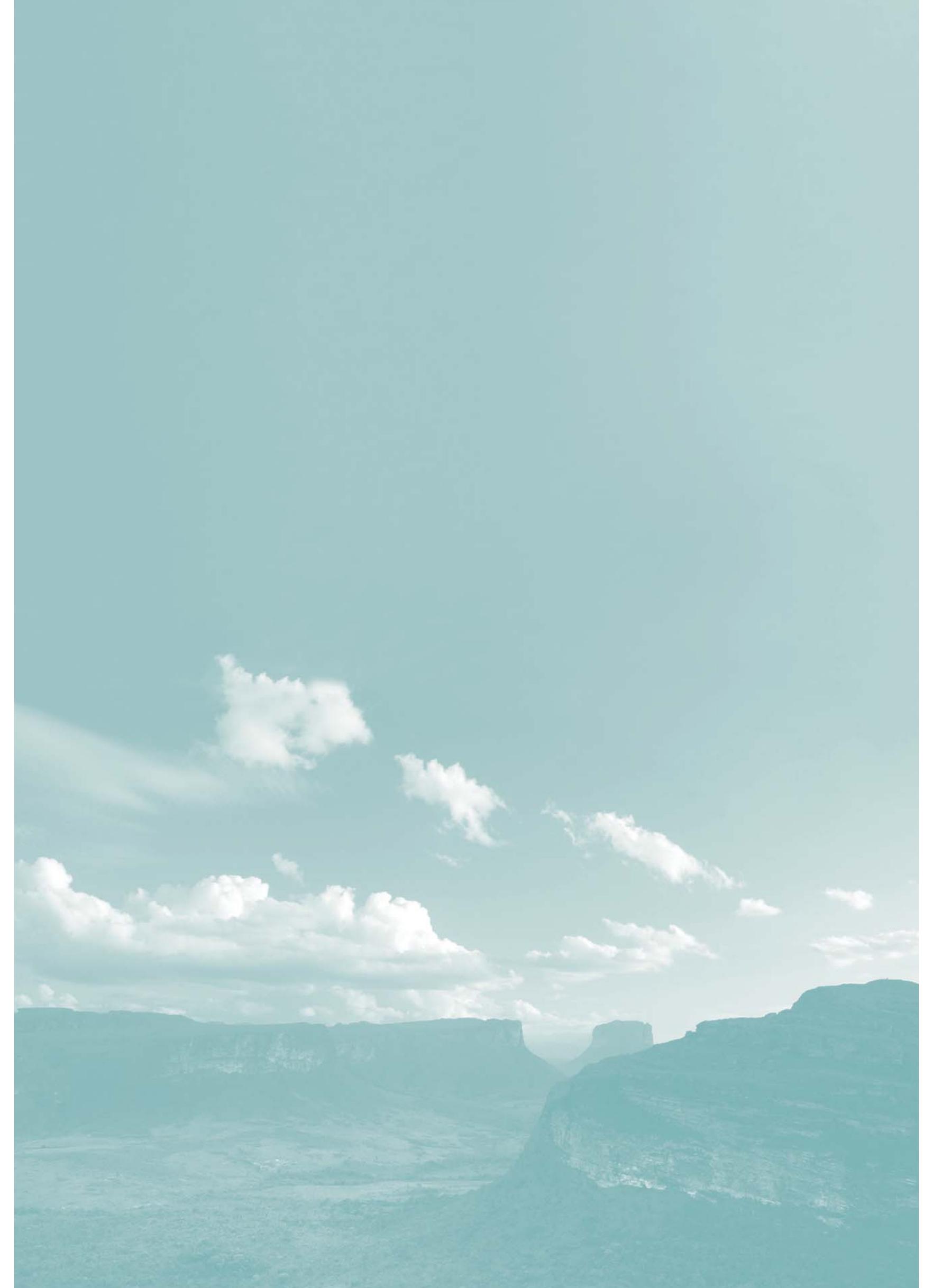


Parte

7

Descrições
de Sítios
com Linguagem Popular



Um Deserto Antigo do Brasil

SIGEP 031

Augusto J. Pedreira (*in memoriam*)

Embora no Brasil não existam grandes desertos como o deserto de Sahara do norte da África, ou o de Atacama do Chile, existem rochas que indicam que no nosso país, há milhões de anos atrás, também houve desertos. Um dos locais onde isto pode ser visto é na Serra do Tombador. Esta serra está localizada a oeste da Cidade de Jacobina, no estado da Bahia. O mapa abaixo mostra como chegar lá (Fig.1).

Desde a Cidade de Jacobina, se pode vislumbrar ao longe (a oeste), a Serra do Tombador. Os primeiros estudos sobre esta serra foram feitos pelo geólogo inglês John Casper Branner (1850-1922), no ano de 1910. A figura 2 abaixo é uma vista da serra desde a Fazenda Santa Cruz, desenhada por ele.

Seguindo pela rodovia BR-324 em direção à localidade de Laje do Batata, cerca de 20 km a oeste de Jacobina, é possível observar a discordância entre as rochas sedimentares da serra e o embasamento formado por rochas metamórficas. Essas rochas sedimentares foram chamadas por John Casper Branner de formações Tombador (por causa desta serra) e Caboclo (por causa da Serra do Caboclo). Os arenitos constituem a Formação Tombador; os argilitos, a Formação Caboclo. Na figura 3, a cor branca corresponde às rochas metamórficas; neste local, um pouco à direita, pode ser observada a discordância marcada por um nível de conglomerado (Fig. 4), sobreposto por arenitos esbranquiçados. O conglomerado possui seixos de quartzito verde, provenientes da Serra de Jacobina. Também pode ser observado que a discordância não é uma superfície plana: os arenitos da Formação Tombador preenchem depressões do embasamento.



Figura 1 - Localização da Serra do Tombador no Estado da Bahia.

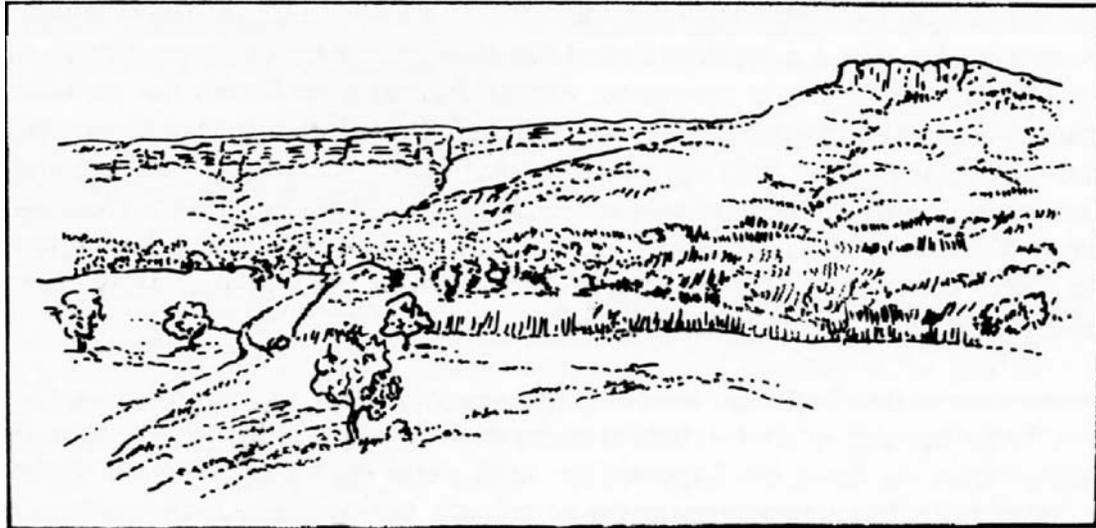


Figura 2 - Gravura a bico de pena (Branner, 1910) mostrando a escarpa da Serra do Tombador, vista da Fazenda Santa Cruz.



Figura 3 - Discordância (seta) entre as rochas sedimentares da Serra do Tombador, à direita, e o embasamento formado por rochas metamórficas expostas na parte branca à esquerda. Foto: Antônio J. Dourado Rocha.



Figura 4 - Detalhe da foto anterior: discordância marcada por um nível de conglomerado. Foto: Antônio J. Dourado Rocha.

Os arenitos que estão acima da discordância possuem granulometria bimodal e estratificação cruzada de grande porte. A bimodalidade do arenito, isto é, o fato de ele ser formado por níveis de grãos maiores e menores, deve-se à variação da velocidade do vento, quando os grãos foram transportados: ventos mais fortes transportavam os grãos maiores; ventos mais fracos, os menores. Isto dá à rocha um aspecto "listrado". Mais acima, do lado direito da rodovia, existem quatro níveis desses arenitos, separados por superfícies subhorizontais. O inferior termina de encontro à rodovia, enquanto o superior está indicado na foto abaixo (Fig. 5).

As camadas que separam esses níveis têm estratificação horizontal e foram interpretadas por Rodí Ávila Medeiros (1935-1998), pesquisador da Petrobrás, como

superfícies de truncamento, formadas pela elevação do nível da água subterrânea. O nível inferior seria um campo de dunas; a elevação do lençol de água subterrânea fixou as dunas, de modo que o vento removeu a areia solta situada acima dele. Sobre esta superfície plana formou-se um novo campo de dunas; mais uma elevação do lençol de água subterrânea fixou este campo de dunas. Quantas vezes este processo se repetiu é impossível de dizer: na Serra do Tombador estão preservados apenas esses quatro níveis; outros, se houve, foram erodidos.

Na continuação para oeste do nível superior, podem ser observadas estratificações cruzadas de grande porte ao nível da rodovia (Fig. 6). Nas fotos abaixo, as camadas superiores inclinam-se fracamente para leste; as inferiores, têm inclinação um pouco mais forte para oeste.



Figura 5 - Arenitos de origem eólica da Formação Tombador. Foto: Antônio J. Dourado Rocha.



Figura 6 - Antigo campo de dunas mostrando, ao nível da rodovia, estratificações cruzadas de grande porte, próximo ao topo da Formação Tombador. Fotos: Antônio J. Dourado Rocha.

Na parte inferior do afloramento mostrado na foto anterior, existem alguns níveis com grande número de pequenos orifícios circulares (Fig. 7). Essas marcas são interpretadas como pingos de chuva e, de acordo com o geólogo Edwin D. Mc Kee, do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), são feições que mostram que essas rochas foram dunas.

No alto da Serra do Tombador, a estratificação dos arenitos é plano-paralela (horizontal), devido uma subida do nível do mar que depositou a Formação Caboclo. A Formação Caboclo consiste em uma alternância de argilitos e siltitos mostrados na foto a seguir (Fig. 8).

Nessas rochas foram encontradas estruturas que indicam que elas foram repetidamente cobertas por água e expostas ao sol, de modo que elas são interpretadas como depósitos de planície de maré, isto é, uma região plana onde as marés cobrem e descobrem as rochas. Como



Figura 7 - Marcas de pequenos orifícios circulares interpretadas como pingos de chuva sobre antigas dunas. Foto: Augusto J. Pedreira.

estas rochas foram argilas, esta planície de maré seria cheia de lama, como um mangue atual.

A granulometria bimodal dos arenitos da Formação Tombador, facilita a extração de lajes para revestimento, vendidas com o nome de "Arenito Jacobina". A Figura 10 mostra esta extração, que tem sido feita de forma intensiva, sem que exista uma ação de acompanhamento e fiscalização por entidades governamentais.

A Serra do Tombador não é apenas uma sucessão de afloramentos de rocha ao longo de uma rodovia. Ela representa um antigo deserto de mais de um bilhão de anos, perfeitamente preservado, onde podem ser examinados os processos que levaram à sua formação: o aplainamento parcial do embasamento, a direção e velocidade dos ventos, as variações do nível do lençol de água subterrânea, as chuvas ocasionais, e a sua invasão final pelo mar.



Figura 8 - Alternância de siltitos e argilitos da base da Formação Caboclo depositadas em planície de maré. Foto: Antônio J. Dourado Rocha.



Foto 9 - Detalhe da figura anterior. Foto: Antônio J. Dourado Rocha.

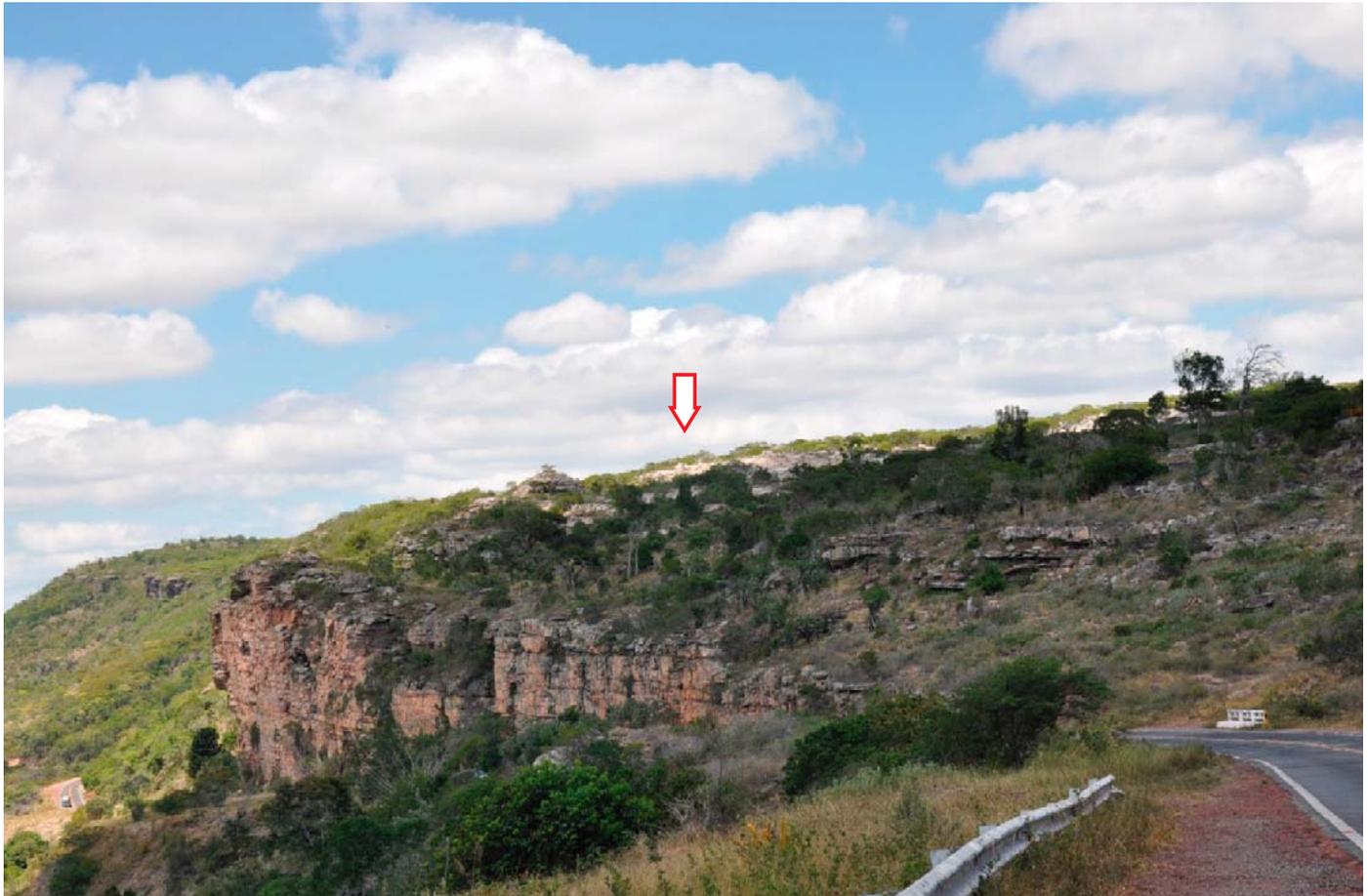


Figura 10 - Extração de lajes para revestimento em arenitos da Formação Tombador (seta).
Foto: Antônio J. Dourado Rocha.

