

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL

Yan Eduardo da Silva

**PALEOBIODIVERSIDADE DE VERTEBRADOS PLEISTOCÊNICOS DA
LOCALIDADE SANGA DOS BORBA, PANTANO GRANDE - RIO
GRANDE DO SUL, BRASIL**

Santa Maria, RS
2022

Yan Eduardo da Silva

**PALEOBIODIVERSIDADE DE VERTEBRADOS PLEISTOCÊNICOS DA
LOCALIDADE SANGA DOS BORBA, PANTANO GRANDE, RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Animal, Área de Concentração em Sistemática e Biologia Evolutiva, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM. RS) como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Biodiversidade Animal**.

Orientador: Prof. Dr. Átila Augusto Stock da Rosa

Santa Maria, RS
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Yan Eduardo da Silva

**PALEOBIODIVERSIDADE DE VERTEBRADOS PLEISTOCÊNICOS DA
LOCALIDADE SANGA DOS BORBA, PÂNTANO GRANDE, RIO GRANDE DO
SUL**

Dissertação apresentada ao Curso Mestrado em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Biodiversidade Animal**.

Aprovado em 27 de outubro de 2022

Prof. Dr. Átila Augusto Stock da Rosa (UFSM)

Prof. Dr^a Annie Schmaltz Hsiou (USP)

Prof. Dr. Leonardo Kerber (UFSM)

Santa Maria, RS
2022

DEDICATÓRIA

Dentre muitas pessoas que me ajudaram no período de realização deste Mestrado, dedico esse às três mulheres mais importantes em minha vida, minhas mães, *Ana Paula Pizara* e *Marcia Adriana Amaral*, por sempre me incentivarem em todos os momentos. Dedico por fim à minha avó *Terezinha Amaral*, por me ensinar a amar a natureza e sua complexidade, em sua memória.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é fruto e testemunho da resiliência humana, realizado em meio à pandemia do COVID-19, em um momento complexo e delicado, onde a distância fez-se morada. Deixo meus singelos agradecimentos aos que acreditaram e confiaram na Ciência, juntos somos fortes.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Átila Augusto Stock da Rosa, pela parceria e realização de um sonho acadêmico, por confiar em meu trabalho e pela amizade.

Aos colegas e coautoras que contribuíram na construção deste trabalho, em especial à colega Ms^a Emmanuelle Fontoura, por todo suporte, conhecimento, dedicação e amizade. Agradeço aos colegas do Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia (LEP-UFSM), pelos conhecimentos trocados, risos e campos. Aos colegas do Centro de Apoio à Pesquisa Paleontológica da Quarta Colônia (CAPPA-UFSM), pela troca de conhecimentos e prática. À Prof Dr^a Ana Maria Ribeiro, pela parceria na construção e elaboração deste trabalho, e por gentilmente compartilhar a datação inédita da localidade deste estudo.

Ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Animal (PPGBA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pela oportunidade, infraestrutura e suporte durante a execução deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Às minhas mães, Ana Paula Pizara e Marcia Adriana Amaral, por sempre manterem vivo o sonho de uma criança que almejava ser Paleontólogo, a vocês devo todo meu amor e admiração, sou fruto das duas mulheres mais incríveis do mundo. Deixo registrado meus agradecimentos aos amigos de Alegrete e de Santa Maria, aos quais me ajudaram e ajudam a continuar em frente.

RESUMO

PALEOBIODIVERSIDADE DA MEGAFUNA DO PLEISTOCENO NO SUL DO BRASIL, BASEADO NA FAUNA DE SANGA DOS BORBA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

AUTOR: Yan Eduardo da Silva

ORIENTADOR: Átila Augusto Stock Da-Rosa

São apresentados e descritos novos registros de Megafauna Pleistocênica (Mammalia e Testudines), para a localidade Sanga dos Borba, no município de Pântano Grande, Rio Grande do Sul. Uma datação OSL foi realizada para o nível fossilífero, correspondendo a $98,920 \pm 17,750$ anos AP. Este é o afloramento mais antigo do Pleistoceno continental do Rio Grande do Sul até o momento. A presença de Testudines é baseada em três morfotipos, utilizando o tamanho para separar em quelônios de grande, médio e pequeno porte. O registro de Testudines de grande porte foi comparado com ocorrências na região pampeana da Argentina e Uruguai.

Palavras chave: *Chelonoidis* sp.; Xenarthra; Notoungulata; Megamamíferos; Testudinae.

ABSTRACT

PALAEODIVERSITY OF PLEISTOCENE MEGAFUNA IN SOUTHERN BRAZIL, BASED ON THE FAUNA OF SANGA DOS BORBA, RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

AUTOR: Yan Eduardo da Silva

ORIENTADOR: Átila Augusto Stock Da-Rosa

Herein we describe a new record of Pleistocene megafauna (Mammalia and Testudines), for the locality of Sanga dos Borba, municipality of Pântano Grande, Rio Grande do Sul state, southern Brazil. An OSL age was performed for the fossiliferous level, corresponding to $98,920 \pm 17,750$ years BP. This is the oldest outcrop for the continental Pleistocene in Rio Grande do Sul so far. The presence of Testudines is based on three morphotypes, using the size to separate in large, medium and small *Chelonia*. The record of large size Testudines were compared with occurrences in the Pampean region in Argentina and Uruguay.

Key words: *Chelonoidis* sp.; Xenarthra; Notoungulata; Megamammals, Testudinae.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	10
CAPÍTULO 1 - TEXTO INTEGRADOR	11
1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Apresentação	12
1.2 Objetivos	12
1.2.1. Objetivo geral	12
1.2.2. Objetivos específicos	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Pleistoceno	13
2.2 Afloramentos fossilíferos de vertebrados do Rio Grande do Sul	14
2.3 Localidade	15
2.4 Testudines	15
2.5 Megamamíferos	16
2.6 Considerações paleoambientais	16
CAPÍTULO 2 – ARTIGO CIENTÍFICO	18
CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
4. REFERÊNCIAS	49

APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação de mestrado está estruturada de acordo com o Manual de Dissertações e Teses (MDT) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e atende às exigências do Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Animal (PPGBA) sendo composto por um breve *texto integrador*, constituído de introdução, revisão bibliográfica e objetivos, um *manuscrito científico* submetido ao *Journal of South American Earth Sciences* e as *considerações finais*.

O texto integrador contextualiza acerca da idade geológica alvo deste estudo, o período Quaternário. Posteriormente a época do Pleistoceno é apresentada, com o foco em suas oscilações climáticas e intercalações faunísticas. Uma breve descrição das mudanças ambientais em períodos glaciais e interglaciais é apresentada, associando a presença de megamamíferos e o registro de testudines de grande porte para o extremo sul.

O manuscrito submetido apresenta uma nova fauna pleistocênica para a localidade Sanga dos Borba, no município de Pântano Grande no Rio Grande do Sul, e pela primeira vez a datação para a localidade é apresentada. A paleofauna descrita e figurada neste trabalho, corresponde a megamamíferos e testudines sendo estes subdivididos em três morfotipos associados ao porte dos espécimes. A ocorrência de Testudines *Chelonoidis* sp. de grande porte é correlacionada a outros registros para a região pampeana Argentina e para o Uruguai.

CAPÍTULO 1 - TEXTO INTEGRADOR

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Esta dissertação faz parte do projeto “Paleobiodiversidade da região oeste do RS”, contendo a descrição de material fóssil resgatado na localidade Sanga dos Borba, interior de Pântano Grande, RS, sul do Brasil.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Identificar, descrever, e posicionar cronologicamente fósseis de tetrápodes da localidade Sanga dos Borba, Pantano Grande, RS, sul do Brasil.

1.2.2. Objetivos específicos

- I) Descrever e identificar taxonomicamente os espécimes fósseis de (Mammalia e Chelonia) da localidade mencionada;

- II) Realizar a datação absoluta do OSL dos níveis fossilíferos, visando posicionar cronologicamente a fauna da localidade Sanga dos Borba;

- III) Correlacionar a presença de *Chelonoidis* sp. para afloramentos Pleistocênicos do sul do Brasil com registros na Argentina e Uruguai.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pleistoceno

O período Quaternário abrange de 2.58 Ma aos momentos atuais (Cohen et al, 2022), a época mais antiga deste período corresponde ao Pleistoceno (2.58 - 0.0117 Ma), sendo este caracterizado por sua oscilação entre períodos glaciais e interglaciais (Suguio, 2010). Além da presença de glaciações, a fauna deste período é uma característica emblemática do mesmo. Popularmente conhecida como Megafauna, este termo refere-se em sua maioria a mamíferos terrestres de grande porte, porém outros grupos como os répteis podem ser associados ao termo (Suguio, 2010).

Para o Pleistoceno da América do Sul os grupos de mamíferos terrestres que integravam a megafauna são resultantes de um amplo processo de migração faunística, o Grande Intercâmbio Biótico Americano (GIBA) (Cione et al. 2015; Domingo et al, 2020; Prates, 2021) ocorrido a partir do Plioceno superior (cerca de 3.6 Ma). O GIBA foi o principal evento de migração faunística entre a América do Norte e a então isolada América do Sul, a partir do soerguimento e formação do istmo do Panamá. Dentre os megamamíferos sul americanos nativos que migraram para norte (Stehli and Webb, 1985), destacam-se *Xenarthra* Cope, 1889, grupo ao qual são pertencentes os *Pilosa* Flower, 1883 (preguiças e tamanduás) e *Cingulata* Illiger, 1881 (*Tatus* e formas semelhantes), e *Notoungulata* Roth, 1903, caracterizada entre outros pelos *Toxodontidae* Owen, 1845 sendo este último grupo totalmente extinto ao final do Pleistoceno.

Em movimento oposto à fauna nativa sulamericana, a fauna norte americana de megamamíferos chega às regiões do sul obtendo maior sucesso em sua dispersão (Carrilo et al 2020). Dentre a família *Gomphotheriidae* Hay, 1922, destacam-se os proboscídeos. A família *Camelidae* Gray, 1821 possui representantes viventes na região andina. A família *Equidae* Gray, 1821 desaparece totalmente ao final do Pleistoceno (Scherer & Da Rosa, 2003), até sua reintrodução pela colonização humana europeia. A família *Cervidae* Gray, 1821 rapidamente se irradia em diversas formas, mas sofrem perda parcial, sendo as formas de maior porte mais afetadas (Fontoura, 2021). A ordem *Carnivora* Bowdich, 1821 possui duas principais famílias de hiper carnívoros registrados durante o Pleistoceno:

Canidae Fischer de Waldheim, 1817 e Felidae Fischer, 1817. Canidae inclui os Ursidae Fischer de Waldheim, 1817, onde destaca-se o gênero *Arctotherium* sp. Burmeister, 1879, devido ao seu grande porte; e os Ursidae possuem apenas uma espécie andina vivente. Felidae Fischer, 1817, com diversas formas viventes, destaca-se pelo gênero *Smilodon* Lund, 1841 um hiper carnívoro extinto ao final do Pleistoceno.

A fauna vivente é resultado direto do GIBA, devido às disputas e respostas adaptativas entre os grupos anteriormente isolados em massas continentais distintas (Cione et al, 2015). Ao decorrer do Pleistoceno, em associação com as oscilações climáticas, o conjunto de respostas adaptativas a diversas pressões ambientais nos grupos resultaram na posterior extinção de megamamíferos, tanto mega herbívoros quanto carnívoros (Prates et al, 2021). Atualmente alguns autores associam a extinção da megafauna Pleistocênica a uma junção de fatores ambientais, bem como pela presença e predação do *Homo sapiens* Linnaeus, 1758 (e.g. Barnosky e Lindsey, 2010; Prates et al, 2021).

Modificações da paisagem em oscilações de períodos de glaciação e interglaciação têm sido estudadas na América do Sul (Rabassa, 2005; Kerber, 2011; Behling et al, 2009), havendo relação entre a baixa disposição de água em períodos glaciais e ambientes mais secos, tornando propício o aumento das áreas de pastagens e diminuição das áreas florestais para a região pampeana (Bombin, 1975, 1976; Behling et al, 2009). Ambientes abertos favorecem grupos que se alimentam de plantas tipo C4, sendo os grandes mamíferos pastadores constantemente encontrados atrelados a este sistema. Para os períodos interglaciais, com o aumento da temperatura global ocorre a maior disponibilidade de água para o ecossistema, decorrente do degelo. A alta disponibilidade de água favorece o aumento de ambientes florestais (Behling et al, 2009), em contrapartida ocorre a diminuição das áreas abertas.

2.2 Afloramentos fossilíferos de vertebrados do Rio Grande do Sul

Para o estado do Rio Grande do Sul, a ocorrência de localidades fossilíferas de época Pleistocênica está associada a rios e drenagens afluentes, sendo estes agentes importantes inicialmente para a preservação e mais recentemente para exposição dos materiais ali depositados. Segundo Da Rosa (2007) e Scherer e

Ribeiro (2009), os afloramentos pleistocênicos do RS podem ser divididos em duas grandes porções: a porção litorânea e a porção continental. A maior parte dos afloramentos da porção continental está associada à bacia hidrográfica do Rio Uruguai e aos seus afluentes (Rio Quaraí, Arroio Touro Passo, Rio Ibicuí e distributários), obedecendo ao seu regime de deposição e retrabalhamento sedimentar. Enquanto isso, os afloramentos da planície costeira têm sua deposição controlada pela variação do nível do mar, a partir da oscilação dos períodos glaciais e interglaciais (Lopes et al, 2020).

Na porção central do estado, o conjunto de afloramentos continentais associa-se a pequenas sangas e arroios, como tributários de drenagens de maior porte. Na porção continental, as localidades com maior esforço amostral são as localidades da fronteira oeste do estado, dentre elas: localidades ao longo do arroio Touro Passo, em Uruguaiana (Bombin, 1976; Kerber & Oliveira, 2008); localidades em Alegrete (Sanga da Cruz, Miller, 1987, Milder, 2000, Scherer & Da Rosa, 2003, Oliveira & Kerber, 2009; e Foz do Ibirapuitã, Faccin e Da-Rosa, 2006), e em Quaraí uma sequência de afloramentos às margens do Rio Quaraí (Scherer & Ribeiro, 2009).

2.3 Localidade

No município de Pântano Grande é descrita a localidade Sanga do Borba (ou Sanga da Onça), às margens da sanga onde foram encontrados cerca de 1500 fósseis de mamíferos e quelônios, depositados na coleção do Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia (LEP) da UFSM. Os espécimes foram coletados em saídas de campo realizadas por este laboratório, entre 2001 e 2003. Além disso, somam-se a este trabalho fragmentos coletados pela equipe do Museu de Ciências Naturais da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (MCN-SEMA). Existem registros de materiais descritos em Dutra (1974), mas que não foram analisados neste trabalho, por dificuldades de acesso durante a pandemia de COVID-19.

2.4 Testudines

Até o presente momento, o registro de Testudines indeterminados (Testudine indet.) estava restrito aos afloramentos dos municípios de Alegrete (Kerber, 2008), Chuí (Maciel, 1996) e Uruguaiana (Bombin 1976; Maciel, 1996; Hsiou, 2007). Os

espécimes analisados neste trabalho foram selecionados com base na preservação de características diagnósticas. Dentre os 70 espécimes previamente identificados como Testudines indet. pertencentes à coleção do LEP-UFSM, foram selecionados 13 espécimes aos quais foram distribuídos em três grupos utilizando seu porte e ornamentação dorsais como característica.

A descrição dos espécimes UFSM 11168-10, UFSM 11168-32, UFSM 11168-35, UFSM 11168-36 e MCNPV 36985 realizada neste estudo evidencia o registro de testudines de grande porte, adicionando a localidade Sanga dos Borba como sendo este o primeiro registro para o estado e o registro mais ao sul do Brasil, para *Chelonoidis* sp.

Um estudo recente (Agnolin, 2021) descreve para a província de Buenos Aires o registro de *Chelonoidis petrocellii*, somando-se a uma série de registros de *Chelonoidis* para a província de Buenos Aires. A partir dos registros de *Chelonoidis* sp., o autor realiza uma sobreposição correlacionando-os a grupos de plantas como *Opuntia* sp. características do Pampa.

2.5 Megamamíferos

A diversidade descrita de megamamíferos para a Sanga dos Borba é composta em sua maioria por grandes herbívoros, sendo o grupo Xenarthra Cope, 1889 o mais expressivo. Dentre os Xenarthra, são registrados três gêneros de Cingulata Illiger, 1881 e três gêneros de Pilosa Flower, 1883.

Ainda para mega herbívoros são reportados: Toxodontidae Owen, 1845 sendo atribuído à espécie *Toxodon platensis* Owen, 1837; o mastodonte sul americano *Notiomastodon platensis* Ameghino, 1888; para Equidae Gray, 1821 são reportados dois gêneros (*Equus* Linnaeus, 1758 e *Hippidion* Owen, 1869). O único registro de Carnivora Bowdich, 1821 para a localidade Sanga dos Borba é o espécime UFSM 11204, atribuído a Ursidae Fischer de Waldheim, 1817, provavelmente ao gênero *Arctotherium* sp. Burmeister, 1879.

2.6 Considerações paleoambientais

Atualmente o estado do Rio Grande do Sul pode ser dividido em duas grandes áreas, de acordo com os Biomas predominantes. A porção norte do estado pertence ao Bioma Mata Atlântica, que consiste, em sua maior parte, de Florestas

Omrófilas Mistas. Para a porção sul ocorre o Bioma Pampa, caracterizado por grandes áreas abertas com a mistura de fitofisionomias campestres e savânicas (Behling et al, 2009).

Durante o Pleistoceno, para a região pampeana ao sul do RS, Behling et al, (2005) demonstra a predominância de vegetação campestre. As oscilações climáticas do Pleistoceno são facilmente observadas e relacionadas à variação faunística. Para períodos mais quentes e úmidos é registrado o avanço da fauna intertropical, sendo a presença de *Eremotherium laurillardi* Lund, 1842, um táxon tipicamente intertropical (Dantas et al, 2020) e indicativo para ambientes com maior disponibilidade hídrica. Com a chegada de períodos glaciais, com baixa disponibilidade de água e um clima mais seco, são favoráveis as condições para avanço da fauna pampeana, assim *Megatherium americanum* Cuvier, 1796 é constantemente associada a estes períodos (Tonini et al, 1999; Prates et al, 2021). A mudança na composição faunística entre elementos tipicamente intertropicais e aqueles francamente pampeanos é uma resposta adaptativa às oscilações climáticas, pois durante todo o Pleistoceno essas variações clima/fauna são constantemente observadas.

A sobreposição de espécies características da região intertropical com espécies da região pampeana é passível de diversas interpretações, entres estas oriundas de consequências tafonômicas, sinalizando uma mistura temporal para o afloramento. Considerando a coocorrência de gêneros que não deveriam se beneficiar de condições climáticas semelhantes, a fauna de Sanga dos Borba pode indicar um período de flutuações climáticas. Outra possível interpretação é considerar a localidade como registro de um ecótono, constituindo-se de um ambiente campestre delimitado por florestas ribeirinhas.

CAPÍTULO 2 – ARTIGO CIENTÍFICO

06/10/2022 11:24

Gmail - Your Research on SSRN



Yan Silva <yan.eduardoyep@gmail.com>

Your Research on SSRN

1 mensagem

support@ssrn.com <support@ssrn.com>
Responder a: support@ssrn.com
Para: yan.eduardoyep@gmail.com

3 de outubro de 2022 06:42

Dear Yan Eduardo Silva,

We are happy to have received your submission, Paleobiodiversity of Pleistocene Megafauna in Southern Brazil, Based on the Fauna of Sanga Dos Borba, Rio Grande Do Sul State, Brazil, for inclusion on SSRN, an open platform for the sharing of early stage research. The following URL links to your abstract page on SSRN:

<http://ssrn.com/abstract=4236254>

The following URL(s) links to your SSRN Author Page(s). This page provides easy access to your papers on SSRN. In addition, the page includes contact information and counts for the downloadable papers.

[Yan Eduardo Silva <https://ssrn.com/author=5496148>, Emmanuelle Fountora <https://ssrn.com/author=5496149>, Dilson Vargas-Peixoto <https://ssrn.com/author=5496150>, Carolina Saldanha Scherer <https://ssrn.com/author=5496151>, Ana Maria Ribeiro <https://ssrn.com/author=5496152>, Átila Augusto Stock Da-Rosa <https://ssrn.com/author=5496153>]

If you have other working or accepted papers, we invite you to submit them for inclusion on SSRN:
<https://hq.ssrn.com>

Questions on how your research got to SSRN? Visit https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/35288/.

Any other questions? Please visit the SSRN Support Center at <https://service.elsevier.com/app/home/supporthub/ssrn/> or call 877-SSRNHelp (877 777 6435) in the United States or +1 212 448 2500 outside of the United States.

Thank you,
The Elsevier | SSRN Team

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=485cafc0da&view=pt&search=all&permthid=thread-f%3A1745659015527978736&siml=msg-f%3A1745659...> 1/1

Paleobiodiversity of Pleistocene megafauna in southern Brazil, based on the fauna of Sanga dos Borba, Rio Grande do Sul State, Brazil

SILVA, Yan Eduardo

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria -
yan.eduardoyep@gmail.com
Santa Maria - RS

FONTOURA, Emmanuelle Machado

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria.
Centro de Apoio à Pesquisa Paleontológica, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria.

VARGAS-PEIXOTO, Dilson

Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia - Departamento de Geociências -
Universidade Federal de Santa Maria

SCHERER, Carolina Saldanha

Laboratório de Paleontologia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas,
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

RIBEIRO, Ana Maria

Seção de Paleontologia, Museu de Ciências Naturais, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura, Rio Grande do Sul, Brazil

DA ROSA, Átila Augusto Stock

Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia - Departamento de Geociências -
Universidade Federal de Santa Maria
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria

Abstract

Herein we describe a new record of Pleistocene megafauna (Mammalia and Testudines), for the locality of Sanga dos Borba, municipality of Pântano Grande, Rio Grande do Sul state, southern Brazil. An OSL age was performed for the fossiliferous level, corresponding to $98,920 \pm 17,750$ years BP. This is the oldest outcrop for the continental Pleistocene in Rio Grande do Sul so far. The presence of Testudines is

based on three morphotypes, using the size to separate in Large, Medium and Small *Chelonia*. The record of large size Testudines were compared with occurrences in the Pampean region in Argentina and Uruguay.

Key words: *Chelonoidis* sp.; Xenarthra; Notoungulata; Megamammals, Testudinae.

1. Introduction

The Pleistocene is an epoch of the Quaternary, marked by important climatic events, such as the glacial and interglacial periods, which strongly influenced the biota (e.g. Vuilleumier, 1971). Among the vertebrates, the existence of megafauna stands out, composed mainly of mammals, but also of large reptiles and birds, which populated a large part of the planet during the period. Especially in the Americas, there was also the Great American Biotic Interchange, an event that occurred after the formation of the Isthmus of Panama, which allowed the migration of fauna between South America and North America that modified the faunal composition of these continents, mainly in the former (Cione et al. 2015).

The record of this Pleistocene fauna is quite abundant in South America, and in southern Brazil is recorded in continental deposits, such as fluvial and cave sediments, and in coastal and marine deposits. In Rio Grande do Sul State, Lopes et al. (2020) divided these deposits in the western fluvial deposits (WRS) and the coastal and marine deposits of the coastal plain and shallow platform (CPRS) both recording megafauna fossils. Although those fossils are recently described for CPRS (Lopes et al. 2020 and references therein), historical records come from isolated outcrops at the WRS (Bombin, 1976; Souza Cunha, 1959; Paula Couto, 1944; Oliveira, 1992, 1996; Kerber 2008a,b). More recently, there were efforts to correlate the inland deposits in many present rivers (Da Rosa, 2009; Scherer and Ribeiro, 2009).

In South America, southern Brazil represents the boundary of Pleistocene paleoclimatic provinces, the Intertropical and Pampean (Ab'Saber, 1977, 2000). Nevertheless, the glacial and interglacial events, in an almost cyclic way, show a two fold scenario, when glacial conditions led to sea regression, basinward coastal shift, lowering of the river profiles and the onset of dry and cold weather, with open fields expansion. On the other hand, interglacial conditions represent times of sea transgression, a continental transition of the coast, higher river profiles and the

expansion of forests, in warmer and more humid weather. So, each outcrop represents a time frame for the biotic shift in glacial or interglacial events, and the expansion of Pampean or Intertropical faunal provinces, respectively. Thus, the description of vertebrate fossils must be accompanied by absolute dating, due to the superposition of faunal assemblages and possible land mammal ages.

This paper presents a list of the fossil vertebrates from the locality “Sanga dos Borba”, municipality of Pantano Grande, Rio Grande do Sul state, southern Brazil (Fig. 1). A Megatheriidae skull was previously mentioned for this locality (Vargas-Peixoto et al. 2011), as well as isolated findings (Dutra, 1974; Paula Couto, 1944; Souza Cunha, 1959) and a preliminary list of collected fossils (Scherer et al. 2002). This fossiliferous site was previously mentioned as “Rio Pardo”, prior to creation of the municipality in 1987.

2. Material and Methods

Studied materials are housed at the paleontological collections of the Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) and the Museu de Ciências Naturais (MCN-PV) of the Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA).

2.1 Descriptions

The description of new outcrops and/or new fossiliferous assemblages has been common on the last decades, for different time periods (e.g., Cantalamessa et al. 2001; Da-Rosa et al. 2009; Bonaparte et al. 2010a; Dias-da-Silva and Da-Rosa, 2011; Müller et al. 2015; Pavanatto et al. 2018). Herein we adopt the same methodology used by the afore-mentioned authors, which consists in a general contextualization of the locality followed by geological description together with a brief presentation of the fossil specimens it yielded to date.

The description of Testudines specimens follows the nomenclature suggested by Romer (1956), while the mammals description follows Paula Couto (1979) and other works used for comparison, cited in the “References” section.

2.2 Institutional abbreviations

UFSM, Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia, Departamento de Geociências, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa

Maria, paleovertebrate collection; **MCN-PV**, Museu de Ciências Naturais de Porto Alegre, paleovertebrate collection; **FC-DPV**, Facultad de Ciencia - Departamento de Paleontología - Colección de Vertebrados, Montevideo; **MGT**, Museo de Geociencias de Tacuarembò; **MHD-P**, Museo Histórico Departamental - Paleontología, Departamento Artigas; **MNHN-DP**, Museo Nacional de Historia Natural - Paleontología, Montevideo.

3. Geological setting

The fossiliferous outcrop is located circa 3 km northwestwards from the Pântano Grande city, Rio Grande do Sul state, at Sulina Farm (30°09'01,93"S ; 52°25'22,36"W). Some known toponyms are "Sanga dos Borba" or "Sanga da Onça" (Fig. 1).

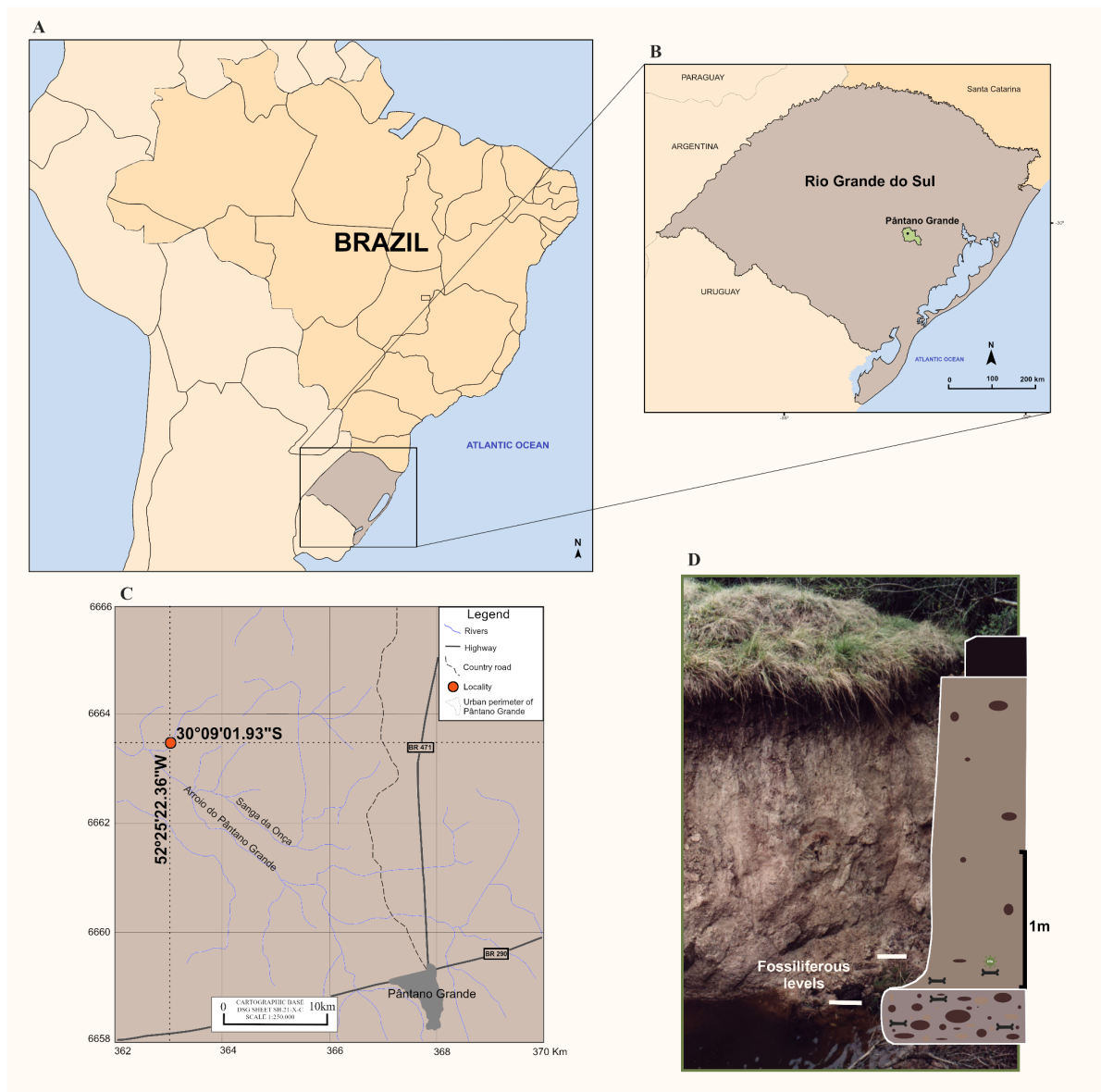


Figure 1. Location and sedimentary profile of Sanga dos Borba. (A) Rio Grande do Sul State in southern Brazil; (B) Pântano Grande city in Rio Grande do Sul State; (C) Location map of Sanga dos Borba; (D) Sedimentary profile, showing the fossiliferous levels and OSL sampling.

The sedimentary succession is composed by a basal, partially visible whitish mudstone, erosively recovered by an orthoconglomerate, mainly constituted by gondwanic sedimentary rocks (Fig. 1). This conglomerate is fossiliferous and represents the drainage pavement, concentrating the fossil fragments detached from the rock matrix by present erosive processes. At the top, there is a paraconglomerate of gray-greenish siltic-argillic matrix, with a reduced number of fossils. Those

lithologies represent alluvial deposition, characterized by fluvial record at the base and slump processes at the top.

A preliminary taphonomic analysis allows us to infer that most specimens from the conglomeratic level are disarticulated and/or fragmented. At the topmost paraconglomerate, fossils occur both articulated and disarticulated, suggesting a differentiation on preservational processes. This observation corroborates with the paleoenvironmental identification of more energetic processes at the base, and more selective at the top.

