

A paisagem cárstica do Sudoeste de Angola

Primeira abordagem ao património subterrâneo da Formação Leba

The Karstic Landscape of Southwest Angola

First approach to the underground heritage of the Leba formation

Daniela de Matos^{1,2,3,4}, Rui Francisco⁵, José Fernandes⁶, Elena Robakiewicz^{4,7}, Beatriz Barros^{5,8}

¹Institute for Archaeological Sciences, Universität Tübingen, Rumelinstr. 23, 72070, Tübingen, DEUTSCHLAND, daniela.de-matos@uni-tuebingen.de

²Instituto Terra e Memória. Largo Infante Dom Henrique, Museu De Arte Pré-Histórica, 6120-721, Mação, PORTUGAL

³Centro de Geociências da Universidade de Coimbra. Rua Sílvio Lima. Universidade de Coimbra - Pólo II. 3030-790 Coimbra. PORTUGAL

⁴Department of Geosciences, Hölderlinstr. 12, 72074, Tübingen, DEUTSCHLAND

⁵CEAE-LPN - Centro de Estudos e Actividades Especiais/Liga para a Proteção da Natureza, Estrada do Calhariz de Benfica 187, 1500-124, Lisboa, PORTUGAL

⁶Instituto Superior Politécnico da Huíla, Universidade Mandume Ya Ndemufayo. Estrada da Arimba, CP 776, Lubango, ANGOLA

⁷Department of Geosciences, University of Connecticut, Beach Hall, 354 Mansfield Rd #207, Storrs, CT 06269, USA

⁸Department of Anthropology, Indiana University, 701 E Kirkwood Ave, Bloomington, IN 47405, USA

CITAR COMO:

De Matos, D., R. Francisco, J. Fernandes, E. Robakiewicz e B. Barros. A paisagem cárstica do Sudoeste de Angola. Primeira abordagem ao património subterrâneo da Formação Leba. Revista Angolana de Geociências, 2020, 2(1), p. 127-143.

INFORMAÇÃO ADICIONAL:

Recebido: 15/05/2020

Aceite: 18/10/2020

***Autor para**

correspondência:

Daniela de Matos
(e-mail: daniela.de-matos@uni-tuebingen.de)

Licença: CC BY-NC

Copyright: Centro de Investigação em Ciências Geológicas Aplicadas

Conflito de interesses: Os autores declaram que não há conflitos de interesses

Resumo: As terras altas do Sudoeste de Angola constituem uma região de características geológicas e geomorfológicas peculiares, sobretudo no sector do Bordo Ocidental do Planalto da Huíla, no topo da Serra da Chela, onde se encontra a paisagem cárstica do maciço dolomítico da Leba. Neste relatório apresentam-se os resultados da prospeção ao carso e endocarso da formação dolomítica da Leba, no contexto do projecto PaleoLeba em 2019. A exploração teve como objetivo a (re)localização e mapeamento de sítios ou áreas de interesse para investigação em geociências e arqueologia, no sentido de estabelecer bases de amostragem para caracterização hidrológica e reconstituição paleo-ambiental do Quaternário no Sudoeste de África.

Os resultados reúnem o mapeamento e topografia dos principais sistemas de grutas entre a Humpata e Chibia: Gruta da Leba, Omukongo-Tchaticuca, Nandimba-Tchivinguiro, Malola, Cangalongue. Incluem-se exurgências, lagoas e outros locais de interesse, pela sua relevância para a reconstituição paleo-paisagística da região. Registaram-se ainda elementos paleontológicos e arqueológicos com importância geo-histórica e patrimonial.

Palavras-chave: carso, grutas da Leba, dolomitos, aquífero da Chela, geoarqueologia, fósseis

Abstract: The highlands of Southwest Angola form a region of peculiar geological and geomorphological characteristics, especially at the western edge of the Huíla Plateau, at the top of Serra da Chela, where the karstic landscape of the Leba dolomites is located.

The results of the PaleoLeba Project 2019 survey to the karst and endokarst of the Leba formation are presented in this report. The goals of the exploration included the (re)location and mapping of cave sites and areas of interest for research in geosciences and archaeology, aiming at establishing sampling protocols for hydrological characterization of the Chela aquifer and paleoenvironmental proxies for the Quaternary in Southwestern Africa.

The results of the first approach include the mapping and topography of the main cave systems between Humpata and Chibia: Gruta da Leba, Omukongo-Tchaticuca, Nandimba-Tchivinguiro, Malola, Cangalongue. Other sites such as springs, lagoons or waterfalls are included as they are important to the reconstruction of the paleolandscape. Other paleontological and archaeological elements are also referenced given their importance to the geo-history and heritage of the region.

Keywords: Karst studies, caves of Leba, dolomites, Chela aquifer, geoarchaeology, fossils

INTRODUÇÃO

Leba é o topónimo de uma localidade no município da Humpata, na Província da Huíla, conhecida pelo famoso miradouro e pela estrada que serpenteia a serra de escarpa abrupta até às terras baixas semi-desérticas do Namibe. A palavra tem origem no dialecto Nyaneka-humbi e significa “buraco na rocha” ou “gruta”, associando-se à riqueza de fissuras e cavidades na região.

As Grutas da Leba localizam-se na formação calcária Leba-Tchimalindi (Matias, 1980) que se restringe a áreas de afloramento entre os Municípios da Humpata e Chibia. As grutas constituem um importante e vasto complexo cársico associado ao Aquífero da Chela. O modelado cársico da região apresenta características geomorfológicas e litológicas peculiares, assim como preenchimentos Quaternários ricos em vestígios paleontológicos e arqueológicos, que se encontram apenas superficialmente estudados.

Por outro lado, as águas subterrâneas do carso da Leba estão intimamente relacionadas com a dinâmica hidrológica do Aquífero da Chela, uma das principais fontes de água potável do Sudoeste de África.

No sentido de colmatar estas lacunas, procurou-se desenvolver uma equipa transdisciplinar para uma nova abordagem à paisagem cársica da Leba, a partir de 2017, começando com as escavações arqueológicas na Gruta da Leba, em Fevereiro de 2018 e prosseguindo para a prospecção do carso na área dos calcários dolomíticos.

O presente relatório é resultado do trabalho de campo desenvolvido no contexto do projeto PaleoLeba – Linking human adaptations and paleolandscape in the Leba Karst, particularmente da etapa inicial de prospecção do carso e endocarso da Leba no mês de Junho de 2019. A exploração teve como objetivo a (re)localização e mapeamento de sítios ou áreas de interesse para investigação em geociências e arqueologia, assim como a recolha das primeiras amostras para hidrologia e (paleo)clima.

Antecedentes da Investigação

As explorações espeleológicas documentadas na região são raras. Existem, porém, abundantes referências indirectas, particularmente dos trabalhos realizados pelas missões do início do século XX, nomeadamente para a realização da cartografia geológica de Angola (Correia, 1976; Mouta and O'Donnell, 1933), para o conhecimento da biologia (Barros de Machado, 1949) e para o conhecimento da arqueologia pré-histórica de África (Arambourg and Mouta, 1952; Camarate-França, 1964; Mouta, 1953). Estas primeiras explorações foram frequentemente informais e resultado da intervenção de individualidades locais ou dos próprios proprietários da Fazenda e exploração de cal da Leba, a operar até 1974, que durante a abertura das pedreiras com dinamite se defrontavam com galerias.

O geógrafo Ilídio do Amaral, sem realizar extensas explorações no interior das grutas, publicou a “Nota sobre o «karst» ou carso do Planalto da Humpata (Huíla), no Sudoeste de Angola”,

(1973), utilizando sobretudo o exemplo das Grutas de Cangalongue, que teria visitado durante o período de exploração de cal na área. De facto, a maioria das grutas, cavidades e fissuras foram descobertas devido à exploração da cal nos calcários dolomíticos da Leba, hoje concentrada sobretudo na zona do Tchivinguiro, área da Malola (do Amaral, 1973). Este é um trabalho único e que revela importantes informações sobre a geomorfologia da região e o desenvolvimento do endocarso.

Em Julho de 2010, duas associações de espeleologia portuguesas, o Núcleo de Espeleologia da Universidade de Aveiro (NEUA) e a Liga para a Proteção da Natureza - Centro de Estudos e Actividades Especiais (LPN-CEAE), com o apoio da Universidade Privada de Angola (UPRA) – Campus do Lubango e da Federação Portuguesa de Espeleologia (FPE), organizaram uma expedição de espeleologia à região. A expedição teve como alvo o carso e pseudo-carso do Planalto da Humpata. Durante as explorações, a equipa registou um total de 45 cavidades (incluído carso e pseudo-carso), verificando vestígios de antigas incursões realizadas por escuteiros de Moçâmedes às grutas de Nandimba, na década de 60, e a uma profundidade de 30m (Pinto et al., 2016).

ÁREA DE ESTUDO

ASPECTOS GERAIS

Enquadramento geográfico e geomorfológico

O escarpamento ocidental do planalto central de Angola separa as extensas planícies das terras altas da Huíla e a estreita faixa costeira do Atlântico, denominada como “Escadaria de aplanção” (Feio 1964). O bordo ocidental da Huíla é marcado uma paisagem impressionante de escarpas ruiformes do planalto antigo até a Zona de Transição para a faixa costeira junto ao Deserto do Namibe.

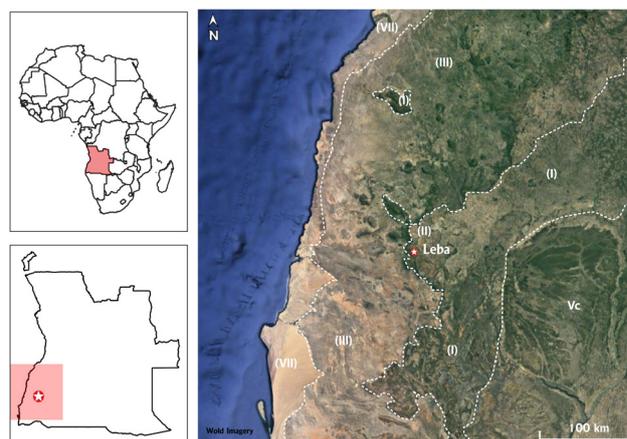


FIGURA 1. Localização da Leba no contexto das unidades geomorfológicas do bordo ocidental da Huíla, segundo Marques 1977 (adapt. Lopes et al, 2016): (I) Planalto Antigo, (II) Cordilheira Marginal, (III) Zona de Transição, (VII) Faixa costeira, (Vc) bacia do Cunene.

Este sector do extremo oeste corresponde a uma faixa da Grande Escarpa do Sul de África que atravessa Angola, pontuando o Norte da Namíbia e estendendo-se até a Província do Cabo, na África do Sul. A Grande Escarpa é uma importante estrutura geomorfológica no sul de África, com a maioria das suas

áreas representadas na África do Sul. O escarpamento estende-se para Nordeste, demarcando a fronteira entre o Zimbábue e Moçambique. Na região ocidental a toponímia local é diferente nos vários trechos do escarpamento, sendo que na África do Sul denomina-se montanhas de Drakensberg, na Namíbia encontra-se nas montanhas de Schwarzrand e Khomas, e em Angola, na Serra da Chela.

O nome Chela é usado para designar um complexo estrutural que inclui diferentes estratos e formações, sendo que a sua referência pode reportar-se tanto à formação geológica composta por rochas vulcano-clásticas quanto às formações metasedimentares denominadas “Grupo Chela” (Lopes et al 2016, Pereira et al 2011) e à dramática escarpa da Serra Marginal (Unidade II, Marques 1977), adornada por cristas de quartzitos atravessados por cascatas (algumas sazonais) que atingem cerca de 1200 m em algumas áreas.

O planalto de Humpata situa-se no topo da Serra da Chela, no extremo oeste da província da Huíla, entre os paralelos 14°30' S e 15°30' S e os meridianos 13°15' E e 13° 45' E, a cerca de 25 km a oeste do Lubango, capital da província (Matias, 1980). Neste sector do extremo oeste, as altitudes máximas variam entre 2300 e 1800 m, subdivididas em duas formas de relevo, o Bimbe, o mais alto, e o Planalto de Humpata, o mais baixo. O planalto de Bimbe é um elemento estrutural resultante de maior resistência dos quartzitos que o moldam, principalmente na horizontal. A deformação na borda sul do planalto de Bimbe é feita por flexura no vale da Leba, onde o rio corre encaixado na linha de dobra, mostrando o contacto paraconformável entre a formação superior dos calcários dolomíticos e os quartzito-doleritos do grupo Chela.