PARA SABER MAIS

- Almeida, F.F.M.; Carneiro, C.D.R. 1998. Botucatu; o grande deserto brasileiro. *Ciência Hoje*, vol. 24, no. 143., p. 36-43.
- Branner, John Casper. O escarpamento do Tombador no Estado da Bahia, Brasil. In: Publicação especial nº1. Salvador: SBG, 1977. p. 21-30. il. Traduzido por Giovanni Toniatti, de J. C. Branner, Tombador Escarpment in the State of Bahia, Brazil Am. J. Sci., November 1, 1910, Series 4, Vol. 30:335-343
- Herr, P. "The desert planet" <http://www.midplains.net/~peherr/STORY2.htm>
- Pedreira, A.J.; Rocha, A.J.D. 2002. Serra do Tombador, Chapada Diamantina, BA - Registro de um deserto proterozóico. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M.L.C. (Edits.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. v.1: 181-186 (<http://sigep.cprm.gov.br/sitio031/sitio031.htm>)
- Rocha, A.J.D.; Pedreira, A.J., 2012. Geoparque Morro do Chapéu – Proposta. In: Schobbenhaus, C. & Silva, C. R. (Org.), Geoparques do Brasil-Propostas, Serviço Geológico do Brasil, v.1:59-110, Rio de Janeiro. (<http://www.cprm.gov.br>).

GLOSSÁRIO

- Água subterrânea** - água contida entre os grãos das rochas sedimentares ou em fraturas nas rochas ígneas ou metamórficas; a superfície de saturação chama-se lençol freático.
- Arenito** - rocha sedimentar composta principalmente de partículas do tamanho areia, usualmente cimentadas por calcita, sílica, ou óxido de ferro (veja **Granulometria**).
- Argila** - material sedimentar composto de fragmentos com um diâmetro menor que 1/256 mm (veja **Granulometria**).
- Argilito** - rocha sedimentar formada pela consolidação de partículas do tamanho argila.
- Discordância** - uma descontinuidade na sucessão das rochas, contendo uma lacuna no registro geológico.
- Erosão** - processo pelo qual as rochas são desagregadas e transportadas de um lugar para o outro na superfície da Terra. Os agentes da erosão incluem a água, o gelo, o vento e a força da gravidade.
- Estratificação** - uma superfície que separa as camadas das rochas sedimentares.
- Estratificação cruzada** - estratificação inclinada em relação à superfície horizontal original sobre a qual os sedimentos se depositaram. Ela é produzida pela deposição na superfície inclinada de uma duna ou de uma onda de areia.

Granulometria - tamanho dos grãos de um sedimento.

Em geral é usada a escala de Wentworth que classifica os fragmentos como: Cascalho: diâmetro entre 4,096 e 2mm; areia: diâmetro entre 2 e 0,063 mm; silte: diâmetro entre 0,063mm e 4 mm (micrometros = 0,000001 metro); argila: diâmetro menor do que 4 mm.

Rocha ígnea - rocha formada pelo resfriamento e solidificação de minerais de sílica derretidos (magma). As rochas ígneas incluem as rochas vulcânicas (resfriadas na superfície) e as plutônicas (resfriadas abaixo da superfície).

Rocha metamórfica - qualquer rocha formada a partir de rochas preexistentes dentro da Terra por mudanças em temperatura e pressão e pela ação química de fluídos.

Rocha sedimentar - rocha formada pela acumulação e consolidação de sedimentos.

Sedimento - material tal como cascalho, areia, lama ou carbonato que é transportado e depositado por vento, água, gelo ou gravidade; material que é precipitado de soluções; depósitos de origem orgânica, tais como corais e rochas coralinas.

Siltito - uma rocha sedimentar de granulação fina, composta principalmente de partículas do tamanho silte (veja granulometria).

Nota

O presente trabalho, elaborado por Augusto J. Pedreira (*in memoriam*) em dezembro de 1999, foi divulgado no *site* da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos-SIGEP (<http://sigep.cprm.gov.br>). No sentido de possibilitar a presente publicação, o trabalho sofreu algumas adaptações, em especial no referente à substituição de fotos originais por outras mais recentes e com melhor poder de resolução. Os editores agradecem a Antônio José Dourado Rocha pela cessão das fotos e a Ana Cristina N. Conceição de Araújo pela reprodução da Figura 2, a partir da publicação original.



AUGUSTO JOSÉ DE CERQUEIRA LIMA PEDREIRA DA SILVA (1941-2012)

Graduado em Geologia pela Universidade Federal da Bahia (1966), especialização em Fotogeologia (CIAF, 1971) e doutorado em Geociências (Geotectônica) pela Universidade de São Paulo (1994). Geólogo da CPRM – Serviço Geológico do Brasil de 1972 a 2011 com ênfase em Mapeamento Geológico, tendo atuado principalmente nos seguintes temas: Geologia Regional, Estratigrafia, Sedimentação Pré-cambriana, Geotectônica e Geologia da Chapada Diamantina. Gerente de Publicações da Cia. Baiana de Pesquisa Mineral - CBPM, de 2011 a 2012. Colaborador da Equipe do Centro de Geologia da Universidade do Porto - Portugal.

A Chapada dos Diamantes

Serra do Sincorá, Bahia

SIGEP 085

Augusto J. Pedreira (*in memoriam*)

A SERRA

A serra do Sincorá é uma parte da Chapada Diamantina que constitui um sítio de grande beleza paisagística devido ao modelado de suas serras, que expõem vales profundos de encostas íngremes e amplas chapadas. Essas escarpas permitem o exame da sua geologia, onde tempos atrás foram explorados diamantes e carbonados.

A serra do Sincorá está localizada na região central do Estado da Bahia, distante da cidade de Salvador, capital do estado, cerca de 400 km (Fig. 1). Para chegar à serra do Sincorá a partir de Salvador, deve-se seguir em direção a Feira de Santana (rodovia BR-324), continuando então para sul em direção ao Rio de Janeiro pela rodovia BR-116. Cerca de 70 km a sul de Feira de Santana, à margem do rio Paraguaçu, entra-se à direita pela rodovia BR-242, em direção a Brasília. Cerca de 220 km adiante chega-se à cidade de Lençóis: aí está a serra do Sincorá, que fica dentro do Parque Nacional da Chapada Diamantina. O acesso por via aérea é feito por linhas regulares através do Aeroporto Cel. Horácio de Matos, situado na vila de Tanquinho (Fig. 1).

DESCRIÇÃO DO SÍTIO

A serra do Sincorá está localizada na borda centro-oriental da Chapada Diamantina, aproximadamente entre as vilas de Afrânio Peixoto (antiga Estiva), a norte, e de Sincorá Velho, a sul (Fig. 1). Sua vertente ocidental é uma escarpa quase contínua, com cerca de 300m de altura e 80km de extensão; a escarpa oriental, que domina a planície do vale do Paraguaçu (400m), atinge rapidamente a altitude de 1200m, nas primeiras cristas da serra. Assim descreve a serra, o biólogo Roy Funch, em seu livro *Um guia para o visitante da Chapada Diamantina: o Circuito do Diamante: o Parque Nacional da Chapada Diamantina; Lençóis, Palmeiras, Mucugê, Andaraí*, editado em Salvador pela Secretaria de Cultura e Turismo do Estado da Bahia, em 1997.

Montanhas e Cachoeiras

A serra do Sincorá compreende um conjunto de diversas serras de menor extensão com as da Cravada, do Sobrado, do Lapão, do Veneno, do Roncador ou

Garapa, do Esbarrancado, do Rio Preto, entre muitas outras. Essas serras possuem picos com até 1700m de altitude e são separadas por vales íngremes e profundos como *canyons*.

Uma feição que se destaca na serra do Sincorá é o morro do Pai Inácio (Fig. 2a), à margem da rodovia BR-242, a norte do vale do Cercado (Fig. 2b).

Mais ainda, a norte do morro do Pai Inácio (Fig. 3a), está o morro do Camelo ou Calumbi (Fig. 3b), e a sul, o Morrão (Fig. 4), cujo acesso se faz através da estrada entre a cidade de Palmeiras e a vila de Caeté Açu (Fig. 1).

Entre o Morrão e a vila de Caeté Açu é cruzada a ponte sobre o rio Riachinho, onde existiu um antigo garimpo de diamantes (Fig. 5).

O principal rio desta região é o rio Paraguaçu. Após atravessar a serra do Sincorá desde a localidade de Comércio de Fora (Fig. 6), ele a deixa na localidade de Passagem de Andaraí, formando a cachoeira de Donana (Fig. 7). Daí, o rio prossegue em busca do oceano Atlântico, na baía de Todos os Santos.

As rochas que afloram na serra do Sincorá, consistem essencialmente em arenitos e conglomerados. Orville A. Derby (1851-1915), geólogo norte-americano que no início do século XX trabalhou na região, disse delas o seguinte: “*Este conglomerado representa um depósito de cascalho formado em uma época geológica remota pelo mesmo modo que se formaram, e ainda hoje se formam, os cascalhos (conglomerados incoerentes e ainda não transformados em pedra) em que os mineiros procuram os diamantes*”.

Diamantes

No ano de 1844, foram descobertos diamantes na serra do Sincorá, na região de Mucugê (Figs. 1 e 12). A partir dessa região toda a serra foi explorada, garimpando-se diamantes desde o rio Sincorá, a sul, (Figs. 1 e 7), até a região de Afrânio Peixoto a norte (Fig. 1).

Esses diamantes, que deram fama e riqueza à região, formaram-se em algum lugar do interior da Terra onde a crosta terrestre era bastante espessa, e foram transportados por rochas chamadas kimberlitos, que forçaram o seu caminho para a superfície. Assim, os

diamantes se comportariam como meros passageiros em uma parada de ônibus (Fig. 10, lado esquerdo). Quando os kimberlitos que os continham alcançaram a superfície, eles sofreram processos de erosão, liberando os diamantes, que foram encontrados em areias e cascalhos de rios (Fig. 10, lado direito). Dando uma idéia da sua raridade, Jiri (George) Strnad, geólogo canadense especialista em diamantes, estimou que em um kimberlito diamantífero exposto em uma escarpa medindo 10 x 2m, estaria contido apenas um diamante minúsculo, com um milímetro de diâmetro!

Na serra do Sincorá, a fonte dos diamantes ainda é amplamente discutida. Sabe-se apenas que eles vieram do leste, mas o local exato ainda não foi definido. Os diamantes eram garimpados no cascalho produzido pela decomposição de conglomerados, aflorantes no vale do rio Combucas (Figs. 11 e 12).

A cachoeira do Serrano na cidade de Lençóis (Fig. 13), também foi intensamente explorada. Aí, os conglomerados são formados por fragmentos de diversas rochas (Fig. 14). Eles foram depositados no sopé de escarpas.

A garimpagem também foi intensa nas regiões de Andaraí e Igatu. A figura 15 mostra os conglomerados na estrada entre essas duas localidades. O rejeito dos antigos garimpos ainda pode ser visto ao longo desta estrada, como amontoados de blocos de tamanhos e formas diversas.

Após uma fase áurea de aproximadamente 25 anos, a garimpagem de diamantes entrou em declínio a partir de 1871. Já no século XX, houve diversas tentativas de mecanizar os garimpos, que na década de 80 foram instalados nos leitos dos rios dentro e fora do Parque Nacional. Estes garimpos, graças a uma ação conjunta de diversas autoridades ligadas à mineração e ao meio ambiente, foram fechados definitivamente em março de 1996.

Mesmo após 150 anos de exploração dos aluviões diamantíferos, ainda existe garimpagem manual, embora em ritmo mais lento, devido à exaustão e decadência das lavras. Devido ao número ilimitado de situações geológicas e topográficas da serra, existem os seguintes tipos de garimpo manual, mencionados pelo biólogo Roy Funch, cada qual com suas peculiaridades: cascalhão, barranco, brejo, grupiara,

emburrado, curriolo, engrunada, gruta, escafandro, serviço a seco, lavagem e fásca (Fig. 16).

Esses fatos confirmam a afirmação de Orville A. Derby : “Quanto à riqueza mineral, a única até hoje aproveitada é a de diamantes e carbonados, e a sua constituição geológica [da serra do Sincorá] pouca esperança oferece da existência de outra...”.

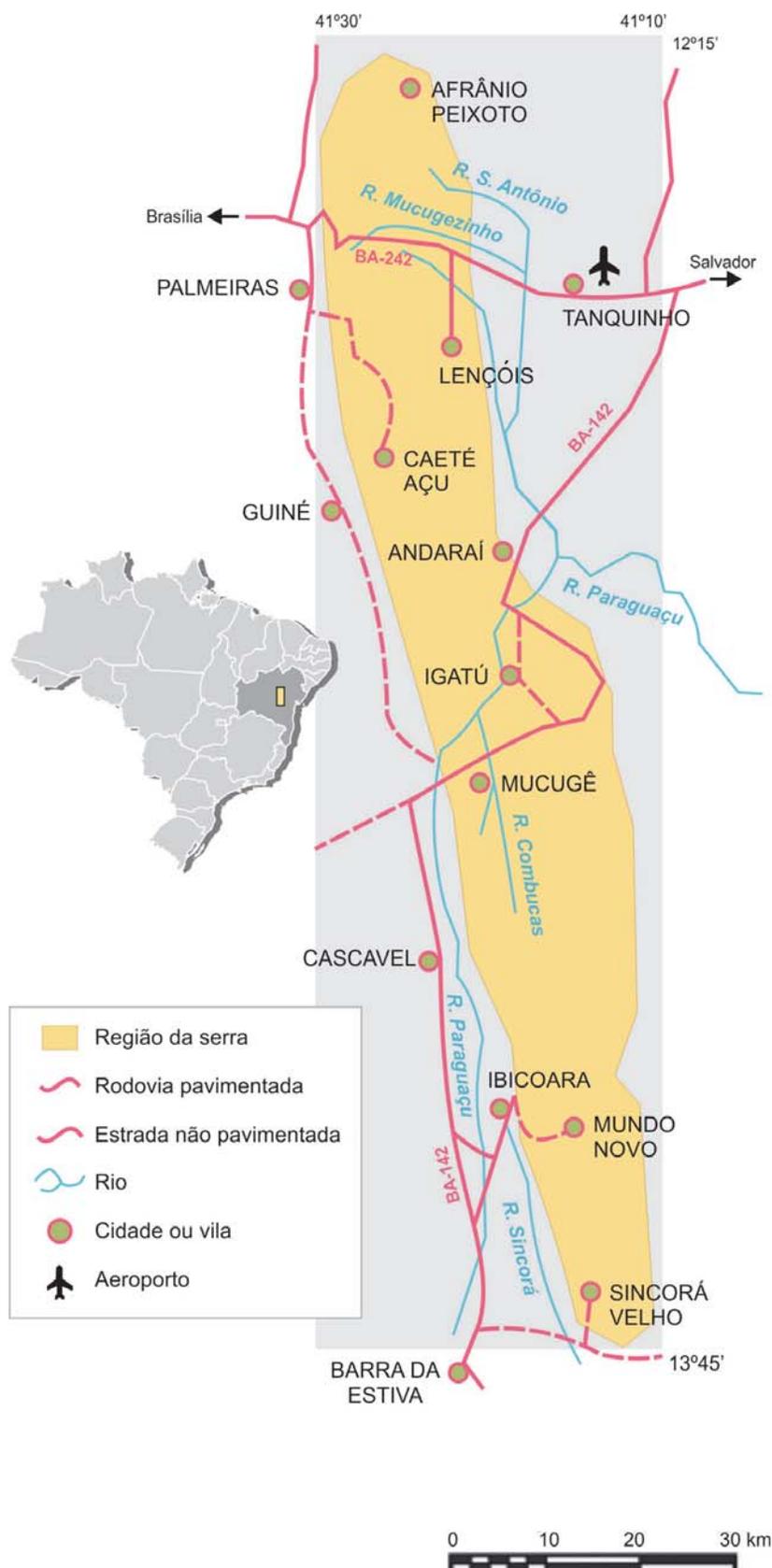


Figura 1 - Mapa de localização da serra do Sincorá.



Figura 2a - Morro do Pai Inácio na rodovia BR-242.
Foto: Juliana Colussi.



Figura 2b - Vale do Cercado, a sul do morro do Pai Inácio, na rodovia BR-242.
Foto: Juliana Colussi.



Figura 3a - Vista ao norte do morro do Pai Inácio.
Foto: Ricardo Fraga.



Figura 3b - Morro do Camelo ou Calumbi visto do morro do Pai Inácio.
Foto: Ricardo Fraga.



Figura 4 - Morrão. Foto: Ricardo Fraga.



Figura 5 - Rio Riachinho. Foto: Ricardo Fraga.



Figura 6 - Escarpa da serra do Sincorá em Comércio de Fora, a oeste da cidade de Mucugê. Foto: Ricardo Fraga.



Figura 7 - Cachoeira de Donana. Foto: Ricardo Fraga.

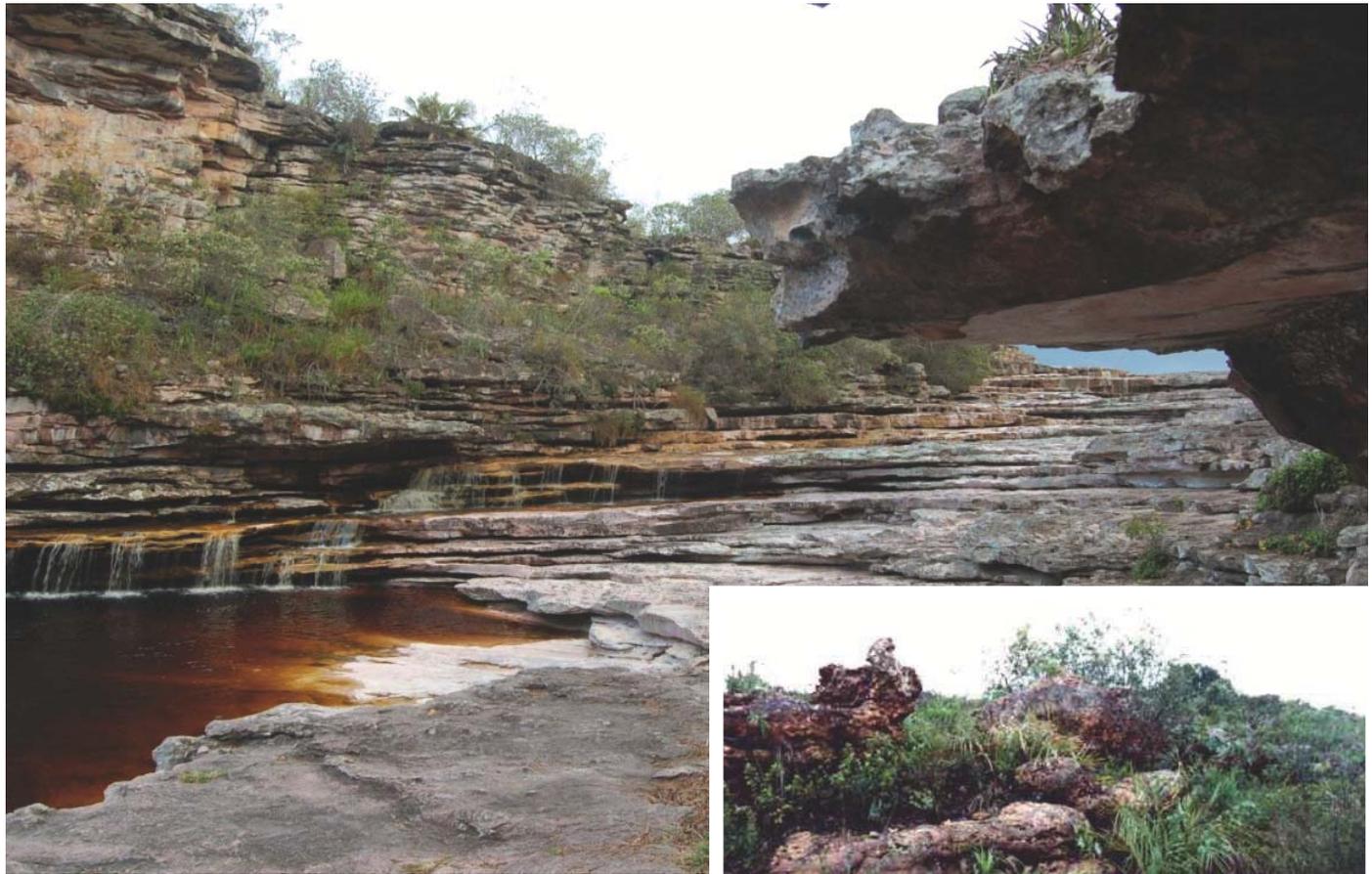


Figura 8 - Arenitos, isto é, rochas formadas por areias consolidadas. Foto: Ricardo Fraga.

Figura 9 - Conglomerados (antigos cascalhos) intercalados com arenitos no vale do rio Combucas, a norte da cidade de Mucugê. Foto: Augusto Pedreira.

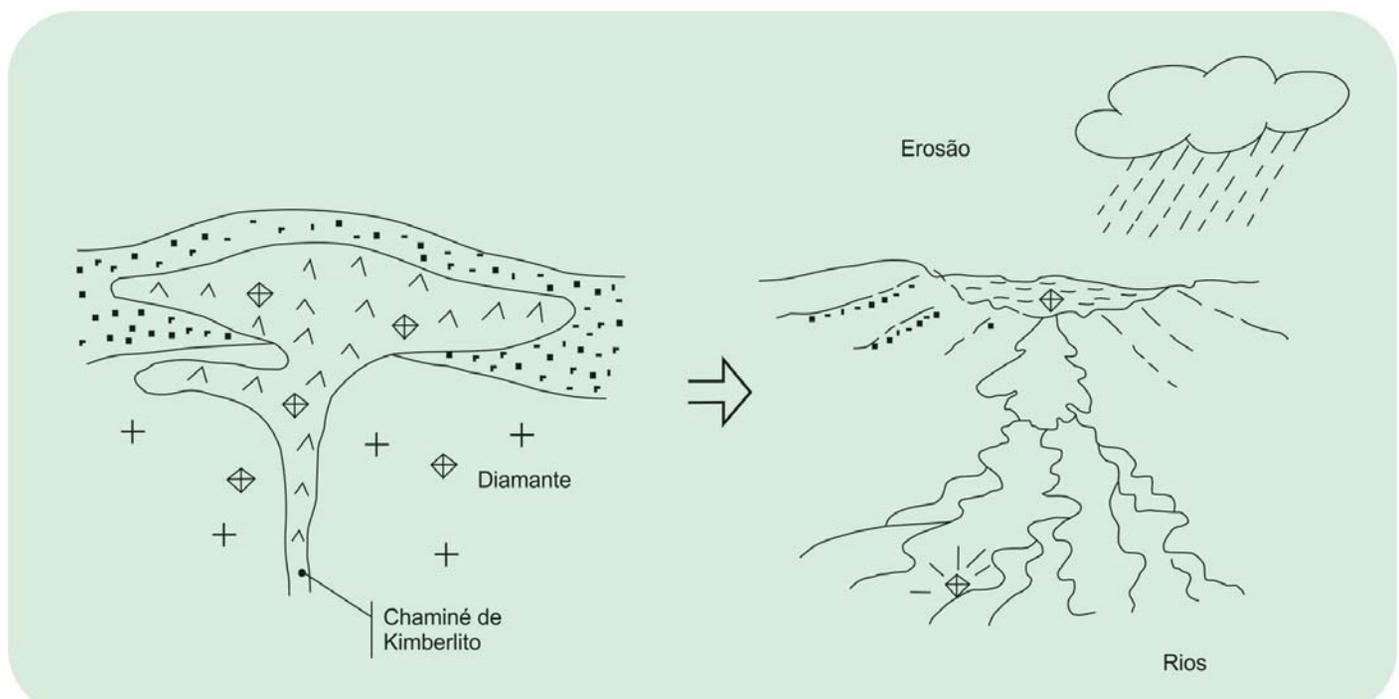


Figura 10 - Como os diamantes são transportados do interior da Terra (à esquerda); Como as rochas são erodidas, liberando os diamantes, que então são garimpados nos rios (à direita).



Figura 11 - Rio Combucas, a norte da cidade de Mucugê, próximo à sua confluência com o rio Mucugê, local das primeiras descobertas de diamantes na serra do Sincorá. Foto: Ricardo Fraga.

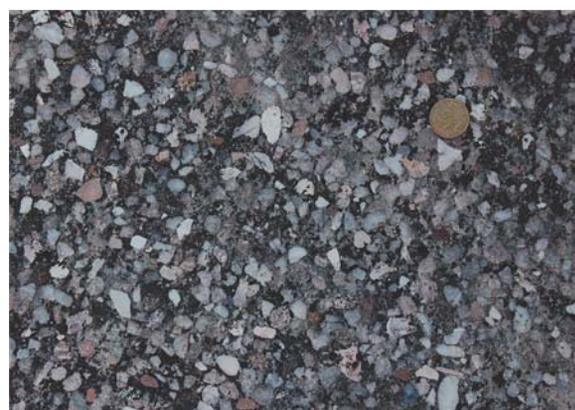


Figura 12 - Detalhe do conglomerado do vale do rio Combucas, depositado por antigos rios. Foto: Ricardo Fraga.



Figura 13 - Cachoeira do Serrano na cidade de Lençóis. Foto: Ricardo Fraga.



Figura 14 - Conglomerado da cachoeira do Serrano. Acredita-se que ele tenha sido depositado no sopé de escarpas, o que se chama de leques aluviais. Foto: Christian Schobbenhaus.



Figura 15 - Conglomerados ao longo da estrada Andaraí – Igatu. Foto: Ricardo Fraga.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

O trecho da serra do Sincorá situado entre Cascavel e Mucugê e a rodovia BR-242, está incluído no Parque Nacional da Chapada Diamantina. A norte da rodovia BR-242, os morros do Pai Inácio e do Camelo estão dentro da APA (Área de Proteção Ambiental) de Iraquara-Marimbus.

De acordo com informações do biólogo Roy Funch, o rio Mucugê, em cujo leito foram descobertos os primeiros diamantes, está razoavelmente bem protegido: o seu alto curso fica dentro do Parque Nacional e o baixo curso corre dentro da área do Parque Municipal de Mucugê (uma reserva com cerca de 270 hectares). Este parque ainda

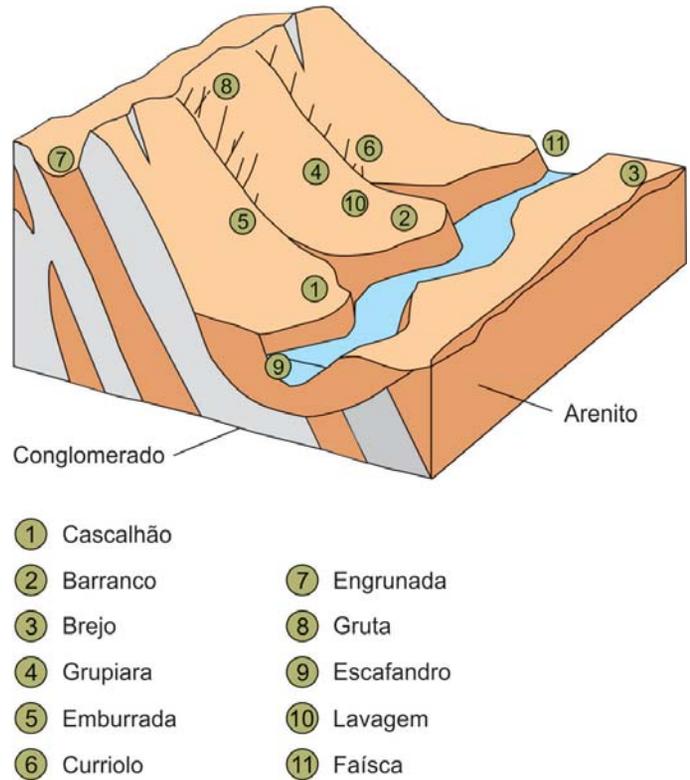


Figura 16 - Representação esquemática dos tipos de garimpo manual (descrições no glossário).

inclui o baixo curso do rio Combucas e vários dos seus afluentes, limitando-se com o Parque Nacional.

