

Os processos geológicos por trás dos sítios arqueológicos da Serra do Espinhaço Meridional

Matheus Kuchenbecker*

* Geólogo (UFMG). Mestre em Geologia (UFMG). Doutor em Geologia (UFMG). Professor da UFVJM.

Resumo A Serra do Espinhaço Meridional, importante marco fisiográfico do território mineiro, abriga uma vasta rede de sítios arqueológicos, cujos registros têm sido cruciais para as investigações a respeito dos primeiros americanos. Em sua maioria, estes sítios ocorrem em abrigos rochosos naturais, como lapas, cristas e grutas, desenvolvidos em rochas metassedimentares pré-cambrianas. Este trabalho tem como objetivo apresentar, de forma didática, os principais processos geológicos envolvidos na gênese destes abrigos. Os processos de sedimentação, diagênese, metamorfismo e deformação influenciam a composição e estruturação das rochas, e estas características, por sua vez, exercem forte controle nos processos de intemperismo e erosão que, em última instância, dão origem às formas de relevo propícias à ocupação humana. Fica demonstrada, assim, uma íntima relação entre o inorgânico e o orgânico, entre o geológico e o antropológico, no tempo e no espaço, num excelente exemplo de interação entre os vários e complexos elementos do Sistema-Terra.

Palavras-chave : Serra do Espinhaço, Arqueologia, Geologia

1. Introdução

Localizada na porção centro-leste do estado de Minas Gerais, a Serra do Espinhaço Meridional corresponde à porção sul de uma das mais proeminentes feições de relevo do Brasil. As paisagens exuberantes e belas cidades históricas – que fazem da região importante destino turístico – estão diretamente ligadas ao seu substrato rochoso: o imponente relevo escarpado reflete a composição quartzosa das rochas que sustentam a serra, e as antigas povoações, por sua vez, têm origem na busca e extração de recursos minerais, em especial ouro e diamante.

Esta estreita ligação entre “o social e o geológico” não é nova na região: no Pleistoceno Superior, os primeiros habitantes da Serra do Espinhaço Meridional ocupavam abrigos naturais em cristas e cavidades rochosas (e.g. Isnardis 2009), que proporcionavam proteção e suporte para suas manifestações artísticas. Além disso, estes habitantes pioneiros faziam uso de matéria prima rochosa para a confecção de ferramentas e armas, como o atesta o rico acervo lítico encontrado em inúmeros abrigos da região (e.g. Fagundes e Tameirão 2013, Isnardis 2013). Estes, sem dúvida, são os mais antigos registros da exploração de recursos minerais na Serra do Espinhaço, atividade que representa um traço cultural marcante nas populações que aqui habitam até os dias atuais.

Tendo em vista a importância material e cultural do substrato rochoso na construção do arcabouço arqueológico da Serra do Espinhaço, este trabalho tem como objetivo apresentar, de maneira didática, os aspectos geológicos envolvidos na gênese de sítios arqueológicos da Serra do

Espinhaço. Pretende-se aqui oferecer uma breve introdução ao tema, em linguagem acessível a “não geólogos”, que possa contribuir para o entendimento dos iniciantes no estudo do cenário natural e cultural da Serra do Espinhaço. Os processos e produtos geológicos mencionados ao longo do texto podem ser estudados, com mais detalhes, em Grotzinger e Jordan (2013), Teixeira et al. (2007) e Tucker (2014), por exemplo. Estes compêndios, todos em português, representam uma excelente porta de entrada para o estudo das geociências.

2. Geologia da Serra do Espinhaço Meridional

A Serra do Espinhaço é uma das mais importantes feições geográficas do Brasil, se estendendo por mais de 1200km em direção aproximadamente norte-sul, entre os estados de Minas Gerais e Bahia. A porção sul da serra, chamada de Serra do Espinhaço Meridional, representa um planalto em formato de bumerangue (Saadi 1995), com cerca de 80km de largura e 230km de comprimento, que é sustentado, em sua maioria, por rochas metamórficas de origem sedimentar, agrupadas no Supergrupo Espinhaço (FIG. 1).

No entorno da Serra do Espinhaço Meridional ocorrem unidades rochosas variadas, com idades que vão do Arqueano ao Neoproterozoico. Esta diversidade geológica é produto de uma rica e complexa história geotectônica, que não será descrita aqui por escapar ao escopo deste trabalho. Sínteses sobre ela podem ser encontradas, por exemplo, em Pedrosa-Soares et al. (2007), Knauer (2007), Alkmim et al. (2017), Kuchenbecker (2018). Nas próximas linhas, serão

apresentadas brevemente as principais unidades litológicas presentes na região da Serra do Espinhaço Meridional, enfatizando-se os tipos de rochas presentes. Ao longo do texto, eventuais idades mencionadas serão sempre referidas em “milhões de anos”, que em linguagem geológica grafa-se “Ma”. Para uma melhor compreensão dos termos relativos a eras e períodos geológicos, sugere-se ao leitor consulta à Carta Estratigráfica Internacional, sempre disponível em sua versão atualizada no site da ICS/IUGS (stratigraphy.org).

As rochas mais antigas da região datam do Arqueano, e estão agrupadas em três unidades principais. O Complexo de Gouveia aflora na região da cidade homônima e apresenta granitos e gnaisses datados em cerca de 2800Ma (e.g. Fogaça

1997, Machado *et al.* 1989). Já o Complexo Guanhões aflora em uma ampla área a leste da Serra do Espinhaço Meridional, conhecida como Bloco Guanhões (FIG. 1), e apresenta gnaisses, migmatitos e granitos com idades em torno de 2850 e 2700Ma (Noce *et al.*, 2007, Silva *et al.*, 2002).

Na região compreendida entre Felício dos Santos e Itamarandiba, no extremo norte do Bloco Guanhões, ocorrem os quartzitos, xistos, gnaisses e anfibolitos da Formação (ou Grupo) Serra Negra. Apesar de ainda não apresentar dados geocronológicos concretos, a unidade é também atribuída ao Arqueano, devido a relações de campo (e.g. Baars 1996).