Lito-Estratigrafia Regional

As unidades litoestratigráficas do planalto de Humpata foram resumidas por Kröner & Correia (1980) da seguinte forma (da inferior para a superior):

A. Formação Tundavala: Esta sequência basal do Grupo Chela tem uma espessura de 20 a 80m e consiste em conglomerado local, quartzítico-arenítico, por vezes arenitos feldspáticos com intercalações vulcânico-clásticas grão fino vermelho. A micro-laminação cruzada é comum (Correia, 1976);

B. Formação Humpata: assenta em paraconformidades com os arenitos da Tundavala; esta sequência consiste em rochas vulcano-clásticas ácidas cinza-esverdeadas e granuladas com dois leitos de tufo vulcânico vermelho (doleritos) na base e no topo. A espessura varia entre 100 e 300 m. Os afloramentos vulcano-clásticos, reconhecidos e descritos em detalhe por Correia (1973), são extremamente finos, altamente siliciosos e parecem espécimes de cherte em amostra de mão. As rochas apresentam estratificação visível, exibindo estruturas sedimentares bem preservadas e frequentemente marcas de ondulação. Essas características atestam a origem subaquática da sucessão piroclástica, enquanto as estruturas de fluxo ignimbrítico no tufo vermelho superior podem indicar deposição acima do nível do mar.

C. Formação Bruco: Um limite nítido separa esta unidade vulcano-sedimentar mista, com uma espessura máxima

de cerca de 100 metros da Formação Humpata. A parte basal é conglomerática em alguns lugares e a origem intra-basal dos clastos (em grande parte do horizonte vulcânico-clástico silicioso vermelho superior da sequência de Humpata) sugere uma menor inconformidade erosiva. O membro rudito basal é revestido por arenitos que podem se sobrepor directamente nos vulcânicos de Humpata e que contêm um leito característico e persistente de tufo lapilítico. Os arenitos são cruzados e a sequência como um todo possui características que sugerem um ambiente fluvial de deposição (Correia, 1976);

D. Formação Cangalongue: Esta unidade constitui o topo do Grupo Chela e tem uma espessura máxima de 72 metros. O contacto mais inferior com a Formação Bruco é transitório, e o limite é traçado entre os xistos e os calcários da sequência. Rochas e calcários lutíticos cinzentos com intercalações finas de arenitos e arenitos altamente ferruginosos na parte inferior são revestidos por arenitos vermelhos e xistos siltosos vermelhos. O limite superior é definido por uma acentuada descontinuidade litológica entre lutitos vermelhas e rochas carbonatadas sobrepostas da Formação Leba. O estudo regional de Correia (1976) sugere um intervalo de tempo significativo entre essas unidades, para que uma paraconformidade possa ser inferida no topo do Grupo Chela;

E. Formação Leba: a camada superior foi separada do Grupo Chela devido à sua litologia contrastante e ao intervalo de tempo inferido referido acima. As rochas da Formação Leba são interpretadas como um biostroma estromatolítico formado em um ambiente plano de maré, que após a elevação, sofreu fossilização e karstificação.

A correlação entre o Grupo Chela com o Grupo Nosib de Iona e o norte da Namíbia e a Formação Leba com o Subgrupo Tsumeb do Grupo Otavi na Namíbia foi sugerida por Kröner & Correia (1980). Os autores baseiam esta interpretação em variáveis litoestratigráficas, geocronológicas e paleomagnéticas e sugerem que essas formações fazem parte do ciclo sedimentar pan-africano inicial associado ao desenvolvimento do geossinclinal Damara.

As características morfológicas do planalto de Humpata mostram evidências destas fases de de rifting do cinturão de Damara com sistemas cruzados de lineamentos estruturais com principais padrões de orientação (N50°W-N60°W, NS, N60°E) que resultam em falhas e fracturas (Lopes et al. 2012, 2016). A morfologia poligonal do extremo oeste das terras altas da Huíla resultou de outros lineamentos estruturais secundários (N60°E e N50°W-N60°W) que contribuíram para a formação de áreas da crista a leste (Mpenge et al., 2011) e oeste (Hudec & Jackson, 2004), através de transferência e falhas normais durante a fase de rifting do Cretáceo Inferior (para um estudo mais aprofundado ver Lopes et al 2016). Esses padrões influenciaram o relevo regional e a hidrogeologia, contribuindo para a formação de zonas de recarga com uma rede de drenagem de forma dendrítica a reticulada, com rios efémeros reactivados sazonalmente. A dinâmica entre a geomorfologia, a litologia e o clima do planalto compõe uma paisagem pontuada por nascentes, lagoas e cascatas, uma das principais fontes de água doce da parte sudoeste da África.

Geologia local – a Formação dolomítica da Leba

A Formação Leba-Tchamalindi, a cerca de 1800-1600m de altitude, no planalto de Humpata (ver Correia 1976; Pereira et al. 2011) é uma unidade carbonatada e a mais recente na sequência do Paleoproterozóico, possivelmente na idade pré-cambriana ou mesmo cambriana que aflora na escarpa do Sudoeste de Angola. O topo da sequência litológica regional é composto por uma série de rochas carbonatadas que, segundo Folk (1962), são predominantemente dolomitos estromatolíticos do tipo biolitito (por exemplo, Correia 1976). A distribuição geográfica da Formação Leba é restrita à planície estrutural da Humpata, no meio do qual o bloco Tchivinguiro se encontra mais preservado da erosão. Entre as aldeias Humpata-Laplace-Caholo, há uma extensa área de dolomitos denominada Bloco Nene. Esta área corresponde a uma vasta planície de solos vermelhos, onde os afloramentos carbonatados não estão mapeados (Correia, 1976). Os dolomitos também estão presentes em Bata Bata e Cangalongue no município de Chibia.

No mapa geológico de Angola (Figura 2), a formação é referenciada como PAL - calcário dolomítico com estromatólitos (Matias 1980), e os afloramentos são completamente cercados pelo Grupo PACH - Chela (siltitos, arenitos, arenitos, rochas vulcânicas, etc), embora na parte sul, perto de Bata Bata, é cortada por rochas máficas mais recentes, como doleritos e noritos.

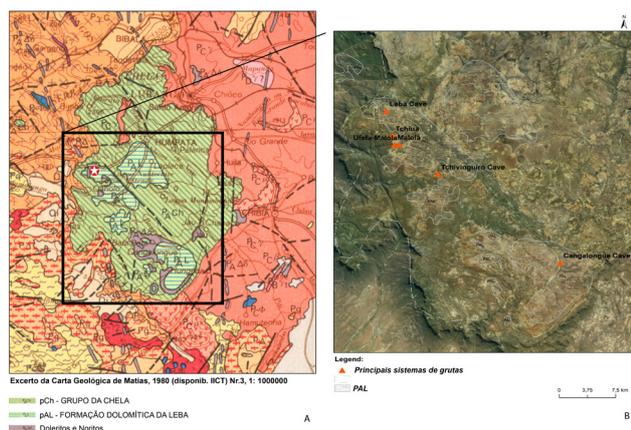


FIGURA 2. A: Excerto da carta geológica (Matias, 1980 IICT) com a área em estudo; **B:** Dispersão dos principais complexos de grutas nos dolomitos da Leba.

Vários estudos correlacionaram a Formação Leba com a Abenab Sudgroup do Grupo Otavi - Nosib. Cinturão de Damara no norte da Namíbia (Carvalho, 1969, 1972, Correia 1976, Kröner & Correia, 1980). A gênese, relevo e topografia dos dolomitos do planalto da Huíla representam eventos orogénicos e condições ambientais homólogos de outras áreas da África do cinturão Damara-Kaoko (Kroner, 2004). As regiões cársticas do sudoeste da África incluem o Karstveld, no norte da Namíbia, onde a mesma geologia é encontrada nas montanhas Otavi, Baynes e Kaokoland, mas também no Botswana nas montanhas Aha (Pickford & Senut 2010).

O biostroma da Leba indica que o calcário se formou em condições de águas rasas, correspondendo a condições costeiras

marinhas ou a contextos lacustres de salinidade muito elevada, num ambiente de paleocosta durante o Pré-Câmbrico (Correia, 1976). Estruturas estromatolíticas são visíveis por toda a formação e consistem em vários metros de espessura de estruturas de acreção bioquímica em camadas formadas pelas mantas microbianas das cianobactérias. Em direção ao topo da formação, as camadas de flag cherte são comuns e intercaladas com as laminações de estromatólitos (Tavares et al. 2015). As estruturas sedimentares primárias encontradas na Formação Leba são principalmente de três tipos: marcas de ondulação, cama cruzada e cama graduada. Também é comum a micro-laminação cruzada e indica forte variabilidade das direções das correntes atuais. A laminação fina das rochas tem origem algal e pode ter sido produzida pelos estromatólitos "modo P" de Aitken (1967).

O "modo P" ou laminação plana é característica das algas verde-azuladas que se desenvolvem em colónias de algas unicelulares (conectadas por uma substância gelatinosa) ou em colónias de filamentos (com textura mucilagínosa) formando mantas de algas. A consistência e a natureza do tapete de algas aumentam a aderência, permitindo a fixação do micrito em suspensão na água. Esse processo ocorreu sucessivamente, permitindo a morfologia da laminação e segregação mineralógica, com alternância de camadas finas de carbonato e cherte. O ambiente deposicional era de baixa-maré com condições hipersalinizadas em clima quente e seco. A presença de anidrite pode constituir evidência de uma origem evaporítica primária da dolomite e as bandas de cherte Singenéticas podem refletir variações sazonais no meio de deposição (Kröner & Correia, 1980).

O contacto entre a Formação Leba e o Grupo Chela é feito por uma superfície de descontinuidade litológica (contacto paraconformável) e até localmente por uma possível discordância angular (Correia, 1976). É inquestionável que o limite inferior da formação corresponde a uma importante descontinuidade litológica resultante da mudança de um regime vulcânico-sedimentar para outro essencialmente quimogénico.

A natureza do limite inferior da Formação Leba foi, no entanto, objecto de controvérsia devido à sobreposição geral de depósitos recentes ou obliterada por soleiras de dolerito. Vale (1971, 1973a, b) descreveu uma inconformidade de baixo ângulo na base da sequência Leba, em contacto com a Formação Cangalongue. No entanto, o trabalho de campo sistemático de Correia (1976) não identificou o contacto directo entre as formações Leba e Cangalongue na zona limite entre os dolomitos e os xistos.

A espessura da formação é variável no planalto de Humpata. Na área entre Leba e Tchivinguiro, a espessura máxima da formação é de 60 m. Em algumas áreas, como nas aldeias de Bata Bata e Cangalongue, o afloramento apresenta uma espessura de 20 a 30 m. Essas diferenças de espessura são geralmente determinadas pela erosão. A formação foi exposta a fenómenos de erosão intensa, especialmente a ablação. Correia (1976) concluiu que a sucessão estava incompleta e uma parte superior substancial pode ter sido removida por erosão. O ciclo sedimentar-tectónico pós-Chela representado nesta forma-

ção é consistente com a forte ablação erosiva da depressão de Tchivinguiro, que permitiu abrir vales nas falhas.

Os campos de lapíás apresentam um relevo característico das superfícies incisivas planas da rocha exposta em resultado de uma drenagem corrosiva aumentando a dissolução por ação de chuvas ácidas. O leito rochoso de dolomite permite sistemas de drenagem de água subterrânea e corrosão favoráveis à formação de cavernas, poços e nascentes. Devido ao fluxo de água subterrânea, a cobertura do solo nas terras altas é geralmente fina, exceto nos poljes e vales, onde rios efêmeros costumam aparecer durante a estação das chuvas quando ocorre a saturação do leito rochoso. O calcário dolomítico da Leba apresenta uma variedade de morfologias subterrâneas que permitem o fluxo de água subterrânea que revelam um complexo sistema cársico de túneis, cavernas, poços e abrigos sob rocha com preservação dos horizontes quaternários com potencial paleontológico e arqueológico (Pickford et al., 1992).

ASPECTOS AMBIENTAIS

Clima

Os gradientes climáticos do sudoeste de Angola reflectem fortes diferenças entre as planícies costeiras e as terras altas do interior, especialmente ao longo da borda da escarpa que delimita a fronteira entre a cordilheira da Marginal e a zona de transição. O clima desta região é influenciado pelas diferenças de altitude, correntes marítimas e ventos. A Corrente fria de Benguela e a “Baixa Angolana”, desempenharam um papel importante principalmente na formação de chuvas nesta região (para mais sobre a “Angola Low” ver Munday & Washington, 2017), atuando como uma força modeladora do relevo e das condições ambientais (Feio, 1981). Ao sul e oeste, nas planícies inferiores a 500 m de altitude, o clima é quente e seco. Por este motivo, a forte insolação produz um grande impacto na crista quartzítica do planalto, com a quebra térmica moldando a borda oeste, através da formação de fissuras na escarpa e acumulação de detritos nas encostas (Lopes, F. et al., 2016).

