

GEODIVERSIDADE COMO CONDICIONANTE DE BIODIVERSIDADE E RIQUEZA FLORÍSTICA, NO PLANALTO DOS ALCANTILADOS, MATO GROSSO: O CASO DA CIDADE DE PEDRA, EM RONDONÓPOLIS, ADOTANDO COMO INDICADORES BROMÉLIAS DO GÊNERO *DYCKIA* SCHULT. & SCHULT.F.

GEODIVERSITY AS A CONDITION OF BIODIVERSITY AND FLORISTIC RICHNESS, IN “PLANALTO DOS ALCANTILADOS”, STATE OF MATO GROSSO, BRAZIL - THE CASE OF CIDADE DE PEDRA, IN RONDONÓPOLIS, ADOPTING AS INDICATORS BROMELIADS OF THE GENUS *DYCKIA* SCHULT. & SCHULT. F.

LA GEODIVERSIDAD COMO CONDICIÓN DE LA BIODIVERSIDADE Y RIQUEZA FLORÍSTICA EM PLANALTO DOS ALCANTILADOS, MATO GROSSO - EL CASO DE “CIDADE DE PEDRA”, EM RONDONÓPOLIS, ADOPTANDO COMO INDICADORES BROMÉLIAS DEL GÉNERO *DYCKIA* SCHULT. & SCHULT.F.

Orlando Ricardo Graeff¹

RESUMO: Neste artigo, tratamos os principais aspectos relacionados à geodiversidade do Planalto dos Alcantilados, importante unidade geomorfológica do Sul do estado do Mato Grosso, Brasil, relacionando-os ao elevado nível de biodiversidade ali detectado. Usando como estudo de caso o Parque da Cidade de Pedra, na RPPN João Basso, em Rondonópolis, assim como principal elemento indicador botânico o conjunto de plantas do gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f. (Bromeliaceae), traçamos ligação entre a notável variação de formas do relevo da região e os índices de diversificação genética de plantas xéricas, assim como sua irradiação migratória, ao longo do Quaternário, no Centro-Oeste do Brasil.

Palavras-chave: Geodiversidade. Biodiversidade. Geomorfologia. *Dyckia*. Bromeliaceae. Fitogeografia.

¹ Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6020-4510>. E-mail: orgraeff@gmail.com.

Agradecimentos: Ao Dr. Gustavo Martinelli, por sua cuidadosa revisão do artigo, emprestando seu conhecimento a respeito da Flora Brasileira, especialmente da família botânica Bromeliaceae, assim como da Conservação da Biodiversidade. Ao grande amigo J. Rogério Salles, Ex-Governador do Mato Grosso, que sempre nos apoiou em nossas empreitadas investigativas da natureza da região. Ao Engenheiro Agrimensor Carlos R. Michelini, que tanto nos auxilia na tarefa de conhecer melhor o estado do Mato Grosso. Ao Engenheiro Florestal Lucas Alencar, que desenvolveu mapas explicativos e coletou magníficas imagens de drone das áreas estudadas. Ao gestor da RPPN João Basso e representante da Agropecuária Basso, proprietária da Reserva, Tages Martinelli, que abriu as portas às expedições à Cidade de Pedra e apoiou as atividades empreendidas no campo.

Artigo recebido em fevereiro de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

ABSTRACT: The article treats the main aspects concerning the geodiversity of the region known as Planalto dos Alcantilados, in the Southern part of the State of Mato Grosso, Brazil and relates its complex landscape to the remarkable index of biodiversity detected there. Focusing on the particular case of the RPPN João Basso, a private protected area, and its magnificent collection of ruiniform arenites; besides adopting some bromeliads belonging to the genus *Dyckia* Schult. & Schult. f., we discuss the role played by geodiversity in the radiation and speciation of plants along the dry corridor of Midwest Brazil.

Keywords: Geodiversity. Biodiversity. Geomorphology. *Dyckia*. Bromeliaceae. Phytogeography.

RESUMEN: En este artículo tratamos los principales aspectos relacionados con la geodiversidad del Planalto dos Alcantilados, una importante unidad geomorfológica en el sur del estado de Mato Grosso, Brasil, relacionándolos con el alto nivel de biodiversidad allí detectado. Utilizando como forma de estudio, el Parque da Cidade de Pedra, en la RPPN João Basso, en Rondonópolis, así como el principal elemento indicador botánico, el conjunto de plantas del género *Dyckia* Schult. & Schult. F. (Bromeliaceae), trazamos la conexión entre la notable variación de las formas del relieve en la región y los índices de diversificación genética de las plantas xéricas, así como su irradiación migratoria, a lo largo del Cuaternario, en el Centro-Oeste de Brasil.

Palabras clave: Geodiversidad. Biodiversidad. Geomorfología. *Dickia*. Bromeliáceas. Fitogeografía.

INTRODUÇÃO

Com base no subsídio proporcionado por longa vivência e investigação do ambiente, no estado do Mato Grosso, especialmente com boa parte do compartimento Ocidental da Plataforma Brasileira e sua fitogeografia, resolvemos prestar nossa contribuição, também quanto ao estudo de sua rica geografia física, estabelecendo relação com a diversidade biológica que a acompanha. No presente artigo, apoiamo-nos no conhecimento da geografia física deste setor do relevo nacional, ao qual se associa magna geodiversidade (AB'SÁBER, 1998, 2006; ROSS, 2006, 2016).

Sant'Anna *et al.* (1989), subdividiram geograficamente a região, com base na sua geomorfologia, sendo aquele que mais despertou nossa atenção, para este trabalho, o assim denominado Planalto dos Alcantilados, situado na extremidade Norte/Noroeste da Bacia Geológica do Paraná. O Planalto dos Alcantilados representa vasta superfície de aplainamento, unindo duas das mais importantes bacias hidrográficas do Sul do Mato Grosso: a Bacia do Pantanal (Paraguai/Prata), a Oeste, e a Bacia do Araguaia/Tocantins, a Leste. Essa imensa depressão, segundo Ab'Sáber (2006), resultaria de atividade Neotectônica, que teria produzido notável subsidência nessas duas extremidades, entre

o final do Terciário e o Pleistoceno, desencadeando intensa erosão remontante sobre os planaltos relacionados a este segmento Norte/Noroeste da Bacia do Paraná, principalmente, neste caso, sobre os sedimentos da Formação Aquidauana.

Um intenso e complexo processo competitivo entre esses dois sistemas hidrográficos teria originado progressivo avanço erosivo sobre o Planalto dos Alcantilados, tendo essas duas frentes de erosão remontante como fonte: a Oeste, o rio São Lourenço e seus afluentes, drenando para a Depressão Pantaneira, e a Leste a bacia do rio das Garças, tributário formador do Araguaia (ABREU FILHO, 2016). Todo o ciclópico arrasto erosivo, que originou esse vasto conjunto de paisagens de incontáveis morros-testemunho tabuliformes e ruiformes, de múltipla escala, compreendido entre as frentes de cuevas do Planalto do Rio das Mortes (Parecis), a Norte, e a Serra da Petrovina e região de Alto Garças, ao Sul, esculpido predominantemente nos sedimentos da Formação Aquidauana, teria ocorrido entre o final do Terciário e o Quaternário, concentrando-se efetivamente neste último período (WESKA, 1996; AB'SÁBER, 2006).

Os arenitos ruiformes da célebre Cidade de Pedra, na RPPN João Basso, em Rondonópolis, por sua vez, situados à margem esquerda do rio Vermelho, pouco acima de sua junção com o rio São Lourenço, fazem parte deste conjunto de paisagens, em sua porção mais basal, onde confinam os Biomas Cerrado e Pantanal. Esculpidos na Formação Furnas, de idade Siluriana (muito antiga, por conseguinte), os arenitos da Cidade de Pedra são resultado singular da convergência dos fluxos erosivos remontantes, que arrasaram vasto território, ocupando eles uma de suas cotas mais baixas, na antessala do Pantanal Mato-grossense. Exibem uma infinidade de feições, em variada escala, cujas formas se tornaram conhecidas como destino geoturístico do Sul do Mato Grosso.

Tivemos várias chances de visitá-los, tendo sido organizadas expedições ao local em 2004, 2007 e finalmente em 2021, quando realizamos visita mais detalhada, contando com a presença dos naturalistas Gustavo Martinelli (Jardim Botânico do Rio de Janeiro) e Mara Abdo (Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT), assim como de Maurício Verboonen, além deste próprio autor, os dois últimos relacionados à comunidade para-acadêmica. Nesta última oportunidade, foi possível adiantar mais alguns passos, no reconhecimento da forte ligação entre a geodiversidade e a biodiversidade do Planalto dos Alcantilados, tendo como estudo de caso a Cidade de Pedra, sua geomorfologia e sua flora.

O PLANALTO DOS ALCANTILADOS, NO CONTEXTO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO

Ainda que a escala de tempo relacionada ao tema apresentado neste trabalho resida fundamentalmente num período compreendido entre o final do Terciário e o Quaternário, remetendo-nos mais diretamente à Geomorfologia, é importante situar o Planalto dos Alcantilados, recorte de paisagem de que tratamos, no contexto de suas origens geológicas. Citando Almeida (1949), Sant'Anna et al. (1989) caracterizaram o Planalto dos Alcantilados como se tratando de vasta área, abrangendo os estados de Mato Grosso

e Goiás, constituída de arenitos da Formação Aquidauana, bastante erodida, elaborada em rochas avermelhadas, com mergulho para E/SE no Mato Grosso, apresentando rede hidrográfica densa e pouco evoluída. Segundo esses autores, seus limites mato-grossenses se dariam, ao Norte, no Planalto do Rio das Mortes (Parecis); a Oeste, na linha de cuevas Devoniana do Arenito Furnas; avançando para fora do estado, a Leste e Sul.

Para efeitos de nosso presente tema, podemos caracterizar geograficamente, grosso modo, o Planalto dos Alcantilados como abrangendo a maior parte das bacias do rio São Lourenço, na vertente Ocidental, voltada à Bacia do Pantanal/Prata; e do rio das Garças, na vertente Oriental, drenando para o Araguaia. Esse grande compartimento do Mato Grosso possui marcas notáveis de passado geológico muito antigo, com forte relação com a Orogênese Brasileira, entre 550-500 Mi.a., quando teria ocorrido a convergência de três blocos continentais: Cráton Amazônico, Cráton São Francisco e Cráton Paranapanema (ABREU-FILHO; ALBUQUERQUE, 2016).

Essa convergência Cambriana teria se dado por ocasião da formação do Continente Gondwana, que congregou imensa massa continental, produzindo então efeitos de continentalismo extremo, até sua fragmentação, iniciada por volta dos 180 Mi.a., no Jurássico, que deu origem aos continentes da América do Sul e África (TASSINARI, 2008). A região em tela possui indícios importantes desse período geológico movimentado, entre eles a presença de notável corpo intrusivo, que é o Granito São Vicente, com cerca de 500Mi.a., que aflora ao N/NW do Planalto dos Alcantilados, na região de Dom Aquino.

Em face dessa natureza extensamente continental, que teria imperado pela duração de Gondwana, teriam ocorrido diversas fases de sedimentação, sendo que a coluna estratigráfica do recorte Planalto dos Alcantilados evidencia sequência bem definida. Cabe notar que as rochas do Grupo Cuiabá, provavelmente formadas sob ambiente marinho, antecedem a Orogênese Brasileira, possuindo idade anterior ao Cambriano e dominando de forma subjacente o restante da coluna (SANT'ANNA et al., 1989; WESKA, 1996; ABREU-FILHO; ALBUQUERQUE, 2016). Sobre ela, no recorte estudado, sucedem as rochas da Formação Furnas, de idade Siluriana e os sedimentos da Formação Ponta Grossa, de idade Devoniana, muito extensos na base do Planalto dos Alcantilados. As rochas da Formação Permo-Carbonífera Aquidauana surgem no topo da sequência regional, já avançadamente esculpidas pela erosão, que originou a topografia dominante, na paisagem deste setor, com seus relevos tabuliformes e escarpados, em admiráveis frentes de cuevas.