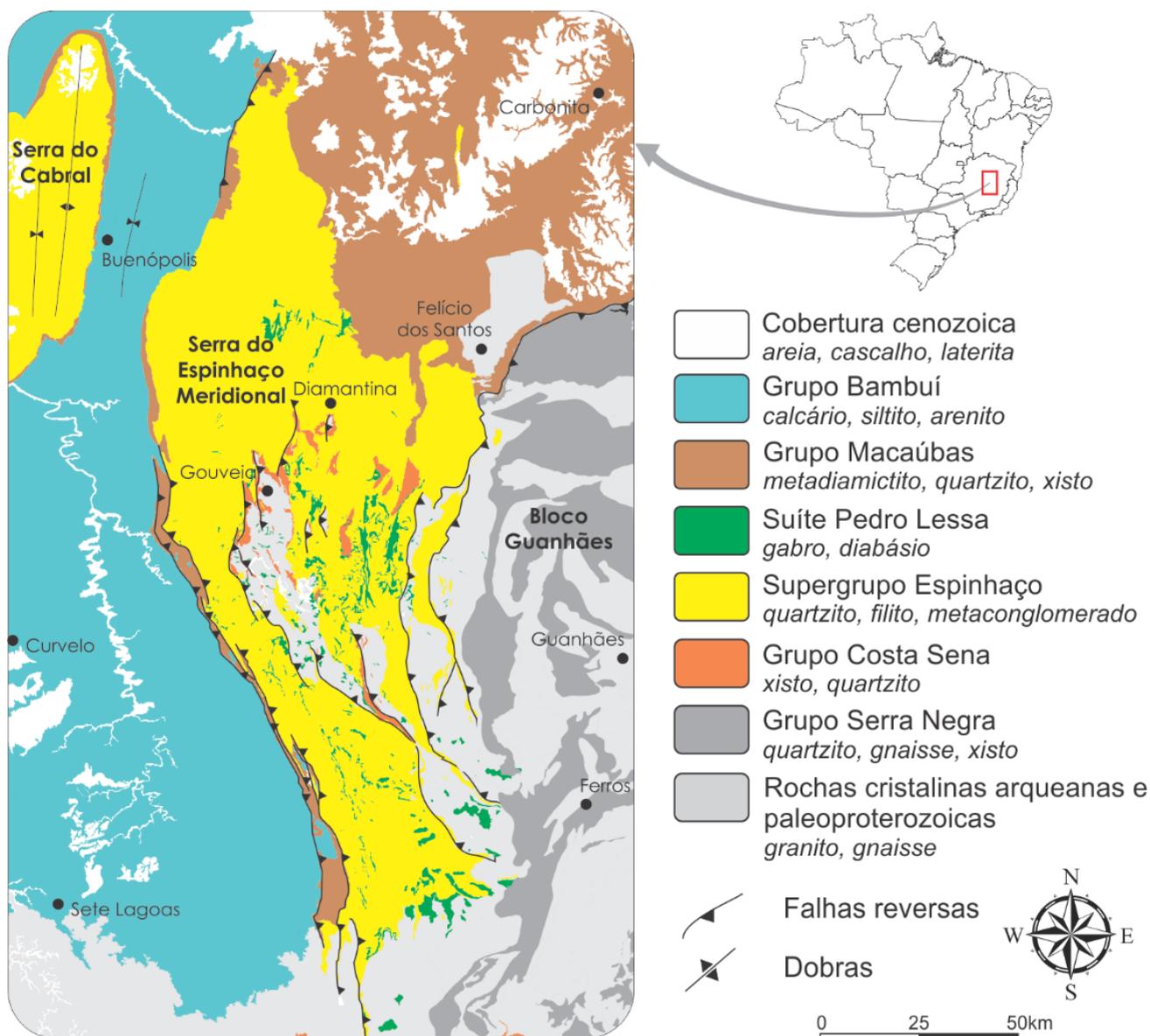


Figura 1: Mapa geológico esquemático da Serra do Espinhaço Meridional e adjacências
 Fonte: modificado de Kuchenbecker e Sanglard (2018).

Recobrando as unidades do Arqueano ocorrem rochas metassedimentares de idade paleoproterozoica, a exemplo do Grupo Costa Sena, que aflora principalmente na região de

Gouveia (FIG. 1). Nesta unidade, ocorrem rochas metassedimentares (i.e rochas sedimentares que passaram por metamorfismo), como xistos e quartzitos, e rochas

metaígneas (i.e. rochas ígneas que passaram por metamorfismo), como metarriolitos (e.g. Fogaça et al. 1984, Lopes-Silva e Knauer 2011), estes últimos datados em cerca de 2050Ma (Machado *et al.* 1989).

Rochas ígneas plutônicas de idade paleoproterozoica também ocorrem na região, já no domínio do Bloco Guanhães (FIG. 1). Na região de Felício dos Santos e Senador Modestino Gonçalves, por exemplo, ocorrem dois plútons graníticos datados entre 2150 e 2000 Ma (Grochowski 2019). A Suíte Borrachudos, por sua vez, aflora principalmente nos arredores de Açucena, Guanhães, Ferros e Sabinópolis e apresenta grandes corpos graníticos, com idades que variam em torno 1700 Ma (e.g. Dossin *et al.* 1993, Fernandes *et al.* 1994).

A principal unidade geológica da Serra do Espinhaço Meridional é o Supergrupo Espinhaço (FIG. 1), cujas rochas, que sustentam o relevo na maior parte da região, se formaram entre Paleoproterozoico e o Mesoproterozoico (e.g. Chemale et al. 2012, Guadagnin e Chemale 2015). O Supergrupo Espinhaço é formado principalmente por rochas metassedimentares, sendo mais frequentes os quartzitos, filitos e metaconglomerados (e.g. Schöll e Fogaça 1979).

Ao longo de toda a serra, diques de gabro e diabásio do Neoproterozoico (c. 906 a 930 Ma, Machado et al. 1989, Dussin e Chemale 2012) intrudem todas as unidades descritas anteriormente (FIG. 1). Há também rochas metassedimentares de idade neoproterozoica, agrupadas no Grupo Macaúbas (e.g. Kuchenbecker et al. 2015), composto por metadiamicritos, quartzitos e xistos, que ocorrem principalmente a norte e a oeste da Serra do Espinhaço (Fig. 1). Finalmente, o Grupo Bambuí, que aflora extensamente a oeste da serra, apresenta calcários e siltitos depositados entre o Neoproterozoico e o Cambriano (e.g. Paula-Santos et al. 2015).

As rochas de toda a Serra do Espinhaço sofreram deformação relacionada a um evento tectônico colisional ocorrido no Neoproterozoico (c. 550 Ma), responsável pela edificação de uma extensa cadeia de montanhas, o Orógeno Araçuai (e.g. Alkmim et al. 2017). A Serra do Espinhaço localiza-se na porção externa desta antiga cadeia de montanhas, que hoje tem apenas suas raízes mais profundas expostas, devido ao longo período de erosão que sucedeu a orogênese. Durante a colisão, as rochas desta região foram deformadas, dando origem a um cenário repleto de falhas e dobras que demonstram transporte tectônico de leste para oeste. Como consequência, a maior parte das rochas na serra tem suas camadas e planos de foliações tectônicas mergulhando para leste (e.g. Rolim 1992, Kuchenbecker e Sanglard 2018).

3. Os processos geológicos por trás dos sítios

A Serra do Espinhaço Meridional apresenta um riquíssimo acervo arqueológico pré-histórico, expressa pela abundância de sítios e vasta cultura material. Como exemplo, apenas no município de Diamantina (um dos mais de 20 que abrangem partes da serra) existem 47 sítios arqueológicos pré-coloniais cadastrados no IPHAN (consulta em 06/02/2019), e os poucos que já foram investigados mostram

registros de ocupação do Holoceno Inferior ao Holoceno Superior (e.g. Isnardis 2009, Fagundes 2014).

A grande maioria destes sítios ocorre em abrigos rochosos, formados por quartzitos, sejam eles do Supergrupo Espinhaço, Grupo Macaúbas ou Formação Serra Negra, ainda que subordinadamente ocorram abrigos em outras rochas, como os xistos do Grupo Costa Sena, por exemplo. A geometria destes abrigos, em geral, reflete a interação entre os processos superficiais (principalmente intemperismo e erosão) e as características específicas de cada rocha envolvida (como composição, presença de estruturas, por exemplo).

Olhando as cristas rochosas tão comuns na Serra do Espinhaço Meridional, um observador atento notará que sua geometria, em linhas gerais, é controlada por estruturas planares presentes nas rochas. Além disso, perceberá que as cristas são usualmente sustentadas por certos tipos de rochas, enquanto outras ocorrem sempre em áreas rebaixadas. Que estruturas são estas, nas rochas, e porque elas controlam o relevo? Por que certas rochas sustentam cristas e outras não?

As respostas para estas questões residem nos vários processos geológicos que afetaram estas as rochas, desde a sua formação até os dias atuais. Como mencionado, na Serra do Espinhaço ocorrem principalmente rochas metassedimentares (ou seja, rochas sedimentares metamorfizadas). Em linhas gerais, a formação de rochas sedimentares acontece assim: ao longo do tempo, o intemperismo e erosão atuam sobre as rochas que estão expostas na superfície do planeta, desgastando-as e dando origem a sedimentos que serão transportados pelos rios, vento ou gelo até as bacias sedimentares. Bacias sedimentares são grandes áreas da superfície da Terra que estão sofrendo rebaixamento (devido a vários motivos tectônicos possíveis), o que permite o acúmulo grande quantidade de sedimentos. Ao chegarem à bacia sedimentar os sedimentos são depositados, formando camadas que se estruturam segundo planos – chamadas de *planos de acamamento* – que usualmente têm orientação horizontal (FIG. 2A). Neste processo, diferentes tipos de rochas sedimentares podem se formar. Em locais com ambientes de sedimentação mais agitados, como rios com fortes correntes de água, mares rasos sob ação de ondas, ou desertos sofrendo a incessante ação dos ventos, apenas as partículas sedimentares maiores e mais pesadas conseguem se depositar, e darão origem a depósitos cascalhosos ou arenosos. As partículas menores e mais leves, por outro lado, somente serão depositadas em ambientes de sedimentação mais calmos, como fundos de lagos ou nas profundezas dos mares, onde darão origem a depósitos argilosos ou siltosos. Desta forma, nos diferentes ambientes de sedimentação presentes em uma bacia sedimentar se formarão depósitos sedimentares distintos, e é isso que explica a diversidade de rochas sedimentares existentes.

Com o passar do tempo geológico, a bacia vai se rebaixando, e outras camadas de sedimentos vão sendo depositadas, umas sobre as outras, originando uma espessa pilha. Em consequência disto, as camadas mais basais desta pilha vão sendo submetidas a pressões e temperaturas cada vez mais altas e, em consequência disto, passam por uma

série de processos físicos e químicos (compactação e cimentação, por exemplo), que culminam por transformar os sedimentos em *rochas sedimentares*. Em linguagem técnica geológica, isto é chamado de diagênese, ou litificação. Assim, após a diagênese, um depósito sedimentar arenoso se tornará um arenito; um depósito argiloso se transforma em argilito; e assim por diante (FIG. 2B).

As rochas sedimentares podem, a depender dos processos tectônicos envolvidos, ser alçadas e expostas à superfície do planeta. Neste caso, elas serão novamente submetidas à ação do intemperismo e erosão, dando início a um novo ciclo sedimentar, conforme descrito acima. Entretanto, caso isso não ocorra, as rochas podem ser submetidas a pressões e temperaturas cada vez maiores, alcançando um limite em que os minerais que as compõem começarão a reagir lentamente entre si, dando origem a outros minerais. Este processo, de reequilíbrio das rochas a novas condições de pressão e temperatura, é chamado de *metamorfismo*. No metamorfismo as reações entre os minerais ocorrem em estado sólido, e como resultado a rocha pode passar a apresentar composição mineralógica e textura muito diferentes das originais. Durante o metamorfismo, é muito comum que minerais micáceos sejam gerados e cresçam orientados e alinhados de acordo com as tensões em que a rocha estiver submetida. Como estes minerais apresentam geometria planar, seu alinhamento dá origem a estruturas planares, chamadas de *planos de foliação*, que conferem à rocha aspecto foliado. Assim, com o metamorfismo, argilitos são transformados em filitos ou xistos, arenitos se tornam quartzitos e granitos são transformados em gnaisses, por exemplo (FIG. 2C).

Devido à dinâmica tectônica da Terra, as rochas podem ser submetidas a esforços compressivos, distensivos ou direcionais, principalmente nos limites entre placas tectônicas. Estes esforços causam a deformação das rochas, dando origem a novas estruturas e modificando a orientação daquelas pré-existentes. A depender da profundidade em que a rocha se encontrar (e, conseqüentemente, da pressão e temperatura a que ela estiver submetida), diferentes situações estruturais podem ocorrer: em porções mais rasas da crosta, as rochas se comportam de maneira mais quebradiça, e os esforços tectônicos darão origem a falhas e fraturas; em porções mais profundas, quentes e sob maior pressão, as rochas tem um comportamento mais plástico, e a deformação dá origem a dobras e zonas de cisalhamento dúctil (FIG. 2C).

Na Serra do Espinhaço, as rochas metassedimentares que abrigam a maior parte dos sítios arqueológicos foram afetadas por metamorfismo e deformação, causados por um evento tectônico colisional ocorrido há cerca de 550 Ma. Neste evento, o fechamento de uma bacia oceânica e a

conseqüente colisão de dois blocos continentais acarretaram na formação de uma vasta cadeia de montanhas - chamada de Orógeno Araçuaí - cujas raízes ainda são visíveis em boa parte do sudeste brasileiro e incluem a região da Serra do Espinhaço (e.g. Alkmim et al. 2017, Kuchenbecker 2018). A maior parte das estruturas planares (foliações, zonas de cisalhamento, dobras, fraturas e falhas) visíveis nas rochas da Serra do Espinhaço estão relacionadas a este evento, à exceção dos planos de acamamento que já estavam presentes nas rochas antes da deformação, e foram apenas rotacionados no processo (e.g. Uhlein 1991, Rosière et al. 1994, Kuchenbecker e Sanglard 2018). As rochas metassedimentares da Formação Serra Negra, mais antigas que as demais, podem também exibir estruturas causadas por eventos tectônicos mais antigos do que o descrito acima.