Nas altitudes mais elevadas, o clima enquadra-se no regime húmido, embora com zonas de transição entre o clima sub-húmido seco e chuvoso, de acordo a classificação climática de Thornthwaite, baseada no índice hídrico. De acordo com a classificação de Köppen, os regimes variam entre o clima tropical chuvoso de savana e o clima temperado com inverno seco (Diniz, 1991). De um modo geral, o clima do bordo ocidental do planalto enquadra-se no regime tropical alterado pela altitude, embora possua microclimas, em certas áreas da escarpa com características Afro-alpinas ou, no interior, condições mais temperadas, de acordo com as suas formações geológicas, delineando montanhas e vales (Diniz, 1973). Nas terras altas da Huíla, as estações do ano costumam alternar entre períodos de monção e seca. A estação das chuvas ocorre de Outubro a Abril e a estação seca de Maio a Setembro. A precipitação média anual varia de 800 a 900 mm e as temperaturas médias anuais são de 17°C a 18°C, com amplitudes médias de 5°C. As temperaturas podem atingir máximos de 35-37° durante o dia (Outubro-Janeiro) e temperaturas mínimas podem atingir negativos -2 ° C ou menos à noite (Junho-

-Agosto) (Cruz 1940, Barbosa 1970). No entanto, no interior do planalto de Humpata, a Depressão de Tchivinguiro apresenta um microclima que pode ser classificado como quente temperado, semelhante ao Mediterrâneo, com precipitações médias anuais de 926 mm (do Amaral, 1973).

As informações climáticas da região em estudo na actualidade ainda são escassas visto que a modelação climática é uma disciplina relativamente nova em África. Poucos cenários foram desenvolvidos para a África subsaariana, em parte devido à falta de equipamento e recursos humanos especializados. Igualmente, são escassos os trabalhos realizados sobre Angola (Pombo et al., 2015; Posada et al., 2016). As informações disponíveis foram recolhidas e publicadas principalmente por investigadores coloniais entre as décadas de 1940 e 1970. Após a independência, em 1975, a quantidade e a qualidade dos registos meteorológicos foram consideravelmente reduzidas devido à desativação das estações de controle climático em todo o país. A implementação recente de sistemas de recolha de dados climáticos forneceu importantes dados para a monitorização de variáveis climáticas em todo o país e, particularmente, nas terras altas de Angola. Esta melhoria deve-se à colaboração das autoridades angolanas com o Serviço de Ciência da África Austral para as Alterações Climáticas e Gestão Adaptativa da Terra (SAASCAL), patrocinado pela Alemanha (Kaspar, Helmschrot, et al., 2015; Kaspar, Tinz, et al., 2015; Muche et al., 2018; Posada et al., 2016).

A reconstrução climática local é, portanto, restrita aos dados do século passado. Por outro lado, as reconstruções climáticas regionais para a África Ocidental e Austral incluem alguns conjuntos de dados terrestres e marinhos, abrangendo a escala de tempo do Pleistocénico Superior e do Holocénico. Os proxies climáticos para a África Austral demonstram uma variação climática regional considerável nos últimos 500.000 ano, sendo que, as mudanças mais dramáticas na temperatura ocorreram na África Austral durante os períodos de transição entre estádios interglaciares e glaciares (Talma & Vogel, 1992, Holmgren et al., 2003; Kulongoski et al., 2004; Holzkamper et al., 2009). No entanto, há pouco consenso sobre as mudanças no clima regional e na humidade à escala continental relacionada com padrões de circulação atmosférica. A controvérsia diz respeito principalmente à influência relativa dos dois principais padrões de circulação atmosférica da região: a Zona de convergência Intertropical (ITCZ) e o vento do oeste do Hemisfério Sul. Registos terrestres e marinhos mostram mudanças rápidas nos padrões globais de vento; temperaturas globais e regionais da superfície do mar; e os ciclos de Milankovitch, devido a variações orbitais da Terra (Blome, M. et al. 2012). Essas condições tiveram um enorme impacto nos sistemas hidrológicos das terras áridas actuais (Dupont & Behling, 2006; Dupont et al. 2008). Estes estudos mostram fenómenos fisiográficos cumulativos que influenciaram os regimes de chuvas e a temperatura continental, contribuindo para as mudanças ambientais nesta sub-região da África.

Vegetação e fauna

A localização geográfica das terras altas da Huíla, considerando a latitude, altitude e distância do mar, são factores-chave para entender o mosaico biótico que favoreceu o endemismo

da flora e fauna. Cumulativamente, a paisagem da interface entre o clima tropical e subtropical de altitude (do planalto central) e as planícies semi-desertas e desérticas (deserto do Namibe) é composta por trechos de vegetação com características muito específicas, intimamente associados à génese pedológica do solo subjacente. Nas grandes altitudes, especialmente no município de Humpata, a ocupação humana ao longo de vários milénios teve um impacto expressivo no solo, severamente danificado pelo fogo controlado e derrube de floresta para a agricultura. A vegetação natural do planalto da Huíla é caracterizada dentro da classificação Barbosa (1970) como vegetação típica dos bosques de Miombo «Matadouras de Miombo, Savannas e Submontanos sobre solos ferralíticos» (Tipo 16, 17, 18 de Barbosa 1970) com espécies endémicas de *Braschystegia*, *Julbernardia*, *Berlinia* e *Cryptosepalum* (Barbosa 1970, Figueiredo, E. et al. 2009; Chisingui, A. 2018; Huntley 2019). As florestas angolanas de miombo cobrem a maior parte do centro de Angola, estendendo-se para a República Democrática do Congo (Burgess et al., 2004). Esta eco-região é normalmente encontrada em altitudes entre 1 000-1 500 m acima do nível do mar e inclui a Escarpa Angolana e as terras altas de Huíla, Huambo e Bié (Barbosa, 1970).

No extremo oeste da escarpa, especialmente nas encostas das cristas siliciosas e solos residuais, existem extensos campos e matagais, classificados no tipo 3 de Barbosa (1970) que podem ser incluídos na vegetação de savana afro-alpina e sub-montana tipos. As estepes ocupam o Alto Bimbe e parte do planalto de Humpata, onde a vegetação é dominada por *Clematopsis scabiosifolia*, *Artemisia afra* e *Stoebe cinerea*. No sector sudoeste de Humpata, onde as litologias são caracterizadas por formas carbonatadas, fenómenos cársicos e solos pouco espessos, existem densas florestas e matagais de *Tarchonanthus camphoratus* junto com espécies exóticas, como *Euphorbia* sp. app. *barnardii* e *Ziziphus abyssinica*, geralmente presentes em condições mais áridas, o que reflete o microclima do planalto.

A escarpa angolana é um bioma único, para o qual ainda há muita pesquisa a ser realizada (por exemplo, Huntley et al. 2019). O impacto do humano na paisagem e factores históricos, como o colonialismo e a guerra, diminuíram severamente o número e a distribuição de espécies de flora e fauna na região do sudoeste de Angola. As populações de animais selvagens diminuíram consideravelmente desde os anos 1970 devido à caça furtiva (Huntley et al., 2019). Na província da Huíla, o Parque Nacional Bícuar é a única área protegida onde é possível encontrar populações de vida selvagem. Várias espécies de herbívoros, como antílopes, zebras e elefantes, ainda estão presentes. Pequenos e resilientes grupos de predadores, como leão, leopardo, chita e hiena, também persistiram (Beja et al., 2019). No caso do planalto de Humpata, os ungulados já não se encontram nos dias de hoje e estudos sobre a vida selvagem foram substituídos pela pecuária. No entanto, há avistamentos frequentes de espécies como porco-espinho, macacos, hienas e chitas, especialmente nas encostas das colinas, onde a ocupação humana é menos densa.

Hidrografia

A hidrografia do planalto de Humpata possui uma rede permanente e complexa de córregos e rios superficiais, mas tam-

bém fluxo subterrâneo relacionado com o Aquífero da Chela. Existem dois eixos de drenagem principais, o primeiro correspondendo ao rio Leba-Capangombe para oeste, e outro de oeste para leste seguindo o rio Neves - Tchumpunhime, afluente do rio Caculuar. A rede é densa e caracterizada por uma abundância de fontes. A bacia hidrográfica da região é orientada por linhas de fractura, traduzindo-se na orientação estrita do curso de água. Os rios mostram uma configuração dendrítica, com sistemas de ribeiras subsidiárias complexas, traçando linhas de circunvolução. A superfície é cortada por uma densidade de linhas de água que moldam vales largos e rasos, muitas vezes sazonais, tipicamente chamados de “mulolas” no sudoeste de Angola. Essas linhas subsidiárias efémeras são geralmente responsáveis pelo transporte de água da chuva e podem consistir somente correntes de chuva torrencial (Diniz, 2006).

O rio Tchumpunhime é um subsidiário do rio Caculuar que reúne os vários “mulolas” do setor norte e leste do planalto de Humpata. A montante onde é formado, é chamado localmente de rio Neves e, a jusante, de rio Nene. O rio forma-se nas altitudes mais altas do planalto, no Alto Bimbe, atravessando um vale acidentado e íngreme, que diminui progressivamente até 13 km a partir da nascente. Um pouco antes do município de Humpata, a bacia aluvial atinge cerca de 2 km², terminando na Barragem de Neves (anteriormente chamada Barragem Capitão Sousa Dias). A partir da barragem, o rio Neves transforma-se num riacho muito inclinado e atinge progressivamente uma bacia mais larga. Aqui o rio é chamado Nene, e as inclinações são muito variáveis, às vezes permitindo a deposição de aluviões e terraços. Cerca de 6 km depois, o rio Tchumpunhime, flui encaixado na Cordilheira Marginal seguindo para as planícies do sudeste de Angola.

No entanto, a oeste, existe também o rio Leba, que emerge no Alto Bimbe, embutido na flexura que delinea o bordo norte dos afloramentos de dolomitos, desenvolvendo-se em cascatas escalonadas com uma queda de 1000 m na escarpa, onde a cerca de 700 m de altitude passa a chamar-se de rio Capangombe. Os terraços do Capangombe são compostos por aluviões grosseiros com litologias provenientes dos afloramentos da encosta da Leba, derivados das bacias fluviais que se desenvolvem para oeste, muitas delas desactivadas durante a estação seca.

MATERIAIS E MÉTODOS

A exploração subterrânea focou-se essencialmente nos principais sistemas cársicos localizados nos dolomitos Leba-Tchamalindi: a colina da Malola (Grutas da Malola), colina de Nandimba-Tchivinguiro, colina da Tchaticuca (Grutas da Tchaticuca e Gruta do Omukongo), colina da Leba (Gruta da Leba) e colina de Cangalongue (Algar/Gruta de Cangalongue). O objectivo da expedição era mapear entradas novas e já conhecidas de cavidades nos municípios da Humpata e Chibia, assim como avaliar o estado de preservação e risco, obter a topografia das principais grutas, registar espeleotemas (colunas, estalactites, estalagmites) e vestígios paleontológicos ou arqueológicos na paisagem cársica. A nomenclatura utilizada neste estudo corresponde ao léxico internacional-

mente aplicado na literatura dos contextos cársicos (Rodrigues et al. 2007, Farrant & Smart, 2011; Field, 2011; Monroe, 1971; USGS, 2002)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dispersão de sítios



FIGURA 3. Distribuição de sítios na formação dolomítica da Leba (adaptado, do Amaral 1973)

Tabela 1 - Legenda: ELEV – elevação (altitude à entrada); A – arqueologia; P – paleontologia; OH – ossadas

RecNo	Sítio	Elevação (m)	Tipo	A	P	O.H.
1	Gruta da Leba	1754	Gruta	x	x	
2	Algar da Leba I	1778	Gruta/preenchida			
3	Cascata da Leba	1689	Terraco	x		
4	Leba 1	1689	Rio			
5	Leba 2	1730	Rio			
6	Cascatinha da Zootecnica 1	1690	Abrigo/Cascata	x		
7	Gruta do Omukongo (Lapa I e II)	1760	Gruta	x		
8	Lapa/Gruta da Pedreira da Tchaticuca I	1791	Gruta			
9	Algar/Gruta da Pedreira da Tchaticuca II	1807	Gruta/preenchida			
10	Lapa/Gruta da Pedreira da Tchaticuca III	1794	Gruta			
11	Algar/Gruta de Lemagoma?	1810	Gruta	x		x
12	Pedreira/Forno de Cal da Leba I	1758	Pedreira	x	x	
13	Pedreira da Leba II/PROCAL	1786	Pedreira	x	x	
14	Pedreira/Forno de Cal da Tchaticuca I	1758	Pedreira	x		
15	Pedreira da Tchigua I	1775	Pedreira	x	x	
16	Gruta da Tchigua	1775	Grutas colapsadas	x	x	
17	Ondimba da Tartaruga/Algar Tchigua I	1817	Gruta			
18	Mewó/Tchigua-Ufufua	1672	Exurgência		x	
19	Umbutu 1	1806	Exurgência			
20	Catende 1	1845	Lagoa (seca)			
21	Nuatechite 1	1830	Lagoa (seca)			
22	Nandimba 1/Gruta do Tchivinguuro	1677	Gruta/Lago endocársico		x	
23	Algar do Tchivinguuro I - Colina de Nandimba	1708	Gruta			
24	Algar do Tchivinguuro II - Algar do "boi que cai e n'sai"	1712	Gruta			
25	Algar do Tchivinguuro III - Colina de Nandimba	1708	Gruta			
26	Algar do Tchivinguuro IV - Colina de Nandimba	1708	Gruta			
27	Algar do Tchivinguuro V - Colina de Nandimba/Sumidouro "Candimba Cocufima"	1692	Gruta			
28	Algar do Tchivinguuro VI	1692	Gruta			
29	Algar/Gruta da Malola I	1742	Gruta	x	x	
30	Gruta da Malola II	1727	Gruta	x	x	
31	Lapa/Gruta da Malola III	1733	Gruta	x		
32	Lapa/Gruta da Malola IV	1703	Gruta			
33	Algar/Gruta da Malola V	1736	Gruta			
34	Pedreira/Forno de Cal da Malola I	1692	Pedreira	x	x	
35	Algar Nkangaloungue/Gruta de Cangaloungue	1583	Gruta	x	x	x
36	Pedreira de Cangaloungue I	1583	Pedreira	x	x	
37	Cascata da Hunguéria	1375	Abrigo/Cascata	x	x	
38	Cavidades/Nascente do Tchivinguuro	1642	Gruta/nascente			
39	Lapa da Unandjava	1789	Gruta			
40	Rio Umbutu/Unandjava	1776	Pântanos			

DESCRIÇÃO E TOPOGRAFIA DAS GRUTAS E CAVIDADES

Gruta da Leba

A Gruta da Leba (Figura 4) situa-se no município da Humpata, na margem esquerda do vale da Leba e a meio de um escarpado calcário, à cota de 1754m de altitude em relação ao nível medio das águas do mar. A melhor referência da localização da sua entrada são as traseiras das instalações de um antigo forno de cal, hoje muito arruinado. Tem uma orientação preferencial, a partir do ponto de entrada, de N-S (Figura 5A-F). A abertura triangular dá entrada para uma única galeria, tipo tubo

freático, bifurcada, sensivelmente a meio, pelo deslocamento de um grande bloco rochoso que se desacoplou do tecto. Possui um desenvolvimento horizontal de aproximadamente 63,8m, por uma largura máxima de 6,5m e por uma altura de 3,6m. O desnível máximo em relação à cota de entrada é de -1,8m.

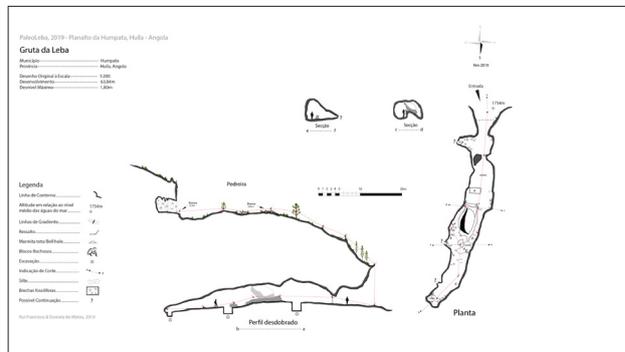


FIGURA 4. Topografia da Gruta da Leba.

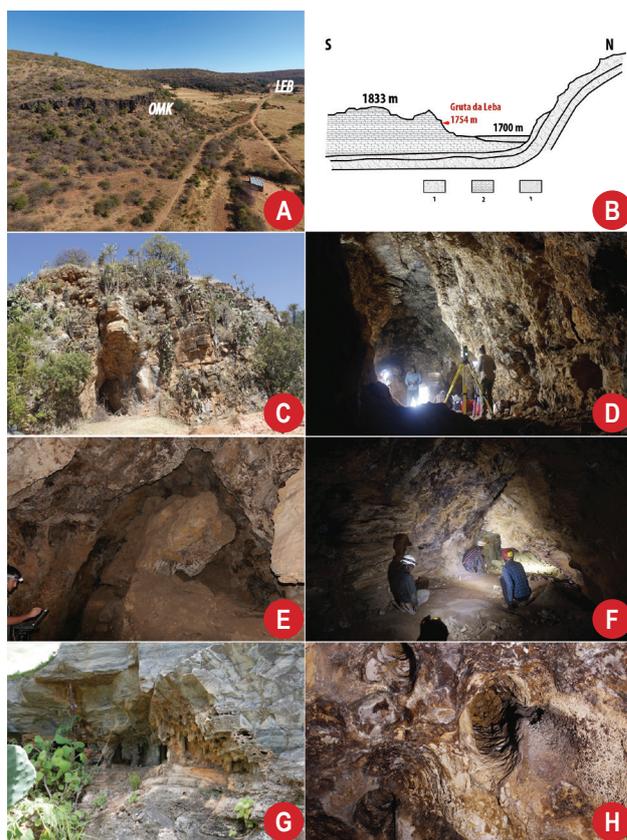


FIGURA 5. A: Localização das cavidades horizontais no vale do rio Leba (OMK- conjunto Omukongo; LEB- Gruta da Leba); B: Perfil geológico do vale da Leba com orientação S-N (1-quartzitos; 2-calcários dolomíticos; 3-aluviões holocénicos); C: aspecto da entrada da Gruta da Leba; D: vista da primeira "câmara" antes do derrube central; E: aspecto do derrube central visto a partir da entrada; F: aspecto do limite sul da cavidade, onde se localizam os materiais brechóides; G: aspecto da galeria com brechas fossilíferas no topo da colina, zona de pedreira; H: aspecto dos "bell holes" localizados no interior do tubo freático.

É uma cavidade bastante seca, particularmente na primeira galeria, embora existam algumas escorrências activas no fundo do canal, a 50m da entrada. As paredes são frequentemente irregulares mostrando algumas caneluras, que se intensificam no fundo da gruta onde o ambiente é mais húmido verifica-se a formação de mantos estalagmíticos ainda que incipientes apresentam uma morfologia tipo popcorn, que parecem acompanhar uma actividade bacteriana intensa.

Uma das características particulares da gruta da Leba é a presença de “bell holes” ou “buracos de sino” no tecto e na parede (Figura 5H). O termo deriva da morfologia que apresenta em forma de sinos de igreja. Estes elementos podem ser descritos como vazios cilíndricos e cónicos, habitualmente verticais e vistos no tecto das grutas. São muito comuns em ambientes tropicais e subtropicais. Este fenómeno de dissolução das paredes e tectos das é ainda controverso e amplamente discutido entre autores na comunidade científica no que diz respeito à sua origem e formação (ver Birmingham Andrew N. et al, 2011). No contexto da Gruta da Leba, a sua génese parece estar associada a actividade freática, aceitando-se, porém, uma associação a actividade geotermal prévia à emersão do carso.

Conjunto de cavidades do Omukongo

As cavidades do Omukongo ficam situadas a escassos 300m a Este da Gruta da Leba (Figura 5A, 6). A Lapa Omukongo I é a maior de duas pequenas cavidades que se situam junto à escarpa calcária com orientação N-S, sobranceiras ao vale da Leba. A entrada encontra-se à cota de 1770m de altitude.

A orientação preferencial, a partir do ponto de entrada, é de N-S e o seu desenvolvimento é de 12,39m. A largura máxima é de 8m por uma altura de 1,80m sendo o desnível máximo em relação à cota de entrada (0).

As duas pequenas cavidades fazem parte de um conjunto de câmaras separadas entre si - possivelmente outrora ligadas - e postas a descoberto pelo colapso continuado, ao longo dos tempos, da vertente escarpada onde se inserem; designamo-las por Lapa Omukongo I e II.

A Lapa Omukongo I é composta por apenas uma câmara de dissolução fósil, muito sedimentada e seca. No chão, para além de pequenos blocos rochosos misturados com matéria orgânica e silte, é possível observar indícios de actividade humana (cerâmicas) e biogénica (roedores e pequenos mamíferos).

A Lapa Omukongo II (Figura 7) tem apenas as dimensões de um pequeno abrigo com pouco mais de 2m de desenvolvimento, 1,50m de largura e 1,50m de altura. Apresenta aspectos de carsificação como pequenas condutas. Estas, na parede este e junto ao chão a sul, encontram-se entulhas com pequenos blocos por onde se pode ver, entre eles, restos de cerâmica. O chão apresenta um silte misturado com pequenos blocos e fragmentos de cerâmica. Uma destas condutas, junto à base da escarpa e a cerca de 3m desta lapa, tem um prolongamento horizontal visível de 9m.

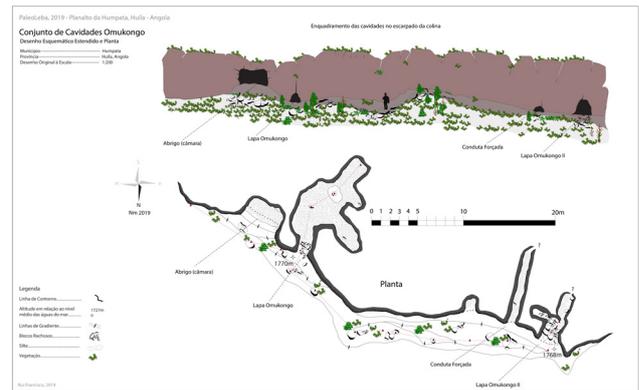


FIGURA 6. Topografia do Conjunto de cavidades do Omukongo.



FIGURA 7. Aspecto da entrada da lapa do Omukongo I vista do interior.

Lapa da Pedreira Tchaticuca I

A Lapa da Pedreira Tchaticuca I (Figuras 8) é uma pequena cavidade posta a descoberto pela exploração de rocha calcária para o fabrico de cal. Situa-se perto do vale da Leba, na colina de Tchaticuca, município da Humpata. A entrada encontra-se à cota de 1791m de altitude em relação ao nível médio das águas do mar. Tem uma orientação preferencial de NE-SW, um desenvolvimento de 11,8m e uma profundidade em relação à cota de entrada de -2,6m. A largura máxima é de 8m por uma altura de 3,8m.

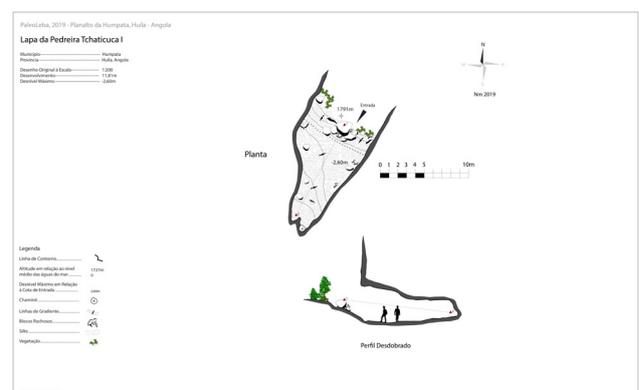


FIGURA 8. Topografia da Lapa da Tchaticuca I

É uma cavidade constituída por uma única câmara que parece enquadrar-se no perfil de “gruta de falha” (Figura 9), cuja localização é determinada pelas fracturas que facilitam a escorrência das águas, dissolução, e na qual se desenvolveram processos



FIGURA 9. A: Aspecto da câmara de dissolução onde foi extraído sinter na Lapa da Pedreira Tchaticuca I; **B:** Fractura com preenchimento silto-argiloso

de diagénese e formação de travertinos. É possível observar-se, no tecto, fracturas com preenchimentos detríticos, brechóides, sobrepostos por travertino.

Tchaticuca II (Algar)

A Tchaticuca II (Figura 10) diz respeito a um Algar que se localiza na mesma linha de fracturação da Lapa Tchaticuca I e poucos metros a sudoeste desta. Situa-se à cota de 1808m de altitude em relação ao nível médio das águas do mar e tem uma profundidade de cerca de -3m. Encontra-se completamente obstruído por sedimentos argilo-arenosos vermelhos, no entanto, é um bom indicador de endocarso.



FIGURA 10. Aspecto da entrada para o algar Tchaticuca II

Lapa da Pedreira Tchaticuca III

A Lapa da Pedreira Tchaticuca III (Figura 11) é também uma pequena cavidade posta a descoberto pela exploração de rocha calcária para o fabrico de cal. Localiza-se no lado sul da colina de Tchaticuca, município da Humpata, à cota de 1794m de altitude em relação ao nível médio das águas do mar. Tem uma orientação preferencial de S-N, um desenvolvimento de 11,43m por um desnível máximo, a partir da cota de entrada, de -3m. A largura máxima é de 3m por uma altura média de 2,20m. Tal como a Lapa Tchaticuca I é uma cavidade que parece enquadrar-se no perfil de “gruta de falha”; cuja localização é determinada por factores estruturais (diáclases)

da qual se desenvolveram processos de dissolução dos materiais carbonatados (Figura 12). É constituída por duas câmaras: a primeira foi cortada a meio pela actividade de extração de rocha ficando, por isso, exposta ao exterior recebendo luz solar directa. A segunda, que se acede por uma entrada estreita, desenvolve-se numa zona de penumbra e recebe luz solar refletida (zona difótica). No seu conjunto, apresenta aspectos de carsificação como pequenos tubos de pressão e caneluras. Contém ricos depósitos de recoberturas secundárias; mantos estalagmíticos e estalactites. O chão apresenta um sedimento silteoso com abundante matéria orgânica e alguns clastos da rocha-mãe.

