



O professor Giorgio Basilici (à esq.), coordenador do projeto de pesquisa, e o aluno Patrick Francisco Führ Dal'Bó: reconstituindo o habitat de dinossauros e crocodilos



Área de Las Salinas (San Juan, Argentina ocidental), considerada muito parecida ao que representava o interior de São Paulo no Cretáceo Superior durante os períodos mais secos

O clima no período em que crocodilos e dinossauros viviam no território paulista

Geólogos buscam modelo que ajude a prever variações climáticas no planeta e elaborar estratégias de defesa

LUÍZ SUGIMOTO

sugimoto@reitoria.unicamp.br

Uma pesquisa realizada por geólogos da Unicamp permite reconstruir o habitat de dinossauros e crocodilos que passeavam pelo Estado de São Paulo entre 84 e 65 milhões de anos atrás, no período denominado Cretáceo. Os principais fósseis comprovando a presença destes animais na América do Sul, encontrados no complexo rochoso do Grupo Bauru (que se estende pelo interior de São Paulo e parte dos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Paraná), estão preservados em vários museus paulistas e mineiros.

Dinossauros e crocodilos compõem tema atrativo para leigos. Entretanto, a maior contribuição científica deste estudo está no melhor entendimento de como as alternâncias climáticas se sucedem na superfície da Terra e na proposição de um modelo para prever tais mudanças e elaborar estratégias mitigadoras – por exemplo, frente à desertificação progressiva verificada hoje em várias regiões da Terra. A linha de pesquisa, que tem apoio da Fapesp, já resultou em uma dissertação de mestrado e na publicação de três artigos em revistas internacionais (inclusive na *Sedimentology*, a mais influente da área) e de um quarto artigo em revista nacional.

“Constatamos que no Cretáceo Superior o território paulista formava uma superfície achatada, cruzada por pouquíssimos rios efêmeros e caracterizada por um clima em geral seco, mas que alternava períodos mais áridos e mais úmidos”, explica Giorgio Basilici, professor do Instituto de Geociências (IG). Ele coordena o projeto do qual participam seu aluno Patrick Francisco Führ Dal'Bó, autor da dissertação de mestrado e que orienta também no doutorado, e os professores Rômulo Simões Angélica (UFPA) e Francisco Sérgio Bernardes Ladeira (IG).

Segundo o docente da Unicamp, a proposta inicial da pesquisa era a abordagem clássica de uma unidade rochosa antiga, em que ele analisaria a deposição de sedimentos pelo vento ou por erosão

e Patrick Dal'Bó, a formação de paleossolos (solos antigos). “Logo observamos que no Grupo Bauru havia uma alternância de paleossolos e de depósitos eólicos, o que representa um registro geológico de momentos climáticos diferenciados. Decidimos, então, investigar a interrelação desses dois processos em ambiente árido ou semiárido”.

A pesquisa demonstrou que nos períodos mais secos esta área aparecia como um deserto sem dunas, a exemplo dos lençóis de areia também formados pelo vento. “Já nos períodos mais úmidos, a mesma região era coberta por vegetação – que podia chegar a constituir uma savana ou mesmo uma floresta – e os rios traziam água, embora com fortes variações sazonais. Eram nestas condições, mais favoráveis à vida e diferenciação dos organismos, que viviam os grandes répteis”.

A propósito, o pesquisador observa que os crocodilos daquela época não eram tão dependentes da água, como pôde comprovar em visita ao Museu de Paleontologia de Monte Alto (SP), quando se surpreendeu com um esqueleto do réptil integralmente preservado, o que é raro. “Ele se soterrou voluntariamente. Foi encontrado a 50 graus, enfiado diretamente na rocha. Aqueles crocodilos, como os atuais, escavavam uma toca para botar seus ovos ou hibernar no período seco – os mais velhos podiam morrer durante a hibernação”.

