



NOTA TÉCNICA

BREVE ESTADO DA ARTE DO SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE RELEVO (SBCR): CONTRIBUIÇÕES DE E PARA A SOCIEDADE CIENTÍFICA GEOMORFOLÓGICA

Comitê Executivo Nacional – CEN/SBCR

Email: sbcr@ibge.gov.br

INTRODUÇÃO

Os primeiros momentos que antecedem a proposta de criação de um sistema taxonômico para o relevo do Brasil ocorrem durante o XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, realizado na cidade de Fortaleza (CE), em junho de 2019, no âmbito do 1º Workshop de Cartografia Geomorfológica, organizado pela União da Geomorfologia Brasileira (UGB). Esse momento é considerado histórico, pois, pela primeira vez, geomorfólogos e interessados na cartografia geomorfológica se reuniram em um fórum específico para discutir sobre o tema (BOTELHO; PELECH, 2019).

Os principais motivadores dessa proposta basearam-se no reconhecimento de que há no País: um elevado número de trabalhos científicos cujos autores elaboram sua própria metodologia de mapeamento geomorfológico, ainda que inspirados, algumas vezes, em metodologias pré-existentes (SOUZA et al., 2022); adaptações diversas, tanto em número de táxons, quanto em relação à sua nomenclatura; divergência na conceituação e interpretação das formas de relevo; e, conseqüente, diversidade de variáveis consideradas nos mapeamentos e em suas respectivas legendas. Tais fatores dificultam ou até mesmo impossibilitam, por exemplo, a comparação e a junção de mapas, ainda que elaborados em escalas compatíveis, e a existência de um banco nacional de informações de relevo de caráter colaborativo.

Nesse contexto, em novembro de 2019, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), assumindo seu papel de órgão responsável pelos mapeamentos sistemáticos dos recursos naturais do país, organizou e sediou o 1º Workshop sobre o Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR), no qual foram debatidas e estabelecidas as primeiras diretrizes e estrutura organizacional e de trabalho do Sistema (IBGE, 2020). Nessas diretrizes foi acordado que o SBCR configuraria um sistema aberto, dinâmico e colaborativo, para o qual o IBGE, o Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) e a UGB trabalhariam em conjunto, reunindo especialistas para discussões e deliberações, promovendo o avanço do sistema e divulgando e debatendo sobre o mesmo junto à sociedade científica interessada.

Desde então, grupos de trabalhos se formaram e vêm trabalhando na construção do SBCR. A presente Nota Técnica tem como objetivo apresentar à comunidade científica interessada na

temática do relevo o estado atual da organização taxonômica do SBCR, de forma breve e condensada, pois está prevista para o ano de 2024 uma publicação específica sobre o Sistema, que reunirá todo o estado da arte até aquele momento e todas as fundamentações teórico-conceituais e metodológicas adotadas na estruturação de seus níveis taxonômicos e subsistemas. Pesquisadores interessados em mencionar e ou adotar os conceitos e critérios definidos e incorporados até o momento ao SBCR poderão citar e referenciar esta Nota, organizada pelo Comitê Executivo Nacional (CEN) do SBCR, que reflete o trabalho dos seus 78 membros e as últimas deliberações formais realizadas durante o 2º Workshop sobre o Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo, realizado em Curitiba (PR), em março de 2023.

UM DESAFIO A MUITAS MÃOS

Desde o fórum deliberativo do 1º Workshop sobre o Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo, este está estruturado em organismos de cunho organizacional e ou de cunho técnico-científico (Figura 1).

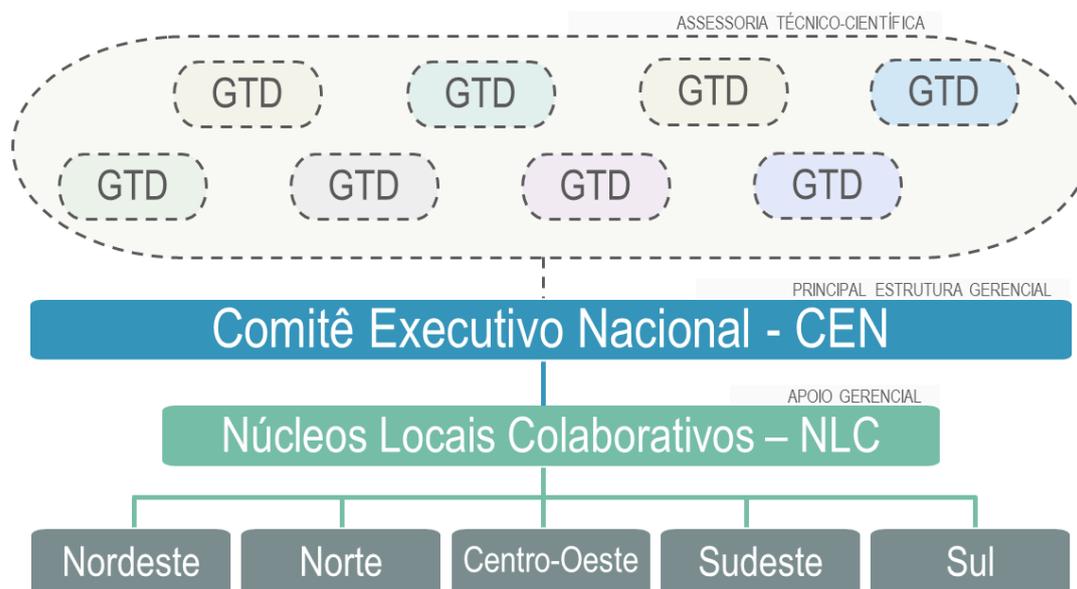


Figura 1. Estrutura organizacional do SBCR.

O Comitê Executivo Nacional (CEN) é a principal estrutura gerencial do SBCR, mas também possui caráter técnico-científico. É um organismo interinstitucional, composto por representantes da área de Geomorfologia da Diretoria de Geociências do IBGE, do SBG/CPRM e da Diretoria da UGB.

Os Grupos de Trabalho Direcionado (GTD) têm caráter exclusivamente técnico e o número, tanto de GTDs, quanto de participantes em cada um, é aberto e variável. Estes são compostos por profissionais especialistas (doutores) ou com reconhecida experiência em estudos de relevo em diferentes escalas e de diferentes subáreas da Geomorfologia e foram criados para atender às demandas técnicas do SBCR, contribuindo para a construção das bases científicas dos termos, conceitos, níveis, métodos, escalas e outros aspectos adotados pelo SBCR. Como tais demandas

são variáveis no tempo e no espaço, os GTDs também o são. Vale ressaltar que os membros do SBCR são voluntários e alguns atuam em mais de um organismo do Sistema.