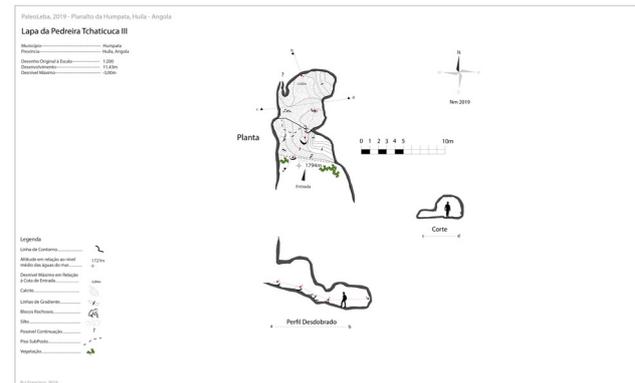


FIGURA 11. Topografia da Lapa da Tchaticuca III



FIGURA 12. A: Aspecto da entrada para a Lapa da Tchaticuca III; **B:** Pormenor dos espeleotemas no interior

Gruta da Malola I

A Gruta da Malola I está localizada na bacia superior do vale do Bruco, no topo de uma colina, muito próxima a uma pedreira ativa de extração de rocha calcária para o fabrico de cal. A cavidade de desenvolvimento vertical e semi-vertical cuja descida só é possível com auxílio a técnicas de progressão vertical; tem cerca de -25 m de profundidade e uma extensão de aproximadamente 48 m. Possui uma largura máxima estimada de 11 m por uma altura de 30m. A entrada faz-se por uma grande abertura no tecto, do tipo poço, rodeada por vegetação arbustiva que por sua vez dá a uma enorme sala que tem por base um grande cone de dejeção. No fundo, as paredes são irregulares, com elementos de carsificação. No chão, o sedimento que preenche a galeria é composto por silte, blocos rochosos e outros detritos. Observam-se também esqueletos humanos. É uma cavidade fósil, bastante seca.

Gruta da Malola II

A Gruta da Malola II (Figura 13) localiza-se na bacia superior do vale do Bruco, zona da Malola no município da Humpata, à cota de 1727m de altitude em relação ao nível médio das águas do mar. A sua orientação preferencial é de W-E por um desenvolvimento de 74,67m, uma largura máxima de 14m por uma altura de 8m. O desnível máximo em relação à cota de entrada é de -22m.

A Gruta da Malola é uma cavidade fóssil e seca cuja entrada se faz por uma abertura quase vertical no tecto. A abertura, do tipo poço, possivelmente originada pelo colapso de um bloco, dá numa primeira sala ampla e bastante sedimentada por uma grande quantidade de blocos rochosos, silte e guano (Figura 14). São visíveis pelo chão bastantes ossadas humanas, algumas dispersas e outras “depositadas” de forma aleatória nos cantos e nichos do espaço (indicando que os depósitos foram remobilizados recentemente para extração extensiva de guano para fins comerciais). Existem também outros artefactos, talvez associados a deposição fúnebre, como cerâmicas e cestarias; algumas quase inteiras como pequenas taças. Na primeira sala, o tecto apresenta um aspecto reticulado derivado do padrão de fracturação das juntas, expondo as formas estromatolíticas da rocha-mãe, não conservando poucas de carsificação no centro. O tecto é praticamente liso devido à desacoplagem recente (embora anterior aos depósitos fúnebres). As paredes laterais são irregulares, exibindo sinais de carsificação como caneluras e precipitações secundárias (estalactites e estalagmites). Observa-se também actividade bacteriana intensa, tanto na rocha primária como nas recoberturas secundárias provavelmente associada a abundante actividade biogénica. A superfície encontra-se coberta de guano o que terá contribuído para fenómenos pós-deposicionais importantes na galeria após a deposição das ossadas.

No extremo sul desta primeira sala, o que parece ser uma grande diáclase, abre passagem para uma segunda sala superior. É revestida por um manto calcítico, estalagmites, estalactites e alguns pequenos gours. O ambiente é húmido e alguns espeleotemas permanecem activos, com gotejamento constante. Entre os elementos de carsificação observam-se caneluras, cortinas, cúpulas de dissolução e outras estalactites. Observa-se ainda um pequeno poço obstruído por silte e material brechóide.

Sobre a base da referida diáclase, no chão, existem algumas passagens estreitas que conduzem a pequenas câmaras. Uma dessas passagens – que não foi explorada – é vertical, bastante carsificada e parece conduzir a níveis inferiores da gruta que por sua vez poderão levar a níveis freáticos. Outra passagem é semi-vertical e conduz a uma câmara preenchida com sedimentos silto-argilosos, em alguns pontos, como pequenos poços ascendentes, cimentados por materiais brechóides. Aí encontram-se também depósitos de travertino e espeleotemas excêntricos, possivelmente associadas a actividade bacteriana intensa (Figura 9).

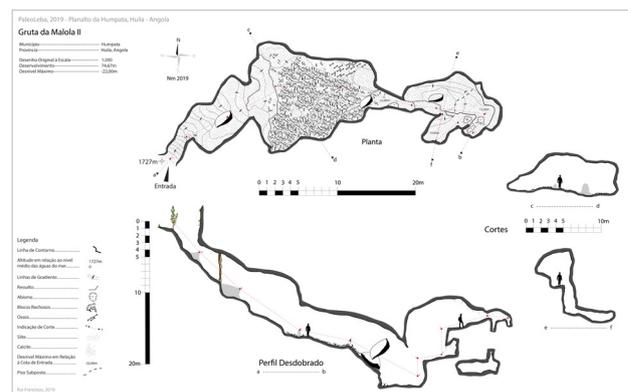


FIGURA 13. Topografia da Gruta da Malola II



FIGURA 14. A: Aspecto do algar e das paredes com cortinas estalagmíticas visto de dentro; B: Pormenor dos espeleotemas excêntricos nas galerias interiores da Malola II.

Gruta da Malola III

A Gruta da Malola III está localizada a cerca de 300m a leste da Gruta da Malola II, na bacia superior do vale do Bruco, zona da Malola, no município da Humpata. A sua entrada encontra-se à cota de 1732m de altitude em relação ao nível médio das águas do mar.

Nesta cavidade não foram realizados levantamentos de espeleometria, apenas foi visitada por uma vez e da qual retiramos alguns dados estimados. Trata-se de uma pequena cavidade do tipo falha; aberta por uma ou mais fracturas e alargada por processos de dissolução dos materiais carbonatados. A entrada é horizontal e ampla tendo, como curiosidade, uma árvore bem desenvolvida que lhe tapa grande parte da entrada. Terá uma orientação preferencial aproximada S – N e E – NW, o desenvolvimento é de cerca de 44m por um desnível de +14m. A largura máxima será de 2,50m por uma altura de 4m. É frequentada por animais que aí procuram abrigo.

Gruta do Tchivinguiro (Nascente de Nandimba)

A Gruta do Tchivinguiro está localizada na colina de Nandimba, junto à nascente (exurgência) de Nandimba, no município da Humpata, à cota de 1666m de altitude em relação ao nível medio das águas do mar. A sua orientação preferencial é de S-N, sendo, no entanto, condicionada por elementos tectónicos estruturantes no seu desenvolvimento, conferindo-lhe um aspecto labiríntico. O desenvolvimento total topografado é de 1230m por uma largura máxima de 25m e por uma altura de 6m. O desnível máximo em relação à cota de entrada é de +26m.

Esta colina, convexa de calcário dolomítico, está isolada pela erosão e encerra no seu endocarso várias formas como câmaras, galerias e salas de desagregação; é possível entrar-se no topo da colina e sair na base desta, junto à surgência. Na realidade, a gruta do Tchivinguiro faz parte de um sistema subterrâneo complexo, único em toda a província, com cerca de 1700m de desenvolvimento e composto por várias galerias que sucedem lateral e verticalmente; com múltiplas entradas no topo da colina, como estreitos poços próximos uns dos outros.

A espeleogénese deste sistema não pode ser explicada num único evento; a morfologia observada indica uma evolução condicionada pelos regimes climáticos regionais e locais assim como padrões litológicos e tectónicos afectando o escarpamento ocidental da Huíla.

A combinação destes factores determinaram e influenciaram o padrão espeleogenético destas cavernas em geral, e da gruta do Tchivinguiro em particular. Assim, a gruta do Tchivinguiro é uma cavidade de perfil horizontal que se enquadra num padrão planimétrico reticulado, possuindo galerias condicionadas pelas fracturas que se cruzam em ângulos determinados pela estrutura da rocha. A desacoplagem sub-horizontal de blocos do tecto, devido à fracturação pelos planos de dissolução dos estromatólitos, dá origem a salas amplas com o chão adornado por blocos paralelepípedicos cobertos por estalagmites de várias espessuras e por vezes colunas (Figura 15). A gruta enquadra-se na classificação das grutas epigenéticas, i.e., formadas pela acção das águas meteóricas, próximo da superfície, que através de percolação contribuem para a dissolução das juntas da rocha-mãe e formação de abundantes linhas de gotejamento (por vezes muito incipientes) ao longo de todo o tecto das salas. A proximidade com a superfície é evidente pois observam-se raízes de plantas entre as fracturas do tecto. A humidade relativa no interior é próxima dos 100%, com temperaturas variáveis entre os 22° e os 27°, podendo ascender a temperaturas mais altas na estação quente, contribuindo para uma maior evapotranspiração dentro das galerias. Actualmente, observa-se um ambiente endocársico bastante dinâmico e activo, principalmente junto ao nível freático.

A dissolução da rocha nas zonas de maior cota é intensa assim como a actividade biogénica (plantas, bactérias e fungos), enquanto noutras zonas, a carsificação é contínua e também intensa, sobretudo na zona freática no contacto hidrogeológico que acontece ao longo da gruta, entre salas e galerias. As formas de preenchimento secundárias (espeleotemas) são abundantes e com várias morfologias (colunas, cortinas) acontecendo, sobretudo, na atual zona vadosa. Nas fendas provocadas pelas fracturas observam-se preenchimentos clásticos, argilo-arenosos com abundantes blocos de rocha-mãe, alguns deles cimentados, mas formando brechas porosas.

Não só na gruta do Tchivinguiro, mas ao longo de todo o sistema, existe uma rica e abundante fauna cavernícola; observam-se vários insectos como formigas, grilos, aracnídeos, assim como peixes, caranguejos e rãs nas piscinas das galerias húmidas.



FIGURA 15. Aspecto de uma das salas secas da gruta do Tchivinguiro (escala humana de 1,68m)

Gruta de Cangalongue

A Gruta de Cangalongue (Figura 16) é amplamente conhecida localmente e foi primeiro descrita por do Amaral 1973. A gruta possui originalmente uma entrada vertical através de um algar com cerca de 4m e era utilizada pelas comunidades locais como espaço funerário na Idade do Ferro. A gruta encontra-se muito alterada desde a abertura de uma entrada horizontal pela pedreira dos anos 1950 e o uso de dinamite para a exploração da cal (Figura 17A-C). À época, a exploração terá se defrontado com dezenas de deposições funerárias no interior da gruta e os esqueletos foram remobilizados ou exumados.

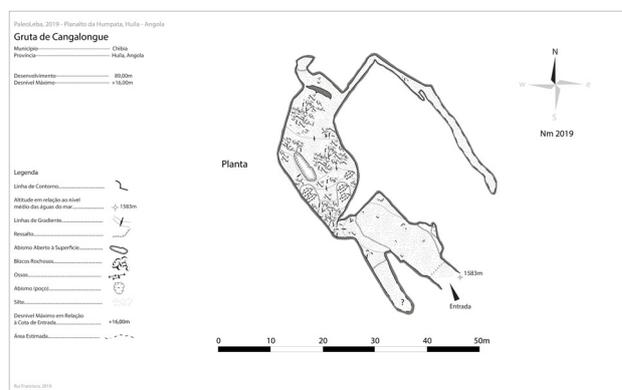


FIGURA 16. A – Topografia da Gruta de Cangalongue



FIGURA 17. A – Entrada natural do algar de Nkangalongue; B – Entrada artificial criada pela pedreira nos anos 50; C – Aspecto das fissuras e câmaras

A gruta é muito frequentada, apresenta o chão muito pisoteado e com abundante matéria orgânica. Observou-se que, à semelhança da gruta da Malola, o sítio arqueológico da Idade do Ferro se encontra destruído por escavação ilegal para extração de guano à escala industrial. Neste sentido verifica-se que os materiais arqueológicos estão muito misturados e grande parte das ossadas humanas antes conhecidas (na ordem das dezenas) desapareceu do sítio ou está fragmentada. Em contrapartida, estes trabalhos abriram outros canais e galerias dentro do sistema que parece consistir numa densa rede de fendas com espeleotemas muito incipientes.

NASCENTES E LAGOAS

Umbutu

A nascente Umbutu é uma pequena exurgência permanente, localizada numa zona de transição entre os calcários e os arenitos da Leba. O vale apresenta uma linha de água do tipo mulola, presentemente seca e limitada ao ponto de nascente da água utilizado pela população local. Aqui foram realizadas amostras de sedimentos, plantas aquáticas e água para micropaleontologia e isótopos.

Mewó

A nascente Mewó é uma exurgência permanente localizada numa fenda, associada a uma falha com orientação E-W que atravessa o planalto da Humpata até ao escarpamento (ver Lopes et al. 2016). O sítio é particularmente peculiar pois consiste numa fissura colapsada, similar ao sítio da Tchíua (Mouta et al., 1953, Pickford et al.; 1994) outrora completamente preenchida por vários metros de tufos calcários com fósseis de plantas, entretanto erodido pelas chuvas torrenciais. Nas paredes da fissura conservam-se ainda cerca de 6m deste sedimento silto-arenoso amarelo-avermelhado composto por negativos de folhas e troncos de árvores ou arbustos que poderão ter sido arrastados para o vale. Posteriormente, e após a descida do nível freático para próximo da cota actual, o depósito foi erodido pelas águas torrenciais, deixando apenas vestígios destas concreções conservados nas paredes da fenda (Figura 18). Neste vale situa-se uma outra gruta a montante, o Algar da Malola V, que parece estar associada à mesma falha tectónica e padrão de fissuramento, mas não foi explorado.



FIGURA 18. Pormenor dos fósseis de plantas nas paredes da fenda da Mewó

Lagoas da Humpata (Nuatchite e Catende)

Na carta geológica da região (Matias, 1980) encontram-se registados dois corpos de água a cerca de 12 km sul da localidade da Humpata denominados lagoa Nuatchite e lagoa Catende. No sentido de verificarmos o potencial dos seus sedimentos para estudos de paleoclima visitámos o local uma primeira vez no final da estação húmida. À época a lagoa Nuatchite apresentava ainda alguma água superficial (uma massa de cerca de 5m de diâmetro) com plantas aquáticas. Na segunda visita ao espaço em Junho verificámos a ausência de água e o solo completamente dissecado. Atendendo à densidade de explorações agrícolas com cultivo extensivo nesta zona da Humpata, levamos a crer que a recarga das lagoas deixou de ocorrer com a mesma intensidade, provavelmente devido ao aproveitamento das águas para a irrigação, agudizado pela seca extrema.

O Carso e Endocarso do Planalto da Humpata

O carso do Planalto da Humpata insere-se nas manchas de calcários dolomíticos, cinzento-azulados, em bancadas horizontais ou sub-horizontais, que constituem a série superior da “formação da Chela”, do período Silúrico/Câmbrico. O carso foi referenciado na bibliografia como um carso fóssil, marcado por fases em que a carsificação foi mais intensa – que correspondeu à emergência dos calcários; progressivamente dando lugar a ciclos de carsificação mais espaçados e porventura até nulos em algumas zonas (do Amaral 1973). Em geral, o relevo é marcado por colinas onde se observam colunas e pináculos calcários de aspecto ruiforme em resultado da erosão diferencial. Em alguns locais, o encaixe e a evolução da rede hidrográfica, isolou estas colinas e abriu vales profundos e largos, de vertentes abruptas (do Amaral 1973).

É nestas colinas que as mais relevantes cavidades se desenvolvem e onde o endocarso apresenta algumas diferenças em relação aos períodos da sua evolução. Como exemplo, na colina de Nandimba, a gruta do Tchivinguiro apresenta um endocarso dinâmico e activo, onde é possível constatar zonas de contacto hidrológico, ao longo dos lagos que ocorrem nas salas e galerias. Assim, a carsificação continua ao mesmo tempo que as formas de preenchimento prosseguem na zona vadosa, observando que os estágios de formação de estalagmites são intercalados por derrubes sequenciais do tecto. A rede subterrânea conhecida é superior a 1 Km e a sua reserva de água doce, emergindo à superfície pela base da colina (nascente de Nandimba), é um importante recurso natural tanto para a vida da sua fauna cavernícola como para a comunidade envolvente.

Noutros casos, como na colina da Malola, onde existe também uma rede cavernícola de várias dezenas de metros, a carsificação há muito que parece ter cessado. Nesta colina, na Gruta da Malola II, encontra-se um endocarso completamente senil. Os tectos da cavidade não conservam quaisquer formas como cúpulas de dissolução ou tubos de pressão e o nível freático, que hoje se encontra muito abaixo dos níveis conhecidos e acessíveis. O preenchimento da gruta é composto por depósitos secundários de carbonatos e travertino e, no chão, por uma enorme aglomeração de blocos rochosos que outrora estiveram cobertos por guano de uma numerosa colónia de morcegos.

Nas zonas escarpadas das colinas, as poucas cavidades que existem parecem ter aberto para o exterior através do recuo erosivo e consequente colapso de parte dessas paredes escarpadas. É também evidente que a extração de calcário para a produção de cal contribuiu para a acelerar o processo de derrube nos bordos das colinas, expondo em muitos casos galerias de dissolução ou tubos freáticos anteriormente não conhecidos. Estas pequenas cavidades na zona da Leba, talvez representem a fase inicial de formação deste tipo grutas e que, entretanto, foi interrompida. As cavidades são de perfil horizontal, conservam algumas formas cársicas nos tectos e paredes como “bell holes”, cúpulas de dissolução ou pequenos tubos de pressão horizontais.

As cavidades conhecidas no Planalto da Humpata são, em regra, de desenvolvimento horizontal ou sub-horizontal. Comunicam com a superfície por pequenos poços ou pelo colapso de uma parte dos tectos, consequência da existência de abundantes linhas de fractura produzidas por fenómenos tectónicos, mas também de pressão local, que facilita a percolação das águas da chuva contribuindo para a dissolução da fração carbonatada dos estromatólitos, facilitando a desacoplagem.

As entradas horizontais conhecidas, com raras excepções, ou encontram-se na vertente das colinas ou foram abertas pela extração de calcário para o fabrico de cal. Numa primeira e rápida observação, a espeleogénese destas cavidades parece enquadrar-se, primeiro, num modelo hipogénico – que corresponde à emersão dos calcários – seguido pela descida do nível das águas, uma fase epigenética. As semelhanças deste conjunto com as que foram estudadas por C. K. Brain, nos calcários dolomíticos, igualmente pré-cámbricos, da África do Sul, em 1967, parece esclarecer de forma generalizada a abertura e desenvolvimento deste tipo de grutas em calcários dolomíticos da área subtropical de África. Transcreve-se abaixo o esquema de evolução de uma gruta por C. K. Brain, a partir da tradução de Ilídio do Amaral (1973, p. 33):

- a) - Abertura e desenvolvimento de uma gruta (câmara) a certa profundidade, sob o nível das águas;
- b) – A diminuição do nível freático (câmara) a seco, mas com possibilidade de desenvolvimento de outra cavidade a nível mais baixo, no domínio das águas. Em relação à primeira, uma vez em ligação indireta com a atmosfera exterior, as juntas e fendas tornaram-se os caminhos mais fáceis para a descida e ataque químico das águas das chuvas, que assim contribuíram para o seu alargamento. Por dissolução do calcário e precipitação secundária de carbonatos formaram-se os depósitos de calcite e os travertinos que recobrem as superfícies rochosas, que aglomeram os blocos e que deram também as formas estalactíticas.
- c) – A continuação do alargamento das juntas e fendas acabou por a gruta em contacto mais directo com o exterior; através delas não só entraram as chuvas, mas também solo e blocos rochosos da vertente da colina, que se misturam com os sedimentos residuais do interior da gruta.
- d) – Quanto maior ou mais rápido for o alargamento das fendas, tanto maior e mais rápida terá sido também a penetração de materiais do exterior e de tal modo que, muitas vezes, eles acabam por mascarar os detritos residuais da dissolução da rocha.”

Este modelo, ainda bastante simplista, traça de um modo geral o processo de formação das cavidades na região. De qualquer modo, a presença de microclimas nas diferentes áreas do Escarpamento de África parece ter um impacto importante nos regimes hidrológicos, espeleogénese e fossilização e, por conseguinte, em diferentes características de sedimentação e preenchimentos minerais observáveis (eg. Brain 1993, Pickford 2010). Fica ainda muito por investigar sobre os contextos cársicos no lado leste do Planalto da Humpata, onde um pseudo-carso no maciço quartzítico foi já registado pela equipa de espeleologia 2010 (Pinto et al., 2016), não tendo sido abrangido neste relatório.

Depósitos calcários, paleontologia e arqueologia

No início do século XX, o interesse económico das potências coloniais pelas regiões de mineração no hemisfério Sul desencadeou a prospeção geológica que esteve na origem dos primeiros estudos paleontológicos na África Subsaariana. Durante o levantamento geológico e o mapeamento de afloramentos e formas de relevo, numerosas descobertas fósseis foram registradas em pedreiras de calcário, tanto no leito rochoso quanto nas brechas de karstvelds dolomíticas na África do Sul, Zimbábue, Namíbia e, particularmente, Angola (Beetz, 1933; Dart, 1950). Na paisagem cárstica da Huíla existem vários depósitos fossilíferos associados a detritos das zonas de exploração do calcário, frequentemente junto a pedreiras ou fornos de cal, descartados pela linha de produção devido à baixa qualidade (Klemme, 1955). Os depósitos fossilíferos são expostos principalmente ao redor das pedreiras de cal hidráulica, porque o sinter foi escavado para esse fim. A fauna está presente abundantemente nos blocos rejeitados pelos mineiros, geralmente associados a brechas e depósitos clásticos de grutas abertas ou já colapsadas, como é o caso da Tchíua.

No planalto de Humpata, existem cinco locais com pedreiras, fornos e fábricas para produção de cal que funcionavam do final da década de 1940 a meados da década de 1990: Leba, Tchivinguiro, Malola, Ufefua, Tchíua e Cangalonge. Estes também são os locais dos principais sistemas de cavernas e os fornos estão habitualmente localizados no topo ou adossados à escarpa onde se encontram as entradas. Devido ao acesso mais fácil, esses locais foram pesquisados brevemente pela Expedição de Paleontologia de Angola, dirigida por M. Pickford em 1989 e 1990, que transferiu os primeiros locais descobertos em Tchíua (equivocadamente chamado Leba por Telles Antunes, 1965) durante a Missão de Mapeamento Geológico entre 1947 e 1950 (Mouta, 1950). A pedreira de Tchíua forneceu vários crânios e mandíbulas completos, além de mais de 50 ossos pós-cranianos de cercopitécideo (Pickford et al. 1992). Esses fósseis lançaram a ideia de contemporaneidade com os primatas plio-pleistocénicos encontrados na África do Sul (Dart, 1950; Arambourg & Mouta, 1952) e, portanto, a possibilidade de homínídeos anteriores ao *Homo sapiens* em Angola (Mouta, 1953). Os primeiros espécimes tornaram-se objecto de extensa descrição e análise por vários autores (Telles Antunes, 1965; Pickford, et al. 1994; Jablonski, 1995; Delson & Dean, 1993; Gilbert et al., 2009), mas apenas Pickford e sua equipa desenvolveram trabalho de campo em Angola. Durante a sua breve exploração, novos sítios paleontológicos foram descobertos no vale de Cudeje e em Cangalonge.

Os espécimes recolhidos oferecem informação relevante acerca da fauna de vertebrados existente na região, mas o seu significado bioestratigráfico contém dados importantes sobre a formação das grutas e o desenvolvimento da paisagem no Pliocénico e Pleistocénico. Parece que nas áreas onde o sinter foi extraído mais extensivamente, muito poucos fósseis da idade do Pliocénico estão presentes. É o caso do vale Leba, na extremidade norte da formação de calcário mais afetada pela erosão, do que mais ao sul em Cangalonge. As brechas geralmente são grosseiras com muito pouco material derivado da superfície terrestre antiga, e apenas os estágios iniciais dos sistemas de cavernas são preservados, como a Caverna Leba. Em outros locais como Malola, Tchíua e Ufefua, as brechas rosa são interpretadas como exibindo génese perto da superfície (Pickford et al., 1992).

Na Tchíua, descobriram-se abundantes conjuntos de fauna de bovídeos e fragmentos de espeleotemas ainda são observados nas brechas rosa-avermelhadas da pedreira, atingindo uma profundidade máxima de 3 m em alguns locais.

Na colina de Nandimba (Gruta do Tchivinguiro), as brechas fossilíferas são observadas nas paredes de pequenas cavernas acima da nascente. Além disso, dentro da caverna de Tchivinguiro / Nandimba, essas brechas são observadas nas fendas verticais da câmara atravessando a rocha-mãe. No bordo norte da formação calcária, onde o sinter foi extraído mais extensivamente nas pedreiras de Leba, poucos fósseis estão presentes hoje, observando-se alguns fósseis nos perfis da pedreira da Leba, embora algumas referências indiquem que fauna abundante foi observada nos estágios iniciais da mineração (Mouta, 1953; Mason, 1975). As brechas no bordo norte da formação Leba são geralmente grosseiras, compostas por grandes blocos de dolomite sustentados por sinterização com muito pouco material clástico, como no caso das cavidades Tchaticuca I e II. Parece que ocorreu a deflação da superfície terrestre antiga e hoje apenas as raízes inferiores dos sistemas de cavernas são preservadas, o que explicaria a deposição de materiais arqueológicos nos taludes sobranceiros à margem do rio Leba.

