

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Geociências

**Galliformes (Aves) fósseis no continente americano: revisão e utilização para
geração de mapas paleobiogeográficos**

Monografia de Trabalho de Formatura

(TF-18/24)

Aluno: Lucas Corrêa Tonon D'Almeida

Orientador: Prof. Dr. Luís Fábio Silveira

Coorientadora: Dr.^a Cibele Gasparelo Voltani

São Paulo

2018

Agradecimentos

Foram seis longos anos no curso de geologia para chegar a esse momento. Indo atrás de sonhos e desejos com uma história bem anterior a minha entrada no curso em si. Foram longas horas de estudo, campos cansativos e até algumas noites viradas, mas momentos esses que foram acompanhados de alguns dos melhores momentos e situações que tive em minha vida. Assim, gostaria de agradecer as pessoas que fizeram parte desses momentos e me ajudaram a chegar onde cheguei, não importando a quão pequena possa ter sido essa influência.

Gostaria de agradecer em primeiro lugar a minha família. Aos meus pais que me ofereceram todo apoio que foi possível para me chegar até aqui, sempre disponíveis para me ajudar e ouvir quando precisava, e também as minhas irmãs, Amanda e Giulia, que por mais que eu sempre esteja incomodando propositalmente e anarquizando com elas, sempre tiveram algum grau de paciência e com suas presenças fizeram a minha vida mais alegre. Também gostaria de agradecer a todos os outros integrantes da minha família, meus tios e tias, avós e avô que também tiveram sua carga de influência em minha vida, seja deixando o meu dia melhor ou me incentivando em meus caminhos que escolhi.

Outras pessoas que gostaria de agradecer também são meu orientador Luís Fábio Silveira, que aceitou orientar este projeto, e a minha coorientadora Cibele, que não tenho como descrever o quão a sua ajuda foi importante desde que nos conhecemos a quase quatro anos atrás, e desde então sendo a minha guia nesse caminho tortuoso em busca do meu desejo pela área acadêmica, sempre me ouvindo e sempre me dando conselhos que me ajudaram em seguir esse caminho.

Foram também muito importantes, meus amigos mais próximos, com toda sua companhia e amizade que eles me proporcionaram e todos os momentos em trabalhos de campos ou simples encontros que nunca irie esquecer. Assim queria agradecer ao grupo dos caras (Vale, Sifu, Hashtag e Sebo) por todo o apoio e momentos que passamos juntos e por sempre estarem lá pra fazer rir e conversar. Queria agradecer a minha grande amiga, Porca, que com seu temperamento e comportamento atípico sempre me diverte e que sempre me ouviu, por me que as vezes me faz passar raiva com seu comportamento de discordar apenas por discordar (hahaha). Finalmente, gostaria de agradecer a minha melhor amiga, Mariana, que sempre me acompanhou em momentos de alegria e de tristeza sendo uma pessoa que a simples presença já alegria o meu dia, e que quero levar por toda a vida.

Obviamente, também existem uma quantidade enorme de pessoas que gostaria de agradecer por aqui, mas que infelizmente o espaço já se tona curto. começando por toda a galera da turma 56, que é a melhor turma que poderia pedir (ok, tem suas falhas, mas ninguém é perfeito), e a todas as outras pessoas da geologia que tive a oportunidade de conhecer e de construir uma amizade com elas.

RESUMO

Galliformes (Aves) é uma ordem de aves que habitam atualmente todo os continentes do globo (com exceção da Antártica), sendo encontrados indivíduos fósseis desse grupo tão antigos quanto Eoceno médio. No continente americano há uma certa diversidade de indivíduos fósseis, sendo em grande parte encontrados na América do Norte, com fósseis de idade eocena, até fósseis recentes do pleistoceno superior, de espécies modernas. Na América do Sul foram encontrados alguns indivíduos, porém a maioria deles foi realocada para outras ordens, tendo restado apenas dois fósseis do Mioceno, além de ossos do Pleistoceno superior e do Holoceno, encontrados em sedimentos de caverna. Foram produzidos uma série de mapas representando o continente norte americano, onde se encontrava a maioria das espécies, sendo localizado as espécies e informado a estratigrafia e geologia do local. A partir destas informações, se baseando na geologia e no ambiente esperado para as espécies, foi possível perceber uma transição climática na região central dessa parte do continente norte americano, começando com um clima mais úmido durante o Eoceno, se tornando mais seco até o Plioceno, em cujo o final a região aparenta ter ganhado alguma umidade novamente, embora não tão grande quanto no Eoceno, mas mais úmido do que no Plioceno. Esta alteração ambiental pode ter relação com a distribuição dos Galliformes fósseis, pois os organismos tendem, quando possível, se deslocar em busca de ótimos climáticos para a manutenção de sua fisiologia e garantia de sobrevivência.

ABSTRACT

Galliformes (Aves) is an order of birds that inhabit all continents of the globe (except for Antarctic), with fossil species being found as old as the middle Eocene. A diversity of fossil species is found in the american continent, with most of them coming from North America, with ages ranging from the Eocene to the Upper Pleistocene, containing even fossils of modern birds. In South America some fossils have been found, but most of them were correctly reallocated to other bird orders, been left only two species from the Miocene and bones from the Upper Pleistocene and Holocene from neospecies in caves sediments. A set of maps were later produced so to represent the north American continent, based on information found on geology and expected habitat for those species, being placed on these maps, the location of the species and the information about stratigraphy and geology of this location. From these maps, using the knowledge obtained from the geology and environment expected, it was possible to to notice a climatic change in the central region of this part of the continent, starting with a more humid climate during the Eocene, that transitioned to a much drier climate until the Pliocene. After the end of this period, the climate got slightly more humid, not as much as during the Eocene, but certainly more than during the Pliocene.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. METAS E OBJETIVOS	3
3. TRABALHOS PRÉVIOS	3
a. Galliformes	3
b. Localização geográfica e geologia	6
c. Tafonomia	6
4. MATERIAIS E MÉTODOS	7
5. RESULTADOS OBTIDOS	8
6. INTERPRETAÇÕES E DISCUSSÕES DO RESULTADO.....	19
a. Tafonomia	19
b. Mapas.....	20
c. Posicionamento e paleoