1899); o modelo de Penck (1953); de Wayland

(1933) posteriormente aprimorado por Budel (1957) e Millot (1977; 1983). Tais modelos têm em comum o fato de atribuírem a tectônica como fator geodinâmico responsável pela ciclicidade dos eventos erosivos. Outro ponto em comum entre as teorias ou modelos de evolução do relevo ou ciclos de erosão (Davis, King, Penck e Etchplanação de Wayland e Budel) é ter como resultado a elaboração de uma superfície de aplanamento. Cada um dos autores deu um nome particular à superfície de aplanamento final, Peneplano para Davis, Primärrumpf para Penck, Pediplano para King e Etchplano para Wayland e Budel, porém todos se referem a uma superfície plana, de baixa declividade, com poucas irregularidades.

A Teoria da Tectônica de Placas representou um grande marco aos estudos geomorfológicos, principalmente aqueles voltados à análise das superfícies geomorfológicas em ambientes de margens de escarpas passivas, como é o caso do território brasileiro. Nessas áreas, caracterizadas por relevo, em geral, pouco movimentado e com altimetria moderada, permanecem dificuldades em estabelecer relações entre relevo e os processos tectônicos (SILVA, 2009). Nesse contexto, a estabilidade tectônica é essencial para gerar superfícies niveladas a altitudes similares, ao mesmo tempo em que interage com os ritmos eustáticos e bioclimáticos na reprodução de condições ideais ao seu desenvolvimento (SUMMERFIELD, 1991).

No Brasil, as superfícies geomorfológicas começam a ser reconhecidas e classificadas a partir dos anos 1940. Tais superfícies receberam nomenclaturas, interpretações evolutivas e estimativas de período de estruturação (idade) e de remodelagem a longo-termo, as quais a partir das correlações morfoestratigráficas e altimétricas. Nas últimas décadas a estruturação do relevo, a qual corresponde à formação de seus diferentes níveis altimétricos e suas múltiplas formas, vem recebendo a denominação de superfícies geomorfológicas, terminologia que procura homogeneizar a utilização do termo em nível global (SILVA, 2009).

As superfícies geomorfológicas correspondem aos diferentes níveis de erosão formados em períodos geológicos distintos, as quais tiveram maior ou menor interferência tectônica diante à posição geográfica continental que se inseriam, havendo forte influência litoestrural em seu desenvolvimento. As terminologias utilizadas para descrever as superfícies geomorfológicas na literatura são: superfícies aplainadas e/ou aplanadas, peneplanos, pediplanos, etchplanos e superfícies estruturais.

De acordo com Silva (2009), as superfícies geomorfológicas se localizam preferencialmente em ambiente intraplaca, ainda que possam ser afetadas por reativações tectônicas. Tais reativações influenciam a evolução das formas de relevo continental ao determinar períodos de estabilidade e de instabilidade na paisagem. Os registros desses períodos permanecem na paisagem a longo-termo, deixando como evidências os profundos perfis de alteração, as discordâncias nos registros sedimentares, entre outros testemunhos que evidenciam o papel da tectônica e do clima sobre a paisagem, já que, de acordo com Small (1986), as superfícies geomorfológicas nem sempre são formas de relevo evidentes.

Dessa forma, a presente revisão busca trazer contribuições a respeito do entendimento de superfícies erosivas e estruturais, além de fazer uma retomada nos modelos clássicos de evolução geomorfológica e métodos recentes de mapeamento de superfícies geomorfológicas. Verifica-se que a partir dos anos 2000 as pesquisas sobre superfícies são retomadas, e tomam como base os modelos geomorfológicos de evolução já estabelecidos, mas trazem novas interpretações locais e regionais a partir dos avanços tecnológicos, a interpretação de depósitos correlativos, datações e outros tipos de análises laboratoriais, além do uso de modelos e metodologias geotecnológicas que apresentam ferramentas de grande contribuição para o entendimento do relevo.

2. MODELOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO E SUPERFÍCIES

Os modelos de evolução do relevo ou ciclos de erosão (DAVIS, 1899; PENCK, 1953; KING, 1953; WAYLAND, 1933; BUDEL, 1957; MILLOT, 1983) têm como resultado a elaboração de uma superfície, tradicionalmente denominada superfície de aplanamento *(planation surfaces*). Cada um dos autores supracitados atribuiu uma denominação particular à superfície de aplanamento final: Peneplano para Davis, Primärrumpf para Penck, Pediplano para King e Etchplano para Wayland e Budel, porém todos se referem a uma superfície plana, de baixa declividade, com poucas irregularidades.

A teoria do Ciclo Geográfico de Davis (1899) fundamenta-se na ideia de que as formas de relevo são condicionadas pela estrutura geológica e modeladas pelos processos operantes, que agem ao longo do tempo (GREGORY, 1992). O enfoque essencial é na existência de um ciclo de erosão normal, que rebaixa a superfície, gerando paisagens distintas que podem ser enquadradas nos diferentes estágios do ciclo de erosão: juventude, maturidade ou senilidade.

O ciclo de erosão de Davis compreende, em sua concepção, um rápido soerguimento devido à ação tectônica ou eustática, seguido de um longo período de estabilidade, no qual ocorre a atividade erosiva e o total rebaixamento da superfície, originando-se, assim, as peneplanícies (CHRISTOFOLETTI, 1980). Davis (1899), em seu ciclo erosivo atribui pequena importância aos processos que operam no desenvolvimento das encostas (BIGARELLA *et al.*, 1965). Ele se utiliza do nível de base geral (oceânico) como referência, demonstrando que esse modelo foi desenvolvido para ser aplicado em macroescala. Os processos considerados como desenvolvedores das formas de relevo, nesse modelo, são processos atuantes sobre grandes áreas e não ocorre um grande detalhamento. São destacados processos e formas gerais.

No modelo de evolução proposto por Penck (1953), a atividade tectônica é contínua, porém a intensidade varia ao longo do tempo, e a denudação é concomitante à deformação crustal. A busca por equilíbrio é constante, contrapondo as forças endógenas com as exógenas, ou seja, o aumento na taxa de soerguimento levaria a um aumento na taxa de denudação. A recorrência de períodos de soerguimento e estabilidade tectônica origina um relevo em escadaria *(piedmont*) (PENCK, 1924). Enquanto Davis exagerou o

papel da componente exogênica, Penck privilegiou a componente endogênica (KLEIN, 1985). Nesse modelo as encostas evoluem por retração lateral (*backwearing*) inicialmente, que sucede um período de incisão vertical (*downwearing*) em resposta ao soerguimento. Penck também contribui ao propor que não somente os oceanos (nível de base geral) se constituem como níveis de base para os processos denudacionais, mas que também há níveis de base locais. Para o autor, as formas de relevo resultam da dinâmica entre soerguimento, incisão e denudação.