Praticamente todo o Planalto dos Alcantilados tem sua geologia relacionada à Bacia do Paraná, em seu limite Norte. Também é importante ressaltar aspecto paisagístico notável, do ponto de vista do contraste entre o cenário de vales e morros tabuliformes da região tratada e os ombros de sua vasta depressão, sobre os quais imperam planaltos quase rigorosamente planos, hoje predominantemente convertidos em sistemas de produção agropecuária de alta tecnificação. Esses chapadões, alguns dos quais dramaticamente debruçados sobre cuevas íngremes, são predominantemente recobertos pelos sedimentos Cenozóicos da Formação Cachoeirinha, na qual se encontram alguns dos solos mais aptos para a agricultura, contando com profundos perfis latossólicos, muito bem estruturados

e drenados. Essa aptidão agrícola motivou notável progresso agropecuário, nos últimos quarenta anos, produzindo paisagem típica, que incrementa ainda mais o contraste cênico com os vales e mesas do Planalto dos Alcantilados.

Mercê da deriva dos continentes, com separação entre América do Sul e África, iniciada no Jurássico, provocando em oposição a colisão entre as Placas Sul-Americana e de Nazca, no Pacífico, e o consequente soerguimento dos Andes, inaugurou-se marco histórico geológico, na formação das paisagens observadas a Leste da Cordilheira e no Brasil (TASSINARI, 2008; GRAEFF, 2015). Os Andes teriam iniciado sua ascensão, por volta dos 135Mi.a. antes do presente, momento em que o Planeta assistia ao surgimento das Angiospermas, que são os vegetais superiores. Entre esse período do Cretáceo e o Mioceno (24Mi.a.), a crosta deu sinais de relativa moratória tectônica, adentrando tendência epirogênica, a partir da qual a plataforma começou a se erguer, gradualmente, em oposição às cataclísmicas orogêneses Pré-Cretáceas (GUERRA; GUERRA, 1997).

Nesse período do Cenozóico, o encontro entre essa relativa calma tectônica e o aumento da importância da erosão, concomitantes à acelerada evolução das Angiospermas, parece ter inaugurado novo marco, na complexidade das paisagens do Brasil Central (GRAEFF, 2015). O Planalto dos Alcantilados, ainda consideravelmente recoberto por rochas da referida Formação Aquidauana, mas já sendo influenciado pela epirogênese Pós-Cretácea, assistiria ainda a novas revoluções ígneas, como o vulcanismo, que originou feições geomorfológicas singulares, em seu setor NW, caso da Província Ígnea de Poxoréo, com cerca de 85Mi.a. (WESKA, 1996). Essas intercorrências produziram diversidade paisagística invulgar, ao longo do Sul do Mato Grosso, especialmente no corredor do Planalto dos Alcantilados.

Contudo, terá sido mesmo a subsidência neotectônica do final do Terciário, adentrando o Quaternário, o mais notável e decisivo marco histórico geológico, a condicionar o quadro paisagístico atual do Planalto dos Alcantilados, quando teria ocorrido o surgimento das duas principais depressões regionais: a Planície Pantaneira e a Depressão do Araguaia (AB'SÁBER, 1996, 2006; ABREU-FILHO; ALBUQUERQUE, 2016). Com a imposição de dois novos e importantes níveis de base para a região, em oposição ao corredor dos Alcantilados, impôs-se acelerado avanço erosivo, correspondendo às frentes já mencionadas do rio São Lourenço, a Oeste, e do rio das Garças, a Leste.

Devido ao colossal rebaixamento da Depressão Pantaneira, surgiram degraus em sua borda Leste, no sopé do Planalto Brasileiro, correspondendo ao afloramento de frentes de cuevas, com platôs escalonados, originados pela erosão diferencial das rochas das diversas Formações sedimentares, sendo que aquelas mais antigas e profundas da coluna, como as do Grupo Cuiabá, surgem mais próximas ao Pantanal, numa posição altimétrica menos elevada. Já os principais desníveis monumentais, com elevadas frentes de cuevas, surgem mais próximos à quebra do Planalto, como as Formações Furnas e Ponta Grossa. As formações ruiformes da Cidade de Pedra, na RPPN João Basso, foram esculpidas sobre os arenitos da Formação Furnas, próximo ao canal do rio Vermelho, que é o eixo axial da superfície de aplainamento da região de Rondonópolis.

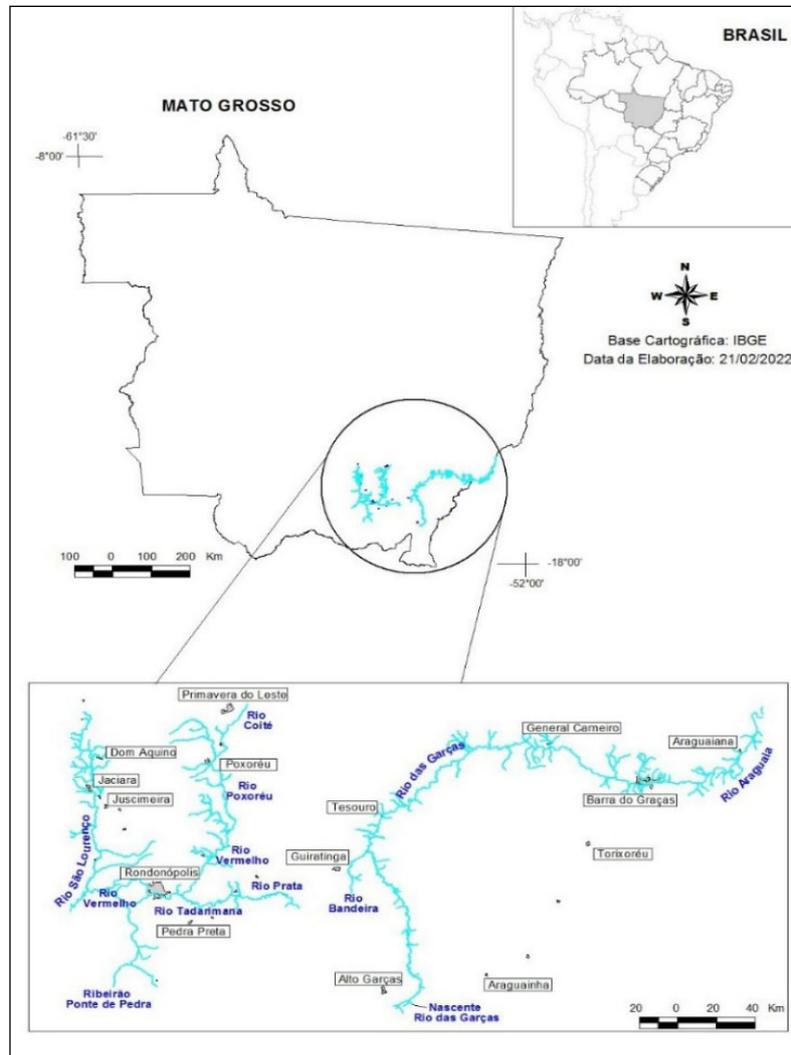


Figura 1. Zona de abrangência do Planalto dos Alcantilados coincidindo com as bacias dos rios São Lourenço e Garças, no Sul do Mato Grosso.

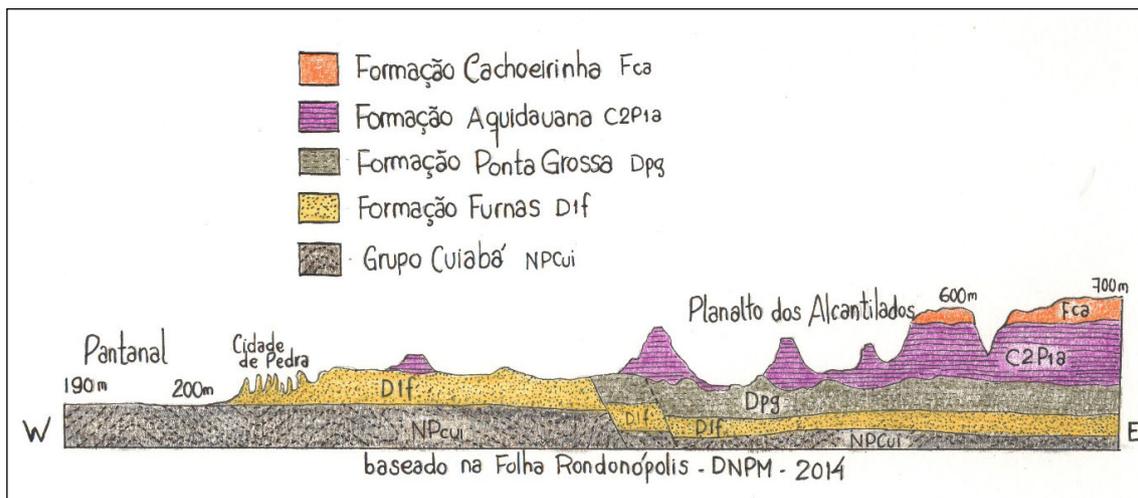


Figura 2. Perfil esquemático da coluna estratigráfica do Planalto dos Alcantilados, na Região de Rondonópolis.



Fonte: Eng. Flor. Lucas Alencar.

Figura 3. Vista aérea de um trecho do Planalto dos Alcantilados, na Região de Rondonópolis, observando-se cadeia de morros-testemunho tabuliformes, esculpidos sobre rochas da Formação Aquidauana. As cimeiras planas correspondem ao nível de antigo planalto Terciário.

Monumentais frentes de erosão, à forma de pediplanos coalescentes e leques aluviais, se avizinham ao Planalto dos Alcantilados, em escala continental, entalhadas pelo mesmo processo que originou essa gigantesca superfície de aplainamento Terciário-Quaternária. Exemplos conhecidos são o Pediplano Cuiabano, a Noroeste, e o Megaleque Aluvial do Taquari, a Sul, este último o maior leque aluvial do Planeta, cujos sedimentos já empurraram o rio Paraguai por centenas de quilômetros a Oeste, na direção da Bolívia (TASSINARI, 2008; GRAEFF, 2015). No caso do Planalto dos Alcantilados, representando este magno corredor de paisagens complexas, com a contínua exposição de terrenos rochosos e unindo províncias fitogeográficas tão distintas, sua importância paisagística se destaca, suscitando interesse botânico especial, o que motivou nossa atenção e destaque, no presente trabalho.

IMPORTÂNCIA DO PLANALTO DOS ALCANTILADOS NA FITOGEOGRAFIA DO BRASIL

O papel desempenhado pelo corredor ecológico do Planalto dos Alcantilados na história natural da flora seguramente suplanta sua importância paisagística, embora esse aspecto represente inquestionável alicerce para a própria biodiversidade ali presente. A geodiversidade é condicionante de biodiversidade e temos observado toda

sorte de indícios dos efeitos indutores de diversidade florística e vegetacional, a partir da complexidade funcional propiciada pelo ambiente físico dessa região (GRAEFF, 2015). Essa complexidade funcional está relacionada à variedade de suportes edáficos e mesoclimáticos, descendo até a escala microclimática. Contudo, paralelamente à própria geodiversidade, o caráter de ligação do corredor do Planalto dos Alcantilados, unindo regiões biogeográficas tão distintas, mostra ter exercido influência importante na circulação genética entre o Cerrado Goiano (Brasil Central), de um lado, e o Pantanal Mato-grossense de outro. A Ciência tem reconhecido essa região, como parte da denominada Diagonal Seca da América do Sul. Cabe lembrar o reconhecido papel do Pantanal como zona de convergência fitogeográfica entre Amazônia, a Norte, Chaco e Floresta Estacional da Chiquitânia, a Oeste, no lado Boliviano, e os próprios compartimentos do Cerrado, com savanas e florestas estacionais do Mato Grosso do Sul e Paraná, para Sul/Sudeste.

