



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**CARACTERIZAÇÃO DA MISTURA TEMPORAL NO LOCUS 2 DA GRUTA
CUVIERI**

POR

ISAC ANTÔNIO DOS SANTOS MACHADO

TCC apresentado ao Instituto de Biologia da
Universidade Federal Bahia como exigência para
obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

**SALVADOR, BA
(2021)**

Data da Defesa:

Banca Examinadora

Alex Christian Rohring Hubbe
Universidade Federal da Bahia

Carolina Saldanha Scherer
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Estevan Eltink Nogueira
Universidade Federal do Vale do São Francisco

RESUMO:

Mistura temporal ocorre quando fósseis encontrados em uma mesma camada apresentam idades diferentes. Determinar se este fenômeno ocorreu ou não é fundamental, pois evita erros em interpretações baseadas no registro fóssil. O objeto de estudo do presente trabalho foi o depósito fossilífero do Locus 2 da Gruta Cuvieri, Minas Gerais, onde estudos prévios identificaram a ocorrência de mistura temporal. Ali foram encontradas duas facies distintas: na camada mais profunda foram encontrados remanescentes de sedimento avermelhado (RBSL) majoritariamente do Pleistoceno (> 11,7 mil anos). Sobre ele depositou-se sedimento amarronzado do Holoceno (BSL). Os fósseis encontrados no RBSL apresentam coloração avermelhada, típica do RBSL. Os subfósseis imersos no BSL apresentam variação na coloração, mas nunca amplamente avermelhados como nos fósseis do RBSL. Nosso objetivo é delimitar de maneira mais precisa a zona de mistura temporal no Locus 2 a partir da reconstrução tridimensional do depósito fossilífero. Para tanto, foram selecionados 415 ossos das partes anatômicas mais abundantes (astrágalos, navículos-cubóides e calcâneos, direitos e esquerdos) de Cervidae, a família mais frequente no depósito e presente tanto no RBSL quanto no BSL. Também foram analisados fósseis de fauna extinta do Quaternário e dois dentes de Cervidae datados que são originários do RBSL. Em seguida, as coordenadas tridimensionais deste material foram plotadas em um gráfico 3d. Este gráfico permite observar a posição espacial de cada um dos ossos/dentes, considerando a sua pigmentação em relação à zona de contato entre as facies e em qual das facies cada um se encontrava inserido. A mistura temporal foi identificada como exclusivamente do RBSL no BSL, estando restrita a zona acima do RBSL e próximo as paredes do Locus. Os únicos ossos que não se conformam ao padrão esperado foram alguns fósseis potencialmente deslocados pelo surgimento de um sumidouro em suas proximidades.

ABSTRACT:

Temporal mixing occurs when fossils found in the same layer are of different ages. Determining whether this phenomenon occurred or not is fundamental, as it avoids misinterpretations based on the fossil record. The object of study of this work was the fossiliferous deposit of Locus 2 of Gruta Cuvieri, Minas Gerais, where previous studies identified the occurrence of temporal mixture. There, two distinct facies were found: in the deepest layer, remnants of reddish sediment (RBSL) were found, mostly from the Pleistocene (>11,700 years). Brownish sediment of the Holocene (BSL) was deposited on it. The fossils found in RBSL have a reddish color, typical of RBSL. Subfossils immersed in BSL show variation in color, but never as widely reddish as in RBSL fossils. Our objective is to delimit more precisely the temporal mixture zone in Locus 2 from the three-dimensional reconstruction of the fossiliferous deposit. For this purpose, 415 bones were selected from the most abundant anatomical parts (astragalus, naviculus-cuboid and calcaneus, right and left) of Cervidae, the most frequent family in the deposit and present in both RBSL and BSL. Fossils of extinct Quaternary fauna and two dated Cervidae teeth that originate from the RBSL were also analyzed. Then the three-dimensional coordinates of this material were plotted on a 3d graph. This graph allows us to observe the spatial position of each bone/teeth, considering its pigmentation in relation to the contact zone between the facies and in which of the facies each one was inserted. The temporal mixture was identified as exclusively from RBSL in BSL, being restricted to the zone above the RBSL and close to the walls of the Locus. The only bones that did not conform to the expected pattern were some fossils potentially displaced by the appearance of a sink in their vicinity

AGRADECIMENTOS:

Agradeço à Universidade Federal da Bahia e todos que fazem parte do curso de Ciências Biológicas com quem tive contato durante a minha graduação. Os ensinamentos que aprendi durante este período colaboraram em grande parte para construir quem eu sou atualmente.

Ao meu orientador, Professor Alex Hubbe, por aceitar a missão de me orientar e pela sua dedicação, atenção, apoio e paciência nesta jornada que se mostrou o início do meu caminho pela paleontologia de vertebrados, o que o tornou um dos meus maiores exemplos a se seguir no processo.

À Professora Simone Moraes pelos primeiros contatos com a paleontologia de verdade e por todas as outras lições, desde muito antes da matéria até. Eu sempre sonhei em ser paleontólogo desde que me entendo por gente, e ter dois dos melhores professores que já tive justamente nesta matéria fez uma diferença indescritível para mim.

À toda a equipe do Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, que sem o trabalho minucioso tanto na escavação quanto na curadoria dos fósseis este trabalho simplesmente não seria possível.

À toda a equipe do Laboratório de Paleontologia e Evolução, cujas reuniões me ajudaram tanto a escrever este trabalho quanto na minha formação como profissional.

À minha família, em especial a meus pais Mácio e Rosângela, meus irmãos Esther e Lácio e minhas tias Bela e Laura por todo o apoio, carinho, amor e compreensão em absolutamente todos os momentos, da forma especial e única que cada um pôde dar.

À todos os meus amigos, que felizmente são muitos para citar aqui, mas todos foram de extrema importância, proporcionando momentos felizes até mesmo a distância, num período tão difícil em que até mesmo um simples sorriso parecia algo fantasioso e irreal.

À Gabriela, por todo o amor e companheirismo.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO GERAL:	3
2.	OBJETIVOS:	4
2.1.	GERAIS:	4
2.2.	ESPECÍFICOS:	4
3.	CAPÍTULO 1:	4
3.1.	INTRODUÇÃO:	4
3.2.	MATERIAIS E MÉTODOS:	8
3.2.1.	ESCAVAÇÃO:	8
3.2.2.	MATERIAL:	9
3.2.3.	GRÁFICO:	10
3.3.	RESULTADOS.....	11
3.4.	DISCUSSÃO	17
3.5.	CONCLUSÃO	20
3.6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	21
4.	CONCLUSÕES GERAIS:.....	21

1. INTRODUÇÃO GERAL:

Pode-se comparar uma escavação paleontológica a uma cena de crime, na qual os policiais reúnem evidências que possam revelar o contexto do evento em questão. Caso os policiais chegassem no local, recolhessem o corpo de qualquer forma e fossem embora, informações preciosas que poderiam identificar, por exemplo, o assassino, o local e a causa da morte estariam sendo perdidas para sempre.

Assim como policiais tem que analisar detalhadamente a cena do crime a procura de qualquer pista que ajude a esclarecer o ocorrido, os paleontólogos devem fazer o mesmo em relação aos depósitos fossilíferos.

São milhares/milhões de anos desde a morte de um organismo até a descoberta do fóssil, e durante o processo que resulta na preservação do material, muitos eventos podem ocorrer com o organismo, os quais geram perdas/alterações de suas partes originais. Portanto, o ideal é registrar e analisar as condições de toda a área de estudo antes e durante as escavações. Em outras palavras, todo o processo de coleta dos fósseis, assim como a escavação do depósito fossilífero, deve ser devidamente registrado passo a passo, de forma que o máximo de informações estejam disponíveis para análises futuras.