O modelo de Pediplanação de King (1953) considera o recuo paralelo das vertentes como mecanismo principal de evolução morfológica ao mesmo tempo que prevê a compensação isostática, sendo essa sua grande contribuição. No que tange à influência tectônica, corrobora as ideias de Davis, para o qual a tectônica possui caráter episódico, com longos períodos de estabilidade tectônica interrompidos por pulsos rápidos de soerguimento. Para o autor, o clima com tendência à aridez contribui para o aplanamento, sendo considerado um dos fatores preponderantes para geração dos pediplanos. Em ultima análise, se formariam duas superfícies de aplanamento de idades diferentes: uma no topo, mais antiga, que resistiu ao processo de formação da nova superfície, como testemunho e uma em nível mais baixo, gerada por pediplanação. Ou seja, apesar de pontos conflitantes, a tectônica é, nos três modelos evolutivos considerados, o fator preponderante para a ciclicidade dos modelos. Para King e Davis, a tectônica, episódica, é responsável por dar impulso aos processos erosivos, que marcariam o início do ciclo erosivo. No modelo de Penck, apesar de a atividade tectônica ser contínua, também é responsável por atribuir ciclicidade ao modelo evolutivo.

A teoria da etchplanação foi proposta por Wayland (1933) e popularizada por Büdel (1957). O etchplano seria resultado do intemperismo químico intenso, sob o qual seria gerado um espesso manto de intemperismo. Próximo a superfície, escoamento superficial seria responsável por remover esse material, erodir e rebaixar as vertentes. Para os autores, a quietude tectônica não é considerada absoluta, gerando degraus nas superfícies por processos tectônicos de soerguimento. As ideias de Büdel são essenciais para compreender a formação de crostas lateríticas, cuja gênese está intimamente ligada a processos geoquímicos no manto de alteração. Esses processos se refletem na paisagem ao favorecer a inversão do relevo, bem como gerar relevos testemunhos, mantidos pela erosão diferencial (SALGADO, 2007).

Para Valadão (1998) a erosão diferencial é outro ponto de destaque, o modelo de etchplanação considera a diferencial resistência das litologias e estruturas do embasamento à alteração intempérica que avança em profundidade. Soerguimentos e/ou mudanças climáticas com tendência à aridez podem levar à incisão da rede de drenagem na paisagem aplanada. O mecanismo evolutivo é predominantemente vertical, que implica o desenvolvimento de solos e coberturas superficiais espessas, formando, assim, em subsuperfície, um contato irregular entre saprolito e rocha. Em comparação com os outros modelos, a escala temporal e espacial tem menor dimensão, já que o processo de desenvolvimento de solos e coberturas superficiais é local e ocorre em um recorte

temporal relativamente curto (10^4 a 10^5 anos) se comparado aos longos ciclos implicitamente envolvidos na elaboração de pediplanos e peneplanos (10^7 anos) (VALADÃO, 1998).

As contribuições de Millot (1983) surgem do questionamento se todas as superfícies aplainadas existentes ao redor do globo poderiam ser explicadas apenas por processos que ocorrem no ambiente fluvial. As pesquisas de Millot (1977, 1983) se fundamentam na alternância climática em longo-termo, representada por erosão mecânica em climas secos e intemperismo sob climas úmidos, em períodos de estabilidade tectônica. Portanto, as superfícies seriam geradas em regiões áridas ou semiáridas que, antes de estarem submetidas a esse tipo de clima, estiveram sob ação de climas úmidos por um espaço de tempo suficiente para gerar espessos mantos de intemperismo (SALGADO, 2007).

No modelo de etchplanação dinâmica sistematicamente revisado por Thomas (1994), a ocorrência de etchplanos seria decorrente de diferentes etapas e, portanto, diferentes tipos de etchplanos seriam identificados: 1) Etchplano coberto; 2) Etchplano parcialmente dissecado; 3) Etchplano parcialmente desnudado; 4) Etchplano predominantemente denudado ou etchsuperfície; 5) Etchsuperfície complexa. A principal vantagem da etchplanação dinâmica como hipótese para a compreensão da evolução da paisagem está na associação entre materiais e processos genéticos. Os materiais que compõem as formações superficiais, por apresentarem características dos processos genéticos, apresentam estreita relação com as condições climáticas pretéritas (Pontelli *et al.*, 2016), possibilitando, assim, a reconstrução dos processos evolutivos da paisagem.

Como os materiais que constituem as vertentes podem ser de natureza alóctone e autóctone, a sua caracterização também pode revelar de maneira segura os diferentes estágios evolutivos da paisagem (THOMAS, 1994). O desenvolvimento de superfícies aplainadas está relacionado a processos de denudação geoquímica e a formação de mantos de intemperismo, com posterior denudação e dissecação dos regolitos, em decorrência de oscilações climáticas, como aquelas que marcaram o Quaternário (PAISANI *et al.*, 2013; 2014). A ocorrência de etchplanos é bastante provável em regiões tropicais tectonicamente ativas, permitindo a exumação de níveis de erosão muitas vezes preservados em superfície devido à resistência diferencial oferecida por concentrações minerais derivadas do intemperismo químico subsuperficial (MAGALHÃES JUNIOR & TRINDADE, 2004).

2.1 Complementaridade dos Modelos de Evolução de Relevo

Quando considerados isoladamente, nenhum modelo poderia explicar completamente a gênese das superfícies de aplanamento, uma vez que resultam da ação concomitante de processos endógenos e exógenos, *backwearing* e *downwearing*, de erosão fluvial, pluvial, eólica, glacial entre outras, isto é, as superfícies são poligênicas (ADAMS, 1975). Isso porque os fatores de formação das superfícies são mutáveis no tempo/espaço (SALGADO, 2007).

Mais de 70 anos após a publicação das ideias de Davis, Adams, após reunir ideias de inúmeros pesquisadores, vai, a partir de uma nova ótica, mostrar que as ideias de Penck, Davis e King são complementares e comprova que elas são, quando consideradas em seu conjunto, consistentes para explicar a elaboração de superfícies de aplanamento. O tempo demandado para a elaboração de uma superfície e as características climáticas da Terra mostram que é muito difícil ter um mesmo clima imperando ao longo da formação de uma superfície aplanada. Budel (1977) reforça ainda mais as contribuições de Adams, ao mostrar que, na verdade, a transição de clima úmido-seco é o ideal para a formação de uma superfície de aplanamento, nesse caso, para formação dos etchplanos. Porém, a transição climática mostra-se aplicável a todos os modelos, em especial o de King (1956) e Davis (1899), já que King baseou seu modelo em muitas das ideias Davisianas. Assim, conclui-se que as superfícies de aplanamento possuem origem poligenética e que a junção de diversas teorias constitui alternativa para sua compreensão (SALGADO, 2007).

Além disso, uma superfície de aplanamento, segundo Valadão (1998) possui um tempo de elaboração mínimo de 2-10 Ma, havendo, nesse longo recorte temporal, uma sucessão de inúmeros climas. Tomamos como exemplo as cinco glaciações quaternárias, que se sucederam em um intervalo de tempo de mais ou menos 1,5 Ma. Nesse contexto, a gênese de superfícies é decorrente do desenvolvimento e dissecação de mantos de alteração, e envolve diferentes estágios evolutivos para os perfis de intemperismo, sendo eles: 1) o perfil de rebaixamento; 2) perfil de aprofundamento; 3) perfil de desbaste; 4) perfil de truncamento e 5) perfil enterrado. Nessa concepção, os primeiros estágios (1 a 4) seriam responsáveis pela preparação do material para erosão (Thomas, 1989a; b), com duração entre 1.000.000 e 100.000.000 de anos, e a última etapa estaria relacionada à exposição do manto de intemperismo à erosão, e apresenta duração de cerca de 10.000 a 100.000 anos (THOMAS, 1989a; b; TWIDALE, 2000). A sequência completa para a ocorrência de ambos levaria cerca de 10.000.000 de anos (THOMAS, 1989a; b).