Além dessas medidas, existe no município de Mucugê, o Projeto Sempre Viva. Este projeto tem os seguintes objetivos: 1) implantação de uma unidade de conservação estruturada para o ecoturismo, no Parque Municipal de Mucugê; 2) desenvolvimento de tecnologia de reprodução de plantas nativas; 3) implantação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG); e, 4) execução de um

programa de educação ambiental. A sua sede, construída no estilo dos antigos abrigos de garimpeiros, é mostrada na figura 17.



Figura 17 - Parte das instalações do Projeto Sempre Viva. Foto: Ricardo Fraga.

PARA SABER MAIS

- Catharino, J.M. 1986. *Garimpo-Garimpeiro-Garimpagem, Chapada Diamantina*, Bahia. Rio de Janeiro, Philobliblion/Banco Econômico, 270 p.
- CPRM-Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1994. *Projeto Chapada Diamantina: Parque Nacional da Chapada Diamantina-BA: Informações Básicas para a Gestão Territorial: Diagnóstico do Meio Físico e da Vegetação*. Salvador, CPRM/IBAMA, 104 p.
- Funch, R., 1997. *Um guia para o visitante da Chapada Diamantina: o Circuito do Diamante: o Parque Nacional da Chapada Diamantina; Lençóis, Palmeiras, Mucugê, Andaraí*. Salvador, Secretaria de Cultura e Turismo/EGBA, 209 p. (Coleção Apoio).
- Lima, C.U. & Nolasco, M.C. 1997. *Lençóis, uma Ponte entre a Geologia e o Homem*. Feira de Santana, UESC/EGBA, 152 p.
- Moraes, W., 1991. *Jagunços e Heróis*. 4ed. Salvador, Empresa Gráfica da Bahia/IPAC, 217 p.
- Pedreira, A. J. & Bomfim, L.F., 2000. "Morro do Pai Inácio, Bahia". *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. <http://sigep.cprm.gov.br/sitio072/sitio072.htm>
- Pedreira, A. J. 2001. "Serra do Sincorá, Bahia". *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. <http://sigep.cprm.gov.br/sitio085/sitio085.htm>
- Sampaio, T.1955. *O rio São Francisco e a Chapada Diamantina*. Salvador, Livraria Progresso Editora, 278p. (Coleção de Estudos Brasileiros)

GLOSSÁRIO

- Aflorantes** - Rochas expostas na superfície, de modo que podem ser estudadas sem necessidade de escavações.
- Aluvião** - Areias e cascalhos depositados por rios. Ocasionalmente podem ser explorados em busca de metais preciosos.
- Arenito** - Rocha composta por grãos de areia com diâmetro máximo de 2 milímetros unidos por um cimento. Quando o cimento é ferruginoso, o arenito é amarelo ou avermelhado.
- Barranco** - Barranco alto de barro sobre uma fina camada de cascalho.
- Brejo** - Área baixa e úmida com pouco solo sobre o cascalho.
- Cascalhão** - Barrancos altos com cascalho e areia.
- Conglomerado** - Rocha composta por fragmentos rolados e subangulares de diversas origens, reunidos por ação de

- água ou de força de gravidade e cimentados entre si. Quando os fragmentos são angulosos, toma o nome de brecha.
- Curriolo** - Garimpo no leito de um rio, com muito cascalho e pedras soltas.
- Emburrado** - Garimpo em área de cascalho com grandes blocos de rocha.
- Engrunada** - Garimpo subterrâneo.
- Escafandro** - Garimpo submerso, trabalhado por mergulhadores.
- Faísca** - Pequeno garimpo feito em um dia.
- Garimpo** - Jazidas situadas em areias ou cascalhos depositados por rios, onde se exploram minerais preciosos, especialmente diamantes.
- Grupiara** - Cascalho na serra.
- Gruta** - Garimpo em túnel natural da serra.
- Kimberlito** - Rocha verde escura a negra, com aspecto de brecha e proveniente do interior da Terra, que transporta os diamantes para a superfície. O seu nome provém de Kimberley, na África do Sul.
- Lavagem** - Retrabalhamento do rejeito de um garimpo antigo.
- Lavra** - Exploração econômica de uma jazida mineral, como uma mina ou garimpo. O local onde isto se realiza.
- Leque aluvial** - Depósito de sedimentos em forma de leque, construído por uma corrente no local em que ela abandona as terras altas ou uma cadeia de montanhas e entra em um vale largo ou planície. Os leques aluviais são comuns em climas áridos ou semi-áridos, mas não restritos a eles.
- Rejeito** - Material geralmente não portador de diamantes, que pode ser retrabalhado posteriormente.
- Serviço a seco** - Garimpo em local sem água.
- Sistema de Informações Geográficas (SIG ou GIS)** - Sistema de computação capaz de reunir, armazenar, manipular e exibir informações referenciadas topograficamente, isto é, dados identificados de acordo com as suas localizações.

Nota

O presente trabalho foi elaborado em 2002 por Augusto Pedreira (*in memoriam*) e divulgado no *site* da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos-SIGEP (<http://sigep.cprm.gov.br>). No sentido de possibilitar a presente publicação, o trabalho sofreu algumas adaptações, em especial no referente à substituição de fotos originais por outras mais recentes e com melhor poder de resolução. Os editores agradecem a Christian Schobbenhaus, a Juliana Colussi e a Ricardo Fraga pela cessão das fotos.



AUGUSTO JOSÉ DE CERQUEIRA LIMA PEDREIRA DA SILVA (1941-2012)

Graduado em Geologia pela Universidade Federal da Bahia (1966), especialização em Fotogeologia (CIAF, 1971) e doutorado em Geociências (Geotectônica) pela Universidade de São Paulo (1994). Geólogo da CPRM – Serviço Geológico do Brasil de 1972 a 2011 com ênfase em Mapeamento Geológico, tendo atuado principalmente nos seguintes temas: Geologia Regional, Estratigrafia, Sedimentação Pré-cambriana, Geotectônica e Geologia da Chapada Diamantina. Gerente de Publicações da Cia. Baiana de Pesquisa Mineral - CBPM, de 2011 a 2012. Colaborador da Equipe do Centro de Geologia da Universidade do Porto - Portugal.

Ossos de Mamíferos da Era do Gelo nas Barrancas do Arroio Chuí, RS

SIGEP 119

Renato Pereira Lopes¹

Francisco Sekiguchi de Carvalho Buchmann²

Felipe Caron³

Maria Elisabeth Gomes da Silva Itusarry⁴

Em nossa vida cotidiana, muitas vezes testemunhamos diversos eventos como terremotos, vulcões, enchentes, entre outros, que modificam a paisagem à nossa volta. No entanto, tais eventos são relativamente raros, e as modificações que promovem são de pouca extensão. Os processos responsáveis por modelar a superfície do planeta, tais como erosão, acumulação de sedimentos ou formação de montanhas, não são fáceis de serem observados, pois ocorrem lenta e gradualmente, mas ao longo de milhões e milhões de anos alteram a superfície do planeta de maneira profunda. Para compreendermos a formação das feições geológicas observadas na superfície terrestre, é necessário estudar a atuação desses processos em uma escala de tempo muito maior do que uma vida humana. Para tal os cientistas dividiram o tempo de existência da Terra, de 4,5 bilhões de anos, em diversas unidades, criando uma escala chamada Tempo Geológico.

As alterações na superfície terrestre, resultantes de processos físicos atuando lentamente ao longo de milhões de anos, ficam registradas sob a forma de feições geológicas e fósseis, preservados nas rochas da crosta do planeta. Ao estudarmos esses registros, estamos na verdade olhando para trás no tempo e lendo a história da Terra. Portanto, esse estudo é importante por nos permitir conhecer a história do lugar em que vivemos e também a nossa própria história, uma vez que nossa origem e existência estão diretamente ligadas à Terra. Estudando a história do planeta, estamos também aprendendo um pouco mais a respeito de nós mesmos.

Podemos comparar a história da Terra a um livro, cujos capítulos são as diferentes eras e períodos geológicos. Como num livro, todos os capítulos são interligados e, para compreendermos a história, é necessário ler todos eles, desde o princípio. Como exemplo disso, podemos citar um capítulo recente dessa história, que nos conta a formação da zona costeira do Rio Grande do Sul e da fauna de grandes mamíferos que aí viveu e, embora extintos, nos deixaram seus fósseis. Embora as feições geológicas da costa do Rio Grande do Sul sejam resultado de processos relativamente recentes, ocorridos nos últimos milhares de anos, para entender o contexto

em que se deu sua formação, precisamos retornar muito mais no tempo, até cerca de 570 milhões de anos atrás.

A HISTÓRIA GEOLÓGICA DO RIO GRANDE DO SUL

Há cerca de 570 milhões de anos, no Éon Proterozoico, o relevo do Rio Grande do Sul era bastante diferente do atual, com grandes montanhas construídas ao longo de milhões de anos por enormes forças geológicas, os chamados processos tectônicos, que dobraram e soergueram a crosta da América do Sul. Esse processo de “construção” de montanhas, o último ocorrido

ÉON	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	Ma	
Fanerozoico	Cenozoica	Quaternário	Holoceno	0.01	
			Pleistoceno	2.6	
		"Terciário"	Neógeno	Plioceno	5.3
				Mioceno	23.7
			Paleógeno	Oligoceno	33.7
				Eoceno	54.8
				Paleoceno	65.0
				Cretáceo	144
			Mesozoica	Jurássico	206
				Triássico	248
	Permiano	290			
	Paleozoica	Carbonífero	354		
		Devoniano	417		
		Siluriano	443		
		Ordoviciano	490		
		Cambriano	543		
		Pré-Cambriano	Proterozoico	2500	
Arqueano	3800				

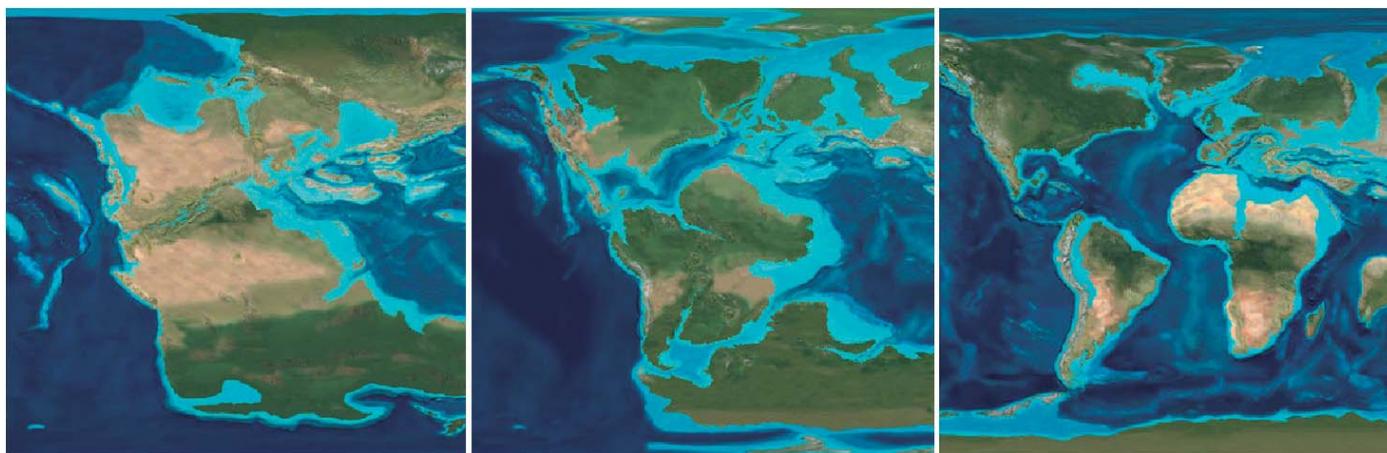
■ Escala do tempo geológico, mostrando as principais subdivisões da história da Terra (Ma = milhões de anos).

no território brasileiro e chamado Ciclo Orogênico Brasileiro, terminou por volta de 570 milhões de anos atrás. A partir daí essas grandes montanhas passaram a sofrer ação do intemperismo, na forma de chuva, vento, calor e frio, que terminaram por erodi-las completamente. Tudo o que resta dessas montanhas nos dias de hoje são as colinas e coxilhas do pampa gaúcho, na porção centro-sul do estado. Essa região constitui a unidade geológica mais antiga o estado, denominada Escudo Sul-Rio-grandense, constituído por rochas de origem vulcânica com idades de até 2 bilhões de anos.

A ação erosiva do intemperismo nessas montanhas, fez com que elas fossem lentamente se desgastando. Boa parte dos sedimentos resultantes dessa erosão foi se depositando na porção centro-oeste do estado, ao longo de milhões de anos, dando origem a outra unidade geológica chamada Depressão Central ou Depressão Periférica. Essa unidade é parte integrante de uma unidade maior, uma grande bacia sedimentar chamada Bacia do Paraná, que se estende do Uruguai até Goiás. As camadas de sedimentos acumulados na Depressão Central têm espessuras e composições variáveis. As diferenças nos tipos de sedimento que constituem cada camada nos mostram que o território onde hoje se situa o Rio Grande do Sul esteve sujeito a diferentes condições ambientais sucessivamente ao longo da Era Paleozóica: espessas camadas de carvão são sinal de um clima quente e úmido, com vegetação exuberante; há sedimentos e fósseis marinhos mostrando que a área também já foi um grande mar raso, e existem ainda camadas depositadas pela ação de geleiras. No início da Era Mesozóica, no Período Triássico, o clima havia se tornado mais quente e seco, semi-desértico. Os depósitos sedimentares dessa época, caracterizados pela coloração vermelha, são extremamente importantes do ponto de vista paleontológico, por conterem fósseis dos mais antigos dinossauros, além de ancestrais dos mamíferos e outros répteis.

O clima semi-desértico do Triássico foi dando lugar a um clima ainda mais seco, que deu origem no Período Jurássico a um grande deserto, chamado Botucatu, que ocupou grande parte do território sul-americano. Durante o Triássico todos os continentes estavam unidos, formando um supercontinente chamado Pangeia. A partir do final do Triássico e início do Jurássico, entretanto, processos tectônicos atuando na crosta terrestre fizeram com que o Pangeia se fragmentasse, originando dois continentes principais: o Gondwana, no hemisfério sul, formado pela América do Sul, África, Antártida, Índia e Austrália; e o Laurásia no hemisfério norte, formado pela América do Norte, Europa e Ásia. A ação contínua e gradual das forças geológicas levou à fragmentação do Gondwana, entre os períodos Jurássico e Cretáceo. Particularmente importante para a compreensão da formação da zona costeira do Rio Grande do Sul foi a separação entre a América do Sul e África, que, além de resultar em dois continentes distintos, ainda foi responsável pelo surgimento do Oceano Atlântico.