Pelos mais variados motivos, infelizmente, nem sempre se recolhe todas as evidências durante um trabalho paleontológico. Depende muito do local, das condições do fóssil, dos equipamentos, tempo e financiamento disponíveis e filosofia de trabalho.

A paleontologia brasileira, além de sofrer com falta sistemática de financiamento (que leva a vários outros problemas), desde o seu início tem um foco muito grande na taxonomia. Em função disto, frequentemente a grande preocupação das pesquisas é em recuperar o maior número de fósseis possíveis para encontrar espécies novas, ou registros de espécies conhecidas em novos locais. Durante as escavações e coleta dos fósseis, esta preocupação resulta em escavações e coleta de fósseis pouco detalhadas.

O presente trabalho foi possível por conta de uma escavação em que foram registrados grande quantidade de dados sobre os fósseis e o local em que eles foram encontrados. Entre 2002 e 2008 o Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo realizou escavações na Gruta Cuvieri nas quais foram registradas, entre outras coisas, a posição exata de cada osso encontrado, assim como qualquer mudança nos sedimentos durante as escavações.

2. OBJETIVOS:

2.1. GERAIS:

Desenvolver uma melhor compreensão a respeito do contexto geral em que os fósseis do Locus 2 da Gruta Cuvieri se encontravam inseridos.

2.2. ESPECÍFICOS:

Caracterizar de forma detalhada a distribuição espacial da mistura temporal que ocorreu no Locus 2 da Gruta Cuvieri.

3. CAPÍTULO 1:

3.1. INTRODUÇÃO:

Mistura temporal ocorre quando dois ou mais elementos (e.g., fósseis e sedimentos) de diferentes idades encontram-se depositados juntos numa mesma camada (Kowalewski M., 1996).

Ela pode variar entre segundos e milhões de anos (Kowalewski M., Bambach R.K. 2003) e o seu impacto nas análises paleontológicas dependerá se a sua amplitude temporal é ou não relevante em relação a escala de tempo do processo em estudo (Kowalewski M., 1996). Como exemplo podemos imaginar dois estudos distintos: Um deles estudando a evolução dos terópodes na era Mesozoica e o outro estudando variações no tamanho populacional de felídeos durante o Quaternário. No primeiro estudo uma mistura temporal de alguns milhões de anos terá pouco ou nenhum impacto nas interpretações, enquanto que no segundo caso uma mistura temporal de alguns milhares de anos inviabilizaria a pesquisa. Portanto, caso a mistura temporal não seja corretamente identificada e caracterizada as interpretações baseadas no registro fóssil poderão ser equivocadas (Kowalewski M., 1996).

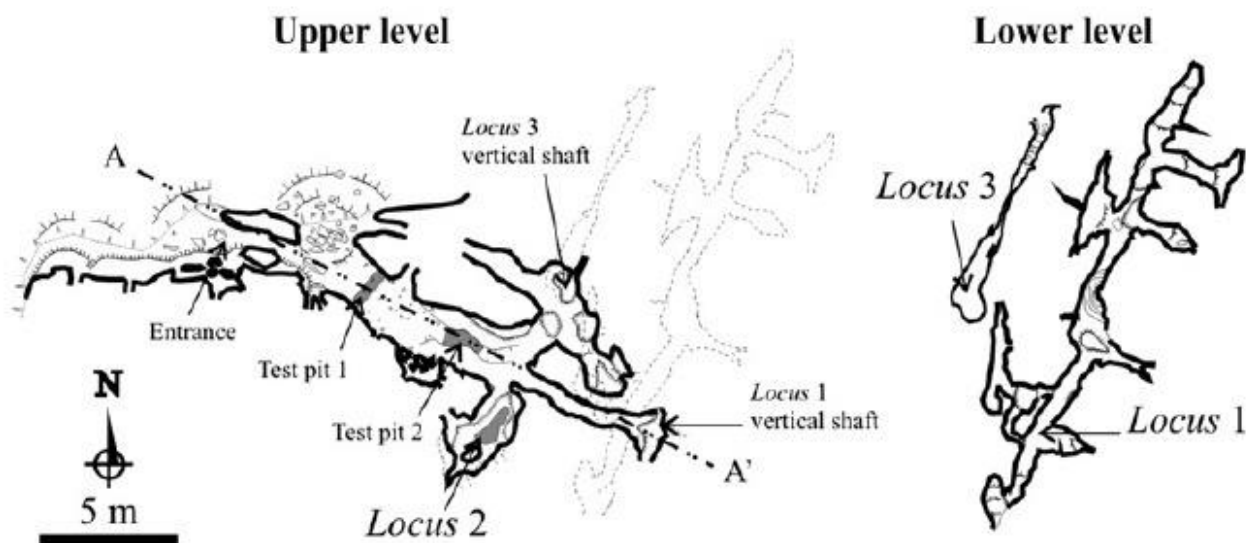
Na Gruta Cuvieri, localizada em Lagoa Santa (Minas Gerais; Fig 1), foi documentada a ocorrência de mistura temporal (Hubbe, et al., 2011). Esta caverna apresenta um rico registro fossilífero, contendo ossos tanto da fauna atual quanto da extinta no final do Quaternário (Haddad-Martim, et al., 2017). Ela é formada por um conduto principal sub-horizontal que termina em três abismos que funcionam como armadilhas naturais e acumulam restos de animais há pelo menos 30 mil anos (Haddad-Martim, et al., 2017; Fig 2). O processo de gênese e evolução dos depósitos na caverna

é complexo e esteve relacionado com um primeiro momento de injeção epicárstica de sedimentos através de fissuras, seguido por sedimentação coluvial a partir da vertente da dolina. Após o rebaixamento da dolina em relação à entrada da caverna, a sedimentação dominante passou a ser novamente a injeção epicárstica de sedimentos (Haddad-Martim, et al., 2017). Já os fósseis foram incorporados aos sedimentos majoritariamente pela queda acidental, aprisionamento e posterior morte dos animais (Hubbe et al. 2011).

Figura 1 - Localização da Gruta Cuvieri

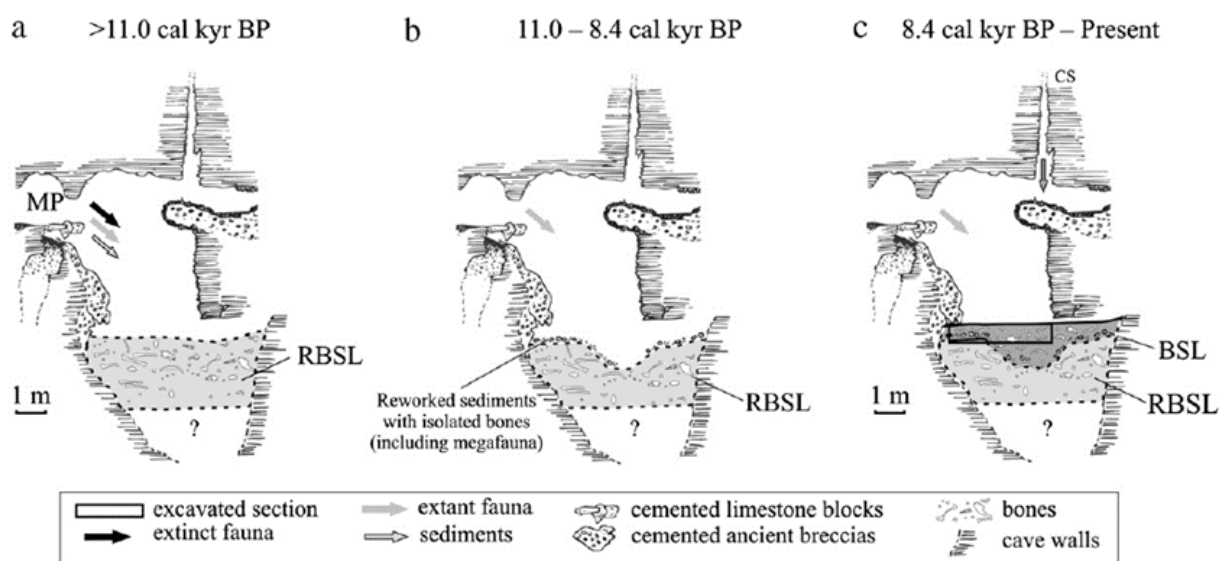


Figura 2: Planta da Gruta Cuvieri, mostrando os três Locus



Mapa cortesia do Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos e Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas.

Figura 3: Vista lateral do Locus 2 mostrando as suas modificações ao longo do tempo.



A. Hubbe et al. / Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 312 (2011) 66–78

A mistura temporal foi identificada no abismo denominado Locus 2 (Fig 2), que apresenta 4 metros de profundidade. A base da área escavada é composta por duas facies (Hubbe, et al., 2011) (Fig. 3). A facies denominada RBSL (Redish Brown Silt-Loan) é composta por sedimentos de coloração avermelhada e ocorre na porção norte e em reentrâncias nas paredes. Já a facies BSL (Brown Silt-Loan) é composta por sedimentos

de coloração amarronzada e ocupa o restante da área escavada. Já no topo da área escavada, apenas a facies BSL foi encontrada. A partir de análises taxonômicas, cronológicas, sedimentológicas e estratigráficas, interpretou-se o padrão observado da seguinte forma: i) a facies RBSL foi depositada durante o Pleistoceno/Holoceno a partir principalmente de sedimentação coluvial; ii) houve um evento erosivo que removeu o RBSL da maior parte da área estudada; e iii) por fim, após o evento erosivo, o Locus 2 foi preenchido com sedimentos da facies BSL ao longo do Holoceno (Hubbe et al., 2011), Fig. 3).

A transição entre as facies RBSL e BSL foi sutil. Em profundidades menores, apenas torrões de RBSL foram encontrados imersos ao BSL. Somente em profundidades maiores que o contato entre o RBSL e o BSL se tornou bem marcado (Hubbe et al. 2011). Em função disto, o contato entre as facies não foi imediatamente identificado e ele foi determinado a posteriori a partir de informações taxonômicas, cronológicas, sedimentológicas e estratigráficas (Hubbe et al. 2011). Assim como os sedimentos, os fósseis do RBSL ao longo do contato difuso com o BSL também se misturaram aos fósseis do BSL. Essa mistura temporal foi evidenciada por datações ^{14}C em colágeno que indicaram a presença de ossos mais antigos que o nível do BSL no qual eles foram encontrados, e também pela presença de ossos da fauna extinta originários do RBSL no BSL (Hubbe et al. 2011). Em laboratório, constatou-se que os fósseis de ambas as facies podem ser distinguidos a partir da coloração (Fig. 4). Por um lado, fósseis originalmente depositados no BSL apresentam maior variação na coloração, mas nunca nos tons avermelhados/alaranjados dos fósseis do RBSL. A partir disto, torna-se possível caracterizar a abrangência da mistura temporal, uma vez que um fóssil do RBSL, mesmo encontrado no BSL preservará uma coloração distinta. Vale a pena ressaltar que a mistura temporal não se deu através de retrabalhamento dos sedimentos e fósseis. Após o evento erosivo alguns fragmentos de RBSL permaneceram no seu local original de deposição, e quando o BSL foi depositado estes fragmentos acabaram sendo envoltos pelo sedimento mais recente.

Figura 4: Diferença de coloração entre os subfósseis do BSL e os fósseis do RBSL.



O objetivo deste trabalho foi caracterizar detalhadamente a distribuição espacial da mistura temporal observada no Locus 2 a partir da diferenciação na coloração dos fósseis das duas fácies. Para tanto visualizamos a partir de um gráfico tridimensional a distribuição dos fósseis de ambas fácies. Em seguida, determinamos as regiões do Locus 2 nas quais ocorreu mistura temporal.

3.2. MATERIAIS E MÉTODOS:

3.2.1. ESCAVAÇÃO:

O fundo de dois abismos (Locus 2 e 3) da Gruta Cuvieri foram escavados utilizando técnicas derivadas da Arqueologia e com rígido controle estratigráfico (para mais detalhes ver Hubbe, et al., 2011) entre os anos de 2002 e 2008 (Fig 1; Hubbe et al. 2011).

Resumidamente, o método de escavação consistiu em remover finas camadas de sedimentos na tentativa de se reconstituir as superfícies originais de deposição dos ossos. Cada uma destas camadas foi chamada de exposição e as peças encontradas

em cada exposição foram desenhadas em plano cartesiano com as coordenadas Norte-Sul, Leste-Oeste e profundidade. Em seguida as peças foram numeradas e embaladas individualmente. (para mais detalhes ver Hubbe, et al., 2011).

As alterações nos sedimentos ao longo da escavação também foram registradas em diário de campo, e quando mais expressivas também foram registradas nos desenhos das respectivas exposições.

3.2.2. MATERIAL:

Para este trabalho foram coletados os dados das coordenadas espaciais tridimensionais de 415 ossos de Cervídae (385 do BSL e 30 do RBSL). Mais especificamente foram selecionados 144 astrágalos, 135 navículos-cubóides e 136 calcâneos. O número mínimo de indivíduos representados foi de 70 no total (BSL = 67 e RBSL = 3), (número de navículo-cubóides direitos encontrados) (Fig 5), destes 6 indivíduos são do RBSL (Tálus direitos ou navículo-cubóide esquerdos) e 67 indivíduos são do BSL (navículos-cubóides direitos). Este estudo está focado nesta família, pois além de ela ser a mais abundante (~90% de indivíduos com peso médio maior que 5 kg encontrados no Locus), ela é encontrada em ambas as fácies.

Também foram incluídos no estudo a localização de 87 fósseis de fauna extinta do Quaternário (incluindo os gêneros *Catonyx*, *Valgipes* e *Smilodon*) provenientes do RBSL, assim como dois ossos datados pelo método do ^{14}C em colágeno que foram interpretados como tendo origem no RBSL (Hubbe et al, 2011). Ao todo foram coletados os dados de 385 espécimes (i.e., um osso ou dente, seja completo ou um fragmento; Lyman 1994) do BSL e 119 do RBSL, totalizando 504 espécimes com coordenadas tridimensionais.

Figura 5: Ossos de Cervidae utilizados



3.2.3. GRÁFICO:

O gráfico tridimensional foi realizado com o intuito de permitir a observação da amplitude da mistura temporal no depósito fossilífero do Locus 2 através da distribuição dos ossos em relação ao limite das duas fácies. Para a sua realização, foram coletados os dados das coordenadas tridimensionais de todos os ossos estudados. Além disso, cada osso foi inspecionado visualmente e categorizado entre pigmentado em avermelhado/alaranjado (fósseis originários do RBSL) e não pigmentado nestas cores (subfósseis originalmente depositados no BSL). Os ossos foram então plotados no gráfico distinguindo as duas categorias (“fósseis do RBSL” e “subfósseis do BSL”) por cores.

Na análise preliminar do gráfico, observou-se que algumas peças se encontravam em posição não condizente com o esperado a partir do conhecimento vigente sobre a amplitude da mistura temporal. Em outras palavras, alguns ossos classificados como fósseis do RBSL se encontravam em áreas onde não se havia como associá-los com nenhum traço do RBSL. Estas peças passaram por uma nova inspeção visual de modo a confirmar se eram mesmo originários do RBSL e foram recategorizadas, quando necessário. Este processo iterativo foi necessário, pois optou-se por assinalar como

sendo do RBSL qualquer material com coloração alaranjada/avermelhada. Acontece que algumas peças do BSL apresentam em reentrâncias sedimento do BSL cimentado e este sedimento apresenta leve coloração alaranjada. Estes ossos foram, em primeiro momento também categorizados como pertencentes ao RBSL. No entanto, este padrão de coloração alaranjada pontual é bem diferente do padrão alaranjado dos ossos do RBSL, que apresentam toda a superfície alaranjada.