Até o momento, existem nove GTDs, que realizaram reuniões que estão registradas em mais de 100 Atas. Sua atuação é fundamental para a construção do SBCR, cujas concepções são debatidas e estabelecidas a partir de votações abertas em seus eventos deliberativos. O Quadro 1 apresenta a composição dos GTDs do SBCR, tomando como referência a data inicial do último Workshop sobre o Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo.

Quadro 1. Composição dos GTDs do SBCR em 28 de fevereiro de 2023.

<p>1</p>	<p>Superfícies Rebaixadas - Alberto Lacerda, Cenira Lupinacci, Jemison Mattos, Kleber Lima, Luciana Freire, Luis Ricardo Costa, Luziane Luz, Marco Antônio Tomasoni, Marco Túlio Diniz, Raquel do Vale, Rubson Maia, Saulo Vital, Simone Ribeiro, Sirius Souza, Vanda Claudino Sales (15).</p>	<p>2</p>	<p>Planaltos - Alberto Lacerda, André Faria, André Oliveira, Claudinei Silveira, Leandro Almeida, Marcelo Freitas, Moisés Rehbein, Ricardo Letenski, Ricardo Silveira, Roberto Marques (10).</p>
<p>3</p>	<p>Tabuleiros - Carlos Uchôa de Lima, Lucas Leite, Neise Alves, Quésia da Silva, Rogério Ferreira, Sheila Teixeira (6).</p>	<p>4</p>	<p>Montanhas – André Salgado, Celso Carneiro, Claudinei Silveira, Frank Arcos, Patrícia Simões, Renato de Assis, Ricardo Silveira, Rosangela Botelho, Vanda Sales (9).</p>
<p>5</p>	<p>2º Táxon - André Avelar, Fernando Villela, Isabel Gouveia, Jurandyr Ross, Marcelo Dantas, Miguel Tupinambá, Rodrigo Paixão. (7).</p>	<p>6</p>	<p>Subsistema Fluvial - Aguinaldo Silva, André Pelech, Antonio Magalhaes Junior, Édipo Cremon, Ericson Hayakawa, Fabiano Pupim Jonas Souza, José Stevaux, Kleber Lima, Luziane Luz, Maria Naíse Peixoto, Mônica Marçal (12).</p>
<p>8</p>	<p>Subsistema Costeiro – André Faria, Eduardo Bulhões, Guilherme Fernandez, Marco Túlio, Thais Baptista, Thiago Pereira (6).</p>	<p>7</p>	<p>Subsistema Relevo Tecnogênico - Alex Pelliggia, Antonio Oliveira, Isabel Gouveia, Maria Naíse Peixoto, Marjorie Nolasco, Miguel Fernandes Felipe, Nina Simone Moura, Telma Mendes da Silva (8).</p>
<p>9</p>	<p>Subsistema Cárstico - Allan Calux, André Salgado, Luiz Travassos, Mariana Timo, Úrsula Azevedo (5).</p>		

A seguir são apresentadas as principais estruturas já delineadas para o SBCR. O primeiro táxon encontra-se definido desde o 1º Workshop sobre o Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo, mas os GTDs dedicados à sua discussão e proposição realizaram avanços e os mesmos foram discutidos junto aos demais membros do Sistema, pelo CEN e com sociedade científica em eventos relacionados ao tema (Simpósio Nacional de Geomorfologia e Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada). Também é apresentado o estado atual do segundo táxon, também definido em 2019, como aquele que traria informações relacionadas à geologia, mais especificamente ao substrato geológico, e que têm influência na configuração do relevo brasileiro. Os táxons inferiores ainda não estão definidos, nem em número, nem em atributos qualificadores do relevo.

São, ainda, apresentadas as propostas de classificação para os denominados (Sub)Sistemas de Relevo (Fluvial, Costeiro e Tecnogênico) do SBCR, também idealizados durante

o 1º Workshop, e que puderam ser desenvolvidas com relativa autonomia no que se refere aos demais táxons do SBCR, pois se tratam de classificações temáticas específicas de diferentes subáreas da Geomorfologia e que se aplicam em escalas de maior detalhe e que podem tanto ser “acopladas” ao sistema principal, em níveis hierárquicos maiores, quanto serem utilizadas de modo praticamente independente em pesquisas em grandes escalas cartográficas e sob temáticas específicas.

O PRIMEIRO TÁXON

Durante o 1º Workshop sobre o Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo foi debatido e deliberado que o primeiro táxon do sistema estaria representado pelas grandes formas de relevo do território nacional (IBGE, 2020). As principais razões para essa escolha apoiam-se no fato de colocar em destaque o elemento que está sendo classificado e que poderá ser delimitado, contabilizado e espacializado – o relevo. Seus atributos e agentes formadores, como substrato e estruturas geológicas, clima, cronologia, processos denudacionais e agradacionais, e materiais constituintes (litologia, sedimentos, solos) são de enorme importância e estarão contemplados nos demais táxons. Sistemas classificatórios de outros elementos da Natureza conhecidos e utilizados no Brasil, como os da vegetação (IBGE, 2012) e dos solos (SiBCS, 2018), por exemplo, apresentam no primeiro nível taxonômico suas principais tipologias, mais genéricas e menos específicas, cujas características são passíveis de identificação em campo.

Outra grande vantagem da representação das macroformas de relevo no primeiro táxon é a expectativa de divulgar e popularizar informações geomorfológicas contidas no mapa de relevo nos diferentes níveis da Educação, incluindo o Ensino Básico. A terminologia mais ampla e simples e a possibilidade de identificação das formas no terreno e sobre imagens de satélite, por exemplo, abre caminhos para o uso e adoção do Mapa de Relevo do Brasil no 1º nível taxonômico do SBCR nas escolas, livros didáticos e Atlas escolares e nacionais. Esse feito representará um grande avanço rumo à padronização e compreensão da linguagem geomorfológica desde os primeiros anos de estudo, assim como ocorre, por exemplo, com a classificação dos seres vivos na ciência biológica.

No cenário atual, os mapas de relevo do Brasil apresentados às crianças e jovens são distintos entre si e frutos de adaptações e fusões, muitas vezes indevidas, de mapas de relevos diversos, pois o primeiro nível taxonômico dos mapeamentos mais utilizados até hoje no País representam fatos e informações geológicas, que são pouco compreensíveis aos estudantes do Ensino Básico.