Todos estes processos descritos acima (formação das rochas sedimentares, metamorfismo, deformação) são essenciais para compreender a gênese dos abrigos existentes na Serra do Espinhaço, pois comandam, ainda que de forma indireta, o comportamento das rochas frente aos processos intempéricos. Imagine um pacote de rochas metassedimentares, composto por várias camadas de rochas diferentes, cada qual com determinadas estruturas tectônicas. Quando exposto na superfície da Terra, este conjunto começará – assim como todas as rochas do planeta – a ser afetado pelos processos de intemperismo e erosão. No entanto, como o pacote de rochas em questão é bastante heterogêneo, estes processos não agirão igualmente sobre todas as rochas. Algumas serão intemperizadas e erodidas mais rapidamente que outras, e esta diferença dará origem às mais diversas formas de relevo: as rochas mais resistentes à erosão sustentarão cristas, morros e serras, enquanto as menos resistentes constituirão depressões e planícies (FIG. 2D). Intemperismo e erosão diferenciais, como são chamados estes processos, têm duas causas principais: A primeira delas tem a ver com a composição dos minerais presentes nas rochas. Alguns minerais reagem mais facilmente com os compostos presentes na dinâmica superficial do planeta (como o ácido carbônico), a exemplo dos feldspatos, micas e carbonatos. Outros, como o quartzo, por exemplo, são mais estáveis e resistentes às condições vigentes na superfície. Assim, rochas ricas quartzo – como quartzitos – tendem a ser intemperizadas mais lentamente, enquanto rochas mais ricas em feldspatos, como os granitos, em mica, como os filitos, ou em carbonatos, como os calcários, o serão mais rapidamente (FIG. 3). Da mesma forma, quartzitos que apresentarem alguma quantidade de mica (quartzitos micáceos) serão intemperizados e erodidos mais rapidamente do que aqueles compostos apenas por quartzo.

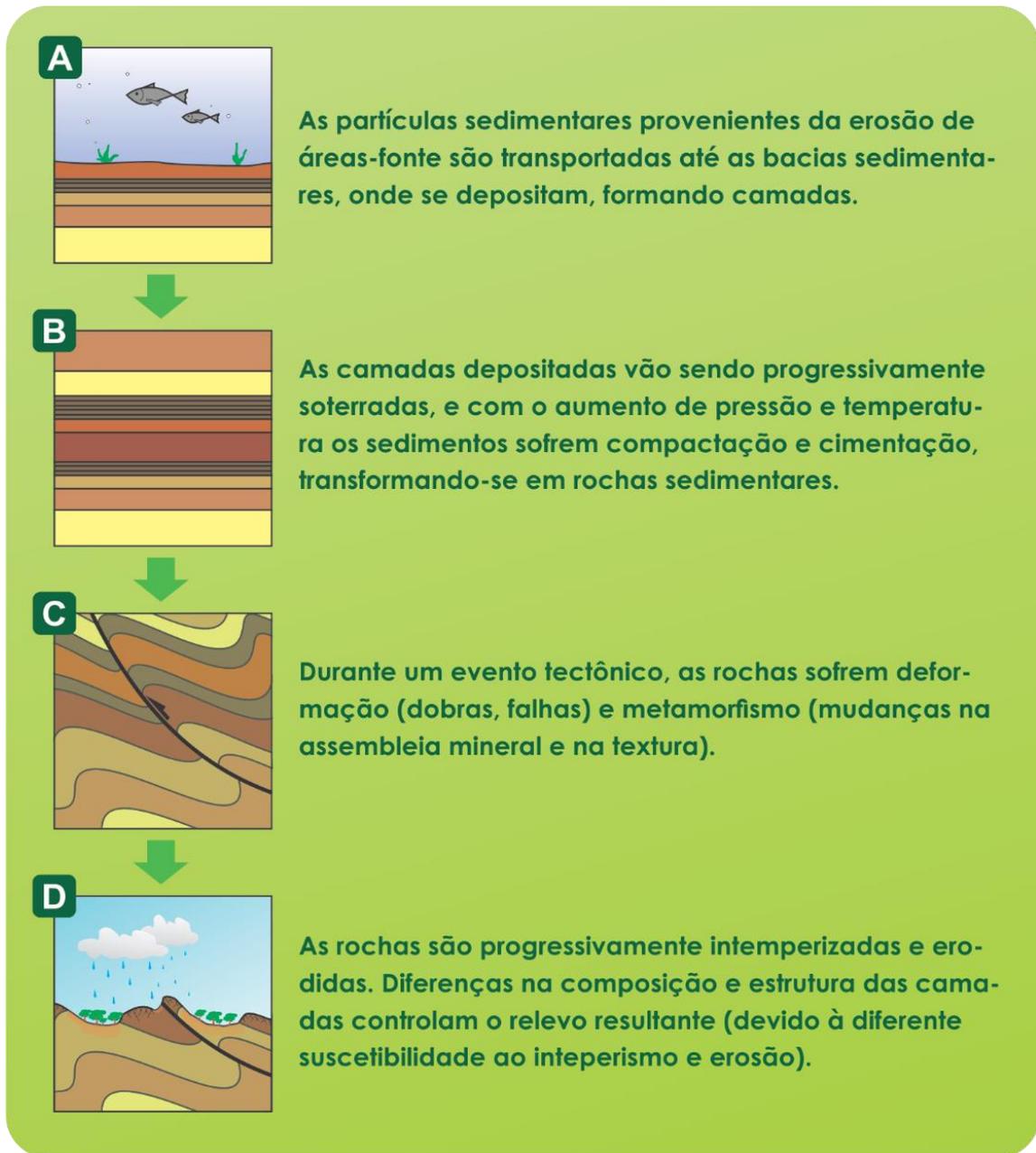


Figura 2: Diagrama ilustrativo dos principais processos geológicos envolvidos na gênese de abrigos em rochas metassedimentares.