3. TERMINOLOGIA E SIGNIFICADO DAS SUPERFÍCIES

O termo superfície possui diferentes significados e usos em geomorfologia, e pode se referir a uma superfície de aplanamento, de erosão ou simplesmente uma paisagem de aspecto geral plano (EBERT, 2009). A geração de superfícies, como produto de ciclos evolutivos, fez com que esses conceitos se tornassem recorrentes em estudos de geomorfologia. Além disso, as porções emersas da superfície terrestre são abundantes em superfícies planas, fracamente dissecadas, pouco inclinadas e, mais frequentemente, com elevações médias a baixas, nos mais diversos contextos climáticos (áridos frios e quentes, super-úmidos) e tectônicos (áreas tectonicamente ativas e áreas intraplaca, cratônicas) (PELVAST & SALLES, 2002). Por fim, a complexidade nos condicionantes associados a geração das superfícies explica a diversidade terminológica existente. Para citar algumas terminologias utilizadas para descrever as superfícies geomorfológicas na literatura: superfícies de aplanamento, superfícies de erosão e denudação,

paleosuperfícies e superfícies estruturais. Um resumo breve sobre alguns dos termos mais comuns está na Tabela 1.

Tabela 1. Termos mais comuns utilizados para designar superfícies na ciência geomorfológica e suas características-chave

Superfície	Características e Gênese
Peneplano	Rebaixamento generalizado em escala regional após rápido soerguimento seguindo os pressupostos davisianos
Pediplano	Relevo gerado pelo recuo paralelo da vertente (backwearing) em equilíbrio com o nível de base local
Etchplano	Superfície elaborada a partir de processos de etchplanação, alteração em profundidade e remoção do material superficial
Superfície de Erosão	Superfície formada por processos de erosão fluvial, eólica e glacial
Superfície de Denudação	Superfície modelada por processos erosivos em que os materiais foram previamente alterados por processos intempéricos facilitando a ação dos agentes erosivos
Superfície de Aplanamento e/ou Aplainamento	Formada por qualquer processo que gere uma superfície mais ou menos plana controlada por um nível de base (sem definição genética clara)
Superfície Estrutural	Superfície gerada em decorrência da resistência dos materiais à alteração e erosão, podendo ter influência tectônica em seu processo evolutivo.
Paleosuperfície	Superfícies herdadas, geradas em contextos geotectônicos e climáticos diferentes dos atuais

O termo superfícies de erosão, por exemplo, se refere à porção da superfície formada por remoção do material por agentes como rios, vento e o gelo (THOMAS & GOUDIE, 2000). As superfícies de erosão constituem-se num plano que trunca diferentes litotipos e a estrutura regional independente do seu grau de resistência à erosão (BIGARELLA *et al.*, 2003). Da mesma forma, podem ocorrer em áreas de uniformidade litológica (DANIELS & HAMMER, 1992). Ainda, relacionado ao termo superfície de erosão, o termo superfície de denudação denomina uma superfície formada por processos de erosão, mas que enfatiza o intemperismo como essencial para tornar a massa rochosa disponível para remoção, transporte e deposição (LIDMAR-BERGSTRÖM, 1988 *apud* EBERT, 2009).

Devido a confusões terminológicas com o termo superfícies de erosão, Small (1986), propõe a denominação superfícies de aplanamento, visto que os mecanismos de denudação estão diretamente vinculados à noção de aplanamento da paisagem, e as superfícies podem apresentar morfologias diversas. Ollier (1991), por sua vez, utiliza o termo superfície de erosão como sinônimo de superfície de aplanamento. As superfícies aplainadas são modeladas pelo desgaste devido a processos geomórficos superficiais ou próximos à superfície, onde o resultado desse desgaste é razoavelmente plano (aplainado)

(ADAMS, 1975). A elaboração de uma superfície de aplanamento é controlada pelos níveis de base (SMALL, 1986), dessa forma, reconhecer diferentes níveis de aplanamento na paisagem depende da identificação de níveis de base locais, responsáveis pela manutenção ou dissecação de uma dada superfície ao longo do tempo (SILVA, 2009).

Também podemos citar as superfícies estruturais, as quais correspondem a níveis erosivos mantidos em um mesmo nível altimétrico devido ao controle da estrutura e/ou litologia (SILVA, 2009). As superfícies estruturais são mantidas em níveis altimétricos semelhantes por influência da estrutura geológica ou desniveladas por erosão diferencial. Sob rochas friáveis, a denudação geralmente é mais acelerada e intensa, o que também acelera o aplanamento da superfície, modificando profundamente da paisagem e/ou gerando uma superfície de aplanamento. Outro fator que influencia a preservação ou destruição de superfícies de aplanamento é o padrão e densidade de drenagem. O padrão e a densidade da drenagem refletem as características geológicas e climáticas, onde uma maior densidade de drenagem indica maior probabilidade de destruição da superfície devido à atuação dos processos erosivos fluviais (SILVA, 2009).

Por fim, a denominação superfície geomórfica advém de estudos pedológicos (RUHE, 1956), mas recentemente geomorfológica tem sido empregado em diferentes contextos e áreas das geociências para designar formas de relevo aplainadas (SILVA, 2009). Assim, superfície geomórfica ou geomorfológica abarca todos os tipos de superfícies de aspecto aplainado geradas sob ação de diferentes agentes geomorfológicos em diferentes contextos litoestruturais, climáticos e geotectônicos e em diferentes níveis altimétricos.

4. MÉTODOS DE MAPEAMENTO DE SUPERFÍCIES

Além das tradicionais técnicas de identificação das superfícies em campo, a utilização de sistemas de informação geográfica já está consolidada como alternativa para o mapeamento de superfícies. Técnicas de nivelamento de topos e preenchimento de vales são muito comuns e de fácil e rápida aplicação na geomorfologia moderna. Entre as técnicas mais utilizadas figuram o (i) Seppômen, (ii) Perfis de Swath e, (iii) a análise da frequência e área dos topos.

A técnica de Seppômen foi importada do Japão por Motoki *et al.* (1988) e, tem sido utilizada nos últimos anos também para reconstituir paleosuperfícies aplainadas no Brasil, de modo especial no estado do Paraná (COUTO *et al.*, 2012; FORTES & SORDI, 2014; VARGAS, 2017). Para Motoki *et al.* (2008), o termo "Seppômen" se refere ao plano formado pelos contatos com os pontos culminantes, constituindo-se, assim, em uma técnica de reconstrução da paleopaisagem através do preenchimento da malha de relevo atual. Para Motoki *et al.* (2014), os mapas de níveis de cimeira (Seppômen) são modelos topográficos hipotéticos que reconstituem a paleogeomorfologia anteriormente à erosão vertical e o entalhamento da drenagem. Fortes & Sordi (2014) aplicaram tal metodologia e denominaram o mapeamento de "nivelamento de topos", pois nem todo topo pode ser generalizado como cimeira.