A seguir, são apresentadas as classes de relevo definidas para composição do primeiro nível taxonômico do SBCR e suas conceituações, propostas pelos GTDs e discutidas e equalizadas pelos membros do SBCR em plenária no 2º Workshop. Ressalta-se que o detalhamento dos critérios distintivos das classes e de apoio a sua identificação e delimitação tanto em campo quanto em imagens serão divulgados na publicação vindoura. Assim, as cinco classes de relevo no 1º táxon são:

Montanhas: feições elevadas com amplitude altimétrica superior a 300 metros em relação às áreas circunvizinhas, predominantemente com topos aguçados ou em cristas e vertentes declivosas, cuja

ocorrência normalmente está associada a conjuntos dissecados contínuos, em sistemas orogênicos ou crátons.

Planaltos: relevos elevados em relação às superfícies adjacentes, ao menos em uma de suas bordas, com distintos níveis de dissecção (incluindo topos planos), com variadas declividades e níveis altimétricos, sendo esculpido em diferentes substratos geológicos.

Planícies: relevos predominantemente planos, desenvolvidos em depósitos sedimentares inconsolidados de idade quaternária, onde a acumulação supera a erosão, resultando em distintas feições decorrentes da ação de processos fluviais, marinhos, lacustres, lagunares e eólicos.

Superfícies Rebaixadas: relevos mais baixos do que as áreas adjacentes, resultantes de processos denudacionais, com declividades e variações altimétricas baixas e médias, podendo estar em regiões interplanálticas, intermontanas ou marginais e conter relevos residuais.

Tabuleiros: formas de relevo predominantemente dissecadas, com topos planos e/ou com suaves ondulações, podendo apresentar patamares escalonados, com baixa declividade, bordas escarpadas, com altimetria inferior a 250m, amplitude de 20m a 60m, com cobertura sedimentar de idade neógena e rochas pouco litificadas.

O SEGUNDO TÁXON

O segundo táxon aborda as unidades morfoestruturais para caracterização das macrounidades do 1º táxon (Montanhas, Planaltos, Superfícies Rebaixadas, Tabuleiros e Planícies).

As unidades morfoestruturais compreendem províncias geotectônicas que se individualizam por características litológicas e estruturais de grande relevância para a compreensão da compartimentação geomorfológica em escala continental (GERASIMOV; MESCIERJAKOV, 1968; ROSS, 1992; ROSS; MOROZ, 1996). A fim de compor o SBCR, as unidades morfoestruturais são caracterizadas por grandes extensões em área (ex.: grandes bacias sedimentares em sinéclise, como a Bacia do Paraná; ou extensos cinturões orogenéticos, como a Faixa Araguaia). Entretanto, conforme a escala de mapeamento a ser adotada, as morfoestruturas podem ser representadas em distintas ordens de grandeza (MESCIERJAKOV, 1968). Morfoestruturas de pequena extensão podem ser representadas em mapeamentos geomorfológicos em escalas de maior detalhe (ex.: bacias sedimentares em rift, como a Bacia de Taubaté, em São Paulo; plútons ígneos, como o Morro de São João, no Rio de Janeiro; ou planaltos em núcleos cristalinos arqueados, como o Planalto Sul Rio-Grandense no Rio Grande do Sul ou o Planalto da Borborema, em Pernambuco).

As unidades morfoestruturais são fundamentais para o entendimento da evolução geomorfológica do território brasileiro e refletem a análise conjugada dos condicionantes litoestruturais do substrato geológico e da morfodinâmica regida por processos erosivo-deposicionais, conforme as características intrínsecas de cada morfoestrutura. Em suma, elas são os alicerces sobre os quais são desenvolvidas as distintas configurações de relevo e das paisagens naturais sob o efeito da denudação.

Tais unidades devem considerar os eventos de soergimento e subsidência da Plataforma Sul-Americana no Cenozoico e os ciclos de aplainamento que obliteraram e nivelaram em distintos níveis de base extensões consideráveis do território. Estes processos, ainda não inteiramente

compreendidos, dificultam uma correlação direta entre as unidades dos 1º e 2º táxons, já que as compartimentações entre as unidades podem variar segundo a gênese, histórico geológico, processos e abordagem escalar.

Assim, o GTD 2º Táxon propõe unidades morfoestruturais desenvolvidas em embasamento cristalino e em coberturas sedimentares não dobradas. As unidades do embasamento cristalino expõem níveis crustais profundos intensamente erodidos, compostos por rochas ígneas e metamórficas de idades arqueanas e proterozoicas. As coberturas compreendem rochas e depósitos sedimentares desenvolvidos durante o Fanerozoico, que recobrem o embasamento cristalino (Figura 2). No território brasileiro, as principais zonas de cobertura fanerozoica são as Bacias Sedimentares Intracratônicas. As rochas ígneas e metamórficas que constituem os crátons e sistemas orogênicos possuem porosidade primária muito baixa e grau de fraturamento muito variado. A presença de dobramentos e falhamentos resulta em grande variabilidade lateral em termos de composição e estruturas. Tais características físicas diferenciam substancialmente as unidades morfoestruturais do embasamento cristalino das unidades de cobertura. As unidades morfoestruturais do embasamento, em especial os sistemas orogênicos, produzem relevos acidentados. As unidades de cobertura, por não se apresentarem dobradas ou falhadas com grande intensidade, apresentam baixa variabilidade lateral, o que confere uma maior monotonia ao relevo desenvolvido sobre elas.

Desse modo, seis tipos distintos de unidades morfoestruturais foram propostas:

- Embasamento cristalino

- 1) Crátons
- 2) Sistemas Orogrênicos - Coberturas
- 3) Bacias Sedimentares
- 4) Coberturas Sedimentares pouco litificadas
- 5) Coberturas Sedimentares não-consolidadas
- 6) Coberturas Residuais endurecidas

Os Crátons podem ser definidos como domínios relativamente estáveis da litosfera continental, não submetidos a eventos deformacionais ou tectônicos importantes (BRITO NEVES, 2011), compostos por um complexo e diversificado substrato geológico de idade Arqueana a Proterozoica. Na América do Sul e na África os crátons são áreas estáveis em relações aos ciclos Brasileiro e Pan-Africano que ocorreram entre o fim do Proterozoico e o início do Paleozoico.