Adotando alguns exemplos florísticos, adiante, mostramos como a movimentada história geomorfológica do Planalto dos Alcantilados, deslumbrantemente exposta no caso dos arenitos runíformes da Cidade de Pedra de Rondonópolis, nosso estudo de caso, tem sido caracterizada pela forte indução à variação genética e evolução de alguns táxons, contraposta a uma impiedosa taxa de extinção, num processo evolutivo único. As mesas tabuliformes, morros-testemunho, afloramentos rochosos e intrusões, assim como suas escarpas e fragmentos relictuais, vêm diminuindo de tamanho e se arredondando, paulatinamente, ao longo dos últimos dois milhões de anos, entre o final do Terciário e o Quaternário. Em face da relativa calma tectônica vigente, tudo isso se promete transformar numa vasta peneplanície desgastada e aplainada. Ou seja, a tendência natural, em escala de tempo geológico, será um rigoroso processo de seleção natural, no qual diversas espécies se perderão, ficando aquelas mais aptas gradualmente abrigadas em refúgios, onde estarão resguardados os melhores patrimônios genéticos, evoluídos por milhares, milhões de anos. Por ora, o que assistimos, no Planalto dos Alcantilados, é um laboratório natural de diversificação, exposto na paisagem complexa e instigante de seus vales e rochedos esculturais.

Se analisarmos a história geológico-geomorfológica do Sul do Mato Grosso, da forma como viemos de fazer, há pouco, mesmo que de modo tão resumido, concluiremos que praticamente toda a paisagem era de natureza planáltica, em passado Terciário Superior. Justapondo-lhe camada vegetacional compatível com tal condição, concluiremos pela dominação praticamente absoluta por vegetação de floresta mesófila esclerofila, que corresponderia então ao que reconhecemos como cerradão. A se julgar, ainda, o caráter do substrato, de modo geral, poderemos intuir a variação das fisionomias de então dentro do espectro do cerrado *lato sensu*. Não seria errado interpretar, em passado Terciário Superior e Quaternário Inferior, imensa superfície de solos latossólicos profundos, bem drenados, em sua maioria, desenvolvidos sobre manto típico de rochas da Formação Cachoeirinha, a mesma que ocorre até hoje, por sobre as superfícies de cimeira dos chapadões do Centro-Oeste. As variações vegetacionais mais frequentes seriam correlatas ao mapa que hoje observamos no cerrado *lato sensu*, variando entre savanas abertas (parque de cerrado) e a floresta mesófila esclerofila (cerradão). Florestas estacionais semidecíduais e decíduais

deveriam estar refugiadas em manchas de solos derivados do basalto Serra Geral, ou manchas de solos mais favorecidos pela umidade e presença de depósitos coluviais.

Para Oeste deste magno platô, dominariam as florestas estacionais da Chiquitânia, na Bolívia, tendo o Chaco Boliviano e a floresta estacional do Núcleo Paranaense ao Sul (SPICHIGER et al., 2006). No flanco Oriental, acompanhando os solos derivados dos basaltos da Serra Geral, prosperaria a floresta estacional do chamado Mato Grosso de Goiás, que trazia fortes influência dos estoques florísticos do Planalto Atlântico e do Nordeste. A Floresta Amazônica, evoluída ao longo do Terciário e carregando ela estoques florísticos próprios, de magna diversidade funcional, circundaria os limites Setentrionais desse paleocerrado, como sempre tem sido, desde então.

Assim, o soberbo entalhamento erosivo do Sul do Mato Grosso, exercido a partir das duas frentes remontantes, vindas de polos opostos, durante o final do Terciário e Quaternário, parece ter sido a válvula misturadora dessas influências florísticas tão diversas. Vindos de Goiás, através da calha do rio das Garças, chegariam elementos advindos do Planalto Central, passando a ocupar os recortes de solos próprios, assim como refúgios edáficos que surgiam. Processo similar ocorreria no sentido oposto, carregando para Leste elementos que não poderiam antes transpor a barreira ambiental do protocerrado terciário. Evidência da temporalidade tardia desse processo migratório, situando-o entre o final do Terciário e o Pleistoceno, pode ser encontrada nos estudos de Pennington, Lewis & Ratter (2006), que desmontaram a suposição de que os elementos relacionados às floras áridas e estacionais do Chaco e as do Nordeste do Brasil teriam continuamente circulado, de um polo a outro, através de um corredor estabelecido desde o Mesozóico, por cima do Planalto Brasileiro (Diagonal Seca). Seus estudos revelaram que tal rota migratória somente poderia ter operado preteritamente, durante período remoto do Terciário, provavelmente no Paleógeno, para não voltar a ocorrer senão em tempo evolutivamente recente, situado muito provavelmente no Quaternário (GRAEFF, 2015).

Com isso, a presença de elementos arbóreos, relacionáveis ao Mato Grosso de Goiás, nas hoje quase extintas florestas de Rondonópolis e Pedra Preta, que vegetam sobre solos eutróficos, misturando-se a táxons paranaenses e amazônicos, estaria ligada ao corredor Quaternário do Planalto dos Alcantilados. O mesmo poderia ser interpretado quanto à ocorrência de cactáceas do gênero *Discocactus*, ou de bromeliáceas dos gêneros *Aechmea* e *Bromelia*, encontradas nas chapadas goianas e também continuamente dispersadas ao longo do corredor dos Alcantilados, abarcando as serranias vinculadas às escarpas de cuevas, na direção de Cuiabá, de um lado, e das chapadas cristalinas que cercam o Vale do Araguaia, de outro. Até mesmo os cactos colunares *Cereus bicolor*, de dispersão Chaquenha, atravessam o Planalto dos Alcantilados e ocorrem na Serra do Roncador, no Vale do Araguaia, o que não acontece com *Arthrocereus spinosissimus*, que permanece na vertente Ocidental do corredor. Todo esse mapa migratório, que também congrega bromeliáceas do gênero *Dyckia*, como veremos adiante, parece remeter a processos Quaternários, muito recentes, por conseguinte, e ainda em pleno curso, que sugerem também estar impulsionando diversificação e adaptação, sendo isso inequivocamente relacionado à própria complexidade do substrato geológico-geomorfológico.

Os referidos estudos de Pennington, Lewis & Ratter (2006) haviam mostrado o que se verifica em face desses padrões de ocorrência: as floras dos dois polos semiáridos – Nordeste e Chaquenho – somente passaram a trocar seus elementos em tempo muito recente, o que justificaria, para os grupos acima listados, a existência como que de uma antessala de especiação, a cada lado do Planalto dos Alcantilados, mostrando que a rota migratória ora tratada tem funcionado como um afunilamento. Quando atravessada, ela sugere provocar diversificação e consequente especiação, por força de sua geodiversidade e complexidade paisagística. Kranz (2021, inf. Pessoal), que vem empreendendo, há dezenas de anos, verdadeira epopeia, seguindo as rotas migratórias das bromélias do gênero *Dyckia*, desde o Sul do país, até os portais da Amazônia, também refere a importância do Planalto dos Alcantilados, para a circulação genética de um grupo do gênero *Dyckia*, que possui centro de dispersão desde a Argentina ao Nordeste do Brasil. Segundo ele, a diversidade de supostas espécies, dentro do corredor, é quase insondável, ainda suscitando incessante trabalho, desde que iniciou suas expedições por ali, nos anos de 1990. Muitas delas já foram descritas, enquanto dezenas de outras ainda aguardam para serem resolvidas pela Taxonomia, somente neste setor do Sul do Mato Grosso.

Parece residir na escala de abordagem geomorfológica o verdadeiro enigma do impulsionamento evolutivo da diversidade biológica, no Planalto dos Alcantilados. Falamos da geodiversidade originada em escala local ou tópica, a partir de processos erosivos complexos, que dotaram a região com variados conjuntos de paisagens ditas ruiformes, ou que imitam ruínas de velhas cidadelas perdidas. Podendo surgir com imensurável infinidade de formas e dimensões, os arenitos ruiformes dos Alcantilados podem variar de pequenas mesetas ou colunas, com poucos metros de extensão, até espaçosas campinas tabulares, erguidas na paisagem, sobre profundos grotões. Não raramente, interpodem cascatas de admirável beleza, como ocorre na região de Guiratinga e Tesouro, na qual se encontra o divisor de águas entre as bacias do São Lourenço e do Garças, ambas em contínua busca de intercaptura de suas cabeceiras.

Nessas paisagens intermináveis, que exibem esplêndido quadro montanhoso, com interposição de vales verdejantes e extensos afloramentos rochosos, observa-se complexo gradiente de vegetações, relacionadas ao cerrado *lato sensu*, embora tenha prosperado, até passado recente, magnífico conjunto de florestas estacionais, sobre terras de cultura, hoje quase integralmente convertido em pastagens (GRAEFF, 2015, 2020). Interessa-nos, sobremaneira, o gradiente compreendido entre os cerrados rupestres e os afloramentos rochosos, que abrigam flora refugiada e migrante, objeto de nossa presente reflexão.



Figura 4. Paisagem típica do Planalto dos Alcantilados, na Região de Guiratinga, exibindo platôs escalonados e frentes de cuestas.

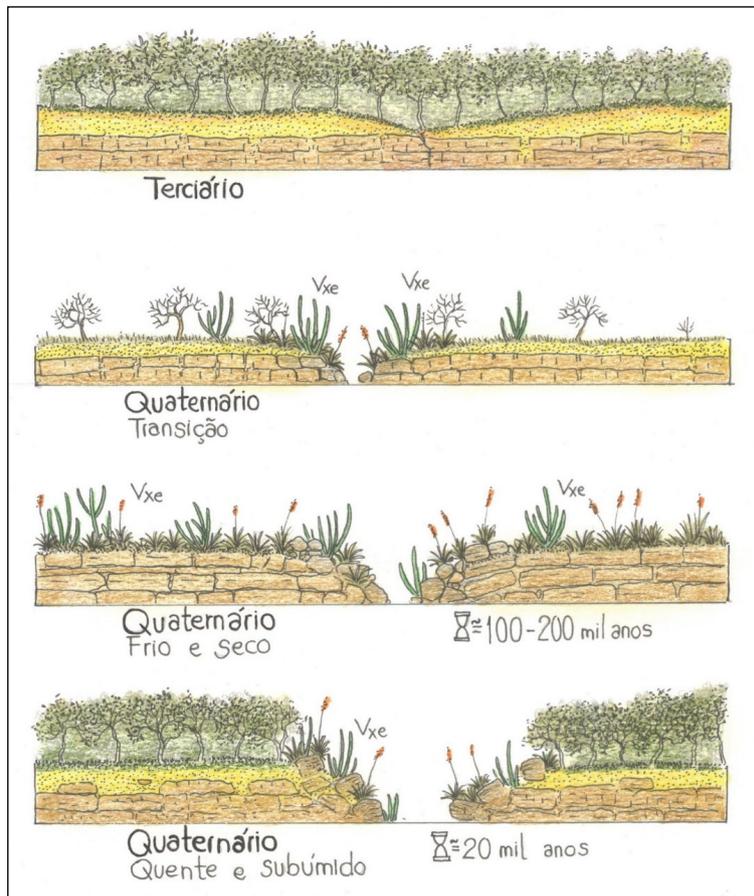


Figura 5. Diagrama da evolução da paisagem, no Planalto dos Alcantilados, com surgimento do corredor de afloramentos rochosos (Vxe = vegetação xérica).