Esse processo de separação foi acompanhado pela expulsão, através de grandes rachaduras na crosta, de enormes quantidades de lava, que recobriu boa parte do sul da América do Sul. Essa lava, expelida ao longo de milhões de anos, devido à sua composição química, era muito fluida para formar vulcões em forma de cone, e acabou se espalhando pela crosta na forma de camadas com centenas de metros de espessura de rochas vulcânicas (basalto e riolitos). Essas camadas formam outra unidade morfológica do Rio Grande do Sul, denominada Planalto das Araucárias, que está situado diretamente acima das rochas do antigo deserto Botucatu. Na porção nordeste desse planalto, a erosão das rochas vulcânicas produziu algumas das mais belas paisagens do Rio Grande do Sul, como os *canyons* da Serra Geral e as “guaritas” rochosas da praia de Torres.



Triássico - 220 Ma

Jurássico - 150 Ma

Cretáceo - 65 Ma

■ Esquema mostrando a separação entre América do Sul e África durante a Era Mesozóica, com as idades em milhões de anos (Fonte: Phanerozoic Tectonic Maps - Northern Arizona University: <http://www2.nau.edu/rcb7/mollglobe.html>).

Em seguida à separação total entre a América do Sul e África, o território do Rio Grande do Sul foi palco de relativa calma tectônica. Essa calma possibilitou que na zona costeira fossem depositadas grandes quantidades de sedimentos originados da erosão das rochas do Escudo Sul-Rio-grandense, Depressão Central e Planalto das Araucárias, formando uma bacia sedimentar denominada Bacia de Pelotas, cuja espessura ultrapassa 10 mil metros. Esses sedimentos vindos das áreas mais altas do estado acumularam-se na costa formando depósitos chamados leques aluviais. A partir do Mioceno e Plioceno, o clima da Terra, até então muito mais quente do que o atual, passou a sofrer grandes oscilações, que resultaram na Era do Gelo. É neste ponto que começa a história recente da formação da atual zona costeira do Rio Grande do Sul.

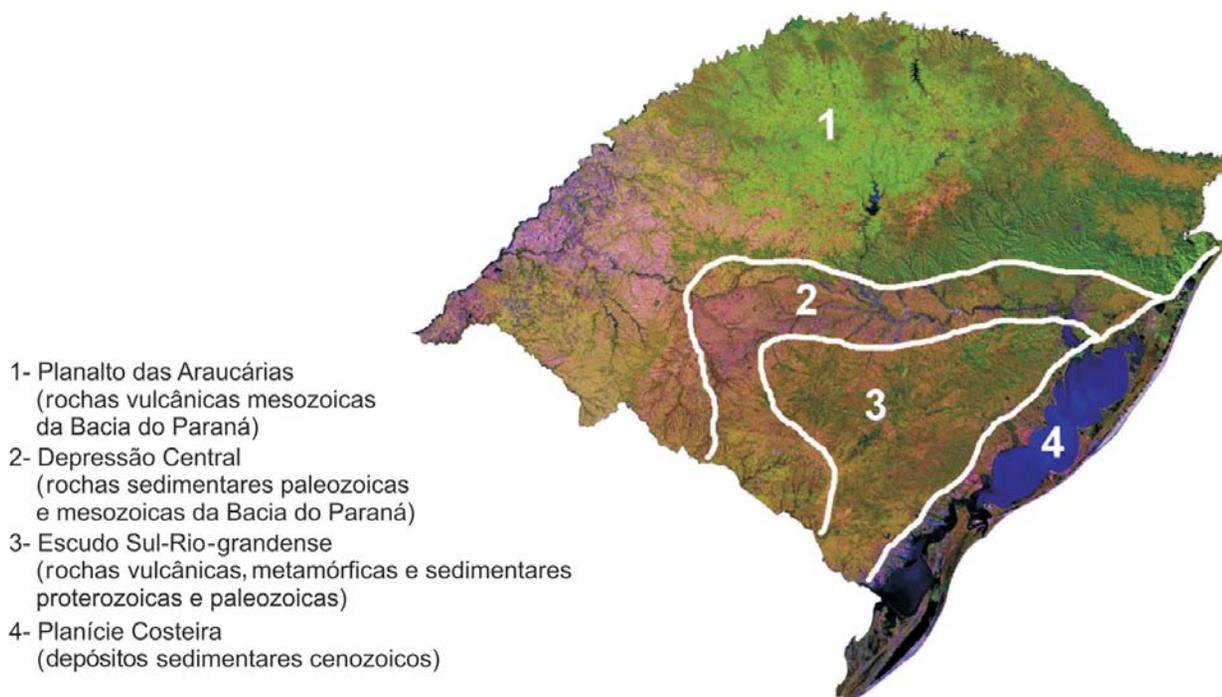
Os registros geológicos mostram que ao longo do Quaternário o clima terrestre esteve sujeito a diversos grandes ciclos glaciais, que conferem o apelido de “Era do Gelo” a esse intervalo do tempo geológico. Cada ciclo desses tem duração média de 100 mil anos, e é marcado por um período glacial frio, intercalado por um período interglacial quente, como o que vivemos atualmente. Durante um período glacial, grandes quantidades de água ficam retidas nas geleiras, fazendo com que o clima global se torne mais seco, e o nível dos oceanos recue, o que é chamado de regressão marinha. Quando a glaciação termina as geleiras derretem e em consequência disso o nível dos oceanos sobe, o que é conhecido por transgressão marinha. Quatro grandes ciclos de transgressão e regressão do nível do mar no Pleistoceno foram diretamente responsáveis pela formação da atual costa

do Rio Grande do Sul. Devido às características físicas da zona costeira do estado, cada transgressão marinha deu origem a uma feição geológica denominada Sistema Laguna-Barreira. Cada um desses sistemas é caracterizado basicamente pela presença de extensas barreiras arenosas costeiras, que isolam grandes lagunas e lagoas, dispostas paralelamente à linha de costa.

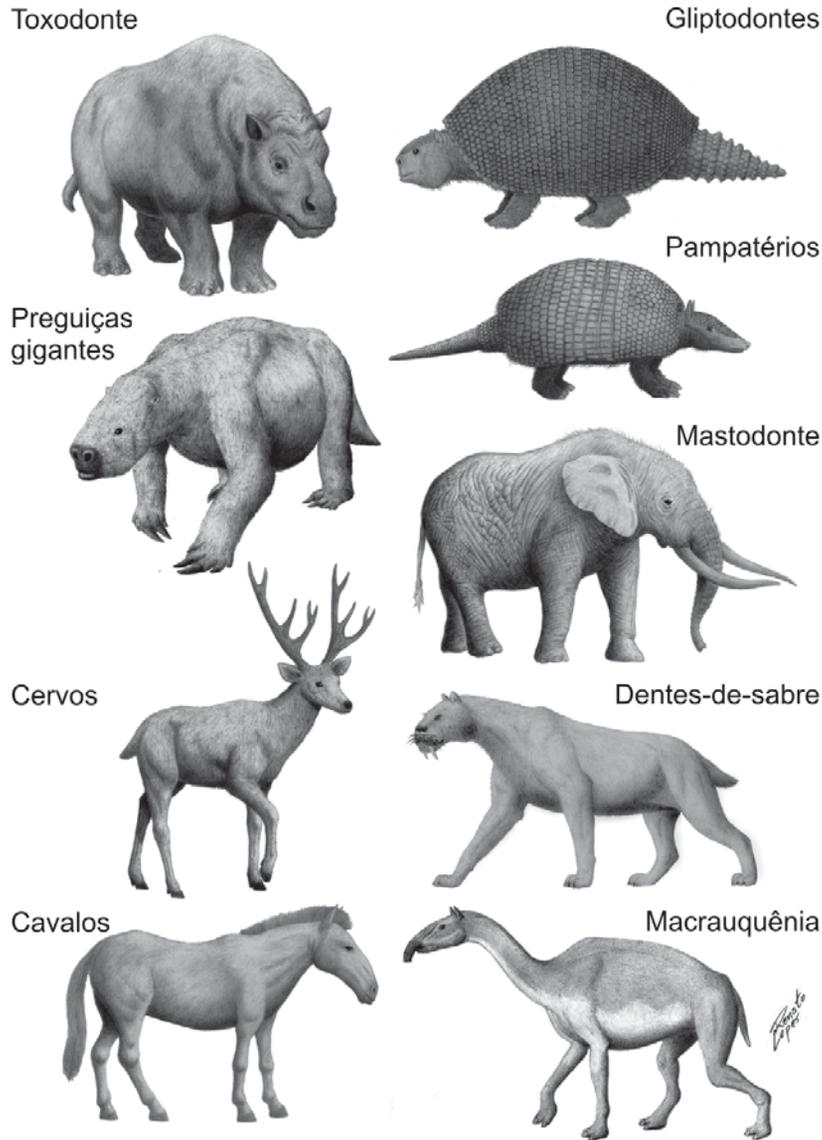
O Sistema Laguna-Barreira I, o mais antigo, foi muito erodido pelas transgressões posteriores, encontrando-se atualmente muito pouco preservado. O Sistema Laguna-Barreira II foi responsável pela formação da lagoa Mirim e pelo início da formação da lagoa dos Patos. A origem do Sistema Laguna-Barreira III terminou de fechar a lagoa dos Patos e formou outras lagunas menores na porção sul do estado e norte do Uruguai. O Sistema Laguna-Barreira IV é constituído pelas praias atuais e por diversas lagoas costeiras no norte do estado e pela lagoa Mangueira, ao sul da lagoa dos Patos. Esses quatro sistemas laguna-barreira, mais os leques aluviais adjacentes às terras altas do estado, constituem a unidade geológica mais recente do Rio Grande do Sul, a Planície Costeira.

A Megafauna Pleistocênica Sul-Americana

Os depósitos do Sistema Laguna-Barreira III na porção sul da Planície são especialmente importantes por guardarem fósseis de mamíferos extintos de grande porte, que constituíam a chamada megafauna pleistocênica. A origem dessa fauna remonta ao Período Cretáceo, quando a América do Sul se separou da África, e mais tarde, no Oligoceno, se separou da Antártica. Após essa separação, a América do Sul tornou-se uma ilha, isolada



■ Imagem de satélite do Rio Grande do Sul, mostrando as quatro grandes unidades geológicas do estado e os tipos de rochas que as compõem (mosaico de satélite: EMBRAPA).



■ Alguns dos representantes da megafauna pleistocênica cujos fósseis são encontrados na planície costeira do Rio Grande do Sul.

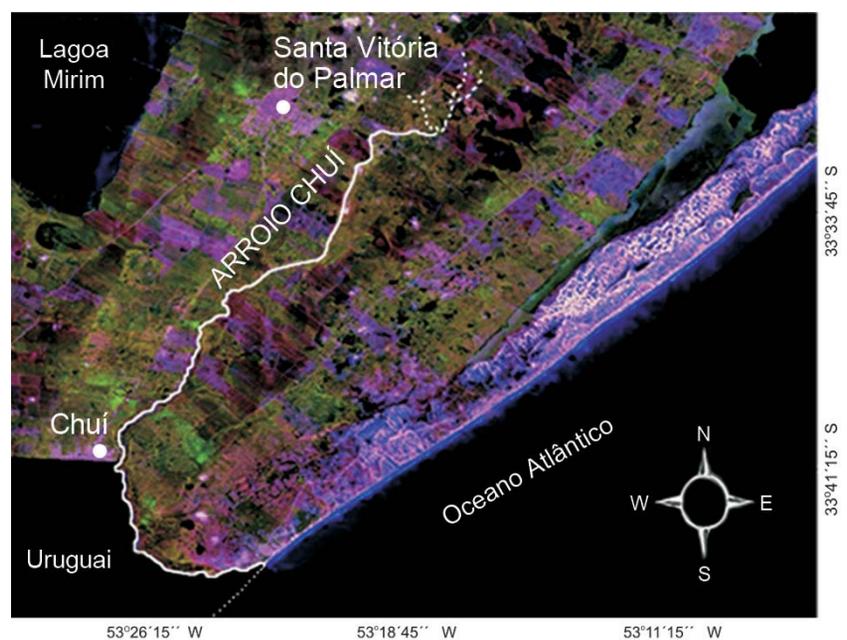
A maioria desses grandes animais se extinguiu em torno de 10 mil anos. As causas dessa extinção ainda não são bem conhecidas, mas estão provavelmente relacionadas às alterações climáticas decorrentes do fim da última glaciação há aproximadamente 20 mil anos, embora outras causas como a competição entre as espécies nativas e invasoras, doenças trazidas pelos mamíferos invasores e a chegada dos primeiros humanos às Américas também possam ter influenciado nesse processo.

OS DEPÓSITOS FOSSILÍFEROS NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

Na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, os fósseis de mamíferos extintos do Pleistoceno são encontrados em duas áreas principais: em áreas que foram recobertos pelo

mar durante a última transgressão marinha, e hoje se encontram submersos; e na região onde nasce e corre o arroio Chuí. Nesta área existiram no passado diversos rios e pequenas lagoas, onde os fósseis de mamíferos foram sendo acumulados. Durante a última glaciação, o clima ficou mais seco e muito desses corpos d'água secaram. Posteriormente, com o clima ficando mais úmido após o fim da glaciação, surgiram banhados ocupando parte da área onde existia a lagoa. Esses banhados deram origem ao arroio Chuí, que nasce próximo à cidade de Santa Vitória do Palmar e segue paralelo à costa até a cidade do Chuí, onde então faz uma curva para oeste, indo desaguar no Oceano Atlântico.

Parte do curso original do arroio foi aprofundado no final da década de 60, para facilitar a retirada de água usada na irrigação de lavouras de arroz em suas margens. Durante a escavação, foi exposta uma camada de sedimento contendo os fósseis de mamífero. Grande parte do material retirado foi levado para o Museu Nacional no Rio de Janeiro. Os fósseis provenientes do arroio Chuí são de cor clara, relativamente frágeis, geralmente bastante incompletos, mas ocasionalmente se encontram também fósseis bem preservados. Os fósseis ocorrem em uma camada com cerca de 1 metro de espessura, formada por areia e lama de coloração bege clara, depositadas por antigos rios e lagoas. Abaixo dessa



■ Imagem de satélite do extremo sul da costa do Rio Grande do Sul, mostrando o curso do arroio Chuí. (Mosaico de satélite: EMBRAPA).

camada há uma outra composta por areia alaranjada e contendo galerias de *Ophiomorpha nodosa*, produzidas por crustáceos cavadores conhecido popularmente por “corruptos”, além de conchas de moluscos. O tipo de areia, a presença das galerias e de conchas de moluscos marinhos demonstram que a região foi ocupada pelo mar

durante uma transgressão há aproximadamente 230 mil anos atrás. A camada acima dos fósseis de mamíferos é formada principalmente por silte e contém apenas restos de vegetais. Nesta camada ocorrem nódulos formados por carbonato de cálcio, que são formados em climas secos, indicando condições semi-áridas.