Os Sistemas Orogrênicos englobam rochas geradas em ciclos e colagens orogênicas que ocorreram entre o fim do Proterozoico e o início do Paleozoico durante a formação do supercontinente Gondwana. Compõem-se de rochas geradas e deformadas durante a convergência e a colisão de placas e fragmentos de placas litosféricas. No seu interior são encontradas dobras, falhas, zonas de cisalhamento, rochas metamórficas e rochas ígneas intrusivas geradas em diversas etapas orogênicas. Os sistemas orogênicos produzem cadeias de montanhas sustentadas pelo espessamento crustal e consequente anomalia isostática positiva. Cessada a convergência e a compressão litosférica ao fim da orogênese, a denudação das montanhas e o soerguimento

isostático da crosta espessada permite a exposição, na superfície continental, de rochas e estruturas formadas em níveis crustais profundos.

As Bacias Sedimentares podem ser definidas como subsidências da superfície terrestre formadas por abatimentos da litosfera, nos quais se depositam ou depositaram sedimentos e/ou material vulcânico, inumados e litificados em espessas sequências de rochas vulcano-sedimentares.

As Coberturas Sedimentares pouco litificadas podem ser definidas como depósitos pouco espessos e espriados que recobrem e inumam superfícies aplainadas, sem o estabelecimento de uma bacia sedimentar. Em geral, são constituídas por rochas sedimentares de idade neógena, apresentando baixo grau de diagênese e litificação. A Formação Barreiras, por exemplo, que se estende por uma vasta zona pré-litorânea do País, consiste no mais notável exemplar desta unidade e apresenta íntima correlação com os Tabuleiros, no 1º Táxon.

As Coberturas Sedimentares não-consolidadas abrangem todos os tipos de ambientes deposicionais de idade quaternária: encosta (colúvio e tálus); fluvial; fluviomarinho; deltaico; lagunar; marinho; e eólico. Em geral, são constituídas por sedimentos inconsolidados atuais ou subatuais que revestem todas as unidades geológicas pré-quaternárias. Excetuando os depósitos de origem gravitacional (colúvios), esta unidade apresenta íntima correlação com as Planícies, no 1º Táxon.

Por fim, a Unidade das Coberturas Residuais endurecidas, controversa em sua classificação e delimitação, conceitualmente não pode ser correlacionada a uma morfoestrutura no sentido clássico do termo, por ser constituída por materiais remobilizados e/ou alterados. Tais coberturas são originadas por processos intempéricos predominantemente químicos. São compostas por crostas ferruginosas, aluminosas ou carbonáticas contendo cimento e/ou fragmentos com suscetibilidade erosiva muito baixa. Apresentam formas correlatas, tais como: patamares tabulares, feições ruiformes, superfícies de concreções lateríticas e, por vezes, depressões fechadas. Em certos casos, podem superar o papel do substrato rochoso subjacente (saprolito e rocha sã) e das estruturas geológicas na esculturação da paisagem. Nestas situações, propõe-se que tais coberturas sejam incluídas em mapas geomorfológicos como uma unidade morfoestrutural singular. A título de exemplo, citam-se as formações lateríticas dos chapadões semiúmidos do Brasil Central, constituídas por cangas ou crostas ferruginosas, que seguem um modelo de evolução de relevo por etchplanação, conforme preconizado por Büdel (1982).

(SUB)SISTEMA FLUVIAL

São diversas as classificações geomorfológicas de rios existentes atualmente, apresentando históricos distintos e abordando diferentes atributos do canal e do ambiente fluvial. Esta diversidade, apesar de ser relevante para atender a uma ampla gama de aplicações, e ainda que utilize uma série de técnicas e ferramentas comuns aos estudiosos e pesquisadores da geomorfologia fluvial, acaba por dificultar os esforços de monitoramento e compartilhamento de dados entre as pesquisas desenvolvidas, indicando que uma padronização seria benéfica a este campo de estudos (BUFFINGTON; MONTGOMERY, 2013).

Na estruturação da classificação de rios proposta pelo GTD (Sub)Sistema Fluvial, identificam-se dois focos principais distintos, porém associados. O primeiro está ligado às feições geomorfológicas geradas por rios e canais, as chamadas “unidades geomórficas” ou “feições geomorfológicas” (geomorphic units; channel units; morphoestigraphic units, dentre outras denominações utilizadas na literatura científica), isto é, feições produzidas por processos de erosão e sedimentação e distinguíveis como pequenas partes de um todo (ambiente fluvial). Neste foco, o artigo de Wheaton et al. (2015) constituiu uma base fundamental. Nesta abordagem, exemplos de feições geomorfológicas típicas são: planície de inundação, terraço fluvial, paleocanal, barras (longitudinal, transversal, em pontal etc.), rápido, cascata, poço, dentre outras.

O segundo foco está propriamente nos rios e canais, ou seja, na tipologia de rios ou tipologia fluvial. Nessa vertente, o artigo de Fryirs e Brierley (2018) foi de grande importância, assim como o conhecimento anterior sobre estilos fluviais (BRIERLEY; FRYIRS, 2000; 2005). Assim, foram discutidos os principais parâmetros, condicionantes e características que influenciam na determinação de um tipo de rio. A proposta elaborada abrange quatro categorias fundamentais: o substrato; o confinamento de canal; a forma em planta; e o regime de fluxo (Quadro 2).

Quadro 2 – Proposta de tipologia fluvial para o subsistema fluvial, baseada em múltiplas referências.

Níveis hierárquicos	Categorias	Atributos	Referências e comentários
1	Substrato	Aluvial	MONTGOMERY e BUFFINGTON (1997)
		Coluvial	
		Embasamento Rochoso	
		Antropogênico/Artificial/Tecnogênico	-
2	Confinamento de canal	Confinado (>85%)	FRYIRS e BRIERLEY (2018); WHEATON et al. (2015); FRYIRS et al. (2016). Segundo FRYIRS e BRIERLEY (2018) o grau de confinamento é atribuído pela quantidade percentual que o canal toca as margens fluviais (margens em terraços, leques, rampas, encosta do embasamento rochoso ou antropogênicas).
		Parcialmente confinado (10-85%)	
		Lateralmente não confinado (<10%)	
3	Forma em planta	Retilíneo	Múltiplas referências.
		Entrelaçado	
		Meandrante (passivo e ativo)	
		Divagante (<i>wandering</i>)	
		Multicanal	
		Artificial	RINALDI et al. (2016)
4	Regime de Fluxo	Perene	-
		Intermitente	
		Efêmero	

Em síntese, a determinação do tipo de rio é uma integração entre os dois focos de abordagem apresentados (Figura 2). A tipologia fluvial está associada a uma interpretação das assembleias de feições geomorfológicas identificadas (notadamente nas categorias ‘substrato’ e

‘forma em planta’) e análises específicas associadas (cálculo do confinamento de canal e estimativa do regime de fluxo).