4. Results

4.1 Age determination

A sediment core was sampled from the base of the mudstone, few centimeters above the conglomeratic level, and sent to “Laboratório de Vidros e Datação”, from “Faculdade de Tecnologia de São Paulo” (FATEC), for thermoluminescence (TL) and optically stimulated luminescence (OSL) age determination.

The paleodose analysis was done in a TL/OSL Automated Systems of a Model 1100-Series Daybreak Nuclear Instruments Inc., while the annual paleodose was carried out in a Canberra Inspector Portable Spectroscopy Workstation (NAI-TL). The results are presented below (Tables 1 and 2).

Table 1. Lab code, sample name, annual dose, paleodose and ages (TL and OSL).

Lab code	Sample	Annual dose ($\mu\text{Gy}/\text{year}$)	Paleodose (Gy)	Age (years)
1876	Sanga Borba - fossiliferous level	4,150 \pm 540	TL = 380.00	91,700 \pm 16,450
			OSL = 410.00	98,920 \pm 17,750

Table 2. Radioactive isotopes concentrations used to measure the annual dose.

Lab code	Th (ppm)	U (ppm)	K (ppm)
1876	12.029 \pm 0.433	3.292 \pm 0.718	2.140 \pm 0.310

The age of the fossiliferous level must be taken as a depositional age, so it is herein considered as the minimum age for the fossils.

4.2 Systematic Paleontology

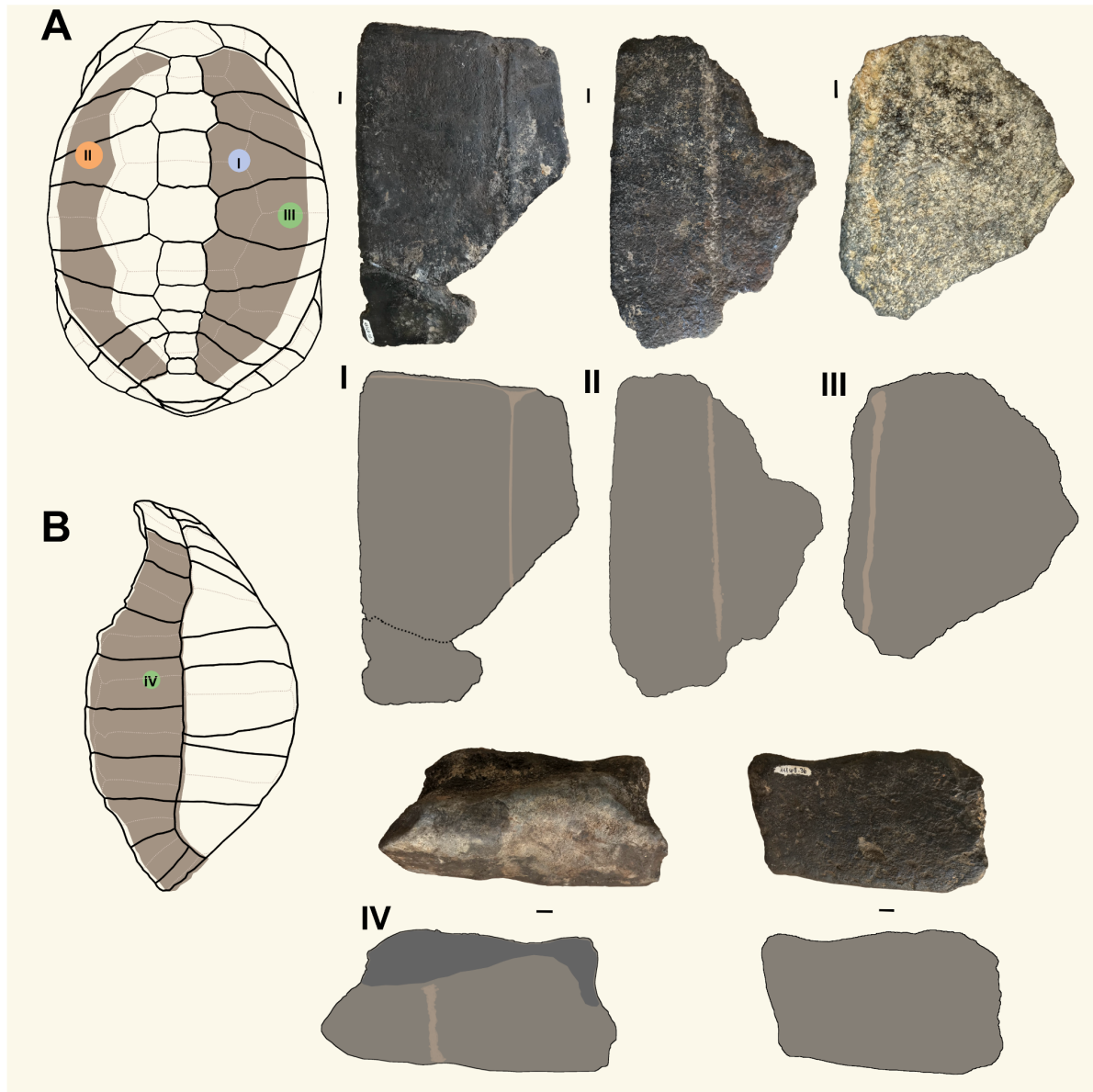
Class REPTILIA
Order TESTUDINES Batsch, 1788
Family TESTUDINIDAE Batsch, 1788
Genus *Chelonoidis* Fitzinger, 1835
Chelonoidis sp.

Large-sized Chelonia (Fig. 2)

Material: UFSM 11168-10, UFSM 11168-32, UFSM 11168-35 and MCN-PV 36985, fragments of the epidermic shield of the carapace; UFSM 11168-36, marginal shield of the carapace.

Description: During material preparation, we recognized that specimens UFSM 11168-10 e UFSM 11168-32 are complementary to each other, so they were glued together. In this material, it is possible to observe the suture of the costal plates, while UFSM 11168-32, in its dorsal face, preserves a marginal groove from the central and/or vertebral plates. Still, there is a more profound and visible, second groove positioned vertically to the laterocaudal portion. The specimen UFSM 11168-35 also preserves a vertical groove in its dorsal view, but more rugose than previous specimens, partially filled with concretions. In laterorostral view, part of the costal plate suture is preserved. The specimen UFSM 11168-35 is fragmented in all lateral portions, preserving just part of the sutures of the dermic plates, and a well visible groove. As well the specimen UFSM 11168-35, the specimen MCN-PV 36985 preserves a vertical groove in its dorsal view, its sides are fragmented, not preserving the sutures. The specimen UFSM 11168-36 preserves, in its dorsal face, part of the marginal border ornamentation of the carapace, and in dorsal view the characteristic torsion of the limb region, with a depression near the anterodorsal region, associated to insertion cavity of spines of the carapace dorsal plates. In ventral view, specimen UFSM 11168-36 is plain and does not preserve ornamental grooves. The specimen MCN-PV 36973 is fractured, in the dorsal view does not have ornamentation, this

surface is rough and filled with concretions, in the ventral view has a concave surface. In the dorsal view MCN-PV 36973 preserve marginal sutures, in the caudal portion part of the nuchal suture is preserved, the sutures nucho costal are preserved.



Chelonoidis sp.

Figure 2. Reptilia from Sanga dos Borba. Large-sized Chelonia. (A) I) UFSM 11168-10 and UFSM 11168-32 ; II) UFSM 11168-35; III) MCN-PV 36985, fragments of the epidemic shield of carapace; IV) UFSM 11168-36, marginal shield of the carapace.

Medium-sized Chelonia (Fig. 3)

Material: UFSM 11360-a, UFSM 11360-b a Epiplastron; UFSM 11168-3, indeterminate fragment of plastron; UFSM 11168-41, a Xifoplastron; UFSM 11168-1 and UFSM 11168-48, indeterminate fragments of plastron; UFSM 11168-15 and UFSM 11168-29, marginal plates.

Description: Specimens herein described correspond to different plastron fragments, attributed to a medium sized Chelonia. Specimens UFSM 111360-a and UFSM 111360-b are complementary and correspond to the left Epiplastron (Epp), without visible ornamental grooves in its ventral, rugose view. In its latero caudal face, the sutures with the Hioplastron (Hi) are partially preserved, as well as the suture with the Entoplastron (Ent) only preserved at the caudal portion, and not preserving the suture between the Epp.

The specimen UFSM 11168-3 preserves, in its dorsal face, part of the medial suture, and in ventral view an ornamental groove in horizontal position. The lack of rostral and caudal sutures do not allow recognition of the location of the specimen in the plastron. The specimen UFSM 11168-41 corresponds to a fragment of the Xifoplastron (Xi), in dorsal view, where the sutures with the Ent are preserved, as well as the suture with Xi, fragmented only in its most caudal portion. Specimens UFSM 11168-1 and UFSM 11168-48 are also attributed to plastron fragments, due to a plain surface at the dorsal region, not preserving sutures that may allow a more detailed identification.

Specimens UFSM 11168-15 and UFSM 11168-29 correspond to fragments of marginal plates. The specimen UFSM 11168-15 is a peripheral plate (pe), corresponding to a peIII, preserving its free border (fb), adorned with small circular projections, not preserving the sutures due to fragmentation. The specimen UFSM 11168-29 is a pygal plate (py), in dorsal view it is possible to observe a free border (fb), with its convex distal portion, preserving the suture between the pygal plates.