EVOLUÇÃO DA PAISAGEM NO PLANALTO DOS ALCANTILADOS E O CASO DA CIDADE DE PEDRA

A história geológica do Sul do Mato Grosso, que viemos de relatar, ainda que de forma tão resumida e desproporcional à sua importância, foi responsável pela coluna estratigráfica muito característica, no recorte geográfico tratado, qual seja, o Planalto dos Alcantilados. Desde seu embasamento Pré-Cambriano, representado pelos sedimentos do Grupo Cuiabá, seguido pela Formação Furnas, de idade Siluriana e pela Formação Ponta Grossa, originada no Devoniano, a sequência muito antiga salta para o espesso pacote sedimentar mais recente, formado pelas rochas da Formação Aquidauana, do Terciário, e recobertas pelos sedimentos da Formação Cachoeirinha, do Terciário Superior.

As rochas da Formação Aquidauana são caracterizadas por diversos ciclos deposicionais, tendo sido sobre elas operado mais intensamente o ciclo de erosão diferencial que originou os vastos pediplanos, que marcam até os dias atuais a paisagem regional. Iniciado provavelmente ainda no Terciário, esse ciclo monumental avançou pelo Pleistoceno, quando teria sido palco de moratórias e reativações repetidas, ao sabor da contínua alternância climática, que marcou o Quaternário. Graeff (2015) chamou atenção para o notável efeito dessa alternância climática, muito especialmente durante os períodos de transição, quando a mudança rápida das condições morfoclimáticas permitiria exacerbação dos índices erosivos. Por força da dinâmica presumivelmente lenta e muito gradual dos cobertos vegetacionais reinantes, durante cada transição entre climas, os fluxos erosivos teriam chance de atingir de forma muito ampla os solos expostos ou parcamente vegetados, descendentes de cada fase.

Períodos glaciais frios e secos, caracterizados por vegetação de natureza presumivelmente campestre e rarefeita, com refúgios arborizados, nas quais imperaria a erosão torrencial, típica da aridez ou semiaridez; seriam sucedidos pela gradual retomada de calor e umidade, com ritmo estacional, quando a vegetação arbórea mais densa avançaria de modo coalescente, alterando radicalmente o fluxo erosivo; para se verem sucedidos, durante os períodos subúmidos plenos, por condições morfoclimáticas mais regulares. Nestas, reinaria o arredondamento ou mamelonização das formas da paisagem, assim como intensa pedogênese. Submetidas novamente a novos períodos glaciais, mercê de nova retração das florestas, recrudesceriam novamente as taxas erosivas, até se atingir o coração dos novos períodos frios, nos quais se sabe retornaria forte dissecação da paisagem e evolução dos relevos tabuliformes, com intensa movimentação de massas.

Dessa história geomorfológica do Quaternário, resultaria o vasto conjunto de relevos em variado grau de desgaste e profundamente deprimido na Formação Aquidauana, exibindo de entremeio majestosos restos testemunhais, à forma de morros tabulares, com escarpas íngremes e frentes de cuevas. Essas últimas podem ser vistas nos belos conjuntos contínuos da Serra da Petrovina, ou da Serra de São Vicente, paisagens que consolidaram o conceito dos Alcantilados, sugerido por Almeida (1954, in WESKA, 1996).

Faz parte dessa história, de modo muito mais determinante do que possa parecer, a tardia Formação Cachoeirinha, do Terciário Superior, que já encimou de forma bem mais

extensa o Planalto dos Alcantilados, embora se abrigue hoje, de modo mais evidente, nos ombros laterais da vasta depressão, capeando os chapadões planos. Palco de notáveis fases de laterização e pedogênese, durante esse mesmo período Quaternário e mesmo antes dele, os depósitos da Formação Cachoeirinha sugerem ter originado as primeiras linhas de ravinas, na cimeira de paleochapadões. Mercê de falhas existentes, ou de suas diferentes durezas, com permeabilidade diversificada, os condicionantes edáficos ali existentes teriam orientado o traçado de novas linhas e redes de drenagem, surgidas a partir das frentes remontantes, impostas pela mudança dos níveis de base a Oeste, no Pantanal, e a Leste, no Araguaia (AB'SÁBER, 1996; BACCARO, 2005).

Certamente, a complexidade reinante sobre essas superfícies de cimeira, que outrora revestiam as rochas da Formação Aquidauana, com seus espessos lateritos e variados pacotes de solos, possuindo sua própria rede de drenagem, legou traçado igualmente complexo aos novos corpos d'água, surgidos na vigência de cada reativação da hidrografia. As atuais superfícies de cimeira, preservadas na paisagem atual do Planalto dos Alcantilados, corresponderiam às paleocabeceiras de drenagem, ou aos sítios mais resistentes à erosão, como atestam alguns dos lateritos até hoje suspensos na paisagem.

O caso específico da Cidade de Pedra, em Rondonópolis, por sua vez, sugere estar ligado ao efeito de afunilamento ou convergência de fluxos erosivos de magna monta, operando sobre rochas de elevado teor de grãos de quartzo e sílica amorfa, da ordem de 90,9% e 4,8% respectivamente, relacionados às rochas da Formação Furnas (ABREU-FILHO; ALBUQUERQUE, 2016). Essas rochas se mostram muito suscetíveis à erosão, seja ela hídrica, seja eólica, que aquelas das demais Formações sobrejacentes, mais duras e coesas. Deste modo, o império dos grandes morros tabuliformes e frentes de cuevas, observados em posição altimétrica mais elevada, na Formação Aquidauana, se viu localmente substituído por paisagem tópica imensamente complexa, como a seguir descrito, tendo como nível de base local a calha do rio Vermelho, formador do São Lourenço, assim como o rio Ponte de Pedra, que desagua no primeiro, pouco acima da Cidade de Pedra.

O cenário observado nos arenitos da Cidade de Pedra é de uma diversidade raramente vista, em qualquer outra parte. Se já impressiona o visitante, em seus primeiros olhares, com sucessão de incontáveis colunas, pilares e cones, com formas as mais curiosas, todas elas elevadas a dezenas de metros e suscitando interpretações fantasiosas de ruínas e monumentos, surpreendem ainda mais quando analisadas em escala de detalhe. Atentando para os imensos pilares justapostos, é possível de imediato notar-lhes concordância sedimentológica, pela rigorosa coincidência de camadas expostas à erosão diferencial dos séculos. Paralelamente, vislumbram-se inúmeros conjuntos de microformas a recobrir cada um dos grandes monumentos, todas elas imitando em miniatura o que vemos nas formações maiores da paisagem, como inequívoco resultado de erosão hídrica e eólica.

Observando em detalhes essas cumeadas, é possível notar o reinício de novas linhas erosivas, aparentemente deflagradas por diaclase de delgadas camadas de sedimento, que sugerem história deposicional cíclica. Expostas que estão, há milênios, à amplitude térmica reinante, no centro do Continente, essas superfícies desnudas de arenitos porosos

invariavelmente se fragmentam e, nessas pequenas rachaduras, se iniciam os primeiros fluxos, funcionando como microrravinas. Operam então, nessas microfieções erosivas, os mesmos idênticos processos que resultarão, um dia, nas paisagens de maior amplitude. Acumulam-se, assim, a cada topo de formação ruiforme da Cidade de Pedra, incríveis coleções de microfieções, ora congregando grupos de taças esculturais, ora expondo couraças em casco de tartaruga, ou diminutas redes de ravinas rochosas, com sucessões de quedas d'água, marmitas e dutos. Nesse verdadeiro museu geomorfológico a céu aberto, é fácil contemplar, em escala miniaturizada, todos os processos escultores de relevos, observáveis em nível de paisagem.

Mesmo a despeito dos inequívocos impactos de visitação desordenada, ocorrida há muitos anos na Cidade de Pedra, ainda é muito fácil observar microformas erosivas vestigiais, algumas tão delgadas quanto lâminas de papelão, deixadas para trás pela erosão hídrica e eólica reinante por milênios. De tão frágeis, desmontam-se ao mais leve toque ou esbarrão, o que seguramente contribui para sua degradação, junto às trilhas e recantos contemplativos. Por sorte, os atuais gestores da RPPN João Basso suspenderam a visitação coletiva do Parque e somente permitem o ingresso de pesquisadores, acompanhados de guias treinados, até que se organizem novos programas de visitação, que consigam proteger o precioso patrimônio geoturístico, permitindo fruição preservacionista.

Muito notável é a interface entre a rede de geoformas monumentais da Cidade de Pedra e os terrenos elevados a seu redor, à montante dos imensos pináculos. Ainda que não tenha sido possível investigar em maior detalhe essa linha de ruptura topográfica, durante nossas expedições, ela sugere se dar entre pacote semidecomposto de rochas sobrejacente, e aquelas que já viemos de descrever, muito provavelmente camadas mais intemperizadas do arenito da mesma Formação Furnas subjacente. Essa borda escalonada, coberta por entremeio de cerrado rupestre e floresta estacional decidual, congrega notável quantidade de blocos, que vão gradualmente se desprendendo e mergulhando por sobre o complexo erosivo da Cidade de Pedra. É comum que alguns desses matacões permaneçam sobre prateleiras planas, à beira dos penhascos, muitos deles em abatimento, após se verem invertidos de sua posição original.

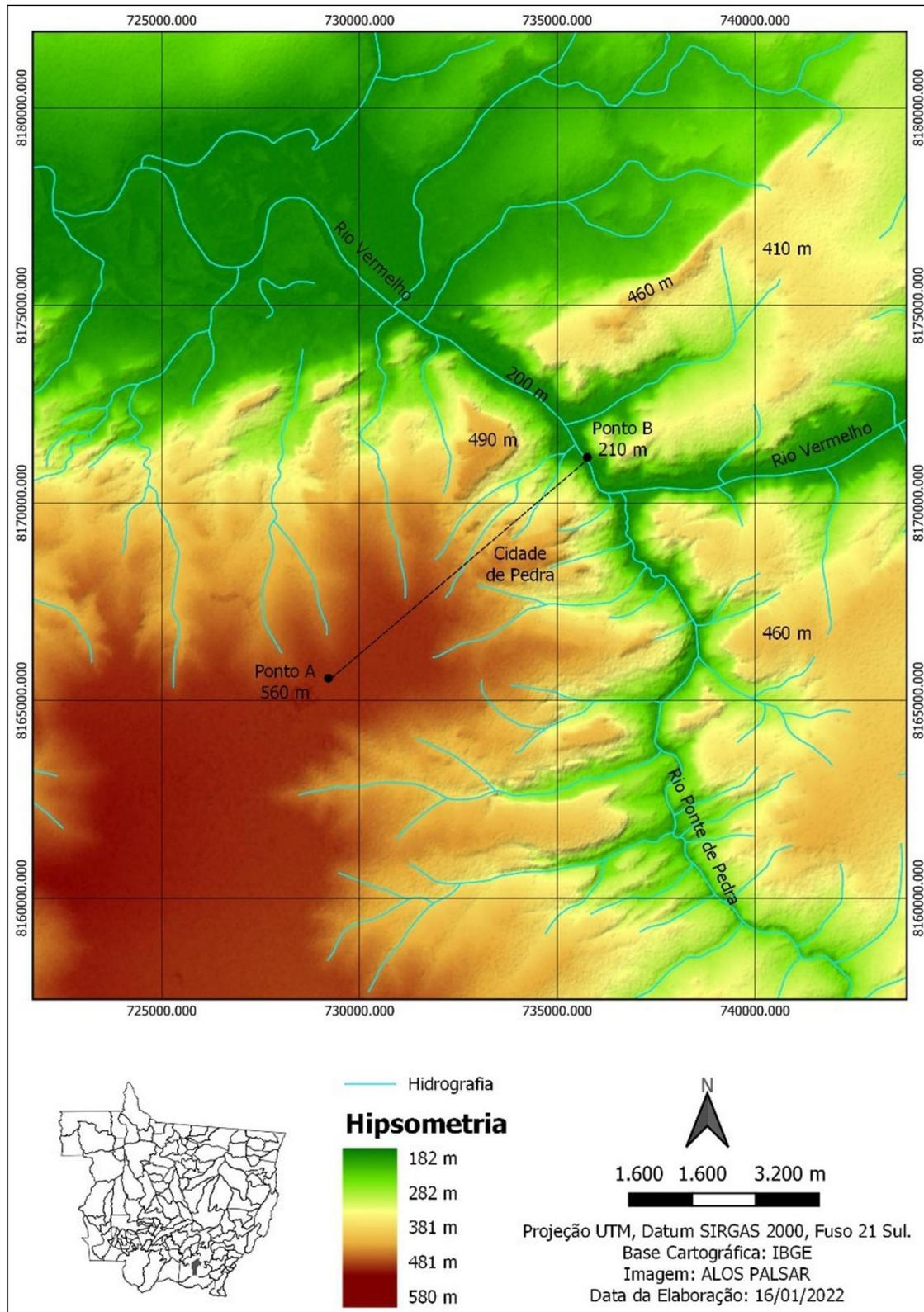
Por fim, é extremamente frequente, no interior dos corredores ou vales interpostos às magnas colunas, a exposição de gretas, além de dutos ou *pipes*, pelos quais verte de forma milenar a água percolada dezenas de metros acima. Esse trabalho hidrostático mostra ser decisivo para o futuro solapamento e ruptura do arenito, originando a complexa rede de corredores, que forma as notáveis colunas de rocha. Vários desses dutos exibem calcificação ou silicificação interna, endurecida por depósitos ferrosos, que acaba persistindo por maior tempo que o próprio arenito, depois de expostos pela erosão das paredes. Resultado curioso desse aspecto são como que buzinetes delgados, projetados de paredes lisas, imitando encanamentos ou vertedouros artificiais, como aqueles de antigas construções medievais.