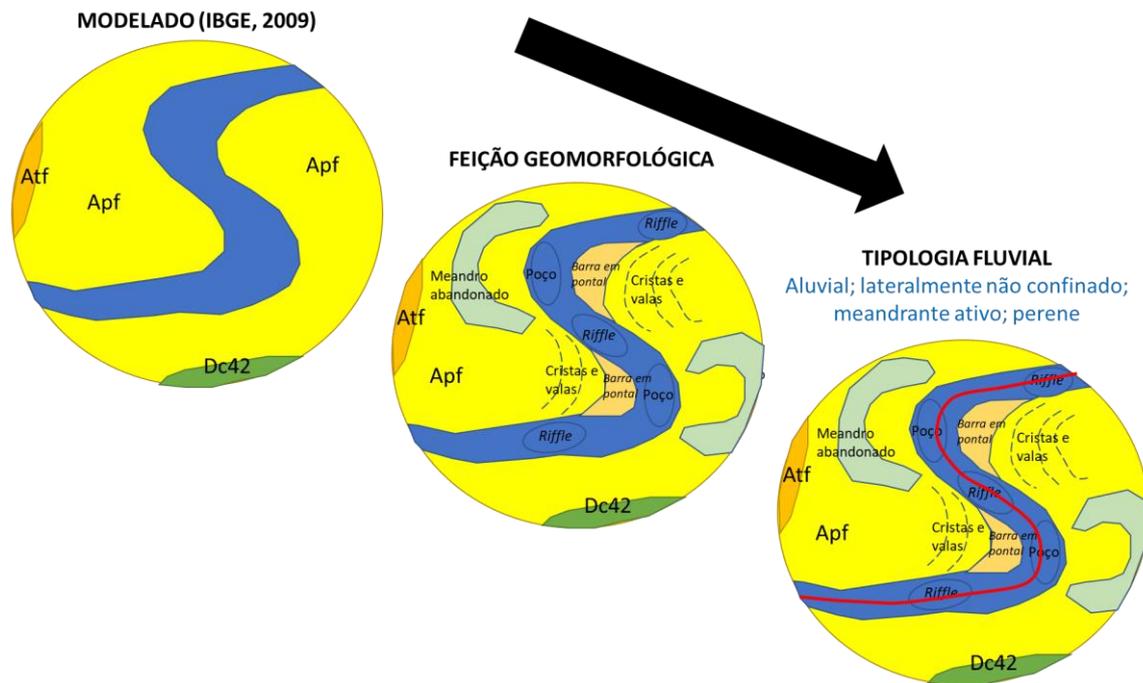


Figura 2 – Esquema conceitual de classificação geomorfológica de rios, segundo a proposta elaborada. Foi utilizado o ‘modelado’ (4º táxon da metodologia do IBGE, 2009) como ponto de partida para o detalhamento e classificação tipológica subsequentes.

(SUB)SISTEMA COSTEIRO

As primeiras classificações do relevo costeiro, documentadas a partir do século XIX, tinham naturalmente um caráter generalista e com abordagem principalmente global. Neste contexto, destacaram-se os modelos baseados no critério geotectônico (SUESS, 1888), no critério de comportamento do nível do mar (JONHSON, 1919) e no critério de regime de forçantes hidrodinâmicas, relacionadas à ação das ondas e das marés (DAVIES, 1980; DAVIES; HAYES, 1984). A partir da segunda metade do século XX, classificações setorializadas também foram desenvolvidas, cuja natureza foi restrita a sistemas específicos, como dunas costeiras, costões rochosos, ilhas oceânicas e praias arenosas, geralmente em escala de detalhe. Contudo, conforme destacou Finkl (2004), praticamente não foram concebidos arcabouços teórico-metodológicos de classificação de formas costeiras organizadas em sistemas hierárquicos.

No Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009) as feições costeiras são descritas no 5º táxon (formas de relevo simbolizadas), que caracteriza formas de relevo associadas à ação fluvial, marinha, lacustre e eólica. No 4º táxon, essas feições compõem, principalmente, os “Modelados de Acumulação”, com expressão principalmente na forma de planícies e terraços. Com intuito de aprimorar a sistematização das feições do relevo costeiro, a Figura 3 demonstra a trajetória conceitual e de hierarquia trabalhada pelo GTD (Sub)Sistema Costeiro.

Nessa primeira aproximação, o relevo costeiro está dividido em “Modelados costeiros de erosão” e “Modelados costeiros de acumulação”. O primeiro abarca as costas rochosas, que podem apresentar formas do tipo costões, falésias e plataformas. Neste caso, o critério litológico pode ser utilizado para diferenciar as formas esculpidas em rochas cristalinas (*hard rock*), mais comum no litoral sudeste; e as formas esculpidas em coberturas sedimentares, como a Formação Barreiras (*soft rock*), comumente encontradas no litoral nordeste.

No caso dos “Modelados costeiros de acumulação”, destacam-se as planícies costeiras, as planícies lagunares e as planícies fluviomarinhas. A primeira encontra-se melhor amadurecida em termos de classificação e mapeamento em nível de detalhe, principalmente na escala a partir de 1:25.000. Neste caso, optou-se por um sistema de classificação morfogenético, onde as feições podem ser do tipo “dominadas por ondas”, “dominadas por marés”, “dominadas por ação eólica”, além de “feições lagunares”. A escolha pelo critério morfogenético é justificada pela natureza do propósito de uma classificação baseada em um sistema hierárquico de representação espacial das formas de relevo; e de, possivelmente, melhor representar a viabilidade de futura “acoplagem” aos demais táxons em discussão pelo SBCR.