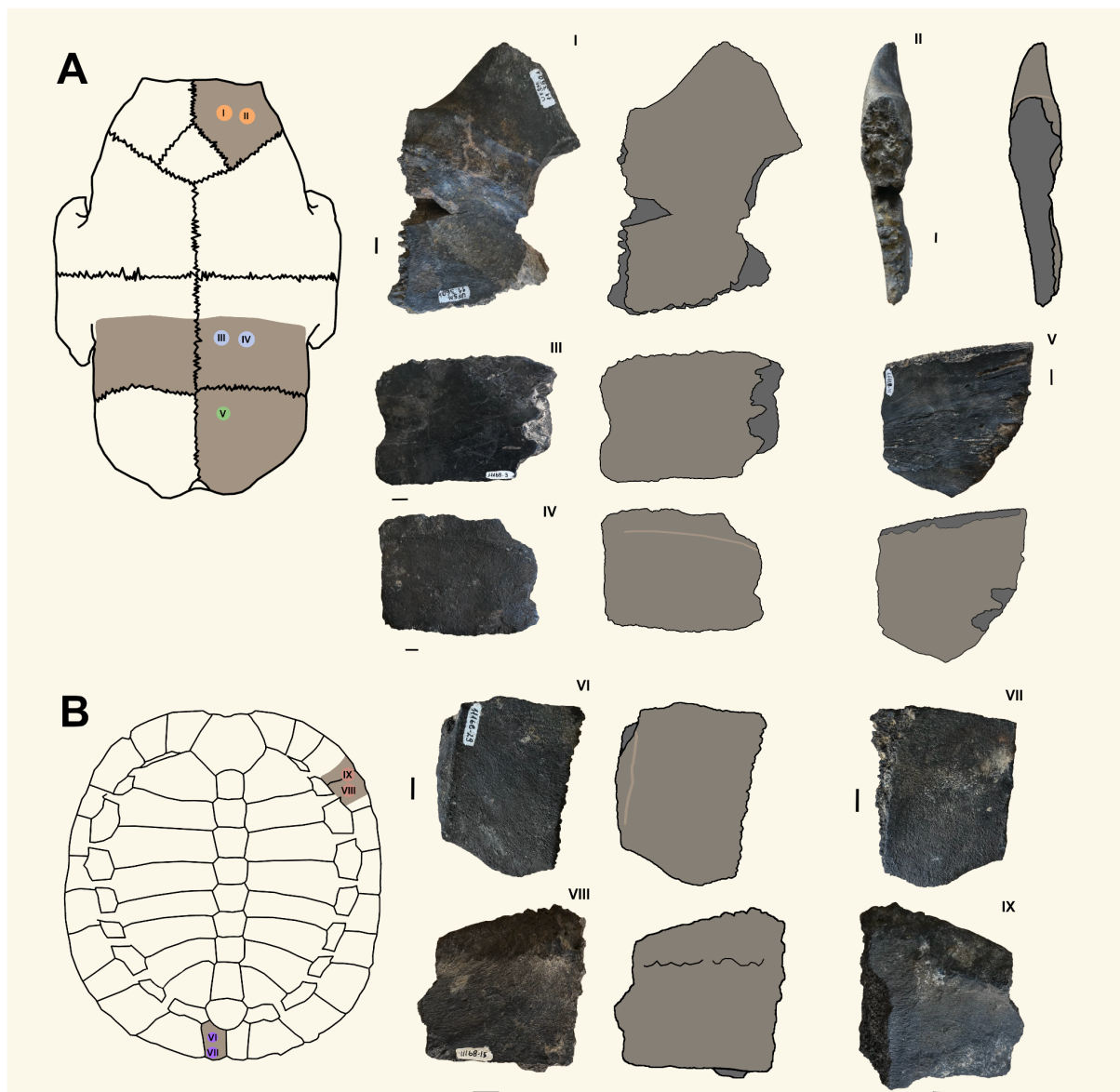


Figure 3. Reptilia from Sanga dos Borba. Medium-sized Chelonia. (A) I and II) UFSM 11360-a; UFSM 11360-b, a Epiplastron; III and IV) UFSM 11168-3, indeterminate fragment of plastron; V) UFSM 11168-41, a Xifoplastron; (B) VI and VII) UFSM 11168-1; VIII) UFSM 11168-48 indeterminate fragments of plastron; IX) UFSM 11168-15; UFSM 11168-29, marginal plates.

Family EMYDIDAE Rafinesque, 1815

Genus *Trachemys* Agassiz, 1857

Trachemys sp.

Small sized Chelonia (Fig. 4)

Material: UFSM 11182-a, a plastron fragment, UFSM 11182-b, carapace fragment.

Description: The specimen UFSM 11182-a is different from the preceding ones, regarding its small size. It is a fragmentary part of the Hipoplastron (Hp), preserving part of the bony bridge, responsible for the connection of plastron and carapace. The specimen corresponds to a vertebral plate fragment, and in its ventral face it is possible to see the ornamental groove. In dorsal view, the surface shows ornamentation formed by horizontal grooves and the laterorostral and laterocaudal sutures, as well as the distal part of a rib (cos). UFSM 11182-b corresponds to a distal fragment of a costal plate, preserving ornamental structures in the dorsal view; these ornamental structures are similar to testudines of the genus *Trachemys* sp. In the ventral view the specimen UFSM 11182-b preserves the distal part of the projection of the costal plate that articulates in the foramina of the marginal plates.

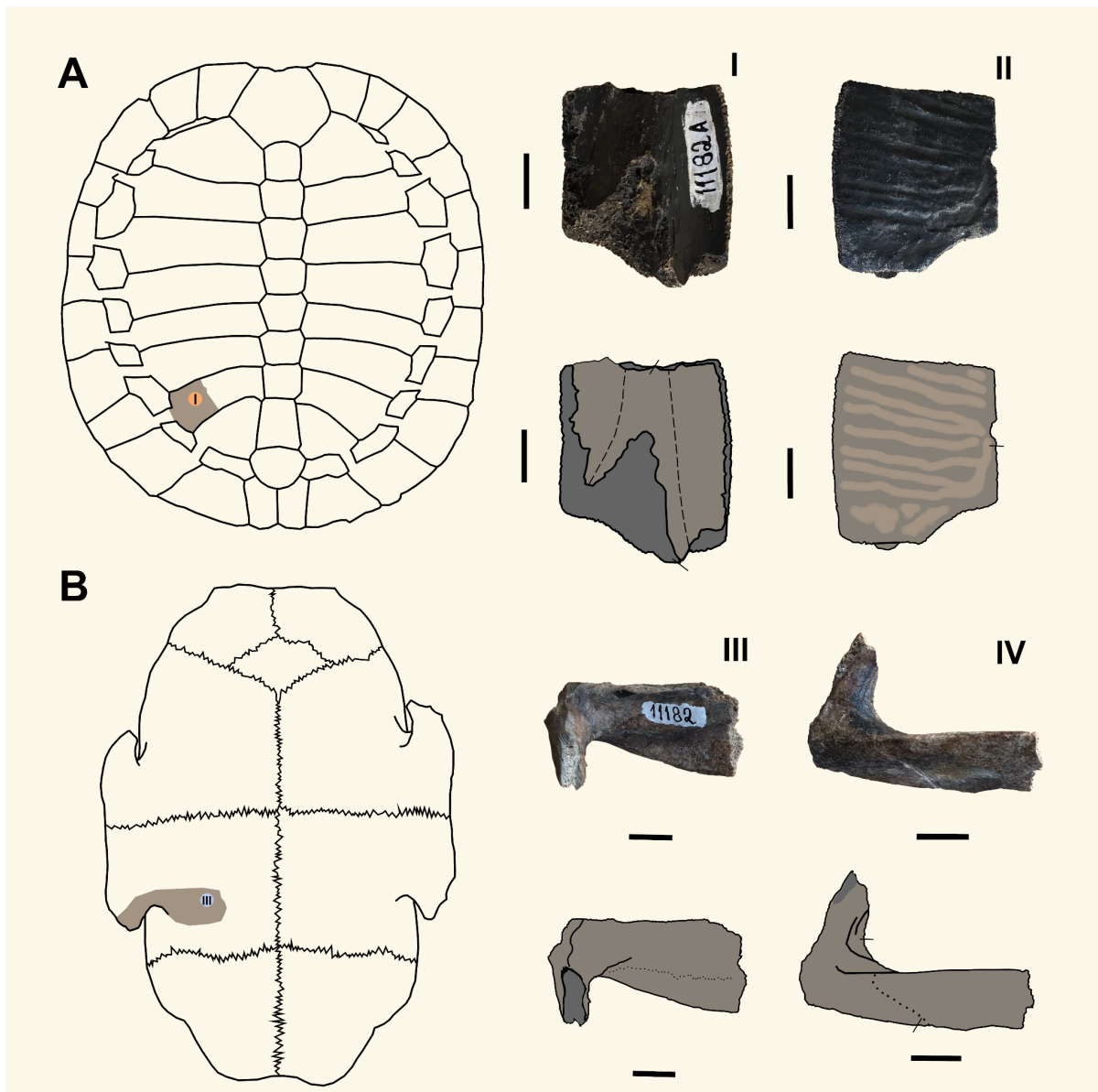


Figure 4. Reptilia from Sanga dos Borba. Small-sized Chelonia. (A) I) UFSM 11182; (B) II) UFSM 11182-a.

Class MAMMALIA

Superorder XENARTHRA Cope, 1889

Order CINGULATA Illiger, 1881

Family GLYPTODONTIDAE Burmeister, 1879

Genus *Panochthus* Burmeister, 1866

Panochthus sp. (Fig. 5a-b)

Material: UFSM 11170-b and UFSM 11210, isolated osteoderms.

Description: Both specimens present ornamental figures in the dorsal view, with no central figure, but small and plane circles delimited by narrow and shallow grooves. The specimen UFSM 11170-b has a hexagonal shape, preserving even the sutures, these being in similar proportions. The specimen UFSM 11210 also has a hexagonal shape, but one of the faces is considerably smaller than the others.

Family GLYPTODONTIDAE Burmeister, 1879

Genus *Glyptodon* Owen, 1845

Glyptodon sp. (Fig. 5c-e)

Material: UFSM 11216-h, UFSM 11216-i and UFSM 11207 isolated osteoderms.

Description: Both specimens present the characteristic rosette pattern of their dorsal face, in which the central figure is circular, concave and rounded by small figures, all delimited by grooves. UFSM 11216-i is hexagonal, characteristic of the species *Glyptodon clavipes*. However, the species inference is problematic, based only on the isolated osteoderms, due to morphology variation in the carapace. The specimen UFSM 11216-h presents a hexagonal structure, with its larger, more rounded central figure, compared to UFSM 11216-i. The specimen UFSM 11207 preserves ornament grooves and a semicircular central figure, surrounded by also circular, smaller figures, which are delimited by grooves.

Family PAMPATHERIIDAE Paula Couto, 1954

Genus *Pampatherium* Ameghino, 1875

Pampatherium sp. (Fig. 5f)

Material: UFSM 11205 an isolated osteoderm.

Description: The specimen consists of an isolated, non ornamented, rectangular osteoderm. There is a slight groove in the marginal boundary of the osteoderm. The rectangular shape resembles the mobile pre-girdle osteoderms.

Order PILOSA Flower, 1883

Family MYLODONTIDAE Gill, 1872 (Fig. 5g-j)

Material: UFSM 11175-a, 11208-b, 11208-c, fragmentary molariforms; and UFSM 11172-a, a fragmentary caniniform.

Description: Bilobated, labiolingually flattened teeth. The caniniform is prismatic despite being fragmented.

Genus *Glossotherium* Owen, 1840
Glossotherium aff. robustum (Fig. 5k)

Material: UFSM 11176, a fragmentary molariform.

Description: Triangular tooth on palatal view. It has two lobes in the labial region and one lobe in the caudal face. It probably corresponds to the first lower molariform.