Para elaboração do mapa de Seppômen, utilizam-se malhas quadrangulares pré-definidas, geralmente entre 2x2 km e 0,25 x 0,25 km (Figura 1). Posteriormente são coletados os pontos mais altos em cada quadrícula. A partir dos pontos de maiores elevações é gerado um novo mapa do modelado do relevo. O intervalo de grade é um fator importante, pois o mapa de nível de cimeira com intervalo de grade estreita apresenta paleomorfologia de um passado próximo com características detalhadas, já com os mapas com base num intervalo de maior largura mostra paleomorfologia de um passado remoto (MOTOKI *et al.*, 2014). A observação comparativa dos mapas de nível de base, em diferentes intervalos permite reconstituir a evolução do sistema de drenagem (MOTOKI *et al.*, 2014).

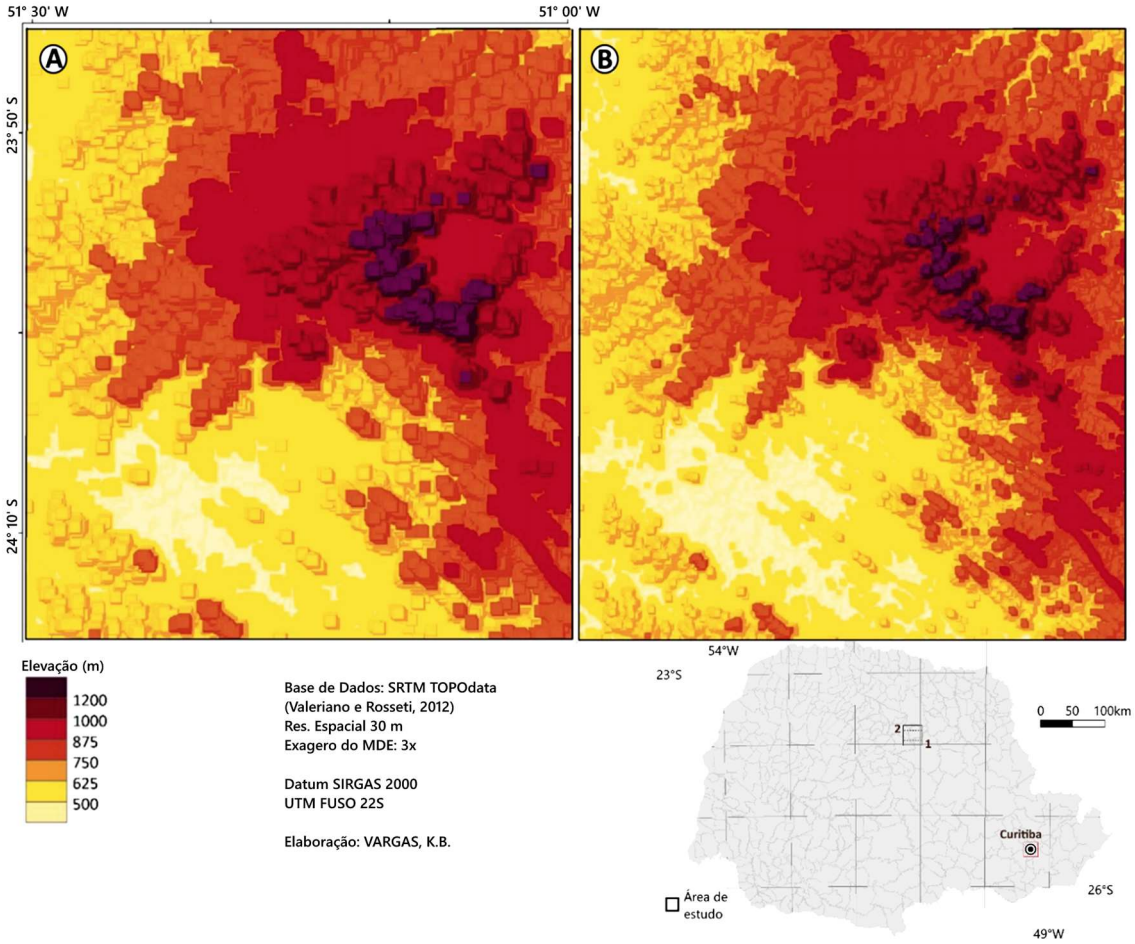

Figura 1. Aplicação do método de Seppômen para reconstrução de superfícies geomórficas no alto estrutural de Mauá-da-Serra, Paraná. Mais discussões sobre a área e sua evolução podem ser encontradas em Vargas (2017). A) se refere ao mapa construído com espaçamento de 1km²; e B) se refere a malha de 0,25 km².

Por sua vez, a análise do relevo por meio dos perfis de *Swath* se destaca pela robustez e versatilidade da técnica além de sua facilidade de aplicação (TELBISZ *et al.*, 2013; CHAMPAGNAC *et al.*, 2009; SORDI *et al.*, 2018). Trata-se de uma técnica popularizada após o advento dos modelos numéricos de terreno gerados digitalmente. O princípio dos perfis de *Swath* (ou em uma tradução livre, perfis em faixa), também é um

modelo de simples produção: ao invés de criar um perfil ao longo de uma linha única, o *Swath* considera uma faixa em torno da linha, onde geralmente se define estatisticamente o máximo e a média (Figura 2).

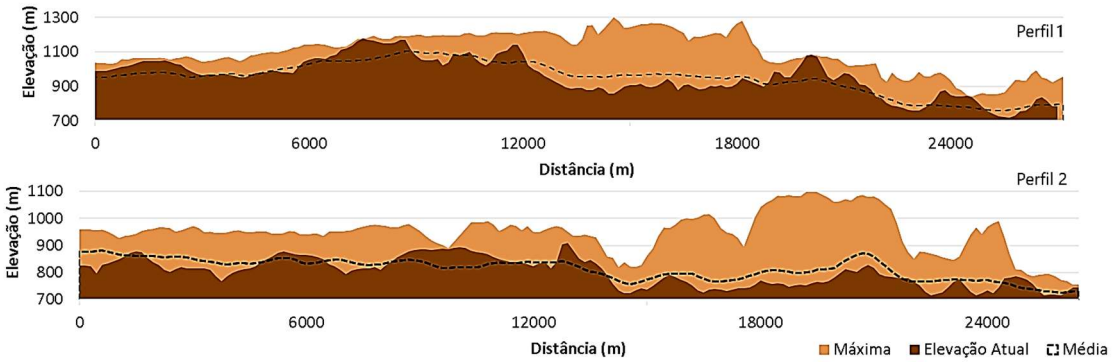

Figura 2. Perfis de *Swath* construídos para a área do alto estrutural de Mauá-da-Serra. A localização dos perfis pode ser vista na Figura 1.