O próximo objetivo dentro da linha de pesquisa, de acordo com Giorgio Basilici, é saber com que frequência temporal o clima variava na região. “O modelo que geramos ainda não possui uma calibração temporal. Também não sabemos com certeza, ainda, quais fatores externos produziram a variação climática, como por exemplo, se foram terrestres ou extraterrestres. Para isso, precisamos de mais dados e de outras ferramentas que não constituem a nossa praxe de análise”.

Chave de leitura

Os geólogos do IG percorreram uma área de 10 mil quilômetros quadrados para estudar paredões de rocha arenosa do Grupo Bauru. No paredão, que para o leigo parece apenas um recorte na montanha, os especialistas decifram registros geológicos sobre o passado remoto. “Em nossa pesquisa definimos uma ‘chave’ para ler as ciclicidades do clima durante o Cretáceo superior. A chave consiste na análise física e geoquímica das rochas arenosas e na interpretação dos fatores que controlaram os

processos de deposição de sedimentos e de formação de solos”.

Para ilustrar o que é possível ler nas rochas, Giorgio Basilici recorre à análise do registro sedimentar. “O depósito eólico só se formou quando o vento podia erodir, transportar e depositar a areia, ou seja, quando a superfície era desértica. Com a mudança para o clima mais úmido, começou a colonização do substrato pelas plantas (que funcionaram como barreira à erosão eólica) e sobre o depósito de areia se formou um solo. Depois, intercalaram-se outros ciclos mais secos (com ação dos ventos e deposição de areia) e mais úmidos (com vegetação, maiores índices pluviométricos e rios com água)”.

Foi nesta fase de análise física que Basilici e Dal'Bó vislumbraram nos paredões um modelo de variações climáticas, visto que ricas informações sobre fatores ambientais estão registrados diretamente nas rochas. “Trata-se de uma pesquisa muito interessante do ponto de vista acadêmico, pois a interação entre os estudos de solos antigos (paleopedologia) e do registro sedimentar é um método pouco desenvolvido nas ciências de geologia sedimentar”.

Petrografia

O doutorando Patrick Dal'Bó, no momento, vem recorrendo à petrografia para analisar lâminas de amostras de rochas no microscópio óptico e à geoquímica para verificar a distribuição dos elementos químicos nos paleossolos. “Estamos refinando nosso trabalho visando definir quão seco e quão úmido foram esses períodos. Depois, pretendemos dotar este modelo de variações climáticas com o caráter temporal, o que é bem mais complicado”, esclarece.

Em seus cálculos sobre índices climáticos, Dal'Bó chegou a uma paleoprecipitação em torno de 700 milímetros de chuva, o que permite classificar o clima dos períodos mais úmidos do Cretáceo Superior como subúmido – ou subtropical, na classificação de hoje. “Em outros tipos de solo, com concentrações de carbonato de cálcio, nossos registros vão de 150 mm a 200 mm de precipitação, indicando um clima passando de semiárido para árido (abaixo de 100 mm), bastante seco e com pouca vegetação”.

Parece impossível medir índices pluviométricos a partir de fatias de rocha com a espessura de 30 micra (1 micron equivale à milésima parte do

milímetro) e de análises geoquímicas. Giorgio Basilici, no entanto, mostra a imagem colorida de uma lâmina revelando concentrações de argila e carbonato de cálcio ao redor de um grão de quartzo. “A chuva que se infiltra no solo leva argilas e compostos em solução que, quando a água evapora, deixam marcas como da gota de salmoura. Se chovia pouco, menos argila era transportada da superfície”.

O docente do IG admite que o clima é um tema que às vezes foge do escopo de trabalho dos geólogos, sempre envolvidos com os minerais e outras atividades ligadas à terra. Resalva, também, que esta pesquisa não busca informações de caráter aplicativo diretamente. Contudo, as amostras do complexo rochoso indicam concentrações exploráveis de carbonato de cálcio – usado como corretivo de solo na agricultura – em Goiás, no Triângulo Mineiro e nos arredores de Marília. “Também descobrimos concentrações de paligorsquita, uma argila com importantes aplicações industriais”.