Genus *Lestodon* Owen, 1840
Lestodon armatus (Fig. 5l-m)

Material: UFSM 11185, a fragmentary astragalus; UFSM 11641, an ectocuneiform.

Description: UFSM 11185 is a left fragmentary astragalus, with its medial region well preserved. It has an odontoid process like a pulley positioned almost 90° to the discoid facet, and the ectal facet is elongated and concave. UFSM 11641 corresponds to a right ectocuneiform partially fragmented in the margin of the proximal surface. It has a mediopantar process, two cuboid facets and the navicular facet is concave (VARGAS-PEIXOTO et al. 2019).

Family MEGATHERIIDAE (Fig. 5n)

Material: UFSM 11217, a fragmentary molariform.

Description: A prismatic tooth, sub quadrangular in transverse section. It is very worn, with an absent root and masticatory surface.

Order PROBOSCIDEA Illiger, 1811
Family GOMPHOTHERIIDAE Hay, 1922
Genus *Notiomastodon* Cabrera, 1929

Notiomastodon platensis Ameghino, 1888 (Fig. 5o-p)

Material: UFSM 11173a and UFSM 11173b, tooth fragments.

Description: Both specimens consist of small fragments, probably molars. Due to the degree of fragmentation, which makes the specimens quite incomplete, it is possible to see only part of the enamel of the occlusal surface, where a conule or conulide, of an interloph or interlophid, and part of one of the cusps are visible.

Order NOTOUNGULATA Roth, 1903

Suborder TOXODONTIA Owen, 1853

Subfamily TOXODONTINAE Trouessart, 1898

Family TOXODONTIDAE Owen, 1845

Genus *Toxodon* Owen, 1837

Toxodon platensis Owen, 1837 (Fig. 5q-v)

Material: UFSM 11172, UFSM 11206a, UFSM 11206b and UFSM 11206c, teeth fragments; UFSM-11180b metacarpal and UFSM-11649, ulna.

Description: Specimens UFSM 11172, UFSM 11206a and UFSM 11206b correspond to very fragmented teeth, only characterized by their form and enamel. The specimen UFSM 11206c shows a characteristic curvature of incisors, but no measurement is possible due to its fragmentary condition. The specimen UFSM 11180b corresponds to a complete metacarpian. The specimen UFSM 11649 is a proximal fragment from an ulna, preserving the olecranon (o) and anconeal process (pa). According to Mendonça (2012), the projection of the olecranon is angularly accentuated in relation to the diaphysis of the ulna, corresponding to an angle greater than 125°.

Order CARNIVORA Bowdich, 1821

Suborder CANIFORMIA Kretzoi, 1943

Family URSIDAE Fischer de Waldheim, 1817

Subfamily TREMARCTINAE Merriam and Stock, 1925

Genus *Arctotherium* Burmeister, 1879

Arctotherium sp. (Fig. 5w)

Material: UFSM 11204, a caniniform.

Description: The specimen UFSM 11204 corresponds to an isolated canine, fragmented at the root, very similar to the specimen MBLUZ-P-5.118 described at Soibelzon et al. (2007). The crown is fragmented in the distal portion, however it is possible to observe that the crown is curved, with its apex projected distolabially.

Order PERISSODACTYLA Owen, 1848

Family EQUIDAE Gray, 1821

Subfamily EQUINAE Gray, 1821

Genus *Equus* Linnaeus, 1758

Subgenus *Equus (Amerhippus)* Hoffstetter, 1950 (Fig. 5x)

Material: UFSM 11189, a left incomplete dentary with three molars.

Description: The dentary is well preserved, containing the three first premolars (Pm₂, Pm₃, Pm₄) and the first molar is occluded, suggesting it is a juvenile form. The occlusal surfaces of the teeth present metaconid and metastilid cusps, forming a double lace, which is characteristic of *Equus* (Paula-Couto, 1979).

cf. *Hippidion* Owen, 1869 (Fig. 5y)

Material: UFSM 11171a, a superior left molar.

Description: The tooth is partially preserved, without roots and part of the external crown enamel. It is not possible to recognize its position (1st, 2nd or 3rd molar), due to the fragmentary condition. Although it is not possible to observe typical characters (e.g., elliptic protocone, the enamel small island), the simplified configuration of occlusal morphology allows assignment of material to *Hippidion*.



Figure 5. Mammalia from Sanga dos Borba. (A) UFSM 11170-b; (B) UFSM 11210 isolated osteoderms; (C) 11216-h; (D) UFSM 11216-i; (E) UFSM 11207 isolated

osteoderms; (F) UFSM 11205 an isolated osteoderm; (G) UFSM 11175-a; (H) UFSM 11208-b; (I) 11208-c fragmentary molariforms; (J) UFSM 11172-a fragmentary caniniform; (K) UFSM 11176; (L) UFSM 11185 fragmentary astragalus; (M) UFSM 11641 a ectocuneiform; (N) UFSM 11217 fragmentary molariform; (O) UFSM 11173-a; (P) UFSM 11173-b teeth fragments (Q) UFSM 11172; (R) UFSM 11206-a; (S) UFSM 11206-b; (T) UFSM 11206-c; (U) UFSM 11180 metacarpal (V) UFSM 11649 ulna; (W) UFSM 11204 a caniform; (X) UFSM 11189 a left mandibular fragment preserving three molars (Y) UFSM 11171-a a superior left molar.

5. Discussion

5.1 Geology and age

The analyzed profile consists of fluvial deposits, as with many of the continental deposits in southern Brazil. No paleoburrows and crotonid tracks were found associated with these deposits, suggesting they are a taphonomic accumulation in an alluvial environment. So, the fossiliferous deposit is an allochthonous concentration, with an uncertain time-averaging.

The age determination of the base of the mudstone presents an age of 98.9 Ky (Table 1), which shows that this is the oldest inland fossiliferous deposit so far in southern Brazil. Despite that late Pleistocene dates were already presented for the continental deposits (e.g., Miller, 1987; Bombin, 1976; Milder, 2000), they ranged from 11 Ky to 42 Ky, never exceeding those numbers. Only coastal deposits recorded older ages, reaching ~247 Ky, ~120 Ky, ~100 Ky and ~87 Ky, relating to marine isotope stages MIS 7, MIS 5e, MIS 5c and MIS 5a, respectively (Lopes et al. 2020).

Considering the correlation of coastal deposits to marine isotope stages (Lopes et al. 2020), we suggest this studied section may correspond to Marine Isotope Stage 5c.

5.2 Chelonians

The record of chelonians for the Rio Grande do Sul State (Fig. 6) is restricted to the cities of Alegrete (Kerber et al. 2008a), Chuí (Maciel et al. 1996) and Uruguaiana (Bombin, 1976; Maciel et al. 1996), reporting carapace fragments. In northern Uruguay, there is also the occurrence of carapace fragments, in the localities Young, Arroyo California and Pintado-Urumbaba (Ubilla, 1994). In

Argentina, the record of chelonians is concentrated in Buenos Aires province and in the northeastern portion of the country, according to Agnolin et al. (2021). In an overall panorama, the presence of large chelonians seem to be restricted to a territory presently coincident with the Pampean environments, but it is not clear what ecological role these large-sized fossils could play in the ecosystems.

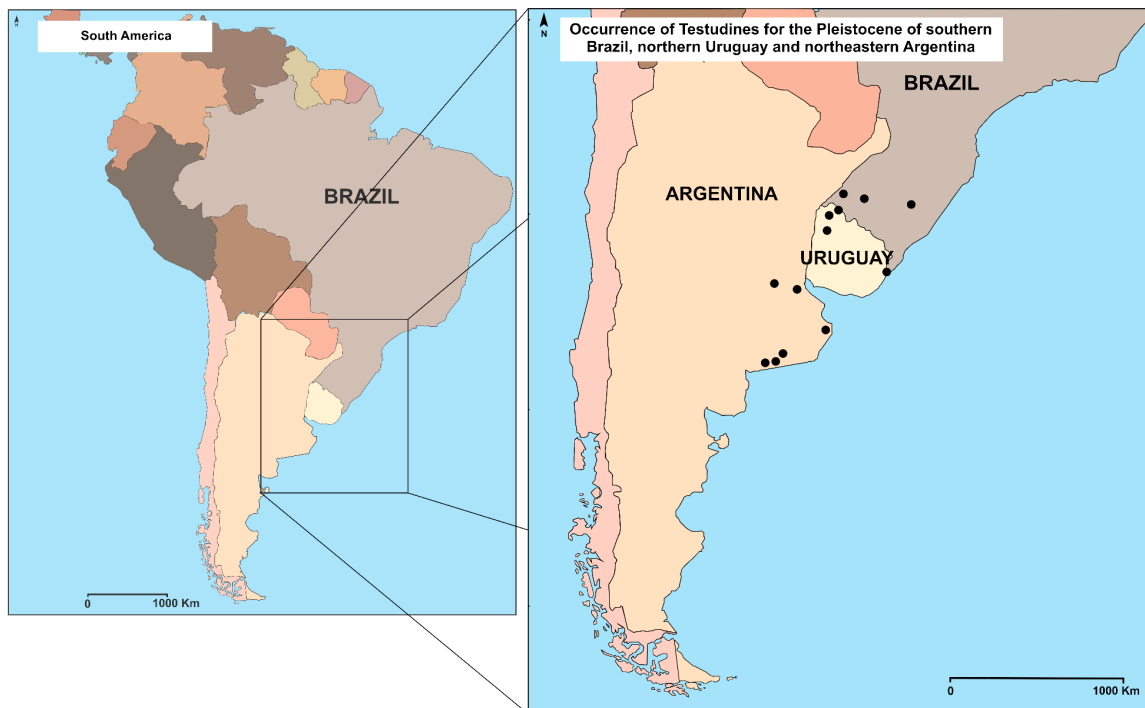


Figure 6. Occurrence of Testudines for the Pleistocene of southern Brazil, northern Uruguay and northeastern Argentina.

In Alegrete, Kerber et al. (2008a) reported five plastron fragments (MCPU-PV013, MCPU-PV014, MCPU-PV015, MCPU-PV016 and MCPU-PV017) to the locality Sanga da Cruz in the outcrop Salatiel II. These specimens are small and well fragmented, being attributed to Testudines indet. In the city of Uruguaiana, Kerber et al. (2008b) reported to the locality Ponte Velha I, on the Touro Passo creek, small fragments of a carapace (MCPU-PV127) and plastron (MCPU-PV227), being attributed to Testudines indet. Still for the locality of Touro Passo, Bombin (1976) and Maciel et al. (1996) assigned materials to Testudines indet, *Trachemys dorbigni*

Duméril and Bibron, 1835, *Phrynops hilarii* Duméril and Bibron, 1835, *Hydromedusa tectifera* Cope, 1869 and *Chelonoidis carbonaria* Spix, 1824.