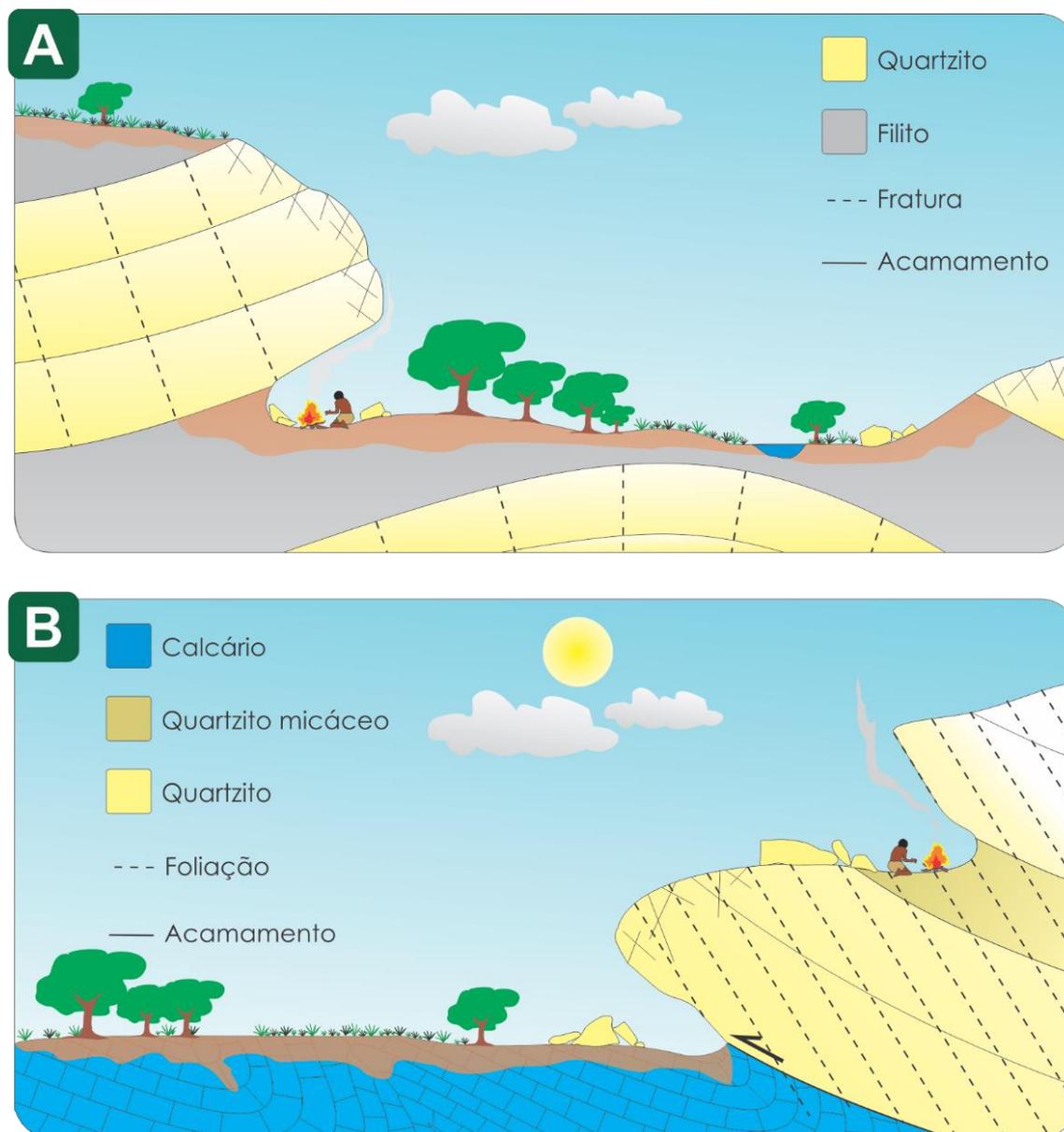


Figura 3: Desenhos ilustrando abrigos rochosos e sua relação com o substrato geológico, evidenciando o controle que o contraste litológico exerce sobre o intemperismo e erosão diferenciais. Em (A) a geometria dos abrigos é influenciada por planos de acamamento e fraturas em uma grande dobra no pacote rochoso, e em (B) por planos de acamamento e foliação no contexto de uma falha inversa.

O segundo fator está relacionado com a presença e a densidade de estruturas planares presentes em uma rocha (como planos de acamamento, falhas, fraturas, foliações, etc.). As estruturas planares sempre constituem descontinuidades físicas na rocha, por onde a água consegue penetrar mais facilmente. Como a água transporta os principais compostos envolvidos no intemperismo químico, a presença destas estruturas cria zonas intempéricas preferenciais nas rochas, enquanto porções maciças, sem estruturas, são afetadas mais lentamente. Do ponto de vista físico, a presença de descontinuidades na rocha exerce grande controle sobre seu desmonte (FIG. 4), delimitando os blocos que, devido à ação intempérica, vão se desagregando. Assim, é muito comum que as faces rochosas expostas em um

afloramento rochoso, ou mesmo em blocos desagregados de rocha, correspondam a estruturas planares pré-existent na rocha. Do ponto de vista arqueológico, isto significa que muitos dos painéis rochosos que servem de suporte para arte rupestre correspondem a estruturas geológicas planares (FIG. 5C-F), sejam elas primárias (planos de acamamento) ou tectônicas (foliações, falhas, fraturas, etc.).

É importante lembrar, também, que o intemperismo químico pode envolver a dissolução e lixiviação das rochas, processos responsáveis pela geração de cavernas. Neste caso, assim como nos demais, a composição mineralógica e a presença de estruturas nas rochas terão grande controle nas dimensões e geometrias das cavidades (FIG. 4D).