Ainda que nos tomasse muitas páginas a mais, a descrição de tão variado tesouro geomorfológico não seria suficiente, para dar ciência de tanta geodiversidade. Porém, restará dela a base conceitual mais importante para compreender a relação funcional fitogeográfica a determinar aspectos igualmente notáveis da biodiversidade do Planalto dos Alcantilados, tendo como estudo de caso os magníficos arenitos da Cidade de Pedra,

em Rondonópolis, Mato Grosso. A história evolutiva geológico-geomorfológica da região, que produziu tão singular e complexo patrimônio geoturístico, com certeza corresponde à proporcional diversificação e singularidade florística, como passaremos e referir adiante.



Figura 6. Aspecto de microfieções geomorfológicas que em tudo imitam aquelas observadas na escala da paisagem dos arenitos da Cidade de Pedra.



Fonte: Eng. Flor. Lucas Alencar.

Figura 7. Mapa Hipsométrico contemplando a área da Cidade de Pedra, em Rondonópolis, destacando o corte A – B exibido adiante, na Figura 8.



Figura 10. Aspecto de geofomas, sobre o topo dos arenitos da Cidade de Pedra, que representam redes de drenagem surgentes, nas quais se notam os mesmos padrões usualmente observáveis na escala de paisagem.



Figura 11. Blocos remanescentes da degradação dos arenitos da Cidade de Pedra, relacionados às rochas da Formação Furnas. Notam-se alguns deles em abatimento, que preservam sinais de antigos fluxos erosivos diferenciais.



Figura 12. Saídas de dutos (*pipes*), na base das colunas de arenito da Cidade de Pedra, que imitam buzinetes de antigas construções medievais.

DIVERSIDADE FLORÍSTICA E ENDEMISMOS RELACIONÁVEIS À GEODIVERSIDADE, NO PLANALTO DOS ALCANTILADOS E SEUS EXEMPLOS NA CIDADE DE PEDRA

A Região Sul do Mato Grosso, dominada pelas formações sedimentares e solos os mais antigos do Planeta, historicamente submetida ao continentalismo climático e às alternâncias ambientais do Quaternário, apresenta patrimônio paisagístico muito característico. O contraste típico entre os morros ou chapadas tabuliformes e extensos vales interpostos levou Ab'Sáber (2006) a inseri-los no Domínio dos Chapadões Recobertos e Penetrados por Florestas-Galeria, ainda que eventuais questões escalares possam suscitar interpretações equivocadas. É uma paisagem de pediplanos.

Assim, ao tratarmos da história Quaternária da região, estaremos invariavelmente a analisar a sucessão de períodos frios e secos, imensamente mais longos, nos quais predomina magna taxa de erosão e de movimentação de massas e blocos; e de outros subsumidos e quentes, durante quais se originam espessos mantos de solos e quando a

erosão decresce, mercê do desenvolvimento de vegetação mais densa. Nos primeiros, aprofundam-se os vales e recuam as encostas, à forma de frentes de cuevas ou paredes íngremes; enquanto nos segundos atenuam-se as formas do relevo. Importante notar que, mesmo no coração de cada um desses períodos, persistem paisagens de exceção, nos quais se abrigam ou refugiam conjuntos de espécies adaptadas.

A partir deste cenário cíclico, que procuramos resumir acima, é possível observar na paisagem atual certo gradiente de vegetações revestindo cada seção, expurgando-se a presente análise do estado de conservação da paisagem, que o homem alterou sobremaneira, nas últimas quatro décadas. Dependendo dos mesoclimas e substratos disponíveis, teremos vegetação mais ou menos densa. O assunto foi detalhado em Graeff (2015), sendo recomendável mais atenta revisão, àqueles que desejem estender o assunto, que é de certo modo complexo. Contudo, nos permitimos resumi-lo, ajustando seu foco no presente assunto. Sobre solos mais espessos, nos quais exista mínima condição de drenagem, dominam vegetações de índole arbórea; ao passo que, sobre substratos rasos ou litólicos, vegetam plantas herbáceas e arbustivas, numa paisagem que poderá ser caracterizada como campestre. Nestes últimos, a vegetação se apresentará mais ou menos densa, principalmente em função da drenagem ou do grau de exposição da rocha sã. Há outros fatores ambientais, que podem influenciar a fisionomia dessas vegetações, tais como o fogo e a interferência humana, sendo também todas elas variáveis, conforme a orientação cardeal da encosta.

Importa muito, para efeitos de nossas presentes reflexões, o conjunto de afloramentos rochosos e vegetações de índole campestre, por seu papel de reconhecidos refúgios de floras secas ou xéricas. Os denominados cerrados rupestres também são associados aos afloramentos ou solos litólicos e rasos. Por sobre esses afloramentos e vegetações abertas, tem continuamente migrado e evoluído flora própria de exceção, que encontra diversificado abrigo na própria geodiversidade existente no Planalto dos Alcantilados. O variado conjunto de morros-testemunho, de inúmeras escalas, sustentando cimeiras tabulares, congrega fragmentos-relíquia de velhos cerrados, sendo suas bordas abundantes em floras secas, relacionadas a climas pretéritos. Também são conspícuos na paisagem platôs escalonados, descendentes dos processos de erosão diferencial, muitos deles a exibir considerável superfície aflorante de rocha, onde igualmente se abrigam esses elementos florísticos de natureza xérica.

Em face da evolução geomorfológica típica da paisagem dessa região, não é difícil concluir que esses refúgios Pleistocênicos enfrentam gradual retração e que caminham para o desaparecimento, ao sabor das condições morfoclimáticas que dominam o Brasil Central, no Quaternário. Isso significa supor que, em escala de tempo geológico, todas essas formas do relevo tendem ao desaparecimento e que a paisagem geral caminha para a simplificação e aplainamento, pondo fim na capacidade dessas plantas de se abrigarem e refugiarem, caso não se adaptem ou migrem. Assim, se os megaprocessos de erosão diferencial do Terciário Superior e Quaternário ensejaram a expansão e migração dessa flora, pelo surgimento de extensa linha de afloramentos, no Planalto dos Alcantilados, seu gradual isolamento vem operando diretamente na diversificação de seus elementos, mediante alternados pulsos de especiação e extinção.

Já viemos de referir esse processo migratório da flora, através do Planalto dos Alcantilados, ensejando circulação genética entre polos opostos, tais como o Chaco, a Oeste, e o Planalto Atlântico e Nordeste Semiárido, a Leste, sendo possível a influência de outros polos difusores de flora Terciária, como o Sul do Brasil e a Amazônia. Também ressaltamos francos indícios fitogeográficos de que este processo é predominantemente recente, adstrito ao final do Terciário e ao Quaternário (PENNINGTON; LEWIS; RATTER, 2006; AGUIAR-MELO, 2016), além de ainda incompleto, como passaremos a propor, a seguir.

Considerando o protagonismo da Neotectônica do Pantanal e da Depressão do Araguaia/Tocantins, que teria dado origem ao Planalto dos Alcantilados e estabelecido esse importante corredor migratório, somos levados a supor que toda essa paisagem, outrora planáltica, era recoberta por um tipo de protocerrado ou floresta seca. A partir do quadro atual dessa flora, supomos que tenha ali predominado floresta de natureza mesófila, com pronunciado grau de esclerofilia, talvez muito similar ao cerradão, da qual descenderia o complexo de vegetações do cerrado *lato sensu* (RIZZINI, 1997; RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 2006). Não haveria assim espaço considerável para a prosperidade da flora que hoje se encontra estabelecida nos afloramentos rochosos dos Alcantilados.

Não obstante o acelerado estado de alteração da vegetação, imposto pelo avanço do homem, esse quadro ainda pode ser hodiernamente observado nas áreas planálticas que cercam a região dos Alcantilados: a Norte, sobre o Planalto do Rio das Mortes, vinculado ao Chapadão dos Parecis (ROSS, 2006) e ao Sul, nos chapadões do Alto Taquari e Sudeste Goiano, na extremidade Norte da Bacia do Paraná, tudo o que se encontrava, antes do avanço da agropecuária, era o domínio hegemônico do cerrado e vegetações associadas. Tudo isso, cabe lembrar, se relaciona ao domínio dos solos relacionados à Formação Cachoeirinha, todos muito espessos e antigos. Dessa história de recuo planáltico, cedendo gradualmente espaço ao afloramento das rochas da Formação Aquidauana, teria sido aberto espaço ecológico e evolutivo para a irradiação da flora seca ou xérica de que tratamos.

Tirando partido da acelerada exposição das rochas de arenito da Formação Aquidauana, ocorrida durante o avanço das duas frentes erosivas remontantes, em oposição, teria sido caminho bastante fácil para a flora herbáceo-arbustiva de índole seca prosperar largamente. Diversos grupos botânicos relacionados a esta flora teriam capacidade adaptativa para ocupar esse extenso corredor, como seguramente o fizeram plantas das famílias Cactaceae, Orchidaceae, Araceae, Velloziaceae, Gesneriaceae e Bromeliaceae. Elas encontrariam espaço ecológico apropriado para sua expansão, pela vasta disponibilidade dos afloramentos rochosos e solos litólicos associados. Tudo indica que diversas outras plantas também participaram dessa diáspora oportunista. Contudo, torna-se difícil, por ora, identificá-las e a suas rotas migratórias, haja vista o baixíssimo conhecimento sobre a flora dessa região (MARTINELLI, 2021, inf. pessoal).

Percorrendo este novo universo migratório do Planalto dos Alcantilados, com seus substratos rochosos surgentes, em meio ao recém-fragmentado domínio de vegetação arbórea, teriam abundado essas plantas adaptadas, num processo muito intenso de saltos e colonizações. O quadro suposto leva a crer na prosperidade de notáveis populações quase

contínuas de cactáceas e bromeliáceas, seus elementos florísticos mais característicos. Dentre essas plantas, resolvemos adotar como estudo de caso as bromeliáceas do gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f., cujas rotas migratórias vêm sendo há muito estudadas, tendo seu polo de origem usualmente apontado entre o Sul do Brasil e a interface com o Chaco, na Argentina, Paraguai e Bolívia (BENZING, 2000; WIESBAUER, 2008; GIVNISH et al., 2011; RIBAS, 2016; AGUIAR-MELO, 2016).