O principal interesse nas brechas fossilíferas do planalto de Humpata, além dos cercopitecídeos, é a abundante microfauna, que fornece informações sobre a idade e a paleoecologia das brechas. Isso indica que todos os sítios em que se verificam estes sedimentos na Humpata são do Pliocénico tardio ao Pleistocénico médio. As estimativas de idade da sequência de brechas indicam que Cangalongue pode ser datada entre 1,3 e 1,8 Myr, enquanto Malola pode ter a mesma idade que Makapansgat na África do Sul (Pickford et al., 1994). Por ora, estas conclusões, adquirem ainda um carácter de datação relativa, baseando-se, sobretudo, na sequência bioestratigráfica. No entanto, evidencia a importância desta paisagem de escarpa para as populações de mamíferos e primeiros humanos do sudoeste de África, encontrando-se ainda muito por estudar no que toca à reconstituição da paleo-paisagem desde o Pliocénico.

No sentido de colmatar esta lacuna, e contribuir para a conservação deste património, foram iniciados vários protocolos de amostragem de isótopos para reconstituir o clima, caracterizar as formações, e datar os seus preenchimentos. No vale da Leba, e no contexto específico das escavações

arqueológicas da Gruta da Leba, a abordagem de geociências tem se focado na análise microestratigráfica dos depósitos sedimentares que preenchem as grutas com o objectivo de reconstituir os processos de formação de sítio e caracterizar fenómenos pós-deposicionais e diagenéticos afectando os vestígios arqueológicos da Idade da Pedra Média e Superior. Esta abordagem é acompanhada por datações de Radiocarbono, Luminescência e Electron Spin Ressonance (ESR). Este último método está a ser aplicado aos dentes de bovídeos presentes nos depósitos brechóides e é acompanhado pelo estudo isotópico para paleoecologia. Os dados destes trabalhos estão a ser preparados para publicação (por D. Matos) e são essenciais para situar o papel desta região cársica entre outras zonas similares do sul de África encaradas como nichos ecológicos importantes no desenvolvimento das comunidades de primatas e humanos durante o Quaternário (eg. Pickford et al., 2010).

Ao mesmo tempo, e no contexto da exploração do carso e do endocarso, iniciou-se a revisão dos membros do Grupo Chela-Formação Leba (por J. Fernandes) e iniciaram-se protocolos de amostragem para caracterização hidrológica e recuperação de micropaleontologia (por E. Robakiewicz), nomeadamente de diatomáceas. As diatomáceas são micro-organismos que se formam globalmente em águas doces e marinhas. Elas também produzem um muco aderente e vivem presas à superfície de outros organismos aquáticos, desde plantas a animais, pelo que são elementos com ampla distribuição na natureza. Por se tratarem de microalgas com paredes siliciosas, após a morte, os seus exoesqueletos acumulam-se nos sedimentos sob os corpos de água onde vivem. Estas características fazem com que sejam elementos ideais para reconstituição paleoclimática. A identificação das espécies de diatomáceas pode ser utilizada também para interpretações paleoecológicas: determinar se os sedimentos são de origem marinha ou não, mostrar de que modo às características lacustres se alteraram ao longo do período Quaternário, especialmente inferir a eutrofização antropogénica e acidificação, reconstruir os climas passados e dos seus ecossistemas aquáticos. Os seus conteúdos isotópicos constituem importantes registos de variações de temperatura e precipitação, elementos sobre os quais só se possui informação sobre a Angola desde o final do século XIX. Ao mesmo tempo, as características hidrológicas do planalto estão pouco estudadas. Embora esta zona da Huíla seja uma área amplamente reconhecida pelas suas águas minerais, onde existem mais de uma dezena de empresas de exploração deste recurso, não se conhecem estudos actualizados sobre as variações dos níveis freáticos, os seus conteúdos minerais ou sobre a própria estabilidade do Aquífero da Chela face à exploração agrícola e industrial. Similarmente poucos trabalhos existem sobre o impacto humano recente na zona e o efeito das alterações climáticas na conservação desta paisagem (eg. Huntley et al., 2019).

CONCLUSÕES

Na prospeção realizada reuniu-se um cadastro com 40 sítios de interesse do ponto de vista do património cársico e paleontológico no extremo ocidental das terras altas da Huíla. Do ponto de vista do endocarso, registaram-se 15 grutas com desenvolvimento e recolheram-se amostras de diversos ele-

mentos minerais nos seus preenchimentos com vista à reconstituição paleo-paisagística, climática e datações. Vestígios arqueológicos e culturais foram registados fotograficamente e deixados intactos.

A diversidade e riqueza dos vestígios descobertos na região são indicadores de um enorme potencial para a investigação científica e valorização patrimonial futura. Em toda a área do planalto existem várias localizações de interesse, mas que carecem ainda da devida atenção e conservação. Os nossos trabalhos permitiram sinalizar algumas situações de risco nomeadamente nestes últimos dois casos, a Gruta da Malola II e a Gruta de Cangalongue, têm sido alvo de extracção ilegal de guano nos últimos anos, uma situação que já produziu a destruição de vestígios arqueológicos bastante importantes para a herança cultural de Angola. De qualquer modo, os nossos trabalhos no terreno foram pautados pela sensibilização da população local e uma forte interacção com as autoridades locais no sentido de se conhecer e proteger os espaços do património natural e histórico.

Este registo é essencial para melhor conhecer e proteger esta parte de África, única do ponto de vista ecológico e que actualmente atravessa um período de instabilidade climática derivado de ciclos de seca extrema cada vez maiores. Esta situação constitui uma ameaça à já frágil biodiversidade local, mas também à população humana, debilitando as economias tradicionais baseadas na agricultura de subsistência e pastorícia. A dependência dos rios e dos poços, muitas vezes inexistentes por vários quilómetros de distância, tanto para consumo humano como para o trabalho agrícola, constituiu um dos principais desafios das comunidades tradicionais. No planalto da Humpata, os desafios da população são agudizados pela existência de dezenas de explorações industriais tanto para engarrafamento de água como para agricultura intensiva. Todas estas estruturas dependem da captação de águas dos rios ou directamente do aquífero da Chela. Num período em que os níveis de precipitação se encontram mais reduzidos, a recarga do aquífero não será possível à mesma velocidade, porque os leitos dos rios e mulolas se tornaram inexistentes, ou tão somente canalizado, a nível subterrâneo. Nesta instância, o estudo e protecção das grutas da Leba é vital pois estas constituem não só bons indicadores piezométricos, como também actuam como filtros naturais preservando assinaturas isotópicas e minerais das transformações climáticas, importantes para modelar, reconstituir e prever riscos associados ao uso da paisagem cársica e dos aquíferos.

AGRADECIMENTOS

D. Matos é financiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, Portugal (FCT, ref.: SFRH/BD/117162/2016). O trabalho de campo foi financiado pela Fundação Leakey Dissertation Grants e pela Fundação National Geographic Early Career Grants. À Reitoria da Universidade Mandume Ya Ndemufayo, Instituto Superior Politécnico da Huíla e à Administração Municipal da Humpata e da Chibia; Governo Provincial da Huíla, Museu Nacional de Arqueologia de Benguela, Museu Regional da Huíla e PRISC/IICT, Universidade de Lisboa. Ao CEAE/LPN- Centro de Estudos e Actividades Especiais - Liga para

a Protecção da Natureza. Ao NEUA- Núcleo de Espeleologia da Universidade de Aveiro; FPE- Federação Portuguesa de Espeleologia
À comunidade da Leba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DO AMARAL, I., 1973. *Nota sobre o karst ou carso do planalto da Humpata (Huíla) no SW de Angola*. Rev. Garcia de Orta, *Série Geografia* 1(2), pp. 29-36.
- [2] ALMEIDA, A. & ALMEIDA, M.E.C., 1956. *Contribuição para o estudo da antropologia dos bosquímanos de Angola: Mucuancalas*. Rev. Garcia de Orta 4, (3), pp. 327 -333.
- [3] ALMEIDA, A., 1970. *Alguns velhos e novos conceitos sobre os povos não bantos de Angola*. Lisboa: UTL, 35 p.
- [4] ALMEIDA, A., 1994. *Os Bosquímanos de Angola*. Lisboa: Ministério da Educação, 403 p.
- [5] ALMEIDA, A. & CAMARATE-FRANÇA, J., 1960. *Recintos Muralhados de Angola. Memórias da Junta de Investigações do Ultramar: Estudos Sobre Pré-História do Ultramar Português, N° 16*.
- [6] ALMEIDA, A. & CAMARATE-FRANÇA, J., 1964. *Notícia Sobre o Paleolítico do Território de Cabinda (Angola)*. Memórias da Junta de Investigações do Ultramar: Estudos Sobre Pré-História do Ultramar Português, N° 50, vol.2.
- [7] ALMEIDA, A. & BREUIL, H., 1965. *Le magosien du sud de l'Angola*. Memórias da Junta de Investigações do Ultramar: Estudos Sobre Pré-História do Ultramar Português, Separata do n° 16 (2ª série), pp.107-124
- [8] ARAMBOURG, C. & MOUTA, F., 1955. *Les Grottes et Fentes à Ossements du Sud de l'Angola*. Actes du 2ème Congrès de Préhistoire Africaine, Alger, 1952 (Balout, L. ed.), Direction de l'Intérieur et des Beaux-Arts - Service des Antiquités, Paris, pp: 301-204.
- [9] BARBOSA, J., 1970. *Carta fitogeográfica de Angola*. Instituto de investigação Científica de Angola, Luanda. BEETZ, P., 1933. *Geology of South West Angola, between Cunene and Lunda axis*. Trans. Geol. Soc. S. Afr. Johannesburg, 36, pp.137-17
- [10] BIRMINGHAM, A.N., MYLROIE, J.R., MYLROIE, J.E., LACE, M.J., 2011. *Speleogenesis Bell Hole Origin: Constraints on Developmental Mechanisms, Crooked Island, Bahamas*. *Speleogenes. Evol. Karst Aquifers* 70-79.
- [11] BLOME, M., et al., 2012. *The environmental context for the origins of modern human diversity: a synthesis of regional variability in African climate 150,000-30,000 years ago*. *Journal of Human Evolution* 62, pp.563-592.
- [12] BURGESS, N., HALES, J.D., UNDERWOOD, E. ET AL., 2004. *Terrestrial ecoregions of Africa and Madagascar*. World Wildlife Fund (WWF). Island Press, Washington, DC.
- [13] CAMARATE-FRANÇA, J., 1964. *Nota preliminar sobre uma gruta pré-histórica do planalto da Humpata*. Memórias da Junta de Investigações do Ultramar: Estudos sobre Pré-história do Ultramar Português. Separata do n° 16 (2ª série), pp.59-67
- [14] CARVALHO, H. 1983. *Notice Explicative préliminaire sur la geologie de l'Angola*. Inst. Inv. Cient. Tropical. Rev. Garcia de Orta, *Série de Geologia* 6, pp.15-30.