For the coastal portion of the state of Rio Grande do Sul, carapace fragments are reported from the locality Balneário Hermenegildo, in the Chuí city (Maciel et al., 1996), attributed to *Geochelone* sp. (Fitzinger, 1835). Currently the genus has been synonymized to *Chelonoidis* sp.. Other testudines materials are reported in Uruguay by Ubilla et al. (1994; 2004), attributed to *Geochelone* sp. (for the specimens FC-DPV-387, MGT-803, MGT-792 and MHD-P 262), *Pseudemys scripta* (FC-DPV-434), *Hydromedusa* sp (MNHN-DP-799).

Agnolin et al. (2021) report for Buenos Aires Province the new *Chelonoids petrocellii* while De la Fuente (2017), Gambetta and Agnolin (2018) report giants Testudines for the same province. De La Fuente (2018) organize Testudines records for the South America, in Argentina the records for the Córdoba Province were reported by Zacarías and Luna (2013) Cabrera and Luna (2011). For the Corrientes Province, *Chelonoidis* sp. were reported by Zacarías and Luna (2013), Broin and De la Fuente (1993), Noriega et al. (2000), Zacarías et al. (2013, 2014).

The specimens UFSM 11168-10, UFSM 11168-32, UFSM 11168-35 and UFSM 11168-36, here reported and described, are attributed to large chelonians, these being similar forms to *Chelonoidis niger* (Quoy and Gaimard, 1824). This is the first record of these animals for the Pleistocene of the Rio Grande do Sul state, and for southern Brazil. This singular record makes the locality Sanga dos Borba an excellent and differentiated place from the other localities of the Pleistocene in the state, and highlights the need of a greater sampling effort in other localities.

5.3 Megamammals

For this locality, beyond the presence of Testudines reported above, other specimens of herbivore and carnivore megamammals were reported. The Xenarthra group is the most expressive group, with three Cingulata and Pilosa genera. The Megatheriidae molariform may indicate the presence of the pampean species *Megatherium americanum* or the pantropical *Eremotherium laurillardii*, since both were recorded for Rio Grande do Sul (Scherer et al. 2002; Vargas-Peixoto et al. 2011). This may be an indication of climatic fluctuations, where the region is sometimes under colder and arid conditions, and sometimes under warmer

conditions. *Macraucheniidae* is also reported, as well as the great proboscidean *Notiomastodon platensis*, the notoungulata *Toxodon platensis* and two genera of equids, *Equus* and *Hippidion*. The specimen UFSM 11204 is the first record of Ursidae to the locality Sanga dos Borba, being the only carnivore so far. The fact that this fossil has not been found for this outcrop yet can be explained by the low population density of these large hypercarnivores, whereas the genus *Arctotherium* sp. has already been recorded in other Pleistocene fossil localities of Rio Grande do Sul, such as Passo do Juquiry, Uruguaiana city (Ribeiro et al., 2003), Chuí creek (Pereira et al., 2012), and for Cerro da Tapera, along the Quaraí River along the Brazilian-Uruguayan border (Trevisan et al., 2021).

The Sanga dos Borba fauna may represent an ecotone or riparian forest predominantly open habitat due to the presence of animals with mixed diet (or opportunistic strategy) like *Macrauchenia*, *Glyptodon*, *Notiomastodon* and *Toxodon* (França et al. 2015), mixed-grazer like *Equus neogeus* and mixed feeder of open canopy like *Hippidion principale* (Morosi and Ubilla, 2019), *Glossotherium*, and herbivores of C3 plants from open habitats like *Glossotherium* and *Lestodon* (Czerwonogora et al. 2011; Fariña et al. 2014).

6. Conclusion

In this paper we describe a fluvialite fossiliferous deposit, OSL dated as 98.9 Ky, in which ten specimens of Testudines were identified and described, being assigned to three distinct morphotypes, together with a list of megamammals. The faunal list presented here comes from more than 1557 specimens, from which just the more preserved ones were selected, due to its fragmentary condition. The taxonomy of terrestrial chelonians, based solely on the carapace recognition is challenging, not allowing further details on the described material, but adds light in the occupation of open areas by large reptiles, together with megamammals.

Acknowledgements

We acknowledge Leopoldo Witeck Neto and Pedro Lucas Porcela Aurélio for helping in the field research. The owners of Sulina Farm are thanked for access to the outcrop. We extend our gratitude to Martín Ubilla for reviewing a draft version of the manuscript. AASDR thanks the Brazilian Research Council - CNPq (313494/2018-5

and 303972/2021-1). AMR is also grateful to CNPq/PQ 310023/2021-1 and CNPq/PROSUL 490299/2008-3, for financing the age determination.

References

- Ab'Sáber, A. N. 1977. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por acaso dos períodos glaciais quaternários. *Paleoclimas*, São Paulo, n. 3, p. 1-18.
- Ab'Sáber, A. N. 2000. Spaces Occupied by the Expansion of Dry Climates in South America During the Quaternary Ice Ages. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, v. 21, n. 1/2, p. 71-78. PDF available at <https://revistaig.emnuvens.com.br/rig/article/view/708/692>
- Agnolin, F. L. 2021. A new Tortoise from the Pleistocene of Argentina with Comments on the Extinction of Late Pleistocene Tortoise and Plant Communities. *Paleontological Journal*, Vol 55., nº8, p.913-922.
- Bargo, M.; De Iuliis, G; Vizcaíno, S. 2003. Hypsodonty in Pleistocene ground sloths (Xenarthra, Tardigrada) and its correlation with the dietary and habitat preferences. In: XIX Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, *Resúmenes*, Buenos Aires, p. 8.
- Cartelle, C.; G. Lessa. 1988. Descrição de um novo gênero e espécie de Macraucheniidae (Mammalia, Litopterna) do Pleistoceno do Brasil. *Paula-Coutiana*, 3: 3-26.
- Cartelle, C.; G. De Iuliis. 1995. *Eremotherium laurillardi*: the Panamerican late Pleistocene megatheriid sloth. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 15(4): 830-841.
- Cartelle, C. 2000. Preguiças terrícolas, essas desconhecidas. *Ciência Hoje*, 27(161): 18-25.

-
- Cione, A.; E.P. Tonni. 1999. Biostratigraphy and chronological scale of Upper-most Cenozoic in Pampean Area, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 12:23-51.
- Czerwonogora, A.; Fariña, R.A.; Tonni, E. 2011. Diet and isotopes of Late Pleistocene ground sloths: first results for *Lestodon* and *Glossotherium* (Xenarthra, Tardigrada). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen Band 262 Heft 3 (2011)*, p. 257 - 266. DOI: 10.1127/0077-7749/2011/0197
- Da-Rosa, A. A. S. 2007. Geologia do Quaternário continental do RS: Situação atual e perspectivas de trabalho. In: Workshop Quaternário do RS: Integrando conhecimentos. Canoas. Resumos, p. 7-13.
- Dutra, T. L. 1974. O Quaternário da área interior do Rio Pardo, RS, Brasil. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1974, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: SBG, v. 3. p. 115-132.
- Fariña, R.A.; Czerwonogora, A.; Giacomo, M. 2014. Splendid oddness: revisiting the curious trophic relationships of South American Pleistocene mammals and their abundance. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 86 (1), Mar 2014, <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420120010>
- França, L.M.; Asevedo, L.; Dantas, M.A.T.; Bocchiglieri, A.; Avilla, L.S.; Lopes, R.P.; Silva, J.L.L. 2015. Review of feeding ecology data of Late Pleistocene mammalian herbivores from South America and discussions on niche differentiation. *Earth-Science Reviews*, Volume 140, Pages 158-165, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.10.006>.

-
- Hsiou, A. S. 2007. O estado atual do registro fóssil de répteis e aves no Pleistoceno do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Workshop Quaternário RS - Integrando conhecimentos, Canoas. Resumos, p. 23-24.
- Kerber, L.; Oliveira, É.V. 2008. Novos Fósseis de Vertebrados para a Sanga da Cruz (Pleistoceno Superior). Pesquisas em Geociências (Online), v. 35, p. 39-45.
- Kerber, L. 2008. Fósseis de vertebrados da Formação Touro Passo (Pleistoceno Superior), Rio Grande do Sul, Brasil: atualização dos dados e novas contribuições. Gaea (São Leopoldo. Online), v. 4, p. 49-64.
- Maciel, L.; Ribeiro, A.M.; Sedor, F. 1996. Considerações sobre quelônios fósseis do Quaternário do Rio Grande do Sul, Brasil. In: JORNADAS ARGENTINAS DE PALEONTOLOGÍA DE VERTEBRADOS, 12, La Pampa, Resúmenes, p. 60.
- Milder, S. E. S. 2000. Arqueologia do Sudeste do Rio Grande do Sul: uma perspectiva geoarqueológica. São Paulo, USP, Tese de Doutorado. 172p.
- Miller, E. T. 1987. Pesquisas arqueológicas paleoindígenas no Brasil Ocidental. Estudios Atacameños, 8:37-61.
- MacFadden, B.; B. Shockey. 1997. Ancient feeding ecology and niche differentiation of Pleistocene mammalian herbivores from Tarija, Bolivia: morphological and isotopic evidence. *Paleobiology*, 23(1): 77-100.
- Mendonça, Ricardo. 2012. Diversidade de toxodontes pleistocênicos (Notoungulata, Toxodontidae): uma nova visão. 166p.
- Moreira, L. E. 1971. Os Gliptodontes do Nordeste do Brasil. An. Acad. Brasil. Ciênc., 43 (suplemento) Brasília.
- Morosi, E.; Ubilla, M. 2019. Feeding and environmental studies on late Pleistocene horses in mid-latitudes of South America (northern Uruguay). Quaternary Science Reviews, Volume 225, 106025, <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.106025>.

-
- Oliveira, E. V. 1992. *Mamíferos Fósseis do Quaternário do Estado do Rio Grande do Sul*. Programa de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 118p. [inédito]
- Oliveira, E. 1996. Mamíferos Xenarthra (Edentata) do Quaternário do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ameghiniana*, 33(1): 65-75.
- Paula Couto, C., 1944. Sobre a presença dos gêneros *Hippidion* e *Toxodon* Owen, no Pleistoceno do Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro, Boletim do Museu Nacional / Ministério da Educação e Saúde, Geologia. Nº 2: 12p.
- Paula Couto, C. 1948. Sobre os vertebrados fósseis da coleção Sellow, do Uruguay, Vol. 125. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro, pp. 1–14.
- Paula Couto, C. 1979. *Tratado de Paleomastozoologia*. 1ª ed. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 590p.
- Pereira, J. C.; Lopes, R. P.; Kerber, L.v2012. New remains of Late Pleistocene mammals from the Chuí creek, Southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 15, n. 2, p. 228–239.
- Peixoto, D. V.; Pitana, V. G.; Da-Rosa, A. A. S. 2011. Novo registro de *Megatherium americanum* Cuvier, 1796 (Tardigrada, Megatheriidae) para o Pleistoceno do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Carvalho, I.S.; Srivastava, N.K.; Stroecken Jr., O.; Lana, C.. (Org.). *Paleontologia: Cenários da Vida*. Rio de Janeiro: Interciência, v. 4, p. 535-543.
- Powell, J.; C. Aschero.; J. Martínez. 2003. Megaterios del Pleistoceno tardío de la Puna Argentina. Consideraciones sobre su dieta y comportamiento. In: XIX Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, *Resúmenes*, Buenos Aires, p. 25-26.