Martinelli (2022, inf. pessoal) afirma ainda haver dois entendimentos a respeito da dispersão do gênero *Dyckia*. Um deles estaria relacionado ao Planalto Central, em subáreas concentradas principalmente nos estados de Minas Gerais (Espinhaço) e Goiás (Serra Geral), com três rotas distintas, sendo uma em direção Leste-Oeste; outra em direção ao Sul, via cerrados do Paraná, atingindo o litoral daquela região e suas regiões serranas, tendo uma alcançado o litoral do Rio de Janeiro; e uma terceira se expandindo para trechos do Nordeste, especialmente a Bahia, através de seus inselbergs.

Outro entendimento, corroborado por vários dos autores citados, trata o caminho da distribuição de forma inversa, com o argumento de que *Dyckia* pertence à subfamília Pitcairnioideae, de origem caracteristicamente andina. Segundo Martinelli (2022, inf. pessoal), há notável discrepância nos resultados filogenéticos nos gêneros de Pitcairnioideae. Trata-se, ainda segundo ele, citando Givnish et al. (2007; 2011) e Forzza (1997; 2001), de um gênero de grande diversificação nos ambientes xéricos da América do Sul, o chamado “clado xérico” formado por *Encholirium*, *Dyckia* e *Deuterocohnia*, sendo que a grande convergência morfológica em *Dyckia*, dificulta a delimitação taxonômica, acreditando-se que isso advenha de sua evolução rápida e recente, o que torna difícil a distinção das espécies, hipótese que, como se perceberá, vem ao encontro de nossos próprios postulados envolvendo sua história natural, nos Alcantilados.

As *Dyckia* spp. são plantas herbáceas, xerofíticas, com hábito à forma de rosetas isoladas, mas frequentemente formando touceiras. Em sua maioria, são duras e espinescentes, preferindo habitats rochosos, ou colonizando depósitos de substratos sobre elas, como seria de imaginar. Muitas espécies conseguem colonizar solos mais profundos, embora não possam competir com ambientes arborizados pela luz, que lhes é condição fundamental. Como a maior parte das plantas da família Bromeliaceae, as *Dyckia* spp. podem se multiplicar vegetativamente, o que representa importante estratégia adaptativa. Porém, sua multiplicação costuma se dar a partir de sementes, produzidas em frutos deiscentes, sendo essas sementes numerosas, com aspecto discoide e achatado, que podem planar ao sabor de ventos mais fortes, mas dificilmente percorrendo longas distâncias. Algumas espécies do Sul do Brasil são reófitas, ou seja, habitam rochas ou afloramentos marginais aos rios, tolerando inundações ocasionais e dispersando suas sementes através de correntes hídricas (WIESBAUER, 2008; AGUIAR-MELO, 2016).

Plantas do gênero *Dyckia* se mostram invulgarmente suscetíveis à hibridização espontânea (WIESBAUER, 2008; KRANZ, 2020, inf. pessoal), o que pode ser facilmente observável em coleções vivas, onde o fenômeno praticamente inviabiliza sua multiplicação por sementes, sob risco de se perder o controle cadastral específico

das plantas. Essa capacidade demonstra que grande parte delas ainda exibe proximidade genética entre si, indicando sua relativa recenticidade evolutiva, no que pese recentes estudos sobre a família botânica Bromeliaceae (LOISEAU et al., 2021).

O conhecimento a respeito das bromélias do gênero *Dyckia*, no Centro-Oeste, ainda é lacunoso, especialmente quanto à sua taxonomia (MARTINELLI, 2021, inf. pessoal) e não pode ser adequadamente avaliado, se considerados os achados de campo e sua confrontação aos registros existentes nos Herbários ou na lista oficial da Flora do Brasil (JBRJ, 2022). Esta última aponta somente dez espécies de *Dyckia* spp. para o inteiro estado do Mato Grosso, indicando muito provavelmente subcoleta ou baixo conhecimento atual a respeito da efetiva riqueza florística da região.

O naturalista Walter M. Kranz (KRANZ, 2021, inf. pessoal), por seu turno, vem realizando numerosas expedições pelo Centro-Oeste, desde os anos 1990, seguindo a ocorrência das *Dyckia* spp. e formando notável coleção de plantas vivas *ex situ*, sendo provavelmente um dos maiores descobridores de bromélias deste gênero na região. Muitas delas já foram descritas como novidade para a Ciência, desde então. Diversas outras se encontram em fase de estudo, sendo possível prever a apresentação de inúmeras novidades botânicas, a partir do material criteriosamente cultivado por ele. Segundo Kranz (2021, inf. pessoal), somente para a região do Planalto dos Alcantilados, já constariam de seus registros não menos que 120 amostras de plantas deste gênero, não estando claras ainda as identidades taxonômicas de diversas delas.

O próprio autor vem realizando expedições pela região, desde os anos 1980, tendo também assinalado diversas plantas diferentes para este gênero, muitas delas, é claro, coincidindo com os achados de Kranz. Resta disso a conclusão da notável diversidade de formas de bromélias do gênero *Dyckia*, ao longo do Planalto dos Alcantilados, representando estas inequívoco referencial para nossa presente reflexão. Sua associação quase obrigatória com a extensa rede de afloramentos rochosos do Planalto dos Alcantilados propicia terreno fértil, quando analisamos sua relação direta com a geodiversidade, que viemos de comentar.

Contudo, o notável grau de geodiversidade, principalmente relacionado às formas do relevo, como referimos de forma preambular, sugere papel ainda mais extenso nesse processo, do que meramente a formação de corredor migratório. Isso parece advir do confronto entre um grupo de espécies de grande capacidade adaptativa, que devemos ressaltar não se restringir às plantas da família Bromeliaceae, e os processos geomorfológicos observados historicamente, no Planalto dos Alcantilados.

Ocorre que, na família Bromeliaceae, vêm sendo desvendados continuamente seus processos evolutivos, revelando intensa taxa de especiação, mesmo ainda durante o Quaternário (BENZING, 2000; WIESBAUER, 2008; RIBAS, 2016; AGUIAR-MELO, 2016; VERSIEUX, 2021). LOISEAU et al. (2021) detalharam o admirável processo evolutivo de algumas bromélias da Floresta Atlântica, entre as quais descobriram sinais de intensa troca de genes e mesmo especiação, por meio de hibridização, mostrando a relativa proximidade mútua de muitos grupos, nesta família. A partir de seu trabalho, demonstraram que cruzamentos entre espécies diferentes e até mesmo a hibridização

intergenérica têm ocorrido com certa frequência, desde o Terciário, sendo provável que, mesmo ao longo do Quaternário recente, ainda venham acontecendo misturas e surgindo novos táxons, de grande adaptabilidade.

Loiseau et al. (2021) estudaram bromélias da Floresta Atlântica, que é uma formação bastante antiga, desenvolvida ao longo dos últimos 70Mi.a. (GRAEFF, 2015). Sabemos que também a floresta perúmida não deixou de sofrer os efeitos das glaciações Quaternárias, retraindo-se e expandindo-se, num processo similar ao que observamos em quase todas as paisagens brasileiras, inclusive os Alcantilados. Porém, abundam indícios de que a floresta nunca deixou de existir, em suas tipologias densas, ainda que permanecesse dramaticamente refugiada, durante os prolongados eventos secos e frios do Quaternário, tremendamente mais duradouros que os quentes e úmidos (SANT'ANNA NETO; NERY, 2005). Parece ter sido neste reencontro alternado entre espécies previamente isoladas, que ocorreram as hibridizações referidas por Loiseau et al. (2021). Isso explicaria razoavelmente, tanto o caráter megadiverso observado nas bromélias da Floresta Atlântica, quanto o elevado nível de endemismo, observado ao longo dessas matas hoje densas e contínuas.

De forma análoga, porém oposta, plantas de índole xérica, como aquelas do gênero *Dyckia*, especializadas em ambientes secos e frios, teriam sofrido retrações e expansões, no âmbito de paisagens tais como aquela do Planalto dos Alcantilados. Separando-se, durante os períodos quentes e úmidos, tais como o atual, elas sofreriam mutações e derivas, fixando cada uma dessas populações germoplasmas diferentes, para se reencontrarem novamente, no âmbito dos períodos secos e frios, ou nas transições, quando aquelas populações sobreviventes novamente inter cruzariam e se hibridizariam. Não é difícil também supor que muitas dessas populações isoladas tenham se extinguido, distanciando geneticamente ainda mais aquelas outras remanescentes, por vezes transformadas em endemismos.

De posse de longa experiência na horticultura das *Dyckia* spp. de sua coleção viva, Kranz (2021, inf. pessoal) defende que, muito embora se adaptem eficientemente aos ambientes secos, elas necessitam de período úmido de no mínimo cem dias, após a germinação de suas sementes, até que seus *seedlings* se desenvolvam em rosetas estabelecidas. Isso pode tê-las induzido a se expandir notavelmente, através de reprodução sexuada, exatamente nos períodos de transição climática, quando o regime de precipitações ainda coincidia com os menores índices de vegetação densa. Também é importante considerar que, no âmbito de climas frios e secos, as guildas de insetos e polinizadores seriam muito menos complexas e eficientes, o que não apenas corrobora a suposição de Kranz (2021, inf. pessoal), como nos faz imaginar que seriam esses *turning points* climáticos, quando insetos e aves voltariam a ser abundantes e mais diversificados, aqueles onde essas plantas trocariam mais genes, em face dessa dinâmica populacional crescente de polinizadores.

Outro fator determinante, nessa história natural de intensa diversificação das bromélias do gênero *Dyckia* é sua capacidade de expansão vegetativa, sob condições favoráveis, como atesta o achado de Ribeiro (2021, inf. pessoal), na Serra do Rola Moça, em Minas Gerais, onde registrou ao menos um indivíduo clonal de *Dyckia consimilis* ocupando área de cerca de 150m². Nesta touceira descomunal, muitas rosetas ainda se

encontravam interconectadas e exibiam aparentes frentes com mutação somática, o que é bastante comum em Bromeliaceae.

No caso de *Dyckia consimilis*, as plantas evidentemente tiravam partido de situação de ótimo ecológico, para se multiplicarem de forma clonal, por extensa superfície, para talvez darem origem a populações que, no futuro, poderão apresentar dramática semelhança, confundindo a Ciência. É bastante provável que, no Planalto dos Alcantilados, tenham ocorrido fenômenos similares, durante períodos frios e secos, quando as plantas viveriam relativa moratória de reprodução sexuada e recorreriam à expansão vegetativa, que aliás é força motriz de prosperidade, em diversas outras plantas do Domínio do Cerrado (RIZZINI, 1997). Tendo sido os períodos glaciais muito superiores aos quentes e úmidos, como o atual (SANT'ANNA NETO; NERY, 2005), não é pouco provável que tenham prosperado extensas populações dessas plantas xéricas, com baixa renovação genética, no interior das longas eras glaciais.

No tocante ao papel da Geomorfologia e da geodiversidade, torna-se realmente importante ressaltar a influência da variedade de feições geomorfológicas, na indução da variação genética e não somente por sediarem elas formas diferenciadas de plantas. Essa variedade de espécies, afinal, poderia ter sido originada em outras partes, tirando partido da geodiversidade e do grau variado de suportes edáficos e microambientes, para subsistir nos rochedos do Planalto dos Alcantilados. De fato, é grande a quantidade de táxons envolvidos na colonização e exploração de afloramentos rochosos, incluindo muitas outras famílias de plantas com larga dispersão pelo Brasil Central e que se sabe não terem por ali seu centro de dispersão e especiação. Porém, no caso das bromélias do gênero *Dyckia*, como talvez ocorra com outras plantas a serem descobertas, parece importar sobremaneira o caráter de paulatina retração de seus habitats específicos, muitas vezes surpreendendo-as em pleno processo de adaptação e, com isso, impulsionando sua diversificação.