Desertos atuais

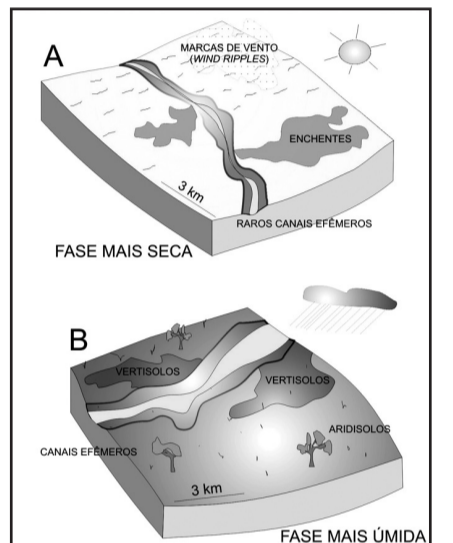
A pesquisa incluiu quinze dias de trabalho no vale de Las Salinas, ao norte de San Juan, na Argentina. Segundo Basilici, trata-se de uma área deprimida em consequência da atividade tectônica que soergue as montanhas ao redor. “As rochas das montanhas são reduzidas a pequenos grãos de areia, que se acumulam progressivamente na planície transportados pelo vento. A pluviosidade é de menos de 70 milímetros e, como estamos estudando um sistema desértico antigo, sugeri a viagem para aplicarmos um método de pesquisa denominado atualístico: observar fenômenos atuais para ler fenômenos passados; observar o que já está formado se formando”.

Vendo os processos em formação em Las Salinas, os pesquisadores da Unicamp constataram que, quando chove (no máximo, uma vez por ano), a água desce a montanha trazendo detritos e alaga todo o vale. “É uma enchente que não forma rios. A água suja fica estacionada e, quando se infiltra ou evapora, deixa uma sutil camada de lama. Essas camadas se sobressaem nas rochas e cada uma delas indica uma enchente. As empresas agroindustriais argentinas ou estrangeiras que destroem a parte superficial para plantar vinhedos, deveriam se interessar em conhecer os fatores de desertificação da área e buscar condições de equilíbrio”.

Museu de Paleontologia de Monte Alto



Fóssil do crocodilo *Montealtosuchus arrudacamposi* encontrado nos arredores da cidade paulista de Monte Alto (SP)



Ciclos de Milankovitch

O empenho dos geólogos Giorgio Basilici e Patrick Dal'Bó em determinar a duração dos períodos mais secos e mais úmidos do Cretáceo se deve, também, à possibilidade de aplicar os chamados ciclos de Milankovitch com o modelo de variações climáticas que ambos propõem. Milutin Milankovitch, cientista sérvio, é autor de uma teoria associando variações climáticas com diferentes movimentos orbitais da Terra, que apresentaria oscilações em seu eixo e se afastaria ou se aproximaria mais do Sol em determinados períodos de tempo, o que afetaria a incidência de raios solares em regiões do planeta.

Basilici explica que, seguindo esta teoria, uma menor quantidade de raios solares resultaria em aumento da circulação dos ventos nas áreas tropicais, afastando as nuvens que trariam a chuva. “Como essas variações são cíclicas, isto explicaria a alternância entre fases mais secas e mais úmidas. O clima do Ceará, durante os períodos glaciais, era muito mais seco do que atualmente. Já o Saara, hoje possui áreas onde existem dunas fósseis (que não se movem) cobertas por vegetação ainda que rala, indicando um período mais úmido no passado”.

No entanto, segundo Basilici, existem processos de desertificação no planeta que sugerem a existência de outros fenômenos que causariam tais variações climáticas. “No oeste dos Estados Unidos existem áreas achatadas e de vegetação rala, semelhantes ao que foi a região do Grupo Bauru. Elas atualmente estão se tornando desérticas, quando deveriam passar por um período mais úmido se efetivamente a Terra está se aquecendo. O tema dos ciclos climáticos é ainda enigmático”.