Três pontos são fundamentais na hora da construção do perfil de *Swath*: a largura da faixa considerada; a orientação da faixa e a distância entre os pontos coletados para construção dos perfis (*bins*). Uma discussão sobre tais parâmetros é encontrada em Telbisz *et al.* (2013). Os autores recomendam faixas com dimensões entre 5 e 10 km e *bins* acima dos 100 m, mas claro que tais parâmetros são muto variáveis e dependem da magnitude da feição de relevo a ser estudada. Além disso, a resolução do Modelo Digital de Elevação (DEM) de entrada vai influenciar na qualidade do produto e, certamente, o conhecimento prévio sobre a área para se ter certeza de capturar as feições de relevo de interesse no perfil.

A técnica de análise de frequência de área de topos foi proposta inicialmente por Clarke (1966), e seguido por Varajão (1991), Saadi *et al.* (1998), Magalhães Jr. & Trindade (2004), Marques Neto & Perez Filho (2014) e Vargas (2017). Para aplicação deste método, inicialmente são consideradas todas as curvas de nível fechadas, a título de exemplo, Vargas (2017) utilizou como base imagens SRTM, realizando-se o levantamento da frequência dos topos em intervalos altimétricos de 20 m, conforme a equidistância das curvas de nível (Figura 3). É usual também fazer um cálculo do total das áreas dos topos e o cálculo da área média para cada intervalo considerado (Quadro 1). Também é possível gerar mapas com a distribuição dos topos (curvas de nível fechadas), a partir de um SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Para a análise das superfícies geomorfológicas foi elaborada a delimitação destas, em escala de abrangência regional, levando em consideração os agrupamentos morfológicos, estruturais e altimétricos semelhantes, os quais resultaram na individualização de cinco superfícies. O mapeamento das superfícies mostra a ocorrência de morfologias semelhantes associadas a altimetrias distintas, sugerindo a ocorrência de superfícies geomorfológicas diferenciadas. Utilizou-se como parâmetro a metodologia de

mapeamento geomorfológico de Ross (1992) para a delimitação, sendo analisados os três primeiros táxons.

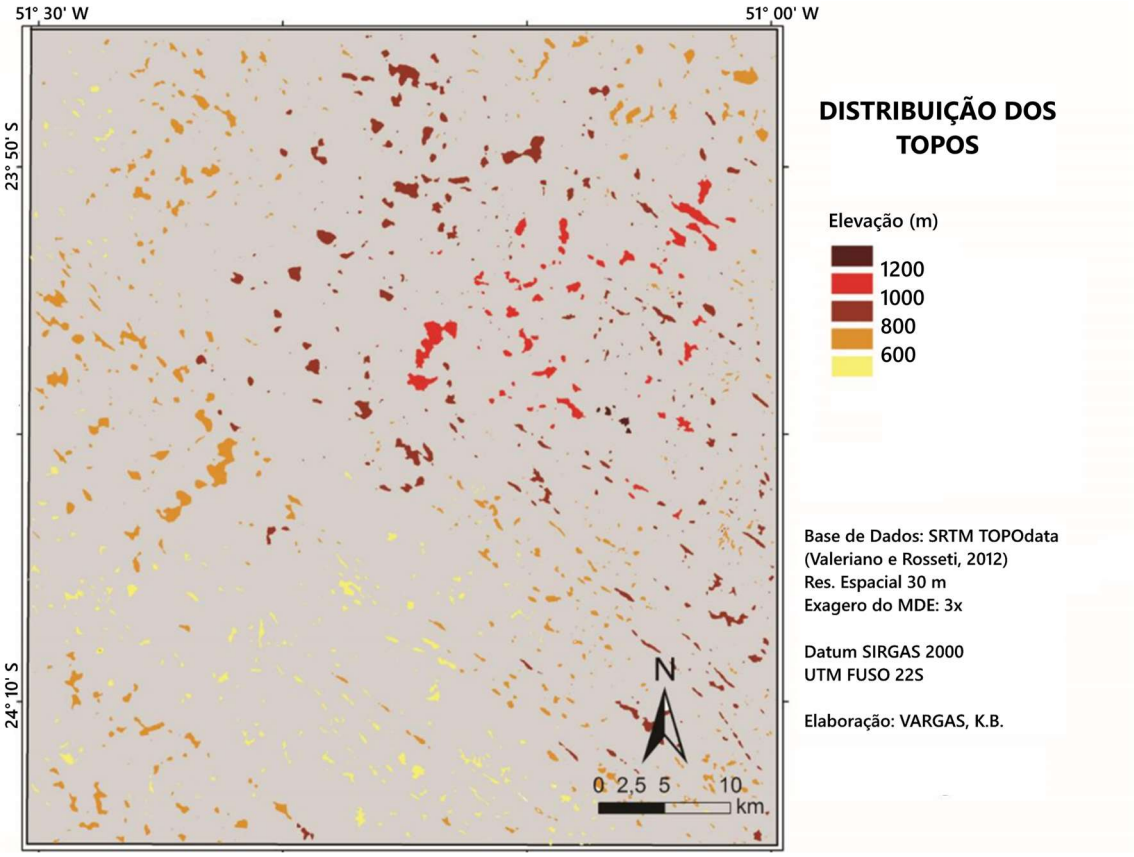

Figura 3. Exemplo de construção de mapa de distribuição dos topos de acordo com classes altimétricas em intervalos de 200m. Fonte: Vargas (2017).

Quadro 1. Atributos das superfícies geomorfológicas.

Superfície Geomorfológica (SG)	Elevação (m)	Área Total (km²)	% da Área de Topos	% da Área Total
SGV	> 1200	0,98	0,34	0,03
SGIV	1000 –1200	30,68	10,76	1,05
SGIII	1000 – 800	75,51	26,47	2,58
SGII	800 – 600	109,94	38,55	3,76
SGI	< 600	68,09	23,88	2,33
		285,19km²	100%	9,75%

4.1 Identificação de Superfícies no Brasil

No Brasil, as primeiras ideias sobre superfícies aplainadas estão nos estudos de De Martonne (1943) e Freitas (1951), ganhando impulso com o estudo de King (1956) no Planalto Oriental Brasileiro. A partir de então estudos sobre paleosuperfícies se tornaram mais comuns, com destaque para a área no Sul/Sudeste do Brasil (BARBOSA, 1959; AB'SABER, 1962; ALMEIDA, 1964; BIGARELLA *et al.*, 1965; VALADÃO, 1998). Influenciados pelos modelos clássicos de evolução, pesquisadores brasileiros como

Ab'Saber e Bigarella passam a adotar novos modelos teóricos baseados na geomorfologia climática, considerando que a elaboração das superfícies de erosão na Plataforma Sul-Americana está, frequentemente, sujeita a variações paleoclimáticas e a sucessivos processos erosivos. Tais pesquisas tiveram grande contribuição para conhecimentos acerca da morfogênese e morfodinâmica do relevo brasileiro, entre elas destacam-se: Ab'Saber (1960), Ab'Saber (1961), Ab'Saber & Bigarella (1961a; b), Bigarella & Ab'Saber (1964), Bigarella *et al.* (1965a; b).