■ Imagens das pesquisas no arroio Chuí: No alto, à esquerda, as camadas geológicas observadas nas margens, a seta indica a posição em que foi encontrado o úmero mostrado na figura abaixo; à direita, escavações e levantamentos topográficos; embaixo, vista panorâmica do arroio.



■ Aspectos dos fósseis encontrados no arroio Chuí: No alto à esquerda, Úmero (osso do braço) de preguiça gigante; à direita, parte da coluna vertebral de preguiça gigante; embaixo, fósseis em exibição no Museu Coronel Tancredo Fernandes de Mello, em Santa Vitória do Palmar.

Os grupos de animais aí encontrados são mais semelhantes à fauna pleistocênica da Argentina e Uruguai do que do restante do Brasil, sugerindo que durante o Plesitoceno as condições ambientais no Rio Grande do Sul eram mais similares às desses dois países do que ao restante do Brasil. Além dos grandes mamíferos, foram encontrados também fósseis de roedores que indicam ambiente semi-desértico. O estudo desses fósseis portanto, nos permite conhecer não apenas a fauna que ocupava essa região há milhares de anos, mas também as condições climáticas do passado, os processos físicos que vêm atuando na região e as mudanças ambientais ao longo do tempo.

Datações feitas nos fósseis de mamíferos encontrados no Arroio Chuí mostraram que eles viveram na região entre 226 mil e 33 mil anos atrás. Esses fósseis vêm sendo estudados por pesquisadores de diversas instituições do Rio Grande do Sul. Muitos deles se encontram em exposição no Museu Coronel Tancredo Fernandes de Mello, da cidade de Santa Vitória do Palmar.

GLOSSÁRIO

Bacia Sedimentar - Área deprimida da superfície terrestre, onde ocorre a deposição de sedimentos e fósseis.

Crusta (terrestre) - Camada mais superficial da estrutura da Terra, onde se encontram os continentes e oceanos.

Intemperismo - Conjunto de processos físicos e químicos que resultam na alteração e desagregação das rochas, resultando na formação dos sedimentos.

Processos Tectônicos - Conjunto de processos físicos que ocorrem na crosta terrestre, como terremotos, movimentação dos continentes, abertura e fechamento dos oceanos, formação de montanhas, etc.

Rochas Sedimentares - Rochas formadas pela acumulação de sedimentos clásticos (ex: arenitos) ou por processos químicos (ex: calcários).

Rochas Metamórficas - Rochas formadas pela alteração de rochas sedimentares ou vulcânicas por aumento de temperatura e/ou pressão, resultante de dobras, compressão ou falhamentos na crosta.

Rochas Vulcânicas - Rochas formadas pelo resfriamento da lava expelida pelos vulcões, que endurece ao ser exposta ao ar ou à água.

Sedimentos - Partículas originárias da desagregação das rochas pelo intemperismo (sedimentos clásticos) ou de processos químicos (sedimentos químicos). São transportados por água, gelo ou vento e se acumulam nas bacias sedimentares.

PARA SABER MAIS

Cartelle, C. 1994. Tempo passado: mamíferos do Pleistoceno de Minas Gerais. Acesita, Belo Horizonte, 1994. 131p.

- Press, F.; Siever, R.; Grotzinger, J.; Jordan, T.H. 2006. Para entender a Terra. trad Menegat et al. IG/UFRGS. Arttmed Edit. SA, Porto Alegre
- Teixeira, W.; Toledo, M.C.M.; Fairchild, T.R.; Taioli, F. (Organiz.) 2000. Decifrando a Terra. Oficina de Textos, São Paulo, 2000. 568 p.
- Tomazelli, L. J.; Villwock, J.A. 2005. Mapeamento geológico de planícies costeiras: o exemplo da costa do Rio Grande do Sul. Gravel, 3: 109-115.
- Souza, C.R.G.; Suguio, K.; Oliveira, A.M.S.; Oliveira, P.E. (eds.). 2005. Quaternário do Brasil. Holos Editora, Ribeirão Preto. 378 p.
- Villwock, J.A. 1997. A força das pedras. Porto Alegre, Riocell, 1997. 82p.

¹ Programa de Pós-Graduação em Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. paleonto_furg@yahoo.com.br

² Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus do Litoral Paulista – Unidade São Vicente. paleonchico@yahoo.com.br

³ Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Caçapava do Sul, RS. felipecaron@yahoo.com.br

⁴ Departamento de Geociências – Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG) dgeoadm@furg.br

Estromatólitos de Nova Campina e Itapeva, SP

SIGEP 049

Registros de vida primitiva
com um bilhão de anos

William Sallun Filho¹
Thomas Rich Fairchild²
Fernando Flávio Marques de Almeida (*in memoriam*)
Daniel Rodrigues de França³

INTRODUÇÃO

Os estromatólitos são estruturas construídas por microorganismos (seres microscópicos) envolvidos por uma fina camada *mucilaginosa* que formam um tipo de tapete biológico com consistência gosmenta a gelatinosa. Este tapete fixa substâncias químicas dissolvidas na água, construindo assim, camada por camada, uma estrutura que toma forma e tamanho através da adição e aprisionamento de pequenos grãos, tornando-se, eventualmente, sólida. Os estromatólitos começaram a ser estudados na primeira parte do século XIX, quando também surgiu pela primeira vez o termo *estromatólito*, criado a partir da junção das palavras gregas: *stroma* (camada, tapete) + *lithos* (rocha). A formação dessas estruturas ocorre desde o Éon Arqueano, há muito tempo (3,85 bilhões de anos a 2,5 bilhões de anos atrás), até os dias de hoje. Assim, os estromatólitos estão entre as mais antigas evidências de vida encontradas no planeta Terra.

Na região de Nova Campina e Itapeva situam-se diversas ocorrências de estromatólitos que durante décadas vêm sendo alvo de vários estudos. Essas expedições científicas começaram precisamente no ano de 1944, quando Fernando Flávio Marques de Almeida identificou e descreveu, pela primeira vez no Brasil e na

América do Sul, um fóssil comprovadamente datado do Pré-Cambriano, representando assim o fóssil mais antigo já encontrado em todo o Estado de São Paulo.

Os estromatólitos que ocorrem na região de Nova Campina e Itapeva têm dupla importância, portanto: são considerados os fósseis mais antigos do Estado de São Paulo, datados do Éon Proterozoico (entre 2,5 bilhões e 542 milhões de anos atrás), e foram os primeiros estromatólitos descritos na América do Sul.

Nenhum dos locais de ocorrência dos estromatólitos está devidamente protegido. Pelo contrário, estão quase todos localizados em áreas destinadas à mineração de calcário, utilizado pela indústria como matéria-prima para a fabricação de cal, cimento e corretivos agrícolas (acidez do solo). Algumas medidas para a preservação do sítio estão sendo tomadas junto aos órgãos competentes, pois existe grande risco de degradação ou até mesmo de desaparecimento desses importantes testemunhos do passado geológico da Terra.

LOCALIZAÇÃO

As ocorrências estão localizadas nos municípios de Nova Campina e Itapeva, sul do estado de São Paulo, a cerca de 350 km da capital (Fig. 1). O acesso é feito pela



Figura 1 - Localização da área no Estado de São Paulo.

rodovia Presidente Castelo Branco (SP-280) até Tatuí, tomando-se a rodovia SP-127 até Capão Bonito e, depois, à rodovia SP-258 até Itapeva.

Na região se conhecem ao todo nove ocorrências de estromatólitos, dos quais três se destacam pela importância, beleza, estado de conservação e facilidade de acesso.

O local dos estromatólitos próximo à cidade de Nova Campina foi eleito como o afloramento principal, onde poderão ser implantadas medidas para a sua preservação integral; outros dois afloramentos deverão ter partes preservadas para servirem de referência. O acesso ao local principal, a cerca de 24 km de Itapeva e 3,2 km a sul do centro da cidade de Nova Campina, é feito por uma via asfaltada a partir de Itapeva pela estrada municipal Itapeva-Grupo Orsa. A localização exata dos estromatólitos em Nova Campina e fotos adicionais podem ser visualizadas através do *software* gratuito Google Earth (*download* em <http://earth.google.com.br/>), bastando para isso digitar as coordenadas -24.1482, -48.9222 na opção pesquisar, ou via Web pelo serviço Google Maps, disponível no *site* <http://maps.google.com.br>.

ESTROMATÓLITOS: FÓSSEIS VIVOS

Encontrar estromatólitos ainda em formação nos dias de hoje não é tarefa fácil, pois sua formação depende de condições ambientais especiais como águas quentes e limpas, quantidade de nutrientes, alta taxa de luminosidade e salinidade etc.

A sua importância geológica e paleontológica é comparada com as outras poucas ocorrências semelhantes no

mundo, como em *Shark Bay* (Fig. 2), *Pink* ou *Spencer Lake* (Austrália), Golfo do México e Bahamas (Caribe), Golfo Pérsico (Oriente Médio), *Solar Lake* (Israel), *Salt Lake*, *Green Lake*, Parque Nacional *Yellowstone* (Flórida, EUA), Ilha de Hai-Nan (China), entre outras.

A Lagoa Salgada (Fig. 3), localizada na região norte do estado do Rio de Janeiro, no litoral do município de Campos, abriga uma das raras ocorrências de estromatólitos de idade recente (2.000 anos atrás até hoje) do Brasil.

Na maior parte dos casos, um estromatólito é formado quando uma comunidade de microrganismos consegue se fixar no substrato, formando uma ‘esteira microbiana’ sob águas rasas, límpidas e bem iluminadas. Os principais componentes dessas esteiras são as cianobactérias. Esses organismos realizam fotossíntese semelhante à das plantas verdes e costumam secretar abundante mucilagem, substância pegajosa que protege as cianobactérias e mantém a população unida e fixada. Com o tempo e a deposição de sedimentos finos sobre a esteira os microrganismos migram para cima criando uma nova esteira. Enquanto as cianobactérias e os demais organismos conseguem captar luz e evitar soterramento, as lâminas vão se sucedendo, gerando uma estrutura em forma de coluna ou domo – o estromatólito (Fig. 4). As características da laminação são determinadas pelo balanço entre o crescimento descontínuo das colônias microbianas, que depende das condições ambientais (quantidade de luz, temperatura, nutrientes etc.), e o acúmulo de sedimentos dentro das esteiras.

Os estromatólitos, porém, só entram no registro geológico como fósseis se tiverem sido litificados, ou seja, transformados em rocha.



Figura 2 - Estromatólitos em formação na praia de *Shark Bay* na Austrália. Foto de Thomas Rich Fairchild.



Figura 3 - Estromatólitos recentes na Lagoa Salgada (Campo, RJ). Ilustração de Srivastava (2002).

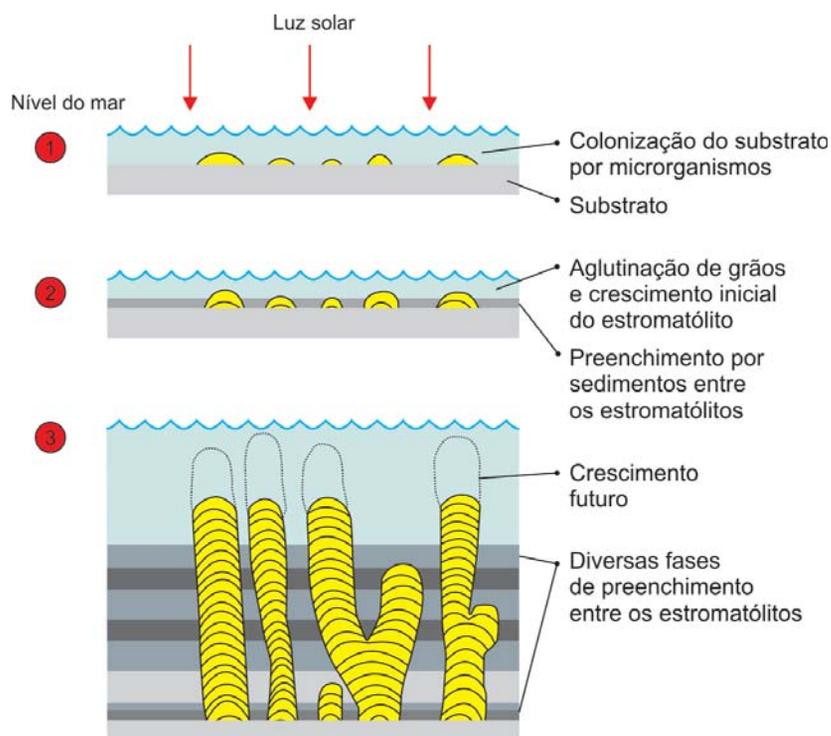


Figura 4 - Esquema de formação dos estromatólitos. Modificado de Sallun Filho & Fairchild (2005).

DESCRIÇÃO DO SÍTIO

Em seu trabalho publicado em 1944, Almeida destacou três ocorrências fossilíferas dentre mais de trinta locais de mineração na região ao sul de Itapeva (SP). Posteriormente diversas outras ocorrências foram identificadas. Neste trabalho se propõe a preservação de três afloramentos.

O primeiro, descrito como “Afloramento principal” constitui duas exposições de rochas relativamente pequenas (cerca de 10 m de extensão cada) próximas entre si e localizadas a beira da Estrada Municipal Itapeva-Grupo Orsa. São compostas por dolomitos metamorfisados de coloração cinza claro, amarelado, comumente cobertos de limo devido à alta umidade local. Esses dois afloramentos correspondem a antigas áreas de mineração, agora abandonadas, reconhecidos no trabalho pioneiro de Almeida (1944) como a localidade mais importante e em melhor estado de preservação.

O segundo afloramento denominado de “Afloramento de referência I” é a “Mineração Indumine”. A mineração Indumine apresenta atualmente as melhores exposições de estromatólitos em toda a região, abertas por volta da década de 1950. Está localizada a sul de Itapeva e Nova Campina. Nesta mineradora ocorrem calcários metamorfisados de coloração

cinza escuro a negra, bastante impuros, muito distintos dos calcários metamorfisados de coloração clara das outras localidades. A mineração explora justamente as rochas contendo os estromatólitos, dominados por formas de laminação cônica e atribuídos ao tipo *Conophyton*. Neste local o intemperismo das porções mais elevadas destaca as diferenças entre os estromatólitos e o sedimento entre as colunas, permitindo uma boa visualização das estruturas estromatolíticas. Em rochas frescas, onde

o intemperismo ainda não ocorreu, é somente com certo esforço e paciência que se pode distinguir, visualmente, os estromatólitos dos sedimentos entre as colunas.