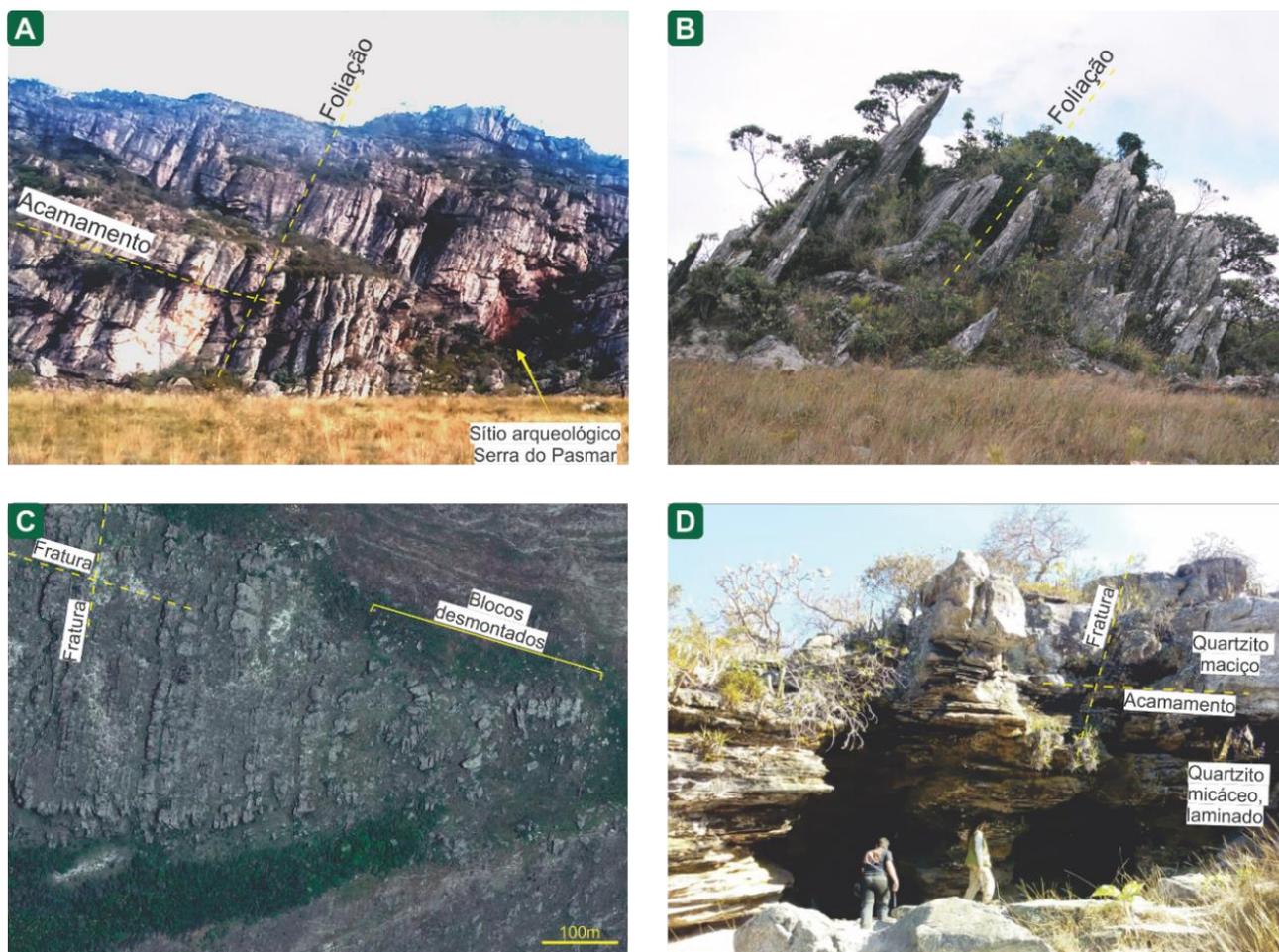


Figura 4: Imagens ilustrativas do controle geológico sobre o relevo na região da Serra do Espinhaço. (A) Morro de quartzito da Formação Galho do Miguel na Serra do Pasmarr, exibindo planos de foliação e acamamento. Notar a localização de um sítio arqueológico. (B) Cristas de xisto da Formação Barão do Guaicuí na região de Gouveia, controladas pela direção dos planos de foliação. (C) Imagem de satélite da região da Serra Negra, onde percebe-se o nítido controle de duas famílias de fraturas no desmonte erosivo. Fonte: Google Earth. (D) Gruta da Lapa Santa, Penha de França, uma cavidade cárstica desenvolvida na Formação Serra Negra, onde ocorreu dissolução preferencial de camada de quartzito micáceo laminado, na direção dos principais planos de fraturas.

Fonte: Elaboração própria.

Todos os fatores descritos acima, combinados, condicionam a formação do relevo e, por conseguinte, a formação das cristas, grutas, lapas passíveis de utilização como abrigos para a ocupação humana. Um bom exemplo da região é o Grande Abrigo de Santana do Riacho, sítio de relevância internacional por abrigar indícios de ocupação humana desde o Pleistoceno tardio (11960 anos AP, Prous 1992). No local, além de diversos painéis com pinturas rupestres e rica indústria lítica, foram encontrados mais de 40 indivíduos sepultados, que apresentam características similares à assim chamada “população de Lagoa Santa” (e.g. Prous 1992, Neves et al. 1999).

O Grande Abrigo de Santana do Riacho localiza-se na encosta oeste da Serra do Cipó, próximo ao limite desta com a depressão topográfica correspondente ao vale do Rio das Velhas, na Bacia do São Francisco. Este desnível topográfico regional, por si só, é controlado pelo grande contraste de resistência intempélica entre as rochas quartzosas do Supergrupo Espinhaço e do Grupo Macaúbas, predominantes na serra, e os calcários e pelitos do Grupo Bambuí, que

aflorem por toda Bacia do São Francisco. A estruturação da serra é fortemente controlada pela presença de falhas e planos de foliação de direção NNW, orientação geral das principais cristas e talwegues (FIG. 5A). O abrigo corresponde a uma grande lapa rochosa desenvolvida no limite litológico entre quartzitos do Supergrupo Espinhaço e metadiamicititos e quartzitos do Grupo Macaúbas (FIG. 5B), que se encontram sobrepostos através de uma falha inversa (Karfunkel et al. 1991).

Outros bons exemplos do controle geológico sobre a morfologia dos sítios podem ser vistos na região da Serra Negra (Felício dos Santos – Itamarandiba, MG), onde dezenas de sítios arqueológicos já foram identificados e têm sido estudados (e.g. Fagundes 2013, Vasconcelos et al. 2018). Nesta região os sítios correspondem, em sua maioria, a abrigos rochosos em lapas e grutas nos quartzitos da Formação Serra Negra ou do Supergrupo Espinhaço, que em geral exibem planos de acamamento e fraturas proeminentes. Estas estruturas controlam o desmonte erosivo das rochas, e estão presentes como faces planas de afloramentos ou mesmo

blocos desarticulados de rocha, onde muitas vezes são utilizadas como suportes para a arte rupestre (FIG. 5C-F). É notável, também, que estas estruturas controlam os padrões

de dissolução das rochas que, em alguns locais, dão origem a cavernas de dimensões diversas, também utilizadas como abrigos.