Para uma melhor visualização dos ossos em relação a sua posição original, também foram inseridas no gráfico as bordas no topo e na base da área escavada no Locus 2 assim como o contato entre as fácies em diferentes profundidades. As coordenadas das bordas foram obtidas a partir das exposições 11 e 46. Estas são as exposições com contornos registrados mais próximas ao topo e a base da área escavada. Para fins de representação no gráfico, suas profundidades foram alteradas de modo a englobar todos os ossos representados. Já as coordenadas dos contatos entre as facies BSL e RBSL foram obtidas a partir das informações disponíveis no diário de campo e nos desenhos das exposições.

Para a construção do gráfico as coordenadas cartesianas de todo o material estudado, do contorno do Locus e do contato entre as facies foram registradas numa planilha de Microsoft Excel. Estes dados foram subsequentemente utilizados para gerar o gráfico utilizando o pacote Plotly (Carson Sievert, 2020) da linguagem R de programação (R Core Team, 2019).

3.3. RESULTADOS

Todos os subfósseis classificados como pertencentes ao BSL se encontram imersos nesta fácies. Alguns chegam a estar presentes no contato limite entre as duas fácies, mas nunca adentram de fato o RBSL (Figs. 6, 7 e 8; favor acessar: <https://drive.google.com/file/d/1yqpiogioagmNJ2-cPnIDUxAcebVmmk8g/view?usp=sharing> e fazer o download do arquivo para a visualização em 3D da figura. Note que é possível ativar ou desativar a plotagem de determinado dado ao clicar sobre ele na legenda).

Figura 6: Diferentes perspectivas do Locus 2 da Gruta Cuvieri, à esquerda com os subfósseis do BSL e à direita sem os subfósseis do BSL. Linhas marrons correspondem aos limites do BSL, Linhas vermelhas correspondem aos limites do RBSL.

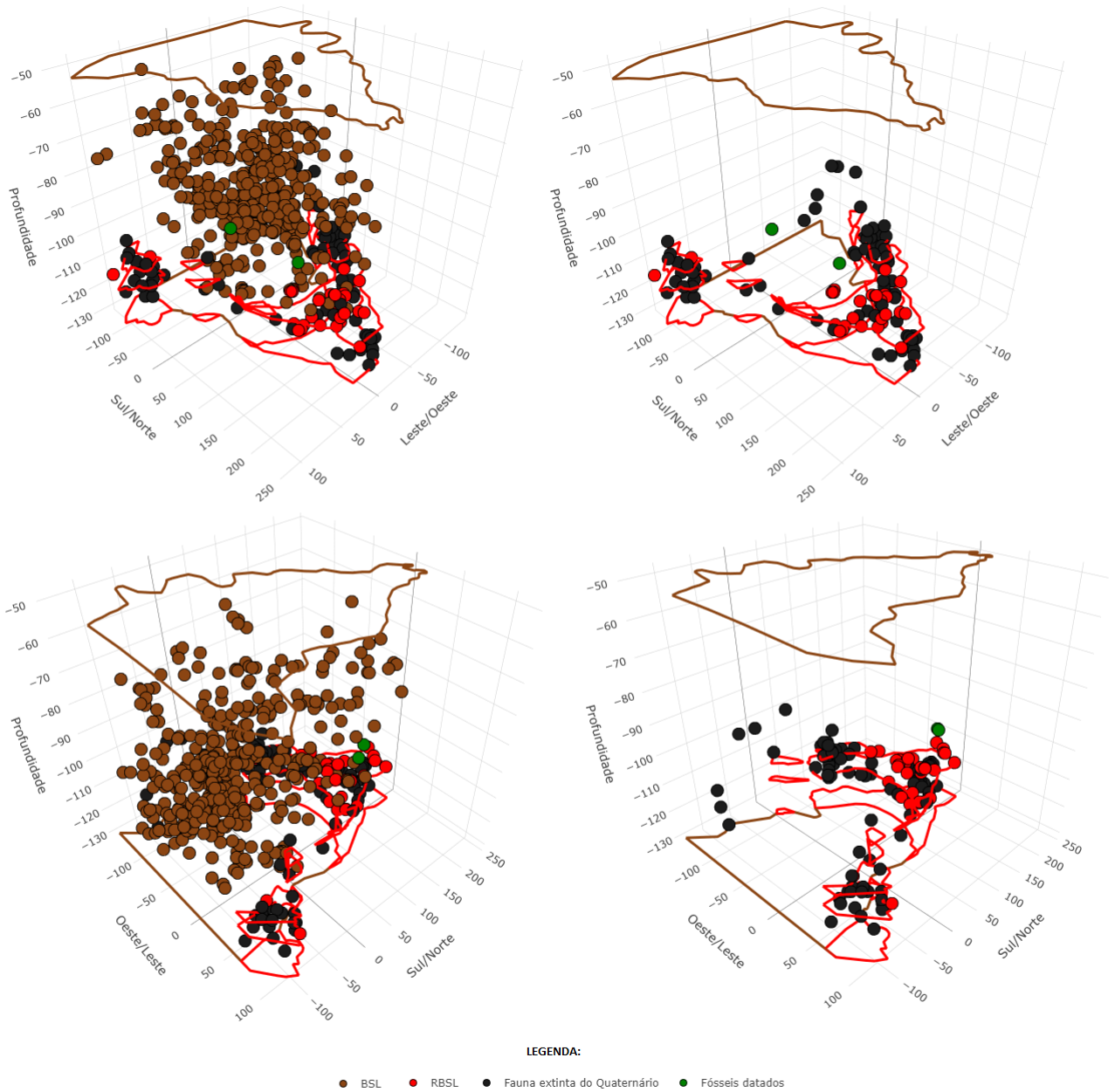


Figura 7: Diferentes perspectivas do Locus 2 da Gruta Cuvieri, à esquerda com os subfósseis do BSL e à direita sem os subfósseis do BSL. Linhas marrons correspondem aos limites do BSL, Linhas vermelhas correspondem aos limites do RBSL.