Os fluxos erosivos responsáveis pela evolução característica dos pediplanos, como é o caso dos Alcantilados e paisagens correlatas, envolvendo recuo de encostas e notável exposição de rochas sedimentares, originaram enorme quantidade de morros-testemunho, colunas e pilares, cuja tendência natural é o gradativo desaparecimento. A retração dessas rochas-suporte ocorre em favor do aplainamento progressivo da paisagem, sendo previsível a consolidação, em longo termo, de vastas peneplanícies arrasadas. Ao longo deste processo, vão resistindo algumas dessas formas na paisagem, comportando-se como refúgios de elementos florísticos como aqueles de que viemos de tratar. Esses morros-testemunho passam a se comportar como ilhas, fazendo supor que passem a se submeter ao princípio da Biogeografia de Ilhas, como proposto por MacArthur & Wilson (1967, in TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2010).

O princípio ecológico da Biogeografia de Ilhas propõe que a distribuição das espécies em ilhas ou manchas pressupõe um equilíbrio de forças opostas de colonização e extinção, sendo previsível que o tamanho de cada um desses fragmentos seja proporcional ao do número de espécies encontradas. Grosso modo, portanto, um morro-testemunho mais preservado e contendo maior superfície de rocha aflorante e maior variação de microambientes abrigará maior número de plantas rupícolas/saxícolas. Talvez, a depender do restante das condições ambientais, ainda possa receber migrantes, ou enviá-los a outros fragmentos, por ocasião de

novos fluxos migratórios. Além disso, seus próprios elementos terão mais chances de variar e recolonizar o local, em virtude de perturbações ambientais supervenientes.

Por oposição, geoformas em declínio e retração poderão assistir à gradual extinção de seus elementos. Deste modo, muito presumivelmente, eliminarão parte considerável do patrimônio genético de determinadas espécies, tornando ainda mais distantes outras parcelas da população e fazendo surgir vicariantes de espécies primitivas, ou novas espécies, com afinidades marcantes entre si. Importante lembrar que, em face de novos eventos climáticos secos e frios, principalmente durante fases de transição, essas populações antes isoladas poderão se reexpandir e inter cruzar, produzindo híbridos que, no âmbito de novas mudanças ambientais, voltarão a se submeter à Biogeografia de Ilhas. Ridley (2006) fortalece essa suposição, relacionada aos arenitos ruiformes e morros-testemunho, quando afirma que as distribuições geográficas das espécies são determinadas principalmente pela fragmentação dos ecossistemas, mais do que pela simples dispersão. Segundo ele, os cladogramas da área de determinado táxon concordam com a história geológica dessa área.

Não é raro, no Planalto dos Alcantilados, que se encontrem populações de plantas de um mesmo grupo de *Dyckia*, em morros até relativamente próximos, sem que qualquer delas seja igual à outra. Kranz (2021, inf. pessoal) refere o caso de *Dyckia beateae*, que pode ser encontrada em diversos habitats, ao longo dessa região, sem que qualquer dessas populações apresente a mesma constituição genética, sendo muito difícil determinar-lhe os verdadeiros limites que a caracterizam como espécie. Não parecem restar dúvidas de que o exemplo por ele citado represente bem o que ocorre com tantas outras dessas bromélias, ao largo dessa região.

Outra planta coletada por Kranz (LEME et al., 2012) também parece servir bem como exemplo deste fenômeno que envolve geodiversidade e biodiversidade. É o caso de *Dyckia secundifolia*, cujo epíteto sugere sua característica morfológica mais notável, qual seja o aspecto secundo de suas rosetas. Ao descrevê-la, Leme et al. (2012) ressaltaram a notável variação nas populações da planta, ao longo de sua área de ocorrência, toda ela circunscrita ao Planalto dos Alcantilados. De fato, não obstante a hipótese de que se trate de diversos táxons estritamente afins e vicariantes de *Dyckia secundifolia*, todas essas plantas demonstram ter fixado a mesma característica fortemente secunda da roseta, ainda que exibam diferenças muito evidentes. Nós mesmos viemos de coletar exemplares tão distantes, como em General Carneiro, a Leste, e Rondonópolis, já bem próximo à borda Oeste do Planalto. Todos eles carregavam esse aspecto fortemente secundo, tratando-se, porém, de plantas de genótipo evidentemente diferenciado. Nossa hipótese, tomando como fundamento o que propuseram Loiseau et al. (2021), nos autoriza a concluir que o complexo de *Dyckia secundifolia* trilhou o mesmo caminho das expansões, retrações e retrocruzamentos, podendo mesmo ter hibridizado com outras espécies de *Dyckia*, talvez até algumas já extintas.

Assim, representando prováveis populações-relíquia, hodiernamente isoladas nos afloramentos rochosos do Planalto dos Alcantilados, as plantas de *Dyckia secundifolia* sugerem ter ocupado amplo espaço ecológico, durante períodos favoráveis, quando tiveram oportunidade de variar geneticamente, ao sabor da reprodução sexuada, não apenas tendo condições de expressar sua variabilidade genética, como também de inter cruzar

eventualmente com outras espécies do mesmo gênero. Migrando através de metadispersão, ao largo do arco contínuo de arenitos da Formação Aquidauana, essas bromélias teriam prosperado magnificamente; até se verem novamente fragmentadas, por ocasião de novas mudanças climáticas, submetidas também ao dramático isolamento de suas populações, imposto pela evolução de geofomas críticas, tais como os morros-testemunho e feições ruiformes, que hoje enfeitam a paisagem admirável dos Alcantilados.

Não menos importante sugere ser a operação do fenômeno observado por Ribeiro (2021, inf. pessoal), em *Dyckia consimilis*, na Serra do Rola Moça, sendo possível que, em períodos de clima propício, essas plantas vicariantes do Mato Grosso tenham também experimentado expansão clonal, através do desenvolvimento de amplas touceiras vegetativas, tornadas indivíduos singulares, tempos depois. Sobrevivendo então, isoladas em parcelas distantes, tanto quanto seus polinizadores, essas populações se tornariam gradativamente simples geneticamente, formando alguns dos habitats que hoje encontramos, em nossas andanças pelo Planalto dos Alcantilados, alguns mais de uma centena de quilômetros distantes dos outros.

Na Cidade de Pedra da RPPN João Basso, é possível observar, de modo dramático, a tremenda especialização de algumas dessas plantas, ao longo das variadíssimas geofomas existentes. Durante nossa recente expedição, Martinelli (2021, inf. pessoal) coletou três supostas espécies diferentes de *Dyckia*, todas elas ainda em fase de identificação, cada uma delas ocupando habitat exclusivo, na paisagem ruiforme. Seus habitats eram praticamente excludentes entre si, embora algumas delas ocorressem muito próximas, o que evidenciava adaptação crítica. Fenômeno muito parecido parece ocorrer com outras bromélias que habitam a Cidade de Pedra, como por exemplo algumas *Bromelia* spp., que também ocupam microambientes perfeitamente relacionáveis às feições geomorfológicas do Parque. É possível imaginar que, nesse encontro singular, em meio a paisagens tão únicas, estejamos a assistir a novas hibridizações e especiações, ajudando a escrever o futuro da biodiversidade do Planalto dos Alcantilados.

Entre blocos e matacões, por sobre a borda do altiplano, em sua linha de ruptura para os arenitos ruiformes, tirando partido da forte insolação e máxima exposição aos ventos, é possível encontrar população dominante da maior das espécies de *Dyckia* da Cidade de Pedra, contando algumas rosetas com quase um metro de diâmetro. Com simetria fortemente radial e lâminas curvas, em forma de canal, essas plantas mostram ser muito idosas, exibindo pseudocaulo muito espessado, no qual se observam cicatrizes de velhas folhas, emprestando-lhe aspecto escultural. Elas formam populações relativamente densas, ajuntando-se a alguns exemplares igualmente idosos de cactáceas, como *Cereus* cf. *bicolor* e *Arthrocereus spinosissimus*, não sendo encontradas essas *Dyckia* sp., mais abaixo, entre as colunas de arenito.

Outras espécies muito menores de *Dyckia*, exibindo rosetas acaules, com poucas dezenas de centímetros de diâmetro e folhas de aparência cinérea, vegetam sobre patamares de rocha, à forma de refúgios, formando manchas. Habitam exclusivamente as áreas deprimidas, em meio às colunas e pilares, não sendo observadas junto àquelas outras da borda do altiplano acima. Há ainda algumas populações de outra possível espécie de *Dyckia*, que se misturam a gramíneas e cactáceas *Discocactus* cf. *heptacanthus* que são esferoidais, espalhando-se

todas elas em largos patamares erodidos e recobertos por miríades de fragmentos clásticos, desprendidos da rocha matriz, pela contínua diaclase. A identidade dessas plantas talvez divirja daquelas anteriores, em caracteres como indumento de folhas, tamanho etc., como ressaltou Martinelli (2022, inf. pessoal), dependendo da análise de especialistas. Contudo, até isso já parece confirmar a hipótese da variabilidade genética do grupo, anteriormente apresentada.

Ainda sobre alguns afloramentos isolados, ilhados em meio à floresta estacional decidual, que reveste hegemônica os infinitos corredores entre as rochas, são observadas outras plantas, que sugerem identidade diversa das demais. Cada uma dessas plantas, como viemos de tratar, ocupa seu próprio espaço ecológico restrito, dando mostra de sua exclusividade.

Do que se pode deprender do estudo da ocorrência das bromélias do gênero *Dyckia*, nos arenitos ruiformes da Cidade de Pedra da RPPN João Basso, em Rondonópolis, tudo sugere mesmo confirmar nossas reflexões. Não apenas no Parque, mas em todo o universo do Planalto dos Alcantilados, o notável índice de geodiversidade, associado às formas do relevo, está diretamente ligado à elevada biodiversidade, muito especialmente no que concerne às plantas de ambientes xéricos. Esta ligação parece ser causal, em termos evolutivos, o que significa afirmar que essa geodiversidade não somente abriga maior variedade de plantas, mas ela também exerce efeito indutor sobre os processos evolutivos endógenos dessa flora. Muito embora também possa proporcionar oportunidade migratória para outros elementos florísticos provindos de outros centros irradiadores, a geodiversidade é capaz de fazer surgir flora própria, representando autêntico centro difusor.



Figuras 13 e 14. *Dyckia* cf. *secundifolia* vegetando diretamente sobre rocha, na região de General Carneiro (acima-esquerda). *Dyckia* cf. *secundifolia* colonizando ninho de formigas, em depósito natural de areia, nos arenitos de Juscimeira, cerca de 200km de General Carneiro (acima-direita).