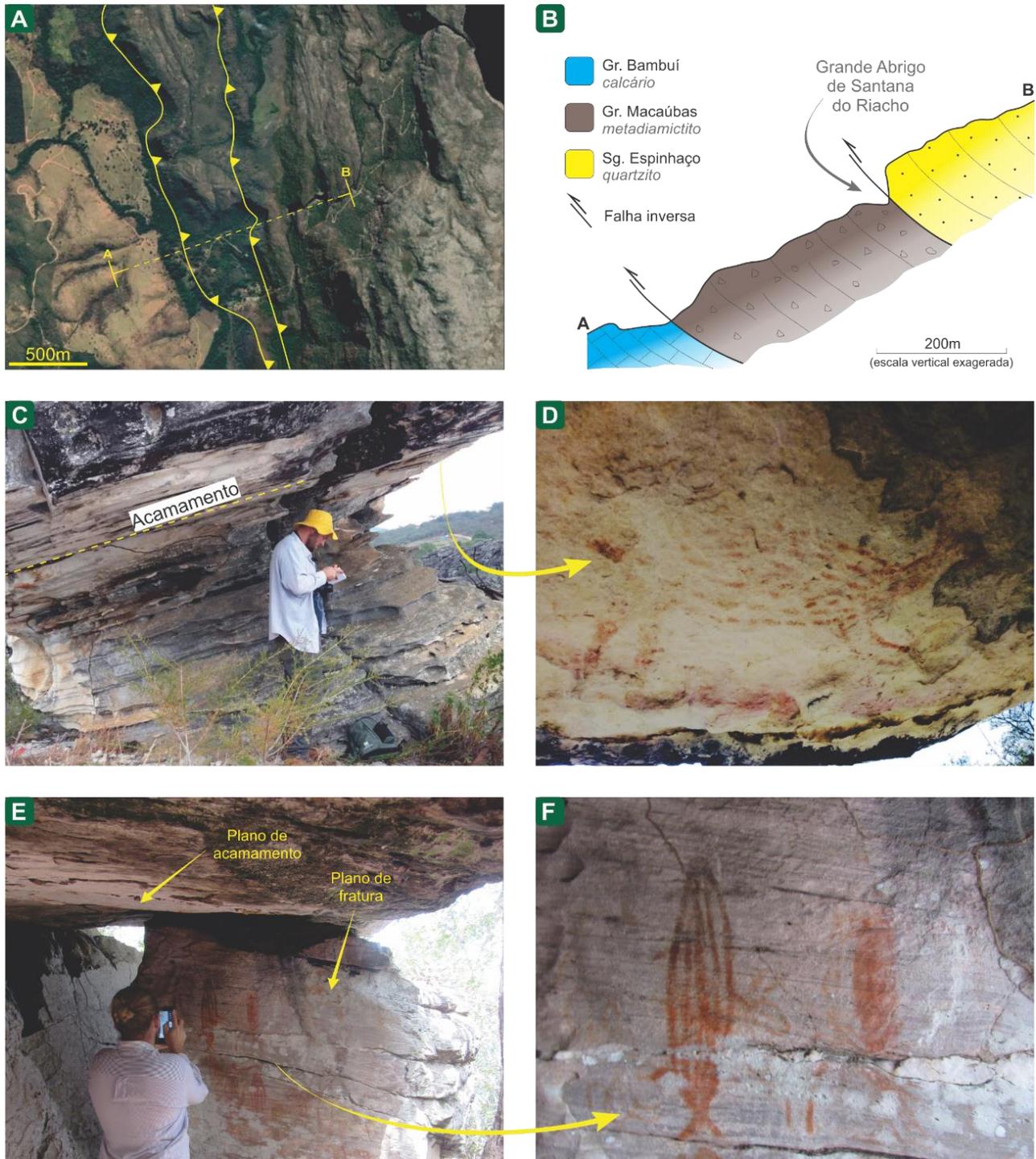


Figura 5: Exemplos de sítios arqueológicos e seus controles geológicos. (A) Imagem de satélite da região de Santana do Riacho. Notar o forte controle das estruturas de direção NNW no relevo. Fonte: Google Earth. (B) Perfil geológico esquemático do Grande Abrigo de Santana do Riacho, modificado de Karfunkel et al. (1991). (C e D) Abrigo no Complexo Arqueológico Três Fronteiras (Região da Serra Negra), com painel rupestre em plano de acamamento. (E e F) Abrigo no Complexo Arqueológico Cabeças (Região da Serra Negra), com painéis rupestres em planos de acamamento e fratura, preservados como faces de blocos desarticulados de quartzito.

Fonte: Elaboração própria.

4. Considerações finais

Na Serra do Espinhaço Meridional, grutas, cristas e lapas rochosas constituem abrigos com rico acervo arqueológico, que permitem atestar a ocupação antrópica desta região há mais de 10 mil anos. A abundância destes espaços propícios à ocupação humana tem íntima ligação com a grande quantidade de maciços rochosos expostos ao longo da serra, um fato que, por sua vez, está diretamente relacionado com a composição e estruturação das rochas presentes, muito resistentes aos processos de intemperismo e erosão.

A maior parte dos abrigos com acervo arqueológico na região ocorre em rochas sedimentares metamorfizadas, tipo rochoso mais abundante na serra. Todos os processos geológicos envolvidos na gênese destas rochas (a saber: sedimentação, diagênese, metamorfismo e deformação) influenciam sua composição e estruturação, e estas

REFERÊNCIAS

- Alkmim FF, Kuchenbecker M, Reis HLS, Pedrosa-Soares AC. 2017. The Araçuaí Belt. In: Heilbron M, Cordani UG, Alkmim FF. (eds.). São Francisco Craton, Eastern Brazil. *Regional Geology Reviews*.
- Baars FJ. 1996. Geologia da Folha São Sebastião do Maranhão. In: Grossi-Sad JHG, Lobato LM, Soares ACP, Soares-Filho BS (Eds.), Projeto Espinhaço em CD-ROM (textos, mapas e anexos) (2317-2435). Belo Horizonte: COMIG.
- Barbosa JSF, Sabaté P. 2004. Archean and Paleoproterozoic crust of the São Francisco Craton, Bahia, Brazil: Geodynamic features. *Precambrian Research* **133**(1): 1–27.
- Chemale Jr F, Dussin IA, Alkmim FF, Martins MS, Queiroga G, Armstrong R, Santos MN. 2012. Unravelling a Proterozoic basin history through detrital zircon geochronology: the case of the Espinhaço Supergroup, Minas Gerais, Brazil. *Gondwana Research* **22** (1): 200-206.
- Dussin IA, Dussin TM, Charvet J, Cocherie A, Rossi P. 1993. Single zircon dating by stepwise Pb evaporation of Middle Proterozoic Magmatismo in the Espinhaço Range, Southeastern São Francisco Craton (Minas Gerais, Brazil). In: *Anais do Simpósio do Cráton do São Francisco*, 2. Salvador, 39-42.
- Dussin IA, Chemale Jr F. 2012. *Geologia estrutural e estratigrafia do sistema Espinhaço–Chapada Diamantina e sua aplicação nas bacias mesozóico-cenozoicas da margem passiva brasileira*. Petrobras, Rio de Janeiro, RJ, 218 pp.
- Fagundes M. 2013. O Projeto Arqueológico Alto Jequitinhonha (PAAJ) e a Área Arqueológica De Serra Negra, Alto Araçuaí, Minas Gerais – Aspectos Gerais. *Revista Espinhaço* **2**(2): 68-95.
- características, por sua vez, exercem forte controle nos processos de intemperismo e erosão que, em última instância, dão origem às formas de relevo propícias à ocupação humana.
- Na Serra do Espinhaço Meridional fica caracterizada, assim, uma íntima relação entre o inorgânico e o orgânico, entre o geológico e o antropológico, no tempo e no espaço. Esta relação, tão marcante nesta região até os dias atuais, constitui um excelente exemplo de interação entre os vários e complexos elementos do Sistema-Terra.

Agradecimentos

O autor agradece o apoio do Laboratório de Arqueologia e Estudo da Paisagem (LAEP/UFVJM), na figura do Prof. Marcelo Fagundes.

Fagundes M. 2014. *Arqueologia das Terras Altas Mineiras: Serra do Espinhaço Meridional*. In: Baeta A, Piló H. (Org.). Morro do Pilar – carta arqueológica. Belo Horizonte: Ed. Orange, 1: 248.

Fagundes M, Tameirão JR. 2013. Conjuntos líticos do Sítio Arqueológico Mendes II, Diamantina, MG: um estudo de cadeia operatória dos artefatos unifaciais em quartzito da face meridional da Serra do Espinhaço. *Revista Tarairiú* **1**(6): 165-187.

Fernandes MLS, Marciano VRPRO, Oliveira RC. Correia-Neves JM, Dilásio MV. 1994. Granitos Borrachudos: um exemplo de granitogênese anorogênica na porção central do estado de Minas Gerais. *Geonomos* **2**(2): 23-29.

Fogaça ACC, Almeida-Abreu PAA, Schorscher HD. 1984. Estratigrafia da sequência supracrustal arqueana na porção mediana-central da Serra do Espinhaço, Minas Gerais. In: *SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 33, Rio de Janeiro, Anais, v.5, p.2654-2667.

Grochowski J. 2019. Os plútons Felício e Mercês: registros da orogênese Riacciana-Orosiriana no Bloco Guanhões. Dissertação de mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Grotzinger J, Jordan T. 2013. *Para entender a Terra*. 6ª Edição. Bookman, 768p.