As superfícies mais antigas da área que hoje corresponde ao território brasileiro teriam começado a se desenvolver no Cretáceo (DE MARTONNE, 1943; KING, 1955; AB'SABER, 1962; BIGARELLA *et al.*, 1965), porém a idade das superfícies varia de acordo com o autor considerado, por exemplo, Almeida (1964) e Valadão (1998) associam idades Paleógenas às superfícies mais antigas. Posteriormente, durante o Eoceno, um importante evento tectônico teria sido responsável pela deformação das superfícies aplainadas de cimeira no Sudeste (Superfície de Japi para Almeida em 1964 e, Sul-Americana I para Valadão em 1998) e a formação das bacias tafrogênicas (continentais e oceânicas) e das escarpas das serras do Mar e da Mantiqueira do Sudeste do Brasil (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998; ZALÁN & OLIVEIRA, 2005). Esses eventos teriam se sucedido durante um período de denudação contínua depois de um pulso significante de soerguimento pós-rifte (GALLAGHER *et al.*, 1994; COGNÉ *et al.*, 2011) e um magmatismo alcalino e peri-alcalino entre ~90 e 60 Ma (THOMPSON *et al.*, 1998; RICCOMINI *et al.*, 2005).

As discussões sobre remanescentes de superfícies de erosão são tradicionalmente controversas, diante às dificuldades de correlação entre níveis altimétricos em função de variações litoestruturais e deformações tectônicas diferenciais. Consequentemente, superfícies estruturais e *ecthplains* têm sido cada vez mais aceitos na explicação genética de patamares e topos aplainados (VARGAS, 2017). Em pesquisas concentradas principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, pesquisadores reconheceram que as evoluções das paisagens geomorfológicas estariam associadas a processos de Etchplanação Dinâmica, cujo desenvolvimento de superfícies aplainadas poderia estar relacionado a processos de intemperismo químico e formação de mantos de intemperismo, com posterior denudação e dissecação dos regolitos, em resposta às oscilações climáticas do Quaternário (SOUZA, 2016; FARIAS, 2016; LIMA, 2014; ÁVILA, 2009; PAISANI *et al.*, 2013; 2014).

Além disso, a identificação de paleosuperfícies erosivas permite inferir taxas de denudação, soerguimento e basculamento de uma área. Portanto, identificar e compreender a evolução das paleosupefícies auxilia também na compreensão do comportamento tectônico recente e na reconstituição da paleogeografia.

5. CONCLUSÃO

O estudo da gênese, dinâmica e evolução das formas de relevo e ciclos gerando superfícies sempre foi essencial na geomorfologia. Entre as terminologias utilizadas para

descrever as superfícies ao longo do século XX na literatura estão superfícies de aplanamento e/ou aplainamento, superfícies de erosão e denudação, paleosuperfícies e superfícies estruturais e superfícies geomórficas ou geomorfológicas. Nesse sentido, as superfícies geomorfológicas correspondem aos diferentes níveis de erosão formados em períodos geológicos distintos, as quais tiveram maior ou menor interferência da tectônica diante a posição geográfica continental que se inseriam, havendo forte influência litoestrural em seu desenvolvimento.

No Brasil, o modelo de evolução e geração de aplanamentos mais aplicado nos anos recentes é o da etchplanação dinâmica de Thomas (1994), cujo desenvolvimento de superfícies aplanadas poderia estar relacionado a processos de intemperismo químico e formação de mantos de intemperismo, com posterior denudação e dissecação dos regolitos, perante as oscilações climáticas do Quaternário.

Apesar de relegada a segundo plano a partir dos anos 80, a emergência de novas técnicas geocronológicas e geotecnologias deu novo impulso aos estudos de superfícies geomorfológicas. As técnicas de modelagem e as geotecnologias se destacam por seu baixo custo e relativa facilidade de aplicação e análise. Aqui foram destacadas três técnicas: Seppômen, Perfis de Swath e análise da distribuição, frequência e área de topos para exemplicar possíveis modelos evolutivos para a análise das paisagens a longo-termo.

Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. N. Posição das superfícies aplainadas no planalto brasileiro. **Notícias Geomorfológicas**, v. 5, n. 3, p. 52-54, 1960.

AB'SABER, A. N. & BIGARELLA, J. J. Superfícies aplainadas do primeiro planalto do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, n. 4-5, p. 116-125, 1961(a).

AB'SABER, A. N. & BIGARELLA, J. J. Considerações sobre a geomorfogênese da Serra do Mar no Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, n. 4-5, 1961(b).

AB'SABER, A. N. Revisão dos conhecimentos sobre o horizonte subsuperficial de cascalhos inumados do Brasil Oriental. **Boletim da Universidade do Paraná**, Curitiba, n. 2, 1962.

ADAMS, G. **Planation surfaces: Peneplains, Pediplains and Etchplains.** Pennsylvania: John Wiley & Sons Inc. 1975, 492 p.

ALMEIDA, F. F. M. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto de Geografia e Geologia,** n. 41, p. 169-263, 1964.

ALMEIDA, F. F. M. & CARNEIRO, C. D. R. Origem e evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 28, n. 2, p. 135-150, 1998.

BARBOSA, O. Quadro provisório das superfícies de erosão e aplainamentos no Brasil. **Notícia Geomorfológica**, n. 4, p. 31- 33, 1959.

BARROS, P. C. A. & VALADÃO, R. C. Aquisição e Produção do Conhecimento em Geomorfologia: a investigação geomorfológica e seus conceitos fundantes. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, v. 22, n. 2, p. 416-436, 2018. Disponivel em: https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2018.123896. Acesso em 17/05/2021.

BIFFI, V. H. R. **Evolução de encosta em contexto de paleocabeceira de drenagem da bacia do rio Capão Grande no quaternário tardio - Superfície de Pinhão/Guarapuava.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Francisco Beltrão, 2019.

BIGARELLA, J. J. & AB'SABER, A. N. Palaeogeographische und palaeoklimatische aspekte dês Kanozoikums in Sued-Brasilien. **Zeitschrift fuer Geomorphologie**, v.8, p. 286-312, 1964.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. M.; SILVA, J. X. **Processes and Environments of the Brazilian Quaternary**. In: INQUA Congress, 10, 1965. Rio de Janeiro: UFRJ, 1965 (a).

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R.; SILVA, J. X. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. **Boletim Paranaense de Geografia**, n. 16-17, p. 117-151, 1965 (b).

BIGARELLA, J. J. & ANDRADE G. O. Contribution to the study of the Brazilian quaternary. In: WRIGHT Jr. H.E.; FREY D.G. **International studies on the Quaternary**. Geological Society of America, v. 84, p. 443-451, 1965.

BIGARELLA, J. J. & MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: Simpósio Nacional de Controle da Erosão. **Anais**... Maringá: ABGE-ADEA, 1985. 332 p.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2003. 1026 p.

BRAUN, O. P. G. Contribuição da Geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 32, n. 3, p. 3-40, 1970.

BÜDEL, J. Die "Doppelten Einebnungsflachen"in den Fenchten Tropen. Zeits. **Fur Geomorph**. Berlim v 1, n. 2, p. 201-228, 1957.

CLARKE, J. J. **Morphometry from Maps, Essays in Geomorphology**. New York: Elsevier Publishing Company, 1966. p. 235-274.