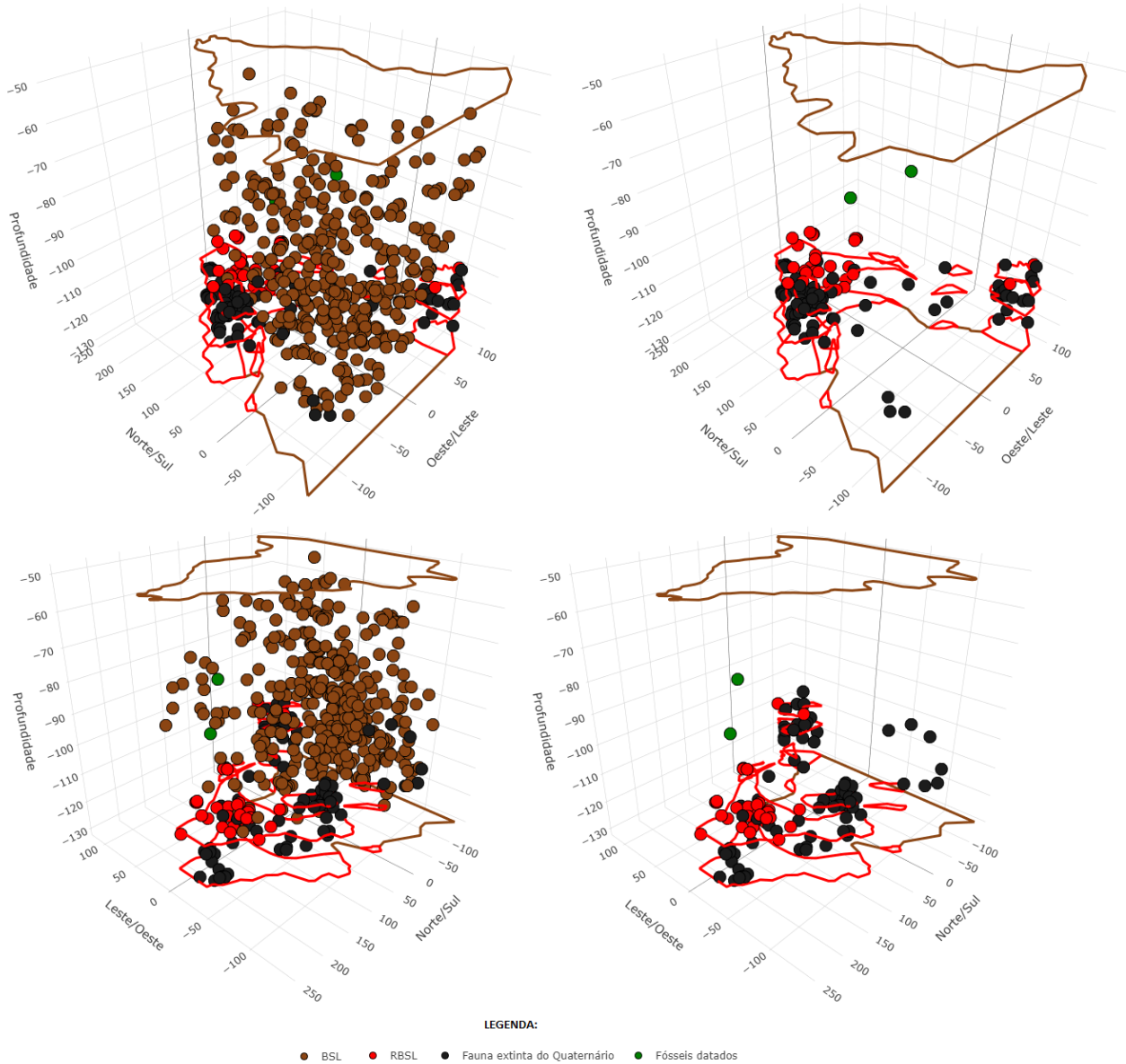
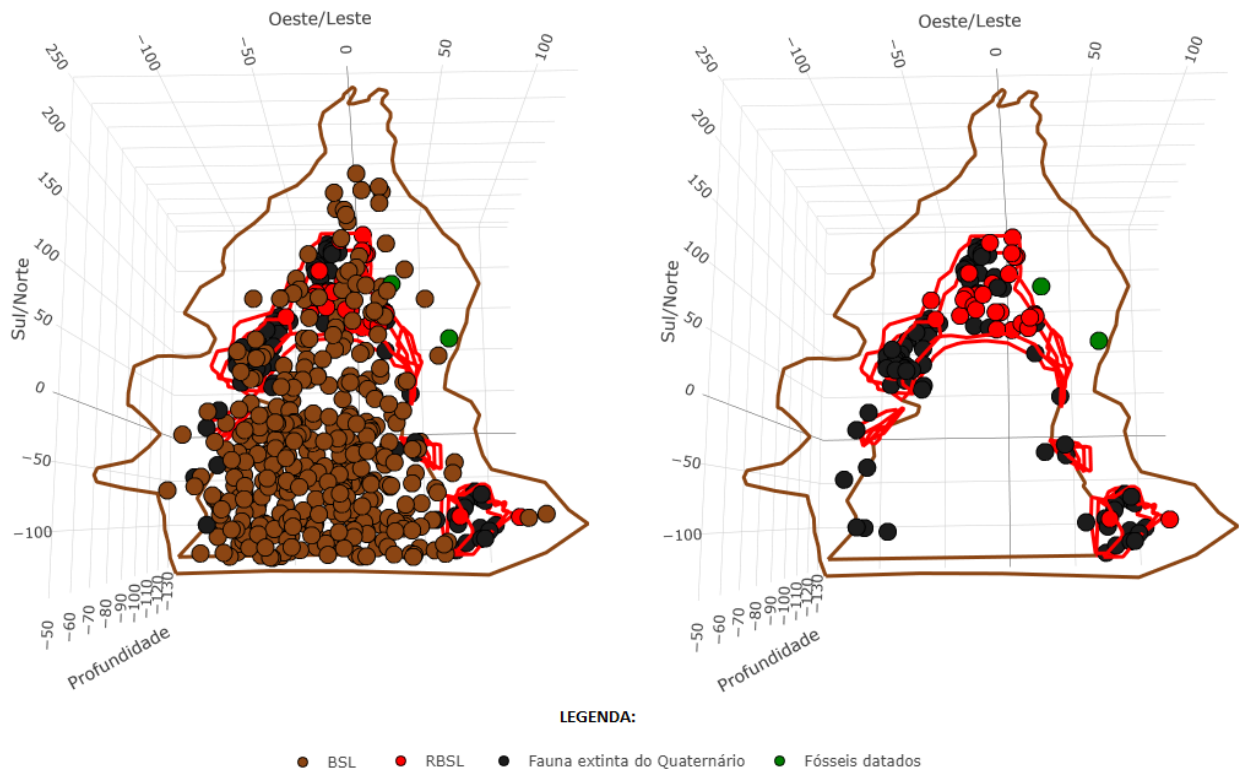


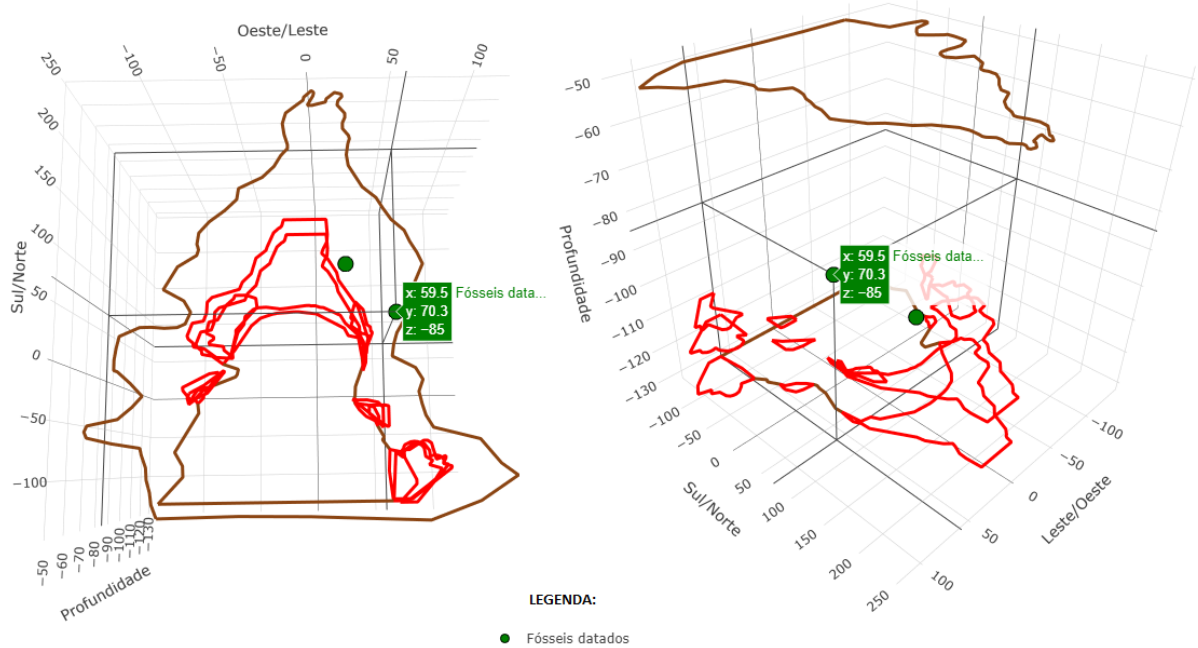
Figura 8: Vista superior do Locus 2 da Gruta Cuvieri, à esquerda com os subfósseis do BSL e à direita sem os subfósseis do BSL. Linhas marrons correspondem aos limites do BSL, Linhas vermelhas correspondem aos limites do RBSL.