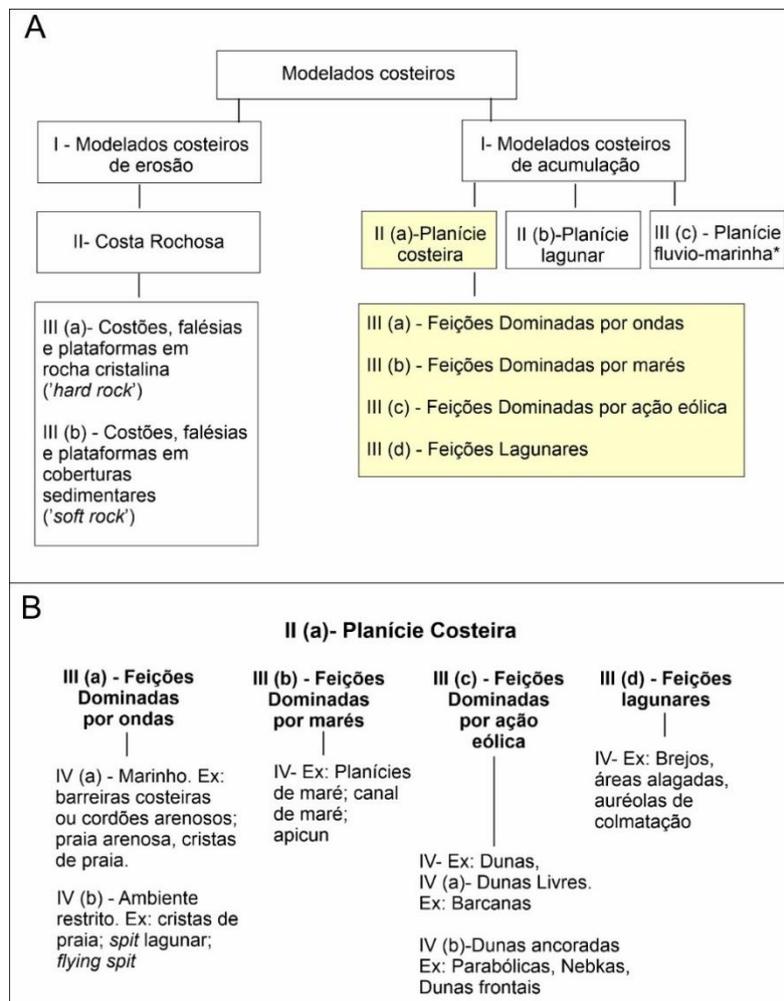


Figura 3: (A) Esquema em construção que sintetiza a trajetória de classificação do relevo costeiro. (B) Critério morfogenético aplicado especificamente ao modelado de Planície Costeira.

(SUB)SISTEMA RELEVO TECNOGÊNICO

O relevo tecnogênico¹ abrange uma grande variedade de morfologias resultantes da agência humana, a qual constitui o elemento fundamental para sua identificação, diferenciação e caracterização. A agência humana é o modo particular e contextualizado da atuação humana, especificamente aqui considerado no aspecto geomorfológico. Assim, a classificação do relevo tecnogênico se dá, inicialmente, com a distinção e individualização de formas que foram (ou são) alteradas ou criadas pela agência humana (denominadas morfologias tecnogênicas) e as que não sofreram alteração pela agência humana.

Os princípios e critérios empregados para a diferenciação das formas de relevo tecnogênicas fundamentam-se nos estudos desenvolvidos no Brasil para o mapeamento geomorfológico de feições e processos antropogênicos, na cartografia geotécnica e na identificação e caracterização dos terrenos e depósitos sedimentares tecnogênicos. Tais estudos vêm sendo conduzidos, em especial desde a década de 1990, por grupos científicos de várias instituições brasileiras, cujos pesquisadores têm produzido importante arcabouço conceitual e metodológico acerca das feições de relevo e coberturas superficiais tecnogênicas². A classificação do relevo tecnogênico aqui apresentada é essencialmente genética, na qual é necessário aplicar uma abordagem morfoestratigráfica. São levados em conta, portanto, as formas, os processos e os materiais constituintes do terreno.

Os contextos geomorfológicos em que as formas tecnogênicas se desenvolvem podem ser de três tipos: a) aqueles em que ocorre uma dinâmica morfológica aditiva, ou seja, que resulta em acumulação de material transportado e depositado, de forma direta ou indireta, formando Elevações ou Superposições Tecnogênicas; b) os dominados por dinâmicas subtrativas, que resultam em perda e exportação de material, configurando Cicatrizes ou Depressões Tecnogênicas; e c) os contextos de dinâmica conservativa, nos quais não há aporte ou exportação de material na superfície, produzindo as Corrugações Tecnogênicas e as Equiformas Tecnogênicas (Quadro 3).

As formas criadas diretamente pela agência humana são denominadas Tecnoformas e as induzidas pela agência humana são denominadas Geotecnoformas. Deste modo, as Elevações ou Superposições Tecnogênicas, que resultam do acréscimo de materiais no terreno, podem se dar em função da ação humana direta, constituindo, assim, Tecnoformas de Acumulação; ou podem resultar da ação humana indireta, constituindo as Geotecnoformas de Acumulação. As Cicatrizes ou Depressões Tecnogênicas, que resultam, inversamente, da retirada de materiais do terreno, também podem se dar em função da ação humana direta, constituindo Tecnoformas de Escavação; ou da ação indireta, constituindo Geotecnoformas de Denudação. As Corrugações Tecnogênicas correspondem a morfologias associadas a terrenos revolvidos pela movimentação direta de

¹ O termo tecnogênico se refere a uma morfogênese associada direta ou indiretamente à agência humana. Os termos tecnogênico e antropogênico não têm caráter geocronológico ou cronoestratigráfico, não se referindo à idade dos terrenos e formas associadas, diferentemente dos termos Tecnógeno e Antropoceno, que têm caráter geocronológico-cronoestratigráfico, mas não implicação genética necessária.

² Considerando o escopo desta Nota Técnica, indicamos alguns trabalhos visando auxiliar a compreensão de aspectos mencionados no texto acerca de conceitos básicos (OLIVEIRA et al., 2005; OLIVEIRA; PELOGGIA; OLIVEIRA, 2018; OLIVEIRA; PELOGGIA, 2014; PELOGGIA et al., 2014), do mapeamento geomorfológico no contexto da morfologia original (EDUARDO et al., 2021; MOURA et al., 2021; ALMEIDA et al., 2022), das relações formas-materiais-processos (NOLASCO; MACEDO, 2005; OLIVEIRA et al., 2005) e da cartografia retrospectiva (RODRIGUES et al., 2019).

materiais in situ, configurando as Tecnoformas de Turbação. Já as Equiformas Tecnogênicas ocorrem em situações em que há modificação direta ou indireta na composição ou estrutura física do terreno, ainda que a forma original do relevo seja conservada. Esta modificação pode se dar por alterações das coberturas pedológicas, constituindo as Equiformas Tecnogênicas de Modificação em Superfície, ou dos materiais em profundidade, como é o caso dos maciços tecnoturbados, constituindo as Equiformas Tecnogênicas de Modificação em Profundidade.