-
- Ribeiro, A. M.; Rodrigues, P. H.; Ferigolo, J. 2003. Primeiro registro de Ursidae (Tremarctinae) para o Pleistoceno do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. In: XIX Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados: Resúmenes. Buenos Aires. [s.n.]. p. 27.
- Scherer, C.S.S.; Da-Rosa, Á.A.S.; Witeck Neto, L.; Ubilla, M. 2002. Estudo da megafauna pleistocênica (Edentata e Ungulata) de Pantano Grande, RS - Resultados preliminares. *Boletim Paleontologia em Destaque*, 17:41.
- Soibelzón, L. H.; Rincón, A. D. 2007. The fossil record of the short-faced bears (Ursidae, Tremarctinae) from Venezuela. Systematic, biogeographic and paleobiological implications. *N. Ib. Geol. Paläont.Abh.*, 244: 287-298; Stuttgart.
- Souza-Cunha, F. 1959. Mamíferos fósseis do Pleistoceno do Rio Grande do Sul I - Ungulados. *Bol. Divisão de Geologia e Mineralogia*, 202: 7-47.
- Stehlis, F.G., Webb, D., 1985. The Great American Biotic Interchange. Springer Science+Business Media, LLC, New York, p. 528.
- Sugio, Kenitiro; 2010. Geologia do quaternário e mudanças ambientais. São Paulo: Oficina de Textos.
- Trevisan, A.; Hadler, P.; Ribeiro, A. M. 2021. Registro de *Arctotherium* sp. (Mammalia, Ursidae) no afloramento Cerro da Tapera, Pleistoceno do Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim de Resumos, Paleo RS 2021*, Porto Alegre, p.39.
- Ubilla, M.; D. Perea, C. Goso.; N. Lorenzo. 2004. Late Pleistocene vertebrates from northern Uruguay: tools for biostratigraphic, climatic and environmental reconstruction. *Quaternary International*, Volume 114, Issue 1, 2004, Pages 129-142.

Ubilla, M.D; Perea, Martinez, S. 1994. Paleofauna del cuaternario tardío continental del Uruguay (FM, Sopas y FM, Dolores). *Acta Geologica Leopoldensia*, Vol. XVII, 1994, p.441-458.

CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descrição de espécimes de répteis para os afloramentos pleistocênicos do Rio Grande do Sul possui menor proporção em comparação aos megamamíferos. Dentre os Reptilia, os Testudinidae Batsch, 1788 são o grupo com maior registro (Hsiou, 2009). Para Testudines sul americanos, as formas extintas de grande porte (*Chelonoidis* sp.), é plausível considerar que este grupo de gigantes quelônios desempenhava um papel ecossistêmico que permanece sendo negligenciado por pesquisadores. Agnolin (2021) pontua a problemática de ignorar estes importantes engenheiros paisagistas nas regiões pampeanas durante o Pleistoceno sul americano.

Considerando a distribuição do gênero *Chelonoidis* sp. para indivíduos de grande porte para o extremo sul do Brasil, Uruguai e Argentina (Província de Buenos Aires), relacionando sua ocorrência na região pampeana com a fitofisionomia dos campos (Behling et al, 2009), é plausível considerar o impacto que o grupo desempenhava em comunidade vegetais específicas. Para o extremo sul do Brasil, o mosaico vegetativo do pampa formado por campos abertos, onde predominam Poaceae, Cyperaceae e Asteraceae, recortados por pequenas matas de galeria (florestas ribeirinhas) com a maior presença de espécies arbóreas (Behling et al, 2005; 2009). Agnolin (2021) associa o registro fóssil de *Chelonoidis* sp. na região pampeana às comunidades da cactácea *Opuntia* sp., considerando que estes animais seriam dispersores importantes do grupo. Plantas associadas às Hydnoraceae também são sugeridas por Agnolin (2021) como grupo alvo da alimentação de *Chelonoidis* sp., assim a atual fragmentação e disparidade na coocorrência das Hydnoraceae e *Chelonoidis* sp. atuais é interpretada como resultado de uma distribuição ampla durante o Pleistoceno. Estas considerações não foram detalhadas no manuscrito, pois são preliminares, mas podem ser sugeridas com a continuidade das pesquisas aqui desenvolvidas.

Neste trabalho foram descritos materiais fósseis de megamamíferos e testudines do afloramento fossilífero Sanga dos Borba, localizado no município de Pantano Grande, RS, sul do Brasil. Este afloramento foi datado (OSL) em $98,920 \pm 17,750$ anos AP, e representa até o momento o mais antigo depósito fossilífero da porção oeste do RS.

REFERÊNCIAS

- Agnolin, F. L. 2021. A new Tortoise from the Pleistocene of Argentina with Comments on the Extinction of Late Pleistocene Tortoise and Plant Communities. *Paleontological Journal*, Vol 55., nº8, p.913-922.
- Barnosky, A. D. & Lindsey, E. L. Timing of Quaternary megafaunal extinction in South America in relation to human arrival and climate change. *Quat. Int.* 217, 10–29 (2010).
- Behling, H; Jeske-Pieruschka, V; Shuler, L; Pillar, V. D. P. 2009. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário. *In: Pillar et al, Campos Sulinos: Conservação e uso sustentável da biodiversidade: p.13.*
- Behling H., Pillar V.D., Orlóci L. & Bauermann S.G. 2005. Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). *Review of Palaeobotany and Palynology* 133: 235-248.
- Bombin, M. 1975. Afinidade paleoecológica, cronológica e estratigráfica do componente de megamamíferos na biota do Quaternário terminal da Província de Buenos Aires, Uruguai e Rio Grande do Sul (Brasil). *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS* 9, 1-28.
- Bombin, M. 1976. *Modelo paleoecológico evolutivo para o neoquaternário da região da campanha — oeste do Rio Grande do Sul (Brasil); a formação Touro Passo, seu conteúdo fossilífero e a pedogênese pós-deposicional.* Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Mestrado, 133p.
- Carrillo, J. D., Faurby, S., Silvestro, D., Zizka, A., Jaramillo, C., Bacon, C. D., & Antonelli, A. 2020. Disproportionate extinction of South American mammals drove the asymmetry of the Great American Biotic Interchange. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(42), 26281–26287.
- Cione, A.; Gasparini, G.; Soibelzon, E.; Soibelzon, L; Tonni, E. 2015. *The Great American Biotic Interchange: A South American Perspective*. Springer, 107 p.
- Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013; updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes* 36: 199-204. disponível em <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2022-02.pdf>. Acesso em: 23 setembro 2022.
- Dantas, M.A.T., Cherkinsky, A., Lessa, C.M.B., Santos, L.V., Cozzuol, M.A., Omena, É.C., DA SILVA, J.L.L., Sial, A.N., and Bocherens, H. 2020. Isotopic paleoecology ($\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$) of a late pleistocene vertebrate community from the Brazilian intertropical region. *Revista Brasileira de Paleontologia* 23, 138–152.

Da-Rosa, A. A. S. 2007. Geologia do Quaternário continental do RS: Situação atual e perspectivas de trabalho. In: Quaternário do Rio Grande do Sul: Integrando conhecimentos, Canoas. Resumos, p. 7-13.

Domingo, L., Tomassini, R.L., Montalvo, C.I. 2020. The Great American Biotic Interchange revisited: a new perspective from the stable isotope record of Argentine Pampas fossil mammals. *Sci Rep* 10, 1608
[.https://doi.org/10.1038/s41598-020-58575-6](https://doi.org/10.1038/s41598-020-58575-6). Acesso em: 29 outubro 2022.

Dutra, T.L. 1974. O Quaternário da área interior do Rio Pardo, RS. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado.

Hsiou, A. S. 2007. O estado atual do registro fóssil de répteis e aves no Pleistoceno do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Workshop Quaternário RS - Integrando conhecimentos, Canoas. Resumos, p. 23-24.

Kerber, L. 2008. Fósseis de vertebrados da Formação Touro Passo (Pleistoceno Superior), Rio Grande do Sul, Brasil: atualização dos dados e novas contribuições. *Gaea* (São Leopoldo. Online), v. 4, p. 49-64.

Kerber, L.; Kinoshita, A.; José, F. A.; Graciano Figueiredo, A. M.; Oliveira, É. V.; Baffa, O. 2011. Electron Spin Resonance dating of the southern Brazilian Pleistocene mammals from Touro Passo Formation, and remarks on the geochronology, fauna and palaeoenvironments. *Quaternary International*, 245(2), 201–208.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.10.010>. Acesso em: 03 abril 2020.

Machado, Emmanuelle. 2021. Paleoneurologia de *Antifer* (Mammalia, Cervidae), um cervídeo extinto da América do Sul. 77p.

Milder, S. E. S. 2000. *Arqueologia do Sudoeste do Rio Grande do Sul: Uma Perspectiva Geológica*. Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 172p.

Miller, E.T. 1987. Pesquisas arqueológicas paleoindígenas no Brasil Ocidental. *Estudios Atacameños*, 8:37- 61.

Oliveira, É.; Kerber, L. 2009. Paleontologia e aspectos geológicos das sucessões do final do Neógeno no sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Gaea* (São Leopoldo. Impresso) (Cessou em 2007. Cont. 1983-3628 *Gaea* (São Leopoldo. Online)), v. 5, p. 21-34.

Prates, L.; Perez, S.I. 2021. Late Pleistocene South American megafaunal extinctions associated with rise of Fishtail points and human population. *Nat Commun* 12, 2175 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22506-4>. Acesso em: 27 maio 2021.

Rabassa, J.; Coronato, A.M.; Salemme, M. 2005. Chronology of the late cenozoic patagonian glaciations and their correlation with biostratigraphic units of the Pampean region (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 20, 81-103.

Tonni, E.P., Cione, A.L., and Figini, A.J. (1999). Predominance of arid climates indicated by mammals in the pampas of Argentina during the Late Pleistocene and Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 147, 257–281.