O terceiro afloramento denominado “Afloramento de referência II” é a “Mineração Lavrinhas”. A mineração Lavrinhas compreende uma área principal, onde ocorre a extração das rochas, e diversas outras áreas abandonadas. Estas áreas abandonadas são constituídas quase que totalmente por estromatólitos do tipo *Conophyton* e outras formas colunares não-cônicas. Este local corresponde à segunda ocorrência registrada por F.F.M. de Almeida. Atualmente é muito difícil visualizar os estromatólitos nestas rochas dolomíticas, porque o longo contato com a atmosfera vem oxidando os delicados filmes de matéria orgânica, responsáveis por destacar as estruturas estromatolíticas, restando poucas exposições preservadas.

IMPORTÂNCIA HISTÓRICA

No ano de 1944 Fernando Flávio Marques de Almeida, em expedição científica pelo interior de São Paulo, realizou a primeira descrição de fósseis pré-cambrianos no Brasil e na América do Sul. Ele identificou estromatólitos em rochas expostas à beira da estrada ao sul da vila Campina dos Veados (atualmente o município de Nova Campina), que na época era apenas um distrito de Itapeva, e denominou-os *Collenia itapevensis*. Neste período, assuntos relacionados aos estromatólitos não eram muito conhecidos no mundo, e em toda a década de 1940 foram publicados apenas 11 trabalhos contendo a palavra “estromatólito” no título. O próprio trabalho de F.F.M. de Almeida não consta desta lista, pois a palavra “estromatólito” não aparece nem no título nem no texto, demonstrando assim, o estado inicial dos estudos de estromatólitos naquela época e a importância científica desta descoberta. As amostras de estromatólitos (Fig. 5) coletadas por F.F.M. de Almeida naquela expedição encontram-se até hoje nas coleções paleontológicas científicas do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, Rio de Janeiro), do Instituto Geológico (SMA/SP) e do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

O estudo de estromatólitos iniciado em Nova Campina e Itapeva, prosseguiu com F.F.M. de Almeida nos anos seguintes, e novas ocorrências de estromatólitos foram encontradas e descritas, estendendo-se até o Estado do Paraná. Nas décadas seguintes outros pesquisadores acrescen-

taram mais pontos de ocorrência de estromatólitos nos municípios de Itapeva e Bom Sucesso (SP).

A partir de 1970 ocorreu, no Brasil e no mundo, um aumento significativo no estudo detalhado de estromatólitos, visando cada vez mais classificá-los morfológicamente, bem como investigar os fatores biológicos e ambientais de sua formação, tentando com isso relacionar as ocorrências de estromatólitos modernos e antigos em um contexto mundial, bem como aprimorar os conhecimentos de como a Terra era no passado.

Ao final da década de 1970 estudos mais detalhados dos estromatólitos existentes nas localidades descritas anteriormente por F.F.M. de Almeida revelaram haver pelo menos duas formas distintas de estromatólitos. Em sua primeira descrição o próprio F.F.M. de Almeida já havia citado e desenhado uma ampla variedade de formas de *Collenia itapevensis*, desde formas parecidas com domos até as que lembram cones. Nessas formas em cone, foram identificadas características típicas dos estromatólitos do tipo *Conophyton*, com maior semelhança a formas conhecidas mundialmente das eras Mesoproterozoica, de 1 bilhão e 600 milhões a 1 bilhão de anos atrás, e Neoproterozoica, de 1 bilhão a 542 milhões de anos atrás.

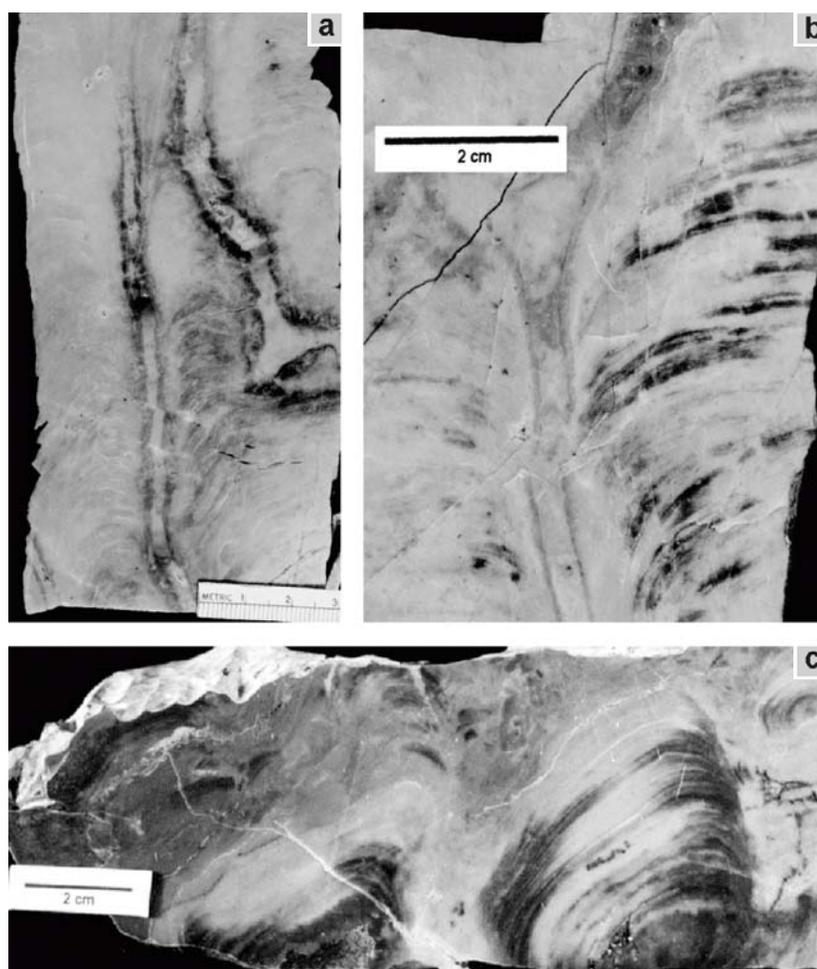


Figura 5 - Amostras coletadas por F.F.M. de Almeida em Nova Campina em 1944. (a) “*Collenia itapevensis*”, (IG-SMA/SP, número IG-213); (b) “*Collenia itapevensis*”, (IGc-USP, número GP/3T-80); (c) supostamente “*Collenia itapevensis*”, (DNPM, sem número).

ORIGEM DOS ESTROMATÓLITOS DE NOVA CAMPINA E ITAPEVA - SP

A formação dos estromatólitos da unidade geológica Itaiacoca deve ter ocorrido em águas calmas e limpas. Os estromatólitos teriam se formado sobre o fundo do mar num ambiente transicional entre a praia e a plataforma continental, onde estromatólitos individuais teriam alcançado até 70 cm de altura, embora conjuntos de estromatólitos pudessem ter alcançado alturas muito maiores. Nos metadolomitos a relativa pureza, a cor clara e o crescimento por igual das suas laterais, seriam sinais de condições de águas limpas, alta luminosidade e baixa taxa de acumulação de sedimentos, enquanto as impurezas argilosas e orgânicas, cor escura, diâmetros menores e crescimento vertical predominante nos estromatólitos dos metacalcários apontariam para condições de menor luminosidade, provavelmente devida à maior quantidade de impurezas na água, maior profundidade e maior taxa de acumulação de sedimentos. Com base na forma cônica de sua laminação, que resultaria da concentração da comunidade microbiana na ápice do estromatólito, e à ausência de marcas deixadas pela ação erosiva e de movimento das ondas, os estromatólitos do tipo *Conophyton*, presentes nas mineradoras de Lavrinhas e Indumine, devem ter se formado em águas relativamente profundas, com até algumas dezenas de metros. Considera-se que em águas mais rasas e agitadas, com menos de 10 metros de profundidade, o tipo *Conophyton* desenvolveria pequenas ramificações em seu topo (= tipo *Jacutophyton*), sendo substituídos por outras formas colunares, não cônicas, o que pode ser o caso na mineradora Lavrinhas, em Nova Campina e na região de Bom Sucesso (SP), onde formas não cônicas estão associadas com o tipo *Conophyton*.

Estudos recentes interpretam as diferenças na forma dos tipos de *Conophyton* nas mineradoras Indumine e Lavrinhas, pelas diferenças de composição (calcita, dolomita) e pureza dos metacalcários nos dois lugares. Em Lavrinhas ocorrem outras formas não cônicas e ramificadas associadas ao tipo *Conophyton*, que não estão presentes em Indumine. A presença mais comum de conjuntos de formas maiores, associados a formas não cônicas em Lavrinhas parece indicar menor profundidade da água e, conseqüentemente, luminosidade mais intensa; pode ter havido até crescimento de formas não-cônicas em cima dos grandes conjuntos de formas do tipo *Conophyton*, mais próximo ao nível do mar. Já em Indumine, o diâmetro mais estreito e o espaçamento entre colunas, bem como a quantidade de impurezas na rocha, permitem inferir que as condições eram de menor luminosidade, que teria favorecido intenso crescimento vertical. O crescimento por igual e compacto dos estromatólitos de formas cônicas nas rochas sedimentares já havia sido notado por Almeida em 1944 que sugeriu que

quando a “colônia” (coluna) entrava em contato com as vizinhas passava a crescer no sentido vertical, o que é mais coerente com as idéias mais recentes sobre a origem dos estromatólitos de Nova Campina e Itapeva.

SÍNTESE E IMPORTÂNCIA GEOLÓGICA

A história geológica registrada nas rochas e nos estromatólitos de Nova Campina e Itapeva abrange vários eventos geológicos ao longo do tempo geológico. Observando-se apenas as rochas com os estromatólitos, especialmente no afloramento principal, é possível identificar várias fases da evolução geológica da região, bem como diversos outros aspectos da formação e evolução geológica em um contexto mais abrangente.

Os estromatólitos ocorrem na unidade geológica denominada de Grupo Itaiacoca. Esta unidade geológica possui grande variedade de tipos de rochas, formadas em períodos diferentes ao longo do tempo geológico (Fig. 6). A sucessão geral das rochas se iniciou com: rochas sedimentares na base; seguidas por rochas ígneas vulcânicas depositadas junto aos sedimentos; e por rochas sedimentares de origem química no topo.

Datações absolutas realizadas por estudos geocronológicos indicam idades mínimas entre 700 a 600 milhões de anos atrás para o metamorfismo e a intrusão dos granitos. Como ambos são posteriores à sedimentação não podem ser consideradas idades de formação da unidade, ou seja, são mais jovens que ela. É possível correlacionar os estromatólitos da unidade geológica Itaiacoca com estromatólitos de outras partes do mundo que se formaram entre o Era Mesoproterozoica e a parte inicial da Era Neoproterozoica. Isto sugere que a sedimentação desta unidade tenha ocorrido entre 1.700 a 850 milhões de anos atrás. Idades obtidas utilizando-se outros métodos de datação apontam que a deposição tenha realmente ocorrido no Era Mesoproterozoica.

Recentemente novos estudos obtiveram uma idade de 934 ± 36 milhões de anos para rochas ígneas vulcânicas metamorfasadas. A partir dos dados disponíveis, sugere-se então que poderiam existir duas unidades distintas. A mais antiga, composta de rochas sedimentares carbonáticas e rochas ígneas vulcânicas metamorfasadas com idade entre 1000 a 900 milhões de anos, e outra mais jovem, composta de rochas ígneas vulcânicas e depositadas em forma de sedimentos entre 636 a 628 milhões de anos atrás.

Existem dificuldades para a realização de estudos geocronológicos: além do alto custo, o difícil acesso, as condições adversas em que se encontram as rochas, a grande variedade os tipos de rochas e a ausência de outros fósseis inviabilizam a obtenção de dados precisos. É muito provável que o metamorfismo que afetou as rochas da unidade deu-se em condições de pressão moderada e temperatura alta e teria ocorrido no Era Neoproterozoica, afetando os estromatólitos em maior ou

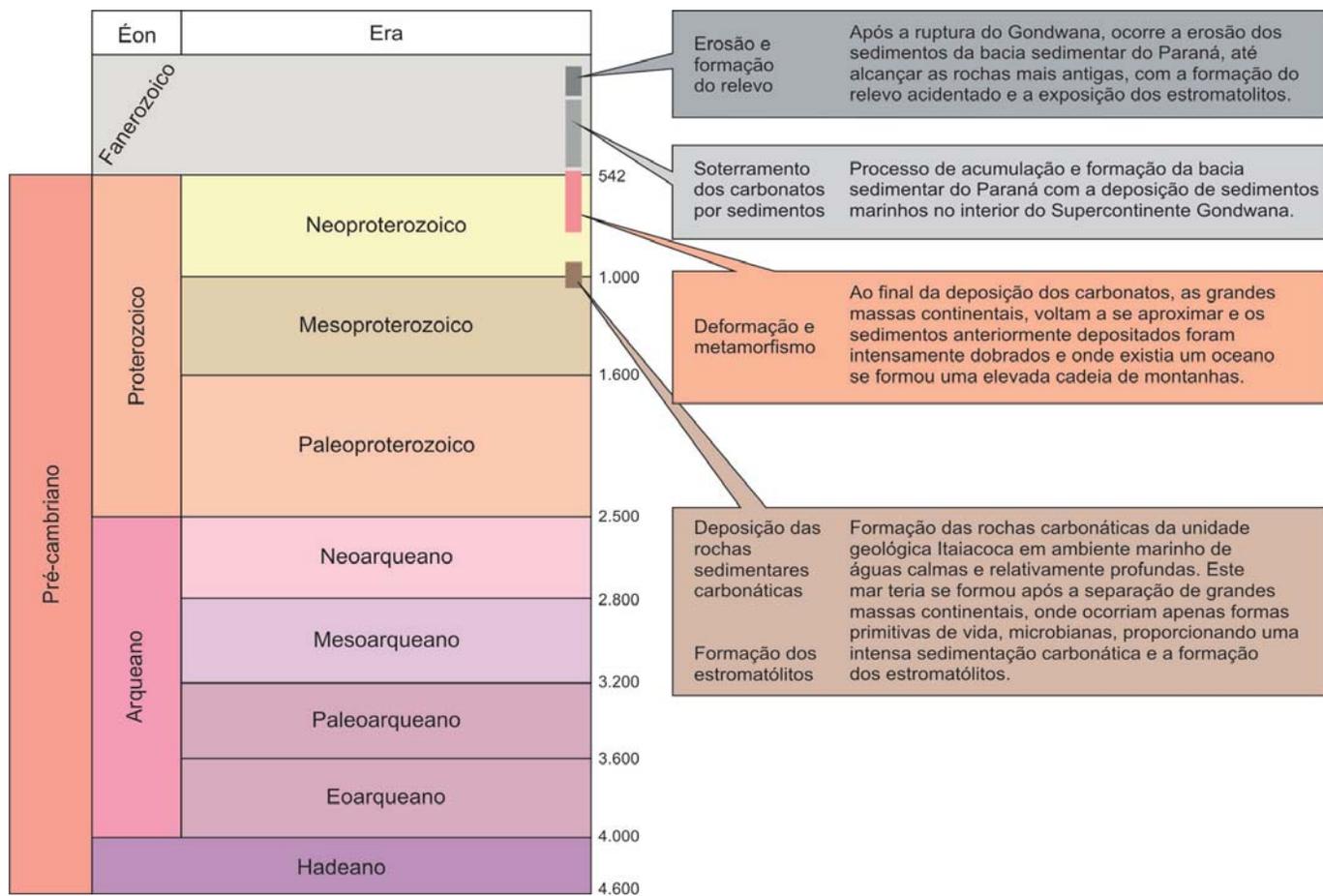


Figura 6 - Escala geológica do tempo simplificada, mostrando as principais subdivisões do pré-cambriano (idades em milhões de anos) e principais eventos geológicos evidenciados nos sítios de ocorrência dos estromatólitos. (Adaptado da carta estratigráfica internacional da ICS, 2008 - disponível em: <http://www.stratigraphy.org/chou.pdf>).

menor grau, chegando, em alguns casos, a impossibilitar seu reconhecimento.