A grande maioria dos fósseis do RBSL (tanto de cervídeos quanto os de fauna extinta do final do Quaternário) se encontram completamente imersos no RBSL. No entanto existem alguns fósseis do RBSL imersos no BSL (Figs. 6, 7 e 8), dos quais vale a pena observar melhor a posição de três dos primeiros entre eles:

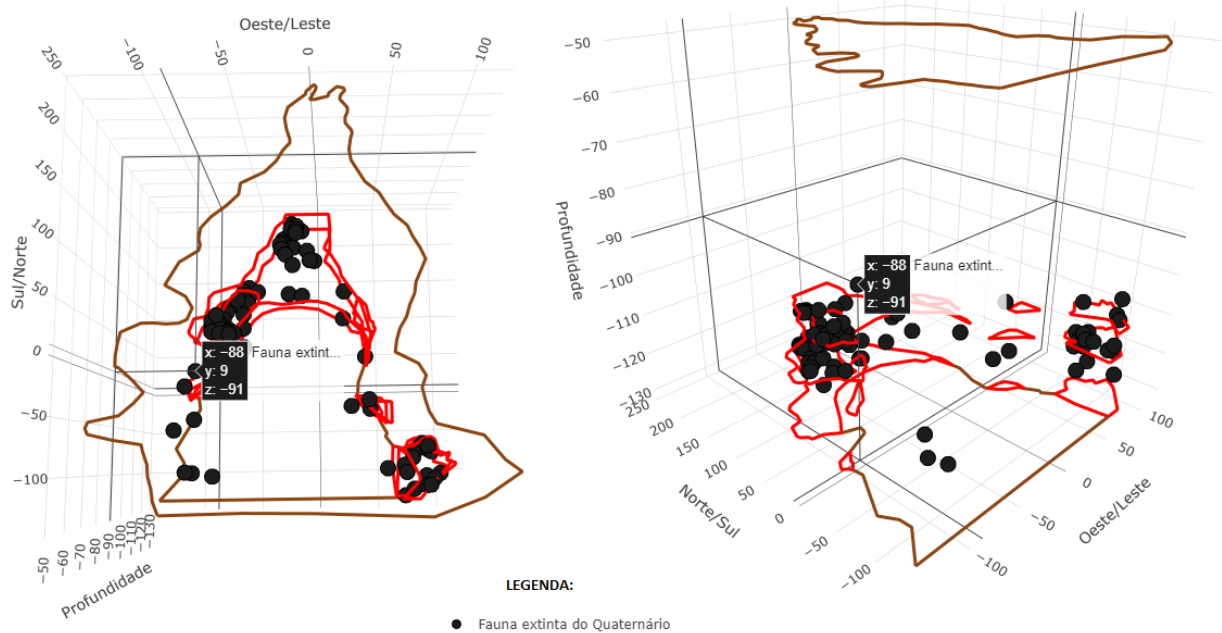
A primeira das exceções (Fig. 9) se dá aos 85cm de profundidade, 59,5 eixo Leste/Oeste e 70,3 eixo Norte/Sul, onde foi encontrado o primeiro dos fósseis datados representados aqui. Ele se encontra imerso no BSL, próximo a parede Leste e diretamente acima de uma faixa de RBSL perto da parede leste do Locus que se inicia nos 114 cm de profundidade.

Figura 9: Primeiro dos fósseis datados representados, vistas superior e lateral respectivamente. Linhas marrons correspondem aos limites do BSL, Linhas vermelhas correspondem aos limites do RBSL.



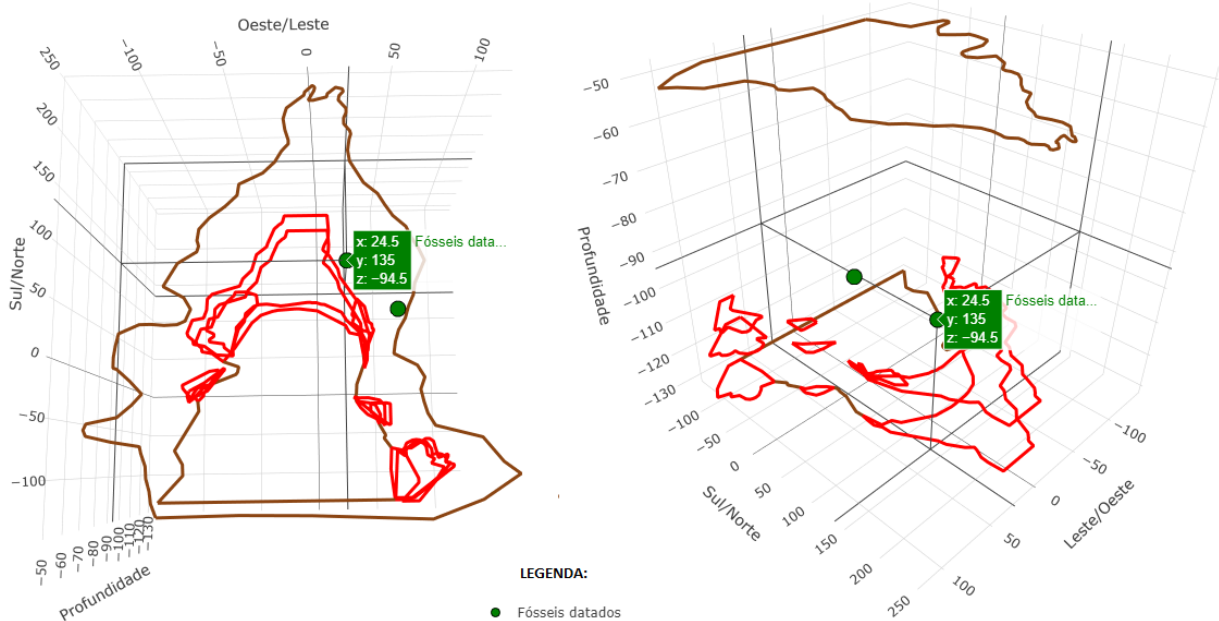
Em seguida, aos 91 cm de profundidade, -88 eixo Leste/Oeste e 9 eixo Norte/Sul aparece o primeiro fóssil de fauna extinta do Quaternário (Fig. 10). Ele se encontra muito próximo a parede oeste do Locus e diretamente acima de um pequeno remanescente de RBSL, localizado aos 109 cm de profundidade.

Figura 10: Primeiro fóssil de fauna extinta do Quaternário, vistas superior e lateral respectivamente. Linhas marrons correspondem aos limites do BSL, Linhas vermelhas correspondem aos limites do RBSL.



Aos 94.5 cm de profundidade, 24,5 eixo Leste/Oeste e 135 eixo Norte/Sul se encontra o segundo fóssil datado (Fig. 11). Ele se encontra próximo ao primeiro, mas mais ao norte, o que o deixa sobre a maior porção de RBSL encontrada na escavação.

Figura 11: Segundo dos fósseis datados representados, vistas superior e lateral respectivamente. Linhas marrons correspondem aos limites do BSL, Linhas vermelhas correspondem aos limites do RBSL.