Quadro 3. Formas de relevo tecnogênicas organizadas segundo aspectos morfográficos (categorias no 1º nível taxonômico) e morfogenéticos (tipos no 2º nível taxonômico), com aspectos de sua expressão no terreno e morfogênese.

FORMAS DE RELEVO TECNOGÊNICAS			
MORFOLOGIA		EXPRESSÃO NO TERRENO	MORFOGÊNESE
Categorias (1º Nível)	Tipos (2º Nível)		
ELEVAÇÕES E SUPERPOSIÇÕES TECNOGÊNICAS	Tecnoformas de Acumulação	Formas associadas a depósitos tecnogênicos construídos	Acréscimo direto de material
	Geotecnoformas de Acumulação	Formas associadas a depósitos tecnogênicos induzidos	Acréscimo induzido de material
CICATRIZES E DEPRESSÕES TECNOGÊNICAS	Tecnoformas de Escavação	Cicatrizes tecnogênicas escavadas	Retirada direta de material
	Geotecnoformas de Denudação	Cicatrizes ou depressões tecnogênicas induzidas	Movimentação ou erosão induzida de material
CORRUGAÇÕES TECNOGÊNICAS	Tecnoformas de Turbação	Formas associadas a terreno revolvido	Movimentação direta de material dentro do próprio sítio
EQUIFORMAS TECNOGÊNICAS	Equiformas Tecnogênicas de Modificação em Superfície	Formas associadas a solos tecnogênicos	Modificação direta ou indireta na composição ou estrutura física do terreno em superfície
	Equiformas Tecnogênicas de Modificação em Profundidade	Maciço tecnoturbado	Modificação direta na composição ou estrutura física do terreno em profundidade

As formas de relevo tecnogênicas podem apresentar variada gama de combinações e abrangência espacial, o que lhes permite transitar entre níveis taxonômicos do mapeamento geomorfológico. Tanto as formas de relevo tecnogênicas como suas associações ocorrem em contextos de relevo preexistente, natural ou já transformado em algum grau e extensão. Considerando-se esta dimensão temporal inerente à agência humana, a cartografia retrospectiva constitui recurso fundamental no mapeamento do relevo tecnogênico. A avaliação desta classificação em diferentes contextos ambientais mostra-se essencial para o seu aprimoramento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O breve texto apresentado nesta Nota sintetiza a produção do SBCR, notadamente por meio dos seus Grupos de Trabalho Direcionados. O material já foi apresentado à sociedade científica em diferentes fóruns - *lives* e eventos - e está registrado nas Atas das reuniões dos GTDs. A literatura (artigos, teses e outros já publicados) que apoiou e sustentou as deliberações e propostas

apresentadas é certamente maior do que a que se encontrada aqui referenciada, e, em breve, haverá um espaço adequado para o seu detalhamento e ampliação.

Assim, esta Nota pode ser entendida como uma “degustação” do que está por vir. Uma pequena amostra do todo, que virá em detalhes, englobando contextos históricos, bases conceituais, critérios técnico-científicos, justificativas, associações, etc.

A construção de um Sistema Brasileiro de Classificação de Relevância é um projeto grandioso e desafiador. Não há registro anterior na história geomorfológica deste País, quiçá no mundo, de uma proposta semelhante. Quase uma centena de profissionais especializados nos estudos de relevo e seu mapeamento se reunindo em diferentes fóruns, debatendo de forma salutar, realizando parcerias e empenhados na construção colaborativa de um sistema taxonômico para o relevo brasileiro é algo inédito e inspirador.

A despeito de divergências conceituais que eventualmente se manifestam, tem-se praticado a escuta, a reflexão e o respeito às decisões majoritárias, em prol do nascimento de uma linguagem técnica padronizada que permitirá agregar esforços de pesquisas e mapeamentos do relevo realizados por todo o País; criar um banco de dados nacional sobre o relevo, passível de ser alimentado por diferentes pesquisadores; (re)conhecer e contabilizar a diversidade geomorfológica do território; e apoiar a elucidação e melhor uso de termos geomorfológicos em textos de leis e projetos ambientais, por exemplo.

Vale ressaltar que o SBCR é um sistema aberto, tanto para especialistas voluntários que queiram contribuir com os trabalhos voltados para sua construção, quanto para novos conhecimentos e concepções sobre o relevo. O SBCR está e estará em constante evolução, buscando refletir o avanço da ciência geomorfológica brasileira. As concepções e classificações do relevo nos diferentes níveis e temáticas apresentadas, de forma sintética, nesta Nota Técnica podem e devem ser difundidas, discutidas e postas em prática pelos interessados. Contribuições individuais ou de grupos, devidamente fundamentadas pela literatura sobre o tema são bem-vindas e podem ser encaminhadas para o email institucional do Sistema.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.C.F.H., MELLO, E.V., OLIVEIRA PEIXOTO, M.N. **Technogenic Modifications in River Channels Associated with Urbanization - Ribeirão Brandão Basin, Middle Paraíba do Sul River Valley, Southeastern Brazil**. In: BARBOSA DOS SANTOS, G.; FERNANDES FELIPPE, M.; MARQUES NETO, R. (eds.) *Geomorphology of Brazil: Complexity, Interscale and Landscape*. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham., 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-05178-4_12

BOTELHO, R.G.M.; PELECH, A.S. **Do mapeamento geomorfológico do IBGE a um Sistema Brasileiro de Classificação do Relevância**. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 64, n. 1, p. 183-201, 2019. DOI: https://doi.org/10.21579/issn.2526-0375_2019_n1_183-201

BRIERLEY, G.J.; FRYIRS, K. **Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework**. Blackwell Publishing, 2005. 398 p.