CHAMPAGNAC, J. D.; SCHLUNEGGER, F.; NORTON, K.; VON BLANCKENBURG, F.; ABBÜHL, L. M.; SCHWAB, M. Erosion-driven uplift of the modern Central Alps. **Tectonophysics** v. 474, p. 236–249, 2009. Disponivel em: https://doi.org/10.1016/j.tecto.2009.02.024. Acesso em: 17/05/21.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Editora Hucitec, 1980, 188p.

COGNÉ, N.; GALLAGHER, K.; COBBOLD, P. R. Post-rift reactivation of the onshore margin of southeast Brazil: evidence from apatite (U e Th)/He and fission-track data**. Earth Planetary Science. Letters** v. 309, p.118-130, 2011. Disponivel em: https://doi.org/10.1016/j.epsl.2011.06.025. Acesso em 17/05/21.

COUTO, E. V.; FORTES, E.; SORDI, M. V.; MARQUES, A. J.; CAMOLEZI, B. A. Seppômen maps for geomorphic developments analysis: the case of Paraná plateau border, Faxinal, State of Paraná, Brazil. **Acta Scientiarum. Technology (Online)** v.34, p.71- 78, 2012. Disponivel em: https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v34i1.9944. Acesso em 17/05/21.

DANIELS, R. B. & HAMMER, R. D. **Soil Geomorphology**. New York: Wiley e Sons. 1992.

DAVIS, W. M. The geographical cycle. **Geographical Journal of The Royal Geographical Society**, v. 14, n. 5, p. 481-504, 1899. Disponvel em: https://doi.org/10.2307/1774538. Acesso em 17/05/2021.

EBERT, K. **Terminology of long-term geomorphology: a Scandinavian perspective**. Progress in Physical Geography 33, 163–182, 2009. Disponivel em: https://doi.org/10.1177/0309133309338138. Acesso em 17/05/21.

FREITAS, R. O. Relevos policíclicos na tectônica do escudo brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo. n. 7, p. 1-19, 1951.

FORTES, E.; CAVALINI, A.; VOLKMER, S.; MANIERI; D. D.; SANTOS; F. R. Controles Morfoestruturais da Compartimentação da Serra Geral: Uma Abordagem Preliminar. **Terr@Plural**, Ponta Grossa, v.2, p. 279-292, 2008.

FORTES, E.; SORDI, M. V.; CAMOLEZI, B. A.; VOLKMER, S. Controle Morfoestrutural e Tectônico da Evolução dos Depósitos de Fluxos Gravitacionais da bacia do ribeirão Laçador - Paraná - Brasil: Uma Abordagem Preliminar. In: **Anais do III Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA) e III Encontro do Quaternário Sul-Americano**, Armação dos Búzios, 2011.

FORTES, E.; DAL SANTO, T.; VOLKMER, S. Aplicação de perfis de varredura na análise geomorfológica do relevo de borda planáltica mapeamento de superfícies estruturais. **Revista Geonorte**, v. 10, n. 6, p. 41-47, 2014.

FORTES, E. & SORDI, M. V. de**.** Mapa de nivelamento de topos na análise da evolução geomorfológica da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Inácio, estado do Paraná. **Ra'e'Ga**, v.31, p. 184-207, 2014. Disponivel em: http://dx.doi.org/10.5380/raega.v31i0.30319. Acesso em 17/05/2021.

GALLAGHER, K.; HAWKESWORTH, C. J.; MANTOVANI, M. S. M. The denudation history of the onshore continental margin of SE Brazil inferred from apatite fission track

data. **Journal of Geophysical Research**, v. 99, n B9, p. 18.117–18.145, 1994. Disponivel em: https://doi.org/10.1029/94JB00661. Acesso em 18/05/21.

GREGORY, K. J. **A natureza da geografia física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

KING, L. C. Canons of landscape evolution. **Bulletin of the Geological Society of America,** v. 64, n. 7, p. 721-732, 1953. Disponivel em: https://doi.org/10.1130/0016-7606(1953)64[721:COLE]2.0.CO;2. Aceso 17/05/2021.

KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 18, n. 2, p. 147-266, 1956.

KLEIN, C. La notion de cycle en géomorphologie. **Revue de Géologie Dynamique et Géographie Physique**, Paris, v. 26, n. 2, p. 95-107, 1985.

MARQUES NETO, R. & PEREZ FILHO, A. Análise Morfoestrutural e Morfotectônica da Bacia Do Rio Capivari, Sul De Minas Gerais: A Neotectônica e as Superfícies Geomorfológicas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 4, p. 271-277, 2013. Disponivel em: http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v14i4.178 Acesso em 17/05/21.

MAGALHÃES JR., A. P. & TRINDADE, E. Relações entre níveis (paleo) topográficos e domínios morfotectônicos na região Sul de Minas Gerais: contribuição ao estudo das superfícies erosivas no sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n. 1, p. 01-10, 2004. Disponivel em: http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v5i1.26. Acesso em 18/05/2021.

DE MARTONNE, E. Problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. **Revista Brasileira de Geografia**, São Paulo. v. 5, n. 4, p. 532-550, 1943.

MILLOT, G. Geochemie de la surface et formes du relief: présentation. **Science Géologique Bulletin**, v. 30, n. 4, p. 229-233, 1977.

MILLOT, G. Géologie des argiles. **Societe Geologique de France**, v. 10, p. 295-305, 1980.

MILLOT, G. Planation of continents by intertropical weathering and edogenetic processes. In: MELFI, A.J.; CARVALHO, A. de. (Orgs.). **Laterisation Processes. Proceedings of II International Seminar on Laterisation Processes.** São Paulo, Brasil, p. 53- 63, 1983.

MOTOKI, A.; VARGAS T.; CHIANELLO E.; CORRÊA, F.J.G.; OLIVEIRA, J. L. S.; KLOTZ M. Nível de denudação atual do Complexo Alcalino de Poços de Caldas, MG-SP. **Anais do 35º Congresso Brasileiro de Geologia**, Belém, 6, p. 2633-2648, 1988.

MOTOKI, A.; PETRAKIS, G. H.; SICHEL, S. E.; CARDOSO, C. E.; MELO, R. C.; SOARES, R. S.; MOTOKI, K. F. Landform origin of the Mendanha Massif, State of Rio de Janeiro, Brazil, based on the geomorphological analyses by summit level map technique. **Geociências,** v. 27, n. 1, p. 99-115, 2008.

MOTOKI, A.; SILVA, S. da; SICHEL, S. E.; MOTOKI, K. F. Morphologic analyses by summit level and base level maps based on the aster gdem for morro de São João felsic alkaline massif, state of Rio de Janeiro, Brazil. **Geociências**, v. 33, n. 1, p. 11-25, 2014.

OLLIER, C. D. **Ancient landforms**. Belhaven Press, London and New York, 1991, 233 p.

ORME, A. R., 2013. Denudation, planation, and cyclicity: myths, models, and reality. In: SHRODER, J., ORME, A.R., SACK, D. (Eds.), **Treatise on Geomorphology**. Academic Press, San Diego, CA, vol. 1, The Foundations of Geomorphology pp. 205–232. Disponivel em https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374739-6.00012-9. Acesso em 18/05/21.

PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E.; CORREA, A. C. B.; RODRIGUES, R. A. R. Pedogeochemistry and micromorphology of oxisols - A basis for understanding etchplanation in the Araucárias Plateau (Southern Brazil) in the Late Quaternary. **Journal of South American Earth Sciences.** v. 48, p. 1-12, 2013. Disponivel em: https://doi.org/10.1016/j.jsames.2013.07.011. Acesso em 17/05/2021.

PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E.; OSTERRIETH, M. L.; PAISANI, S. D. L.; FACHIN, A.; GUERRA, S.; OLIVEIRA, L. Paleosols in low-order streams and valley heads in the Araucaria Plateau – record of continental environmental conditions in Southern Brazil at the end of MIS 3. **Journal of South American Earth Sciences,** v. 54, p.57-70, 2014. Disponivel em: https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.04.005. Acesso em 16/05/2021.

PEULVAST; J. P. & SALES, V. C. Aplainamento e geodinâmica: revisitando um problema clássico em geomorfologia. **Mercator,** v. 1, n. 1, p. 113-150, 2002.

PENCK, W. **Die morphologische Analyse. Ein Kapitel der physikalischen Geologie**. Stuttgart: Engelhorns Nachf. 283 p., 1924.

PONTELLI, M. E.; PAISANI, J. C.; PELOSO, W.; ALMEIDA, B. K. Grau de alteração de perfis de intemperismo nas superfícies geomorfológicas IV e III - Serra da Fartura, Planalto das Araucárias. In**: Anais do XI Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 2016, Maringá. (UEM), 2016. v. 1. p. 1-10.

RICCOMINI, C.; VELÁZQUEZ, V. F.; GOMES, C. B. Tectonic controls of the Mesozoic and cenozoic alkaline magmatism in central-southeastern Brazilian Platform. In: COMIN-CHIARAMONTI, P.; GOMES, C. B. (Ed.) **Mesozoic to cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform**. São Paulo: Edusp-Fapesp, 2005. p. 31-56.

RIFFEL, S. B. **Curva hipsométrica no mapeamento de paleosuperfícies: abordagem quantitativa.** 2005. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ROSS, J. L. S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista de Geografia - IG-USP**, n. 6, p. 17 – 29, 1992. Disponivel em https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002. Acesso em 17/05/2021.

RUHE, R. Geomorphic surfaces and the nature of soils. **Soil Science**, v. 82, n. 6, p. 441-445, 1956.

SAADI, A.; SILVA, L. M.; MAGALHÃES JR. A. P. Contribuição à Discussão das Superfícies de Aplainamento no Sudeste Brasileiro, com Base na Análise Quantitativa da Paleotopografia do Sul de Minas Gerais. **Geosul**, v. 14, n. 27, p. 569-572, 1998.

SALGADO, A. A. R. Superfícies de Aplainamento: Antigos paradigmas revistos pela ótica dos novos conhecimentos geomorfológicos. **Geografias**, v. 3, p. 64-78, 2007.

SCHUMM. S.A. & LICHTY, R. W. Tempo, espaço e causalidade em geomorfologia. **Notícia Geomorfológica**, v.13, n. 25, p. 43-62, 1973.

SILVA, T. M. Superfícies geomorfológicas do Planalto Sudeste Brasileiro: revisão teórico-conceitual. **Geo UERJ**, v. 3, n. 20, p. 1-22, 2009. Disponivel: https://doi.org/10.12957/geouerj.2009.1426. Acesso em 16/05/21.

SORDI, M. V.; SALGADO, A. A. R.; SIAME, L.; BOURLÈS, D.; PAISANI, J. C.; LÉANNI, L.; BRAUCHER, R.; DO COUTO, E.V.; AND ASTER TEAM. Implications of drainage rearrangement for passive margin escarpment evolution in southern Brazil. **Geomorphology**, v. 306, p. 155-169, 2018. Disponivel em: https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.01.007. Acesso em 16/05/21.

SMALL, R. J. The study of planation surfaces. In: **The study of landforms: A textbook of Geomorphology**. Cambridge: University Press, 1986. p. 248-72.

SUERTEGARAY, D. M. Notas sobre a epistemologia da geografia. **Cadernos Geográficos (UFSC/Florianópolis)**, n.12, 2005, 63p.

SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology**. John Wiley and Sons, New York, 1991, 537p

TELBISZ, T.; KOVÁCS, G.; SZÉKELY, B; SZABÓ, J. Topographic swath profile analysis: a generalization and sensitivity evaluation of a digital terrain analysis tool. **Zeitschrift fur Geomorphologie** v. 57, p. 485-513, 2013. Disponivel em: https://doi.org/10.1127/0372-8854/2013/0110. Acesso 16/05/2021.

THOMAS, D. S. G. & GOUDIE, A. **The dictionary of Physical Geography**. Oxford: Blackwell, 2000, 610 p.

THOMAS, M. F. The role of etch processes in landform development. I. Etching concepts and their applications. **Zeitschrift fur Geomorphologie**, v. 33, n. 2, p. 129-142, 1989. Disponivel em: https://doi.org/10.1127/zfg/33/1989/257. Acesso em 17/05/2021.

THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics. A study of weathering and denudation in low latitudes**. J. Wiley & Sons, Chichester, 1994, 460 p.

THOMPSON, R. N.; GIBSON, S. A.; MITCHELL, J. G.; DICKIN, A. P.; LEONARDOS, O. H.; BROD, J. A.; GREENWOOD, J. C. Migrating Cretaceous-Eocene Magmatism in the Serra do Mar Alkaline Provinces, SE Brazil: Melts from the Deflected Trindade Mantle Plume? **Journal of Petrology**, v. 39, n. 8, p. 493-1526, 1998. Disponivel em: https://doi.org/10.1093/petroj/39.8.1493. Acesso 17/05/21.

TWIDALE, C. R. The two-stage concept of landform and landscape development involving etching: origin, development and implications of an idea. **Earth Science Reviews**, v. 57, p. 37–74, 2002. Disponivel em: https://doi.org/10.1016/S0012-8252(01)00059-9. Acesso em 17/05/20/21.

VALADÃO, R. C. **Evolução de longo-termo do relevo do Brasil Oriental (desnudação, superfícies de aplanamento e soerguimentos crustais).** Salvador, 243 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia, 1998.

VALERIANO, M. M. & ROSSETTI, D. F. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. **Applied Geography**, v. 32, p.300-309, 2012.

VARAJÃO, C. A. A questão da Correlação das Superfícies de Erosão do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 21, n. 2, p. 138-145, 1991.

VARGAS, K. B. **Superfícies geomorfológicas do Centro Norte Paranaense e evolução do relevo regional.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2017.

WAYLAND, E. J. Peneplains and some other erosional platforms. In: ADMANS G. F. **Planation surfaces: peneplains, pediplains, and etchplains.** Dowden: Hutchingon e Ross, 1933.

ZALAN, P. V. & OLIVEIRA, J. A. B. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil**. Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 12, 2005. p. 269– 300.