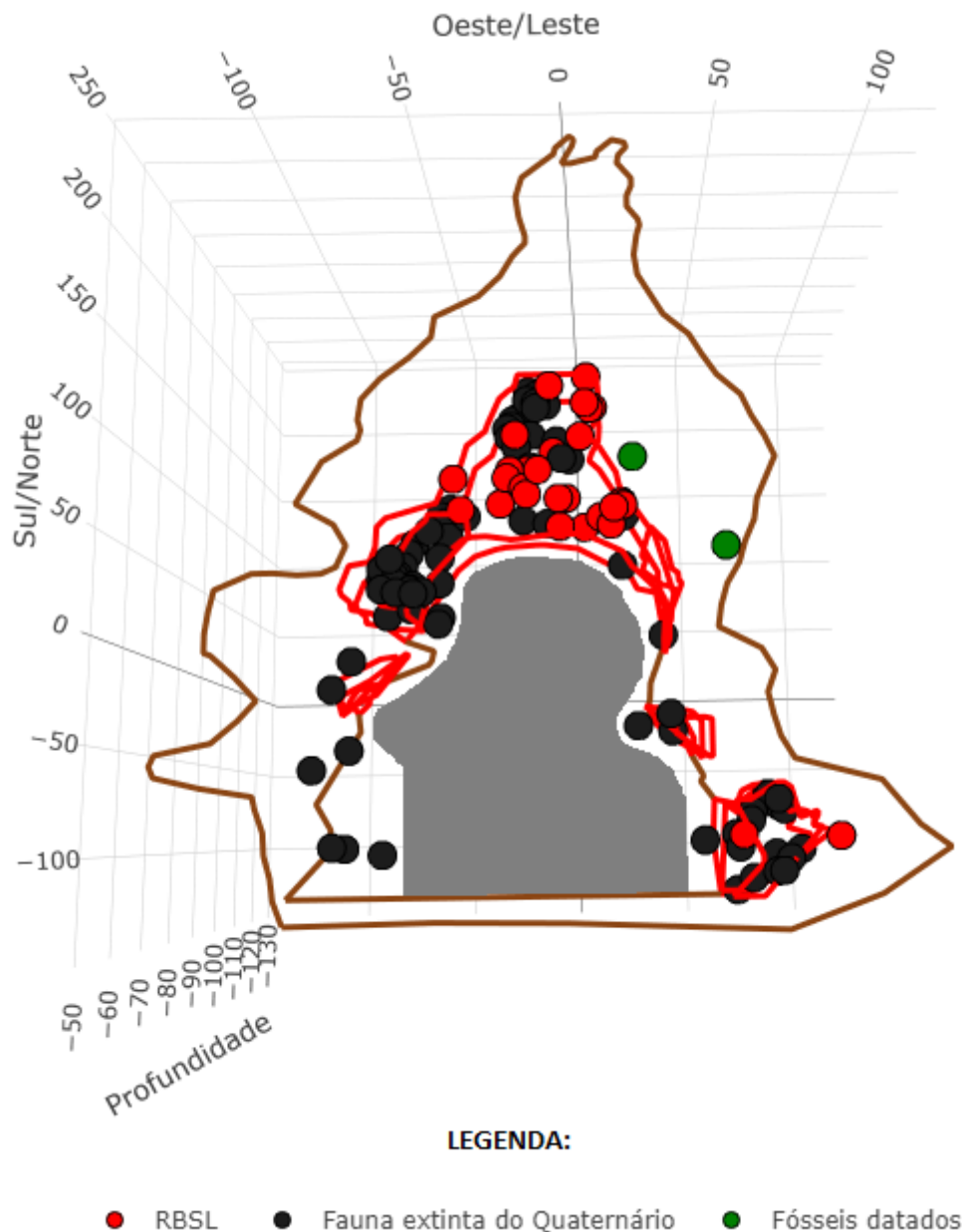
O restante dos fósseis do RBSL que se encontram imersos no BSL se encontram diretamente acima do RBSL, com exceção de alguns fósseis de fauna extinta do Quaternário bastante próximos a parede oeste na parte sul do Locus (Figs. 6, 7 e 8). Também é importante ressaltar que na região onde estes fósseis foram encontrados, foram registrados ossos na diagonal ou mesmo na vertical, quando o padrão em ambas as facies são de ossos subhorizontais.

3.4. DISCUSSÃO

Os resultados sugerem que a mistura temporal ocorreu na fácies BSL. Embora alguns ossos do BSL tenham sido encontrados no contato entre as duas fácies, nenhum estava imerso no RBSL. Tal resultado já era esperado, pois não faz sentido de acordo com o modelo de gênese e evolução da caverna proposto, o qual sugere que o RBSL foi depositado primeiro, sendo posteriormente parcialmente erodido e só então foi recoberto pelo BSL (Haddad-Martim, et al., 2017). Os eventos tendo ocorrido desta forma não favoreceriam aos fósseis do BSL se misturarem à facies RBSL, a não ser que posteriormente algum processo tivesse misturado os sedimentos (e espécimes) das duas facies. Um tatu vivente foi encontrado no BSL, o que significa que não seria algo impossível de ter acontecido. No entanto, pela falta de evidências suportando este tipo de perturbação entre as facies este evento é improvável.

Em contrapartida, embora a maioria dos fósseis do RBSL estivessem imersos nesta facies, houve exceções. Quase todos os fósseis do RBSL que foram encontrados imersos no BSL estavam em áreas diretamente acima de partes remanescentes do RBSL. Mais precisamente, estes fósseis foram encontrados associados a torrões de RBSL imersos no BSL próximos as paredes da caverna (Hubbe.et al, 2011). Como estes torrões, assim como os fósseis observados neste gráfico, sempre estavam diretamente acima do RBSL, é possível argumentar que a mistura temporal não abrange todo o Locus 2. A mistura temporal estaria restrita à área diretamente acima do que sobrou do RBSL após o evento erosivo (Hubbe.et al, 2011). Portanto é possível afirmar que uma boa parte da área escavada não é afetada pela mistura temporal (área em cinza na Fig. 12).