- BRIERLEY, G.J.; FRYIRS, K. **River Styles, a Geomorphic Approach to Catchment Characterization: Implications for River Rehabilitation** in Bega Catchment, New South Wales, Australia. *Environmental Management*, v. 25, n. 6, p. 661-679, 2000.
- BRITO NEVES, B.B. **Glossário de Geotectônica**. Ed. Oficina de Textos, São Paulo, 256p, 2011.
- BÜDEL, J. **Climatic Geomorphology**. New Jersey: Princeton University Press. 1982, 443p.
- BUFFINGTON, J.M.; MONTGOMERY, D.R. **Geomorphic classification of rivers**. In: SHRODER, J. (Ed. chefe); WOHL, E. (Editor). *Treatise on Geomorphology*. Academic Press, San Diego, CA, v. 9, Fluvial Geomorphology, p. 730-767, 2013.
- DAVIES, J.L. **Geographical variation in coast development** (2^a ed.). Longman, New York, 1980.
- DAVIES, R.A.; HAYES, M.O. **What is a wave-dominated coast?** *Marine Geology*, 60(1-4), 313–329, 1984.
- EDUARDO, C.C.; FELIPPE, M.F.; SILVA, T.M. **Proposta Metodológica para Mapeamento de Relevos Tecnogênicos em Áreas de Desastres Ambientais**. *Revista Espaço Aberto* v.11, n.1, p. 5-26, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2021.38470>
- FINKL, C.W. **Coastal Classification: Systematic Approaches to Consider in the Development of a Comprehensive Scheme**. *Journal of Coastal Research*, v.20, n.1, 166–213, 2004.
- FRYIRS, K.A.; BRIERLEY, G.J. **What's in a name? A naming convention for geomorphic river types using the River Styles Framework**. *PLoS ONE*, v. 13, n. 9, 2018.
- GERASIMOV, I.P.; MESCERJAKOV, J.A. Morphostructure. In FAIRBRIDGE, R.W. (ed). **The Encyclopedia of Geomorphology**. Reinhold Book, NY, 1968.
- HASUI, Y., CARNEIRO, C.D.R., ALMEIDA, F.F.M., BARTORELLI, A. (Eds.). **Geologia do Brasil**, Ed. Beca, 2012.
- IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2^a ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182p.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 272 p.
- IBGE. **Relatório Técnico 1º Workshop sobre o Sistema Brasileiro de Classificação de Relevo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 77p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101731.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- JOHNSON, D.W. **Shore Processes and Shoreline Development**. New York: Wiley, 1919, 584p.
- MESCERJAKOV, J.P. **Les Concepts de Morphostruture et de Morphosculture: un nouvel instrument de l'analyse geomorphologique**. *Annales de Geographie* n°423 77 Année - Paris, p 539-552, 1968.
- MOURA, N.S.; BUSCHER, N.; OLIVEIRA, A.O.; RIBEIRO, J.G. **Mapa geomorfológico da planície e terras baixas costeiras do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS-IB - Centro de Ecologia. 2021. 1 mapa color, 841 x 1189 mm. Escala 1:500.000. (Digital). Disponível em: <http://multimedia.ufrgs.br/conteudo/labgeo->

ecologia/Arquivos/Downloads/Dados/2021/Geomorfo_costeira_RS/Mapa_geomorfo_planicie_terras_baixas_costeiras_RS_A0.pdf. Acesso em: 15 mar. 2023.

NOLASCO, M.C.; MACEDO, A. **Registros Geológicos Garimpeiros a Diamantes - Chaves de identificação de cicatrizes a erosivas e depósitos tecnogênicos**. In: CONGRESSO DA ABEQUA - Associação Brasileira para estudos do Quaternário, X, 2005, Guarapari - ES. Qual é a Chave do Futuro? Anais. Rio de Janeiro - RJ: ABEQUA, 2005. Disponível em: https://www.abequa.org.br/trabalhos/0293_trabalho_marjorie_nolasco.pdf. Acesso em: 15 mar. 2023.

OLIVEIRA, A.M.S.; BRANNSTROM, C.; NOLASCO, M.C.; PELOGGIA, A.U.G.; PEIXOTO, M.N.O.; COLTRINARI, L. Tecnógeno: **Registros da Ação Geológica do Homem**. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (Eds.) Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos. 2005, p. 363-378. Disponível em: <https://www.abequa.org.br/livro.php>. Acesso em: 15 mar. 2023.

OLIVEIRA, A.M.S.; PELOGGIA, A.U.G. **The Anthropocene and the Technogene: stratigraphic temporal implications of the geological action of humankind**. Quaternary and Environmental Geosciences v.5, n.2, p. 103-111, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i2.34828>

OLIVEIRA, A.M.S.; PELOGGIA, A.U.G.; OLIVEIRA, A.A. **Tecnógeno-Antropoceno**. In: OLIVEIRA, A.M.S. E MONTICELI, J.J. (Eds.) Geologia de Engenharia e Ambiental. São Paulo: ABGE, 2018, p. 439-452 (Cap.21).

PELOGGIA, A.U.G.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, A.A.; SILVA, E.C.N.; NUNES, J.O.R. **Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground**. Quaternary and Environmental Geosciences v.5, n.1, p. 28-40, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i1.34823>

RODRIGUES, C.; MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I.C.; LUZ, R.A.; VENEZIANI, Y.; SIMAS, I.T.H. **Antropoceno e mudanças geomorfológicas: sistemas fluviais no processo centenário de urbanização de São Paulo**. Revista do Instituto Geológico v.40, n.1, p. 105-123, 2019. DOI: <https://doi.org/10.33958/revig.v40i1.631>

ROSS, J.L.S. **O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo**. Revista do Departamento de Geografia, n. 6. São Paulo, p. 17-30, 1992.

ROSS, J. L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo – escala 1:500.000**, FFLCH-USP-IPT-FAPESP, São Paulo, vol. 1 e 2, 1996.

SiBCS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181677/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358172.epub>. Acesso em: ago. 2018.

SOUZA, R.A.; GODOY, A.C.F.; PELECH, S.A.; BOTELHO, R.G.M. **Uma Visão do Mapeamento Geomorfológico no Brasil a partir da Revista Brasileira de Geomorfologia**. XIII Sinageo: Geomorfologia: complexidade e interesclaridade da paisagem. São José dos Campos, SP: Comum Design, 2022, p. 2.595-2.604. Disponível em: <https://sinageo.org.br/2020/wp-content/uploads/2022/07/Geoprocessamento-e-mapeamento-geomorfologico.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SUESS, E. **The Face of the Earth (Das Anlitz der Erde)**, Volume 2. London: Oxford University Press, 1888 (English translation 1906 by H.B. Sollas).

WHEATON, J.M.; FRYIRS, K.A.; BRIERLEY, G.; BANGEN, S.G.; BOUWES, N.; O'BRIEN, G. **Geomorphic mapping and taxonomy of fluvial landforms**. *Geomorphology*, v. 248, p. 273-295, 2015.