- [15] CARVALHO, H., 1984. *Estratigrafia do Pre-Câmbrico de Angola*. Rev. Garcia Orta, Série de Geologia 7, pp. 1-66.
- [16] CARVALHO, H. & ALVES, P., 1993. *The Precambrian of SW Angola and NW Namibia*. Comunicações do Instituto de Investigação Científica Tropical, Série Ciências da Terra 4, 38 p.
- [17] CARVALHO, H., et al., 2000. *Geochronological review of the Precambrian in Western Angola: links with Brazil*. Journal of African Earth Sciences, 31, 2, pp. 383-402.
- [18] CARVALHO, S. C. P, SANTOS, F.D. & PULQUÉRIO, M., 2016. *Climate change scenarios for Angola: an analysis of precipitation and temperature projections using four RCMs*, Int. J. Climatology
- [19] CHISINGUI, A. Et al., 2018. *Vegetation survey of the woodlands of Huíla Province*. In: *Climate change and adaptive land management in southern Africa – assessments, changes, challenges, and solutions* (ed. by Revermann, R., Krewenka, K.M., Schmiedel, U., Olwoch, J.M., Helmschrot, J. & Jürgens, N.), pp. 426-437, Biodiversity & Ecology, 6, Klaus Hess Publishers, Göttingen & Windhoek. doi:10.7809/b-e.00355
- [20] CRUZ, J. R., 1940. *Elementos de climatologia: o clima de Angola*. (s/ed.) Lisboa.
- [21] CORREIA, H. (1973). *Sobre a existência de rochas vulcano-clásticas na Formação da Chela (Região do Planalto da Humpata)*. Cien. Geol., Cursos de Ciências, Univ. Luanda, 1, 27-32.
- [22] CORREIA, H., 1976. *O grupo Chela e a Formação Leba como novas unidades litoestratigráficas resultantes da redefinição da Formação Chela na região do Planalto da Humpata (Sudoeste de Angola)*. Boletim da Sociedade Geológica de Portugal XX (fasc. I-II): 65-130.
- [23] DART, R., 1950. *A Note on the Limestone Caves of Leba, Near Humpata, Angola*. South African Archaeological Bulletin 5, pp.149-151
- [24] DELSON E, & DEAN, D., 1993. *Are P. baringensis R. Leakey, 1969, and P. quadratiostris Iwamoto, 1982, species of Papio or Theropithecus? in N JABLONSKI (ed.): Theropithecus: Rise and Fall of a Primate Genus*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 125-156
- [25] DINIZ, A. C. (1973). *Características mesológicas de Angola: Descrição e correlação dos aspectos fisiográficos, dos solos e da vegetação das zonas agrícolas angolanas*. Missão de Inquéritos Agrícolas de Angola.
- [26] DINIZ, A. C. (1991). *Angola: O meio físico e potencialidades agrárias*. Ministério dos Negócios Estrangeiros.
- [27] DUPONT, L. & BEHLING, H., 2006. *Land–sea linkages during deglaciation: High-resolution records from the eastern Atlantic off the coast of Namibia and Angola (ODP site 1078)*. Quaternary International, vol. 148, Issue 1, pp. 19-28,
- [28] DUPONT, L., BEHLING, H. & KIM, J.-H., 2008. *Thirty thousand years of vegetation development and climate change in Angola (Ocean Drilling Program Site 1078)*. Climate of the Past Discussions, European Geosciences Union (EGU) 4 (1), pp.111-147
- [29] ERVEDOSA, C., 1980. *Arqueologia Angolana*, Lisboa: Edições 70.
- [30] FARRANT, A.R. & SMART, P.L., 2011. *Role of sediment in speleogenesis; sedimentation and paragenesis*. Geomorphology 134, 79–93. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.06.006>
- [31] FEIO, M., 1964. *A evolução da escadaria de aplanções do Sudoeste de Angola*. Rev. Garcia de Orta, Série Geografia 12(2), pp. 323-354.
- [32] FEIO, M., 1981. *O Relevo do Sudoeste de Angola: estudo de geomorfologia*. Lisboa: Junta de Investigações do Ultramar.
- [33] FIELD, M., 2011. *Book Review: Groundwater Hydrology of Springs: Theory, Management, and Sustainability*. J. Cave Karst Stud. 73, 44. <https://doi.org/10.4311/jcks2010br0135>
- [34] FIGUEIREDO, E., SMITH, G. & CÉSAR, J., 2009. *The flora of Angola: first record of diversity and endemism*. Taxon 58 (1), pp. 233–236
- [35] FOLK, R.L., 1962. *Spectral subdivision of limestone types*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 1, p. 62–84.
- [36] GAUTIER, A., 1995. *Restes Animaux Holocènes et du Paléolithique Moyen(MSA)de la Grotte de Leba sur le Plateau de Humpata (Angola)*. Archaeofauna 4, pp.131-141.
- [37] GILBERT, C., MCGRAW & S. DELSON D. et al. 2009. *Plio-Pleistocene Eagle Predation on Fossil Cercopithecids From the Humpata Plateau, Southern Angola*. American Journal of Physical Anthropology 139, pp. 421–429.
- [38] HENRIQUES, M., TAVARES, A. & BALA, A., 2013. *The Geological Heritage of Tundavala (Angola): an integrated approach to its characterization*. Journal of African Earth Sciences. 88, pp. 62-71.
- [39] HOLMGREN, K., KARLEN, W., SHAW, P., 1995. *Paleoclimatic significance of the stable isotope composition and petrology of a Late Pleistocene stalagmite from Botswana*. Quatern. Res. 43, 320-328.
- [40] HOLZKAMPER, S., HOLMGREN, K., LEE-THORP, J., TALMA, S., MANGINI, A., PARTRIDGE, T., 2009. *Late Pleistocene stalagmite growth in Wolkberg Cave, South Africa*. Earth Planet. Sci. Lett. 282, 212-221.
- [41] HUDEC, M. R. & JACKSON, M.P.A., 2004, *Regional restoration across the Kuanza Basin, Angola: salt tectonics triggered by repeated uplift of metastable passive margin*. AAPG Bulletin, 88, p. 971-990.
- [42] HUNTLEY, B. & MATOS, E., 1994. *Botanical diversity and its conservation in Angola*. Strelitzia 1, pp. 53–74.
- [43] HUNTLEY, B.J., RUSSO, V., LAGES, F., FERRAND, N., 2019. *Biodiversity of Angola: Science & conservation: A modern synthesis*, Biodiversity of Angola: Science and Conservation: A Modern Synthesis. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-03083-4>
- [44] JABLONSKI, N., 1994. *New fossil cercopithecid remains from the Humpata Plateau, southern Angola*. American J. of Physical Anthro. 94, pp. 435-464.
- JORGE, V., 1974. *Breve introdução à Pré-História de Angola*. Revista de Guimarães, 84, pp. 149-170
- [45] JORGE, V., 1975. *Novas estações arqueológicas do Sudoeste de Angola*. Revista de Guimarães, 85, pp. 109-126.
- [46] KASPAR, F., HELMSCHROT, J., MHANDA, A., BUTALE, M., DE CLERCQ, W., KANYANGA, J. K., NETO, F. O. S., KRUGER, S., CASTRO MATSHEKA, M., MUCHE, G., HILLMANN, T., JOSENHANS, K., POSADA, R., RIEDE, J., SEELY, M., RIBEIRO, C., KENABATHO, P., VOGT, R., & JÜRGENS, N. (2015). *The SASSCAL contribution to climate observation, climate data manage-*

- ment and data rescue in Southern Africa. *Advances in Science and Research*, 12, 171–177. <https://doi.org/10.5194/asr-12-171-2015>
- [47] KASPAR, F., TINZ, B., MÄCHEL, H., & GATES, L., 2015. Data rescue of national and international meteorological observations at Deutscher Wetterdienst. *Advances in Science and Research*, 12, 57–61. <https://doi.org/10.5194/asr-12-57-2015>
- [48] KLEMM, M., 1955. Southern Angola and the Limestone Industry. *Rel. Cópia. Serv. Geol. E Minas*, p 5-44.
- [49] KULONGOSKI, J.T., HILTON, D.R., SELAOLLO, E.T., 2004. Climate variability in the Botswana Kalahari from the late Pleistocene to the present day. *Geophys. Res. Lett.* 31, 1–5. <https://doi.org/10.1029/2003GL019238>
- [50] LOPES, F., PEREIRA, A.J., MANTAS, V.M. & MPENGO, H.K., 2016. Morphostructural characterization of the western edge of the Huila Plateau (SW Angola), based on remote sensing techniques. *J. of African Earth Sciences*, 117, pp. 114-123.
- [51] MARQUES, M., 1977. Esboço das unidades geomorfológicas de Angola (2ª aproximação). *Rev. Garcia Orta, Série Geologia* 2, pp. 41-43.
- [52] MASON, R., 1976. Exploration archaeology of the Kaokoveld and southern Angola and potential australopithecine sites in the Serra da Chela Massif, Southern Angola. *Annals of the South African Museum* 71, pp. 215-224.
- [53] MATIAS, D.N., 1980. Carta Geológica de Angola à escala 1:1000000 (folha 3). Lisboa: Instituto Geográfico Cadastral
- [54] MATOS, D. 2013. A Tecnologia Lítica da Middle Stone Age da Gruta da Leba (Sudoeste de Angola). *Dissertação de Mestrado, Universidade do Algarve*
- [55] MITCHELL, P., 2010. Genetics and southern African prehistory: an archaeological view. *J. of Anthropological Sciences*, Vol. 88, pp. 73-92
- [56] MONROE, W.H. (ed.), 1971. A glossary of karst terminology. *J. Hydrol.* 14, 362. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(71\)90080-1](https://doi.org/10.1016/0022-1694(71)90080-1)
- [57] MOUTA, F., O'DONNELL, H., 1933. Carte Géologique de l'Angola (1/2000000). Notice Explicative.
- [58] MOUTA, F., 1953. Possibilidade de existência de pré-hominídeos no sul de Angola (Leba, Humpata). *Anais do Instituto de Medicina Tropical (Número dedicado ao 1º Congresso de Nacional de Medicina Tropical) X, 4 (Fasc. II)*, pp. 2905-2911.
- [59] MOUTA, F., 1955. Contribution du continent africain à la préhistoire humaine: les vestiges fossiles. *Boletim da Sociedade de Estudos de Moçambique, Lourenço Marques: Sociedade de Estudos de Moçambique, Separata do nº 101*, pp. 33-47.
- [60] MUCHE, G., KRUGER, S., HILLMANN, T., JOSENHANS, K., RIBEIRO, C., BAZIBI, M., SEELY, M., NKONDE, E., DE CLERCQ, W., STROHBACH, B., KENABATHO, P., VOGT, R., KASPAR, F., HELMSCHROT, J., & JÜRGENS, N. (2018). SASSCAL WeatherNet: Present state, challenges, and achievements of the regional climatic observation network and database. *Biodiversity & Ecology*, 6, 34–43. <https://doi.org/10.7809/b-e.00302>
- [61] MUNDAY, C. & WASHINGTON, R., 2017. Circulation controls on southern African precipitation in coupled models: The role of the Angola Low. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 122, pp. 861–877.
- [62] PEREIRA, E., ET AL., 2011. New data on the deposition age of the volcano-sedimentary Chela Group and its Eburnean basement: implications to post-Eburnean crustal evolution of the SW of Angola. *Comun. Geol.* 98, pp.29-40.
- [63] PEREIRA, E., RODRIGUES, J. & VAN DÚNEM, M.V., 2013. Carta Geológica de Angola, a escala 1:250 000: Folha Sul D-33/T (Chibia). *Publicação do Instituto Geológico de Angola*.
- [64] PICKFORD, M., MEIN, P. & SENUT, B., 1992. Primate Bearing Plio- Pleistocene Cave Deposits of Humpata, Southern Angola. *Human Evolution* 7, pp.17-33
- [65] PICKFORD, M., MEIN, P. & SENUT, B., 1994. Fossiliferous Neogene karst fillings in Angola, Botswana and Namibia, *Studies on Hominid Evolution*, 90, pp.227-230
- [66] PICKFORD, M., SENUT, B., 2010. Karst Geology And Palaeobiology Of Northern Namibia, *Geology. Geological Survey of Angola, Ministry of Mines and Energy of Namibia, Windhoek*.
- [67] PINTO, P., FREIRE, M., ANDRADE, R., FRANCISCO, R., SERÓDIO, R., 2017. Caving Expedition to the Humpata Plateau, Angola. *Proceedings of the 17th International Congress of Speleology, Australia, 2016*
- [68] POMBO, S., DE OLIVEIRA, R. P., & MENDES, A. 2015. Validation of remote-sensing precipitation products for Angola: Validation of remote-sensing precipitation products for Angola. *Meteorological Applications*, 22(3), 395–409. <https://doi.org/10.1002/met.1467>
- [69] POSADA, R., NASCIMENTO, D., NETO, F. O. S., RIEDE, J., & KASPAR, F. 2016. Improving the climate data management in the meteorological service of Angola: Experience from SASSCAL. *Advances in Science and Research*, 13, 97–105. <https://doi.org/10.5194/asr-13-97-2016>
- [70] RODRIGUES, M., CUNHA, L., DIMUCCIO, L., 2007. Glossário Ilustrado de Termos Cárscos. Ed. Colibri, Lisboa.
- [71] TALMA, A.S. & VOGEL, J.C. (1992). Late Quaternary paleotemperatures derived from a speleothem from Cango Caves, Cape Province, South Africa. *Quaternary Research* 37, 201-213.
- [72] TAVARES, M. et al., 2015. Community Involvement in Geoconservation: A Conceptual Approach Based on the Geoheritage of South Angola. *Sustainability* 2015, 7, pp. 4893-4918; doi:10.3390/su7054893
- [73] TELLES ANTUNES, M., 1965. Sur la faune de vertébrés du pléistocène de Leba, Humpata (Angola). - Santa Cruz de Tenerife: Museo Arqueológico, 1965. -. Sep. de: Actes du Ve Congrès Panafricain de Préhistoire et de l'Étude du Quaternaire, pp. 127-128
- [74] THOMAS, G.E. Tropical Geomorphology: A study of weathering and landform development in warm climates. Macmillan, London, 1974.332 p.
- [75] VALE, F. & GONÇALVES, F., 1968. Notícia explicativa da folha nº 355 (Humpata-Cainde). Mapas à escala 1:100,000. Luanda: Serviços de Geologia e Minas.
- [76] USGS, 2002. A Lexicon of Cave and Karst Terminology with Special reference to Environmental Karst Hydrology. Environ. Prot, USA
- [77] YELLEN, J., 1990. The Transformation of the Kalahari !Kung. *Scientific America*, April, pp. 96-105