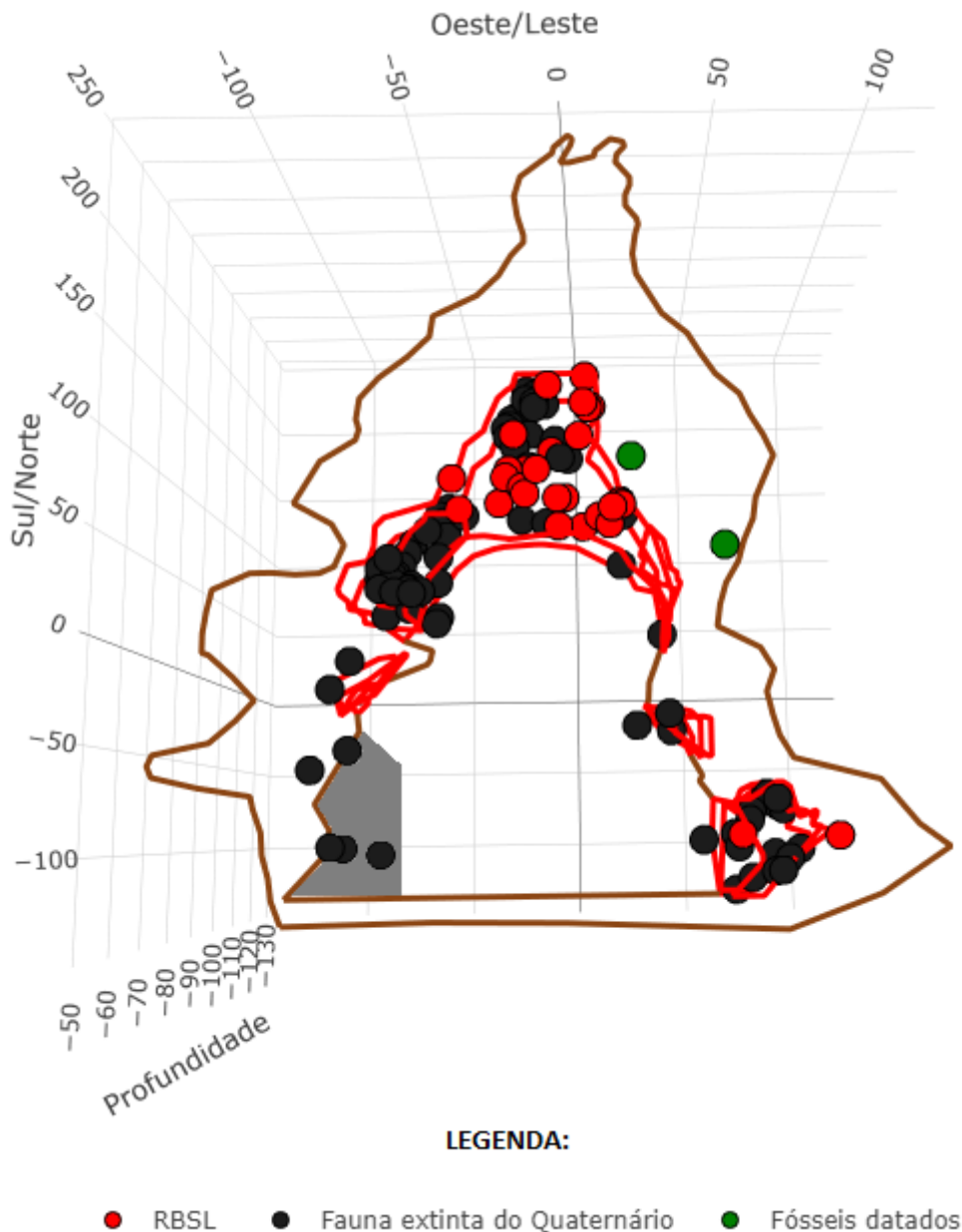
Figura 12: Zona aproximada em que não ocorre mistura temporal com relação a base do Locus 2. Linhas marrons correspondem aos limites do BSL, Linhas vermelhas correspondem aos limites do RBSL. A área cinza ilustra a zona livre de mistura temporal referente à base



Os únicos ossos que fogem do padrão encontrado são alguns fósseis de fauna extinta bem próximos a parede oeste na parte sul da área escavada (ossos de fauna extinta sobre a zona cinza da Fig. 13). Isso pode ser explicado por sumidouros localizados nas exposições posteriores que se encontram diretamente abaixo destes fósseis deslocados: Quando estes vazios surgiram, o deslocamento do sedimento pode ter transportado estes fósseis até o local em que foram encontrados (Fig. 13). Uma outra

hipótese é que pode ser que existam fragmentos do RBSL um pouco mais abaixo da área escavada sob estes fosséis.

Figura 13: Área sob influência dos Sumidouros com relação a base do Locus 2. Linhas marrons correspondem aos limites do BSL, Linhas vermelhas correspondem aos limites do RBSL. A área cinza representa a zona sob influência dos sumidouros do lado oeste do Locus 2.



Em termos de profundidade, a zona em que de fato ocorre mistura temporal se dá entre o primeiro dos dois fosséis datados considerado proveniente do RBSL aos 85cm de profundidade e a facies RBSL, que começa a aparecer de forma mais consolidada aos 109 cm de profundidade (Fig. 9). Não foram encontrados indícios de mistura

temporal acima do primeiro fóssil datado (Fig. 9), mas não é impossível que ocorresse mais acima, sobre as áreas remanescentes do RBSL e junto as paredes do Locus.

Um potencial problema deste trabalho é o número baixo de amostras analisadas (506), se comparado ao total de espécimes coletados e numerados durante as escavações (15.627). O número de ossos analisados é baixo, pois não foi possível analisar todas as peças no momento. No entanto, existem alguns fatores que qualificam a amostragem realizada como adequada para os propósitos deste trabalho.

Primeiro, deve-se considerar que, uma vez que não foi observada mistura temporal dentro do RBSL, os fósseis originários do RBSL são mais informativos sobre a mistura temporal do que os subfósseis do BSL. Neste sentido, aceitando a premissa razoável de que a grande maioria dos espécimes encontrados no BSL não são fruto de mistura temporal, a amostra deste estudo passa a ser representativa (~36%; 119 espécimes analisados de um total de 329 espécimes identificados como sendo do RBSL).

Segundo, em termos de quantidade de indivíduos, a amostragem é bastante abrangente, pois foram amostrados ~94% de todos os indivíduos de espécies com peso médio > 5 kg. Em torno de seis ossos de aproximadamente 70 indivíduos de cervídae e todos os ossos de três indivíduos da fauna extinta foram analisados. Dado que essencialmente todo o processo tafonômico ocorreu *in situ* no Locus 2 (Hubbe et al, 2011), é razoável assumir que o esqueleto de um indivíduo sofreu processo de dispersão de seus elementos de forma semelhante. Portanto, ao amostrar alguns ossos de grande quantidade de indivíduos é coberta de forma adequada a possibilidade de ter ocorrido mistura temporal. Uma forma de obter ainda mais dados pode ser incluindo todos os outros fósseis do RBSL no gráfico, em uma análise futura.

3.5. CONCLUSÃO

A mistura temporal observada no Locus 2 da Gruta Cuvieri está restrita ao BSL, mais especificamente a zona acima da facies RBSL e próxima as paredes do Locus. A maioria dos ossos representados no gráfico está de acordo com o esperado, com a exceção de alguns fósseis de fauna extinta do Quaternário próximos a parede sudoeste do Locus cuja localização pode ser explicada pela presença de sumidouros mais abaixo.

A escolha de ossos específicos de cervídae para a realização do gráfico foi um fator importante, pela presença de indivíduos em ambas as fácies. Para este estudo os fósseis do RBSL são muito mais informativos que os subfósseis originários do BSL, e estes são bem representados no gráfico, embora uma análise incluindo todos os fósseis do RBSL refinará nosso estudo.

A delimitação da zona de mistura temporal realizada aqui possibilitará aos trabalhos futuros sobre o Locus 2 realizar interpretações mais robustas acerca do registro fóssil lá encontrado.

3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

HADDAD-MARTIM, Paulo M., et al. "Quaternary depositional facies in cave entrances and their relation to landscape evolution: the example of Cuvieri Cave, eastern Brazil." *Catena* 157 (2017): 372-387.

HUBBE, Alex, et al. "Identification and importance of critical depositional gaps in pitfall cave environments: the fossiliferous deposit of Cuvieri Cave, eastern Brazil." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 312.1-2 (2011): 66-78.

KOWALEWSKI, M.; Bambach, R. K.; Harries, P. J. High resolution approaches in stratigraphic paleontology. 2003.

KOWALEWSKI, Michał. "Time-averaging, overcompleteness, and the geological record." *The Journal of Geology* 104.3 (1996): 317-326.

LYMAN, R. Lee. Relative abundances of skeletal specimens and taphonomic analysis of vertebrate remains. *Palaios*, p. 288-298, 1994.

SIEVERT, C. Interactive Web-Based. Data Visualization with R, plotly, and shiny. Chapman and Hall/CRC Florida, 2020.

TEAM, R Core (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

4. CONCLUSÕES GERAIS:

- Mistura temporal do RBSL no BSL.
- Restrita a área acima do RBSL e próximo as paredes do Locus.
- Fósseis com posicionamento fora do esperado podem ser explicados por sumidouros.

- Adicionar os dados de todos os outros fósseis do RBSL enriqueceria o estudo.