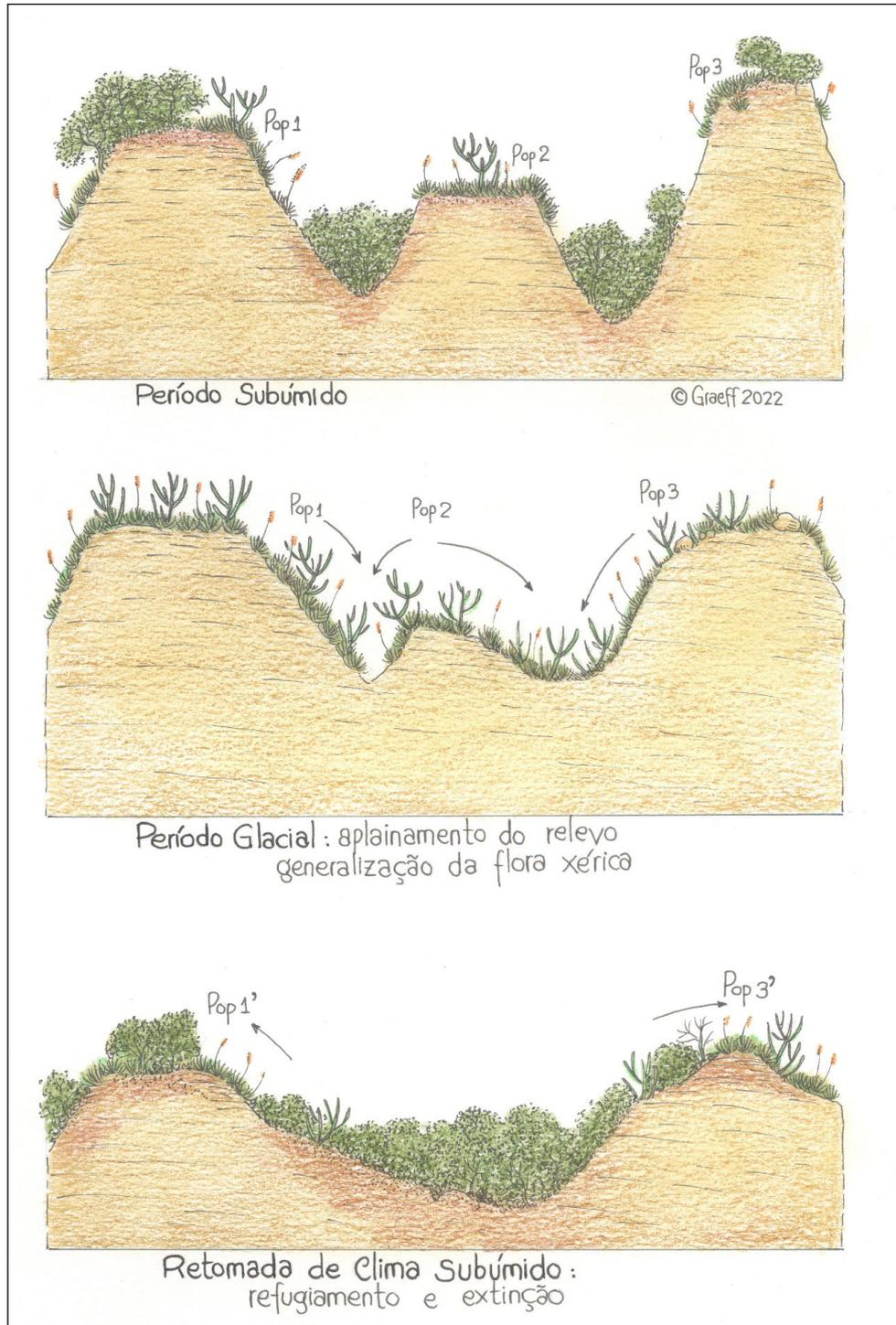


Figura 15. Diagrama representando aspectos dinâmicos de populações de plantas xéricas, no Planalto dos Alcantilados ao longo do Quaternário e mostrando como seus elementos se expandem e trocam genes, para posteriormente se refugiarem e muitas populações se extinguírem.



Figura 16. Uma das diversas espécies de *Dyckia* (Bromeliaceae) da Cidade de Pedra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do exposto neste trabalho, torna-se evidente que a Região Sul do Mato Grosso, mais especificamente o recorte paisagístico do Planalto dos Alcantilados, congrega universo único e rico de geodiversidade, caracterizando unidade geográfica a receber necessária atenção, por sua inquestionável aptidão geoturística. Sua variedade de formas de relevo, destacando-se de modo monumental na paisagem, representa patrimônio a ser estudado e preservado, por seu testemunho da história natural do Centro-Oeste Brasileiro.

A Cidade de Pedra de Rondonópolis, já satisfatoriamente protegida na Reserva Particular do Patrimônio Natural João Basso, representa, por seu turno, um dos pontos de maior interesse geoturístico, contendo verdadeiro tesouro de geodiversidade, cujas feições ruiformes singulares são joias paisagísticas de inestimável valor. Situada na extremidade Oeste do Planalto dos Alcantilados, ela é verdadeiro museu a céu aberto, descortinando admiráveis processos geomorfológicos, relacionáveis à história Quaternária da Região.

Estabelecemos algumas hipóteses, que relacionam essa elevada taxa de geodiversidade do Planalto dos Alcantilados aos igualmente notáveis índices de biodiversidade observáveis na região. Adotamos como principais indicadores disso os padrões de ocorrência de diversas plantas do gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f. (Bromeliaceae). Não apenas essas bromélias de hábito xerofítico, mas diversas outras espécies botânicas exibem indícios de importante rota migratória Quaternária, através do Planalto dos Alcantilados, merecendo esforços investigativos, por parte da Comunidade Acadêmica.

A evolução do vasto conjunto de afloramentos rochosos, desde o epílogo do Terciário, até os dias atuais, demonstra ter sido palco de decisivos fluxos migratórios. Para além disso, o Planalto dos Alcantilados mostra ter exercido também, neste mesmo período, determinante papel indutor de variação genética e especiação. A Cidade de Pedra resguarda importância invulgar, como possível sítio de investigações fitogeográficas, sendo já reconhecida sua relevância na pesquisa antropológica das Américas, como atestam seus notáveis sítios arqueológicos, intensamente pesquisados.

Não temos dúvida de que há muito ainda a ser desvendado, a respeito da história natural do Planalto dos Alcantilados e recomendamos atenção especial, por parte da Ciência, para com este universo paisagístico. Geologia, Geomorfologia e Botânica mostram conversar de forma especial, nesse magnífico recorte da paisagem do Centro-Oeste.

REFERÊNCIAS

- ABREU-FILHO, W. & ALBUQUERQUE, M.C. (2016). **Projeto Geologia das Folhas Dom Aquino** – Rondonópolis, Estado do Mato Grosso. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Goiânia, Goiás.
- AB’SÁBER, A. (1998). Megageomorfologia do Território Brasileiro. In: CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- AB’SÁBER, A. (2006). **Brasil: Paisagens de Exceção**. São Paulo: Ateliê Editorial.
- AGUIAR-MELO, C. (2016). **Filogeografia de cinco espécies de *Dyckia* (Bromeliaceae) endêmicas de uma região do Centro-Oeste Brasileiro, que compreende os Biomas Cerrado, Pantanal e Chaco, em comparação com uma congênera amplamente distribuída**. Tese de Mestrado na UFRGS, Porto Alegre, RS.
- BACCARO, C.A.D. (2005). Processos Erosivos no Domínio do Cerrado. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. & BOTELHO, R.G.M. (Org.). **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. 2ª Ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil.
- BENZING, D.H. (2000). **Profile of an adaptative radiation**. Cambridge University Press, Cambridge. 690p.
- GIVNISH, T.J.; BARFUSS, M.H.J.; VAN-EEE, B.; RIINA, R.; SCHULTE, K.; HORRES, R.; GONSISKA, P.A.; JABAILY, R.S.; CRAYN, D.M.; SMITH, A.C.; WINTER, K.; BROWN, G.K.; EVANS, T.M.; HOLST, B.K.; LUTHER, H.; TILL, W.; ZIZKA, G.; BERRY, P.E. & SYTSMA, K. (2011). Phylogeny, Adaptative Radiation and Historical Biogeography. Bromeliaceae: Insights from an Eight-Locus Plastid Phylogeny. **American**

Journal of Botany 98(5): 000-000.2011

GRAEFF, O. (2015). **Fitogeografia do Brasil, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro. Nau Editora.

GRAEFF, O. (2020) **Iconografia da Paisagem Brasileira**. Rio de Janeiro. Nau Editora.

GUERRA, A.J.T. & GUERRA, A.T. (1997). **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil.

JBRJ – INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO (2022). **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Disponível em: <<http://www.jbrj.gov.br>>.

LEME, ELTON M.C.; RIBEIRO, OTÁVIO B. & MIRANDA, ZENILTON DE J. (2012) New species of *Dyckia* (Bromeliaceae) from Brazil. In **Phytotaxa**, vol.67.9-37.

LOISEAU, O.; MOTA-MACHADO, T.; PARIS, M.; KOUBÍNOVÁ, D.; DEXTER, K.G.; VERSIEUX, L.M.; LEXER, C. & SALAMIN, N. (2021). Genome Skimming Reveals Widespread Hybridization in a Neotropical Flowering Plant Radiation. In: **Frontiers in Ecology and Evolution**. 28.05.2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fevo.2021.668281>>.

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S & RIBEIRO, J.F. (2006). Biodiversity Patterns of Vegetation of the Brazilian Cerrados. In: PENNINGTON, R.T.; LEWIS, G.P. & RATTER, J.A. (Org.). **Neotropical Savannas and Seasonally Dry Tropical Forests: Plant Diversity, Biogeography and Conservation**. Oxford: Taylor & Francis Group.

RIBAS, S.P. (2016). **O gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f. (Pitcairniodeae, Bromeliaceae) na Região dos Campos Gerais do Paraná: aspectos taxonômicos**. Tese de Mestrado. UEPG / UNICENTRO. Ponta Grossa, PR.

RIDLEY, M. (2004). **Evolução**. 3^a.ed. Porto Alegre, RS: Artmed.

RIZZINI, C.T. (1997). **Tratado de Fitogeografia do Brasil: Aspectos Ecológicos, Sociológicos e Florísticos**. 2^a.ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda.

ROSS J.L.S. (2006). **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo. Oficina de Textos.

ROSS, J.L.S. (2016). O Relevo Brasileiro no Contexto da América do Sul. In: **Revista Brasileira de Geografia**. V.61, n.1, p. 21-58, Rio de Janeiro, RJ, jan/jun. 2016.

SANT'ANNA NETO, J.L. & NERY, JONAS T. (2005). Variabilidade e Mudanças Climáticas no Brasil e seus impactos regionais. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S. & OLIVEIRA, P.E. (Org.). **Quaternário do Brasil**. São Paulo. Holos Editora.

SPICHIGER, R.; BISE, B.; CALENGE, C. & CHATELAIN, C. (2006). Biogeography of the forests of the Paraguay-Paraná Basin. In: PENNINGTON, R.T.; LEWIS, G.P. & RATTER, J.A. (Org.). **Neotropical Savannas and Seasonally Dry Tropical Forests: Plant Diversity, Biogeography and Conservation**. Oxford: Taylor & Francis Group.

TASSINARI, C.C.G. (2008). Tectônica Global. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R. & TAIOLI, F. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo. Companhia Editora Nacional.

TOWNSEND, C.R.; BEGON, M. & HARPER, J.L. (2010). **Fundamentos em Ecologia**.

3^a.ed. Porto Alegre, RS: Artmed.

VERSIEUX, L.M. (2021). *Alcantarea*: Giant Bromeliads from Brazil. Edited by Leonardo Versieux. Natal, RN, Brazil, jan. 2021.

WESKA, RICARDO K. (1996). **Geologia da Região Diamantífera de Poxoréu e Áreas Adjacentes, Mato Grosso**. Tese de Doutorado. USP. Instituto de Geociências. São Paulo, SP.

WIESBAUER, M.B. (2008). **Biologia reprodutiva e diversidade genética de *Dyckia distachya* Hassler (Bromeliaceae) como subsídio para conservação e reintrodução de populações extintas na natureza**. Tese de Mestrado. UFSC. Florianópolis, SC.

INFORMAÇÕES PESSOAIS CITADAS

MARTINELLI, GUSTAVO – Biólogo, Doutor, Pesquisador Aposentado do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; criador e ex-coordenador do Centro Nacional de Conservação da Flora, CNCFlora.

KRANZ, WALTER M. – Engenheiro Agrônomo, Colecionador e Pesquisador das bromélias do gênero *Dyckia* Chult. & Schult. f., Londrina, Paraná.

RIBEIRO, OTAVIO B.C. – Biólogo, Taxonomista botânico de campos rupestres, mestrando no Departamento de Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa. especialista na família Bromeliaceae. Atua profissionalmente em estudos ambientais referentes à flora de campos ferruginosos. otaviorupestres@gmail.com