Ao final do Era Neoproterozoica e no início do Era Fanozoica, diversas fraturas e falhas nas rochas causadas pelo movimento entre placas tectônicas (Fig. 7) afetaram praticamente todas as rochas do Pré-Cambriano de São Paulo ao Paraná, dificultando ainda mais as interpretações e reconstituições dos ambientes passados.

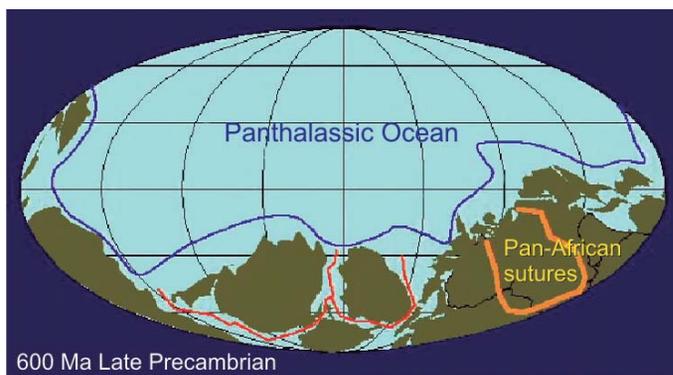


Figura 7 - Distribuição dos continentes ao final do Pré-Cambriano. (Fonte: Northern Arizona University disponível em: <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/>).

MEDIDAS DE PRESERVAÇÃO

Medidas Atuais

Hoje, nenhum dos três afloramentos citados encontra-se totalmente protegido. O afloramento principal não apresenta risco iminente de degradação, porém está dentro de uma área requisitada há muito tempo por duas mineradoras.

Os dois afloramentos de referência, nas mineradoras Indumine e Lavrinhas, encontram-se dentro de áreas de mineração ativa. Em Indumine a situação é mais problemática, pois o que se explora são as próprias rochas onde ocorrem os estromatólitos. Já em Lavrinhas a área de extração ativa não contém estromatólitos. Porém, o avanço da mineração deverá atingir as áreas abandonadas num futuro próximo, situadas a pouco mais de 100 metros da cava atual. Em 19 de julho de 2007 a mineradora Lavrinhas retirou da Pedreira Lavrinhas três grandes blocos dos calcários dolomíticos metamorfisados com estromatólitos e doou-os ao Museu Geológico Valdemar Lefèvre (MUGEO - IG-SMA/SP), ao Museu de Geociências (IGc-USP) e à Estação Ciência (USP). Estes blocos possuem cerca de 700 quilogramas cada e são importantes registros dos estromatólitos encontrados no ponto de

referência da mineradora Lavrinhas; porém, em hipótese alguma, visam substituir a preservação das rochas no próprio local. Atualmente os blocos encontram-se em locais protegidos e disponíveis para visita pública.

Medidas Previstas

Existe um projeto em fase de conclusão que visa à criação do “Monumento Natural Estromatólitos de Nova Campina”, e que tem como objetivo proteger o afloramento principal e suas imediações. Este projeto está sendo desenvolvido através de parceria entre o Instituto Geológico (SMA/SP) e o Instituto de Geociências (USP) - órgãos responsáveis pela parte técnica-científica, proposição do sítio junto ao SIGEP e proposição do Monumento Natural, e a Prefeitura Municipal de Nova Campina - órgão responsável pela administração, manutenção, uso e acesso público.

O afloramento principal passará por algumas adaptações que incluirão a retirada do mato, retirada do lixo, retirada de alguns pequenos fragmentos de rochas soltas, remoção do musgo (limo) e aplicação de verniz para proteção e melhor visualização dos estromatólitos. Em um futuro próximo serão implantadas placas indicativas do local de exposição ao longo da estrada e painéis explicativos no próprio local.

Já nos outros dois afloramentos de referência não há necessidade de criação de Monumentos Naturais, pois essas ocorrências situam-se dentro de áreas de mineração ativas, o que inviabilizaria a atividade de exploração mineral, uma atividade econômica muito importante para a região, de longa data. O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) realizou vistorias em ambos os afloramentos de referência nas mineradoras e deve notificá-las em breve, sugerindo que uma pequena parte das rochas, onde ocorrem estromatólitos, sejam preservadas. Isso permitirá às futuras gerações conhecer esses importantes registros de uma das primeiras formas de vida do nosso planeta e verdadeiros testemunhos do passado geológico da Terra.

Nota

Este trabalho está baseado no artigo: © Sallun Filho, W.; Fairchild, T.R.; Almeida, F.F.M.; França, D.R. 2010. *Estromatólitos de Nova Campina e Itapeva, SP Primeiros estromatólitos descritos na América do Sul*. Disponível no site: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Publicado na Internet em 12/3/10 no endereço: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio049/sitio049.pdf>

PARA SABER MAIS

Sallun Filho, W.; Fairchild, T.R. 2005. Estudo comparativo entre estromatólitos do tipo *Conophyton* das faixas Ribeira e Brasília. *Revista do Instituto Geológico*, 26(1/2), 1-18. Disponível em: http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista_ig/26_1-2_1.pdf

Sallun Filho, W.; Fairchild, T.R. 2004. Estromatólitos do Grupo Itaiacoca ao sul de Itapeva, SP. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7(3): 359-370. Disponível em: http://www.sbpbrasil.org/revista/edicoes/7_3/sallun.pdf

Sallun Filho, W.; Campanha, G.A.da C.; Fairchild, T.R. 2005. Aspectos deformacionais em estromatólitos do Grupo Itaiacoca, a sul de Itapeva (SP). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 35, n. 3, p. 333-340. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/rbg/article/viewFile/9984/6860>

Veja mais sobre fósseis e estromatólitos em:

Carvalho, I. S. (Org.) 2004. *Paleontologia*. Interciência, 2ª edição, Rio de Janeiro, 2 volumes, 1129 p.

Sallun Filho, W.; Fairchild, T.R. 2005. Estromatólitos no Brasil – Um passeio pelo passado no shopping. *Revista Ciência Hoje*, vol. 37, n. 222, p. 22-29.

Sallun Filho, W.; Fairchild, T.R.; França, D.R. 2008. Estromatólitos de Nova Campina e Itapeva, SP. Palestra proferida aos alunos do curso técnico de Mineração do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (Itapeva, SP). Disponível em: http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/palestras/estromatolito_2008.pdf.

Srivastava, N.K. 2002. *Lagoa Salgada, RJ - Estromatólitos recentes*. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M.L.C. (Edits.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. v. 01: 203-209.

Teixeira, W.; Toledo, M.C.M.; Fairchild, T.R.; Taioli, F. (Org.) 2000. *Decifrando a Terra*. Publ. Oficina de Textos, São Paulo, 558 p.

Winge, M. et al. 2001. *Glossário Geológico Ilustrado*. Publicado na Internet em: <http://www.unb.br/ig/glossario/>.

GLOSSÁRIO

Afloramento - Local onde ocorrem rochas expostas na superfície.

Arenito - Rocha sedimentar formada por grãos que são, predominantemente, da fração areia (0,62 a 2,00 mm de diâmetro).

Cal - Material composto de óxido de cálcio (CaO), produzido pelo homem pela queima do calcário (CaCO₃) e utilizado na construção civil.

Calcário - Rocha sedimentar formada pela substância química carbonato de cálcio (CaCO₃).

Cianobactérias - Seres unicelulares microscópicos aquáticos que realizam fotossíntese. São formas de vida simples, e uma das primeiras a surgir no planeta, sendo consideradas as responsáveis pela produção e aumento nos níveis de oxigênio na atmosfera terrestre primitiva.

Cimento - Material utilizado na construção civil produzido pelo homem pela queima do calcário (CaCO₃), argila e gesso, que em contato com a água reage tornando-se sólido.

Collenia itapevensis - Nome científico dada por F.F.M. de Almeida em 1944 aos estromatólitos encontrados em Nova Campina, SP.

Conophyton - Forma de estromatólito que possui laminação cônica.

Datação absoluta - Conjunto de métodos de obtenção de idades numéricas de rochas baseados no decaimento radioativo de determinados elementos químicos instáveis.

Dolomito - Rocha sedimentar com mais de 50 % de seu peso constituído por dolomita, um carbonato de cálcio e magnésio [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$].

Esteira microbiana - Comunidade de microorganismos fixos em um substrato, compondo uma espécie de tapete.

Estromatólito - [grego: *stroma* = camada, tapete + *lithos* = rocha] São estruturas compostas de finas camadas construídas principalmente por microorganismos (seres microscópicos) envolvidos por uma fina camada *mucilaginosa* que formam um tipo de tapete biológico fixo ao fundo, com consistência gosmenta a gelatinosa. A precipitação dentro desses tapetes de substâncias químicas dissolvidas na água (p. ex., calcita), bem como a adição e o aprisionamento de pequenos grãos em sua superfície, leva à consolidação (litificação) dos sucessivos tapetes microbianos e à formação do estromatólito.

Fóssil - São restos ou vestígios organismos antigos. Os fósseis podem ser encontrados em rochas sedimentares, gelo ou âmbar (resina vegetal). Geralmente são as partes mais duras que se preservam e muito raramente as partes moles. Podem ser: ossos, dentes, moldes do corpo (interno ou externo), rastros, pegadas e outras impressões.

Fósseis vivos - São seres vivos encontrados nos dias atuais e que evidências comprovam que já existam há muitos milhões de anos e que pouco evoluíram.

Geocronologia - [*geo* = Terra + *chronos* = tempo/idade + *Logos* = estudo/conhecimento] Estudo do tempo geológico, através da datação absoluta e relativa de diversos eventos geológicos, tais como cristalização e re-cristalização de rochas e minerais; deposição de sedimentos; formação de depósitos minerais; etc...

Granito - Rocha ígnea plutônica composta essencialmente pelos minerais quartzo e feldspato.

Idade mínima - A menor idade (mais jovem) obtida para uma unidade geológica, que nem sempre é a idade real, pois geralmente a partir de eventos posteriores à sua formação como metamorfismo ou rochas ígneas intrusivas.

Intemperismo - Processo ou conjunto de processos químicos, físicos e/ou biológicos de desintegração, degradação e decomposição de rochas expostas na superfície da crosta terrestre.

Itaiacoca - Unidade geológica de rochas sedimentares e vulcânicas metamorfisadas que se estende do sudeste do Estado de São Paulo até o norte do Estado do Paraná.

Jacutophyton - Um tipo de estromatólito que se forma a partir do topo de colunas do tipo *Conophyton* através da formação de numerosas ramificações divergentes.

Magma - Material rochoso fundido em altas temperaturas existente no interior da Terra (manto), quando ascende na crosta terrestre e se resfria forma as rochas magmáticas.

Metacalcários - calcário metamorfisado.

Metadolomito - dolomito metamorfisado.

Metamorfismo - [grego: *meta* = mudança + *morfos* = forma] Processos de transformações mineralógicas, texturais e estruturais de rochas pré-existentes, sob a ação da temperatura e/ou pressão, sem mudança química significativa e no estado sólido.

Mineração - Os processos, atividades e indústrias de extração e beneficiamento de recursos minerais.

Monumento Natural - Ocorrência natural contendo um ou mais aspectos que, pela sua singularidade, raridade ou representatividade, devem ser preservados, podendo ou não ocorrer visitação. No Brasil, os Monumentos Naturais são Unidades de Preservação Integral do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) instituído em 18 de julho de 2000.

Plataforma Continental - Zona ou faixa da margem continental que se estende da linha de praia até o topo do talude continental. Geralmente de relevo plano e com profundidades de até 200 metros.

Rocha ígnea - Rocha que se forma a partir do resfriamento do magma, geralmente com cristalização mais rápida que se reflete na textura mais fina dos cristais.

Rocha Metamórfica - Rocha que sofreu metamorfismo com o aumento de temperatura e/ou pressão e que foi reorganizada, texturalmente, estruturalmente e/ou mineralogicamente.

Rocha Plutônica - Rocha ígnea solidificada em profundidade, geralmente com cristalização mais lenta que se reflete na textura mais grossa dos cristais.

Rocha Sedimentar - Rocha constituída pela acumulação e litificação de sedimentos. Pode ser de origem física, química e/ou biológica.

Rocha Vulcânica - Rocha ígnea formada pelo rápido resfriamento do magma que emerge como lava vulcânica através de fissuras na superfície Terrestre ou no fundo do Oceano.

Sedimento - Material originado pelo intemperismo de rochas e solos que é transportado por agentes geológicos (rio, vento, gelo, correntes, etc.).

Sedimentação - Processo de acumulação de sedimentos.

¹ Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Av. Miguel Stefano 3900, 04301-903 São Paulo – SP, wsallun@igeologico.sp.gov.br

² Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental – Instituto de Geociências, USP – Rua do Lago, 562, 05508-080 São Paulo – SP, trfairch@hotmail.com

³ Rua São Francisco 98, Ap. 306, 01005-020 São Paulo – SP, danielrfranca@usp.br