Guadagnin F, Chemale F. 2015. Detrital zircon record of the Paleoproterozoic to Mesoproterozoic cratonic basins in the São Francisco Craton. *Journal of South American Earth Sciences* **60**(1): 104-116.

Isnardis A. 2009. Entre as pedras: as ocupações pré-históricas recentes e os grafismos rupestres da região de Diamantina, Minas Gerais. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, 280p.

- Isnardis A. 2013. Pedras na areia. As indústrias líticas e o contexto horticultor do Holoceno Superior na região de Diamantina, Minas Gerais. *Revista Espinhaço* **2** (2): 54-67.
- Karfunkel J, Noce CM, Kohler HC. 1991. A geologia do Grande Abrigo de Santana do Riacho e vizinhanças, Serra do Cipó, Minas Gerais. In: Prous, A., Malta, I.M. 1991. Arquivos do Museu de História Natural, Volume XII. Santana do Riacho. 33-42p.
- Knauer LG. 2007. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: considerações sobre sua estratigrafia e seu arranjo estrutural. *Geonomos* **15**(1): 81-90.
- Kuchenbecker M. 2018. Evolução geológica dos vales do Jequitinhonha e Mucuri: uma revisão. *Revista Espinhaço* **7** (1): 53-64.
- Kuchenbecker M, Sanglard JCD. 2018. The role of detachment and interlayer shear zones in the structural evolution of the southern Espinhaço range, eastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* **84**(1): 343-350.
- Kuchenbecker M, Pedrosa-Soares AC, Babinski M, Fanning M. 2015. Detrital zircon age patterns and provenance assessment for pre-glacial to post-glacial successions of the Neoproterozoic Macaúbas Group, Araçuaí orogen, Brazil. *Precambrian Research* **266**(1): 12-26.
- Lopes-Silva L, Knauer LG. 2011. Posicionamento Estratigráfico da Formação Bandeirinha na Região de Diamantina, Minas Gerais: Grupo Costa Sena ou Supergrupo Espinhaço?. *Geonomos* **19**(2): 131-151.
- Machado N, Schrank A, Abreu FR, Knauer LG, Almeida-Abreu PA. 1989. Resultados preliminares da geocronologia U-Pb na Serra do Espinhaço Meridional. In: Proceedings of the *Simpósio de Geologia de Minas Gerais* **5**(1): 171-174.
- Neves WA, Powell JF, Prous A, Ozolins EG, Blum M. 1999. Lapa Vermelha IV hominid 1: morphological affinities of the earliest known american. *Genetics and Molecular Biology* **22**(1): 461-469.
- Noce CM, Pedrosa-Soares AC, Silva LC, Armstrong R, Piuzana D. 2007. Evolution of polycyclic basement complexes in the Araçuaí Orogen, based on U-Pb SHRIMP data: Implications for Brazil-Africa links in Paleoproterozoic time. *Precambrian Research* **159**(1): 60-78.
- Paula-Santos GM, Babinski M, Kuchenbecker M, Caetano-Filho S, Trindade RIF, Pedrosa-Soares AC. 2015. New evidence of an Ediacaran age for the Bambuí Group in southern São Francisco craton (eastern Brazil) from zircon U-Pb data and isotope chemostratigraphy. *Gondwana Res.* **28**(1): 702-720.
- Pedrosa-Soares AC, Noce CM, Alkmim FF, Silva LC, Babinski M, Cordani UG, Castañeda C, 2007. Orógeno Araçuaí: síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977. *Geonomos* **15**(1): 1-16.
- Prous A. 1992 *Arqueologia Brasileira*. Brasília, Editora UnB.
- Rollim VK, 1992. Uma interpretação das estruturas tectônicas do Supergrupo Espinhaço, baseado na geometria dos falhamentos de empurrão. In: SIMP. Geol. Minas Gerais, 6. Ouro Preto, 1991. Anais. Ouro Preto, *Rev. da Esc. de Minas*, **45**(1): 75-77.
- Rosière CA, Uhlein A, Fonseca MA, Torquato JR. 1994. Análise cinemática mesoscópica dos cavalgamentos do Cinturão Espinhaço na região de Diamantina. MG. *Rev. Bras. Geociências* **24**(2): 97-103.
- Saadi A. 1995. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e suas margens. *Geonomos* **3**(1): 41-53.
- Schöll WU, Fogaça ACC. 1979. Estratigrafia da Serra do Espinhaço na região de Diamantina. Proceedings of the 1st *Simp. Geol. Minas Gerais* 55-73.
- Silva LC, Armstrong R, Noce CM, Carneiro MA, Pimentel M, Pedrosa-Soares AC, Leite CA, Vieira VS, Silva MA, Paes VJC, Cardoso Filho JM. 2002. Reavaliação da evolução geológica em terrenos Pré-cambrianos brasileiros com base em novos dados U-Pb SHRIMP, parte II: Orógeno Araçuaí, Cinturão Mineiro e Cráton São Francisco meridional. *Revista Brasileira de Geociências* **32**(4): 513-528.
- Teixeira W, Toledo MCM., Fairchild TR, Taioli F. 2007. *Decifrando a Terra*. 2ª Edição. Companhia Editora Nacional, 624p.
- Tucker M. 2014. *Rochas Sedimentares: Guia Geológico de Campo*. 4ª Edição. Bookman, 336p.
- Vasconcelos AMC, Fagunde M, Silva AC, Leite VA. 2018. Sítio Arqueológico Três Fronteiras No 7: Um Abrigo do Holoceno Médio no Alto Araçuaí, Minas Gerais. *Clio Arqueológica* **33**(1): 14-59.
- Uhlein A. 1991. Transição Cráton - Faixa Dobrada: Exemplo do Cráton do São Francisco e da Faixa Araçuaí (Ciclo Brasileiro) no Estado de Minas Gerais. Aspectos estratigráficos e estruturais. São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. 295 p.

The Geological process behind the archeological sites in the Espinhaço Meridional

Abstract The southern Espinhaço range, an important physiographic landmark in Minas Gerais territory, hosts a vast network of archaeological sites, whose material and cultural collection have been crucial for investigating the early americans. Most of these sites occur in natural rock shelters such as ridges and caves, developed in precambrian metasedimentary rocks. This paper aims to present, in a didactic way, the main geological processes involved in the genesis of these shelters. The sedimentation, diagenesis, metamorphism and deformation processes influence the composition and structure of the rocks, and these characteristics, in turn, exert strong control over the weathering and erosion processes that, ultimately, give rise to the relief forms that favor human occupation. This demonstrates an intimate relationship between the inorganic and the organic, between the geological and the anthropological, in time and space, in an excellent example of interaction between the various and complex elements of the Earth System.

Keywords: Espinhaço range, Archaeology, Geology

Informações sobre os autores

Matheus Kuchenbecker

E-mail: matheusk@ict.ufvjm.edu.br

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/2042373725346907>

Artigo recebido: 3/08/2019

Artigo aceito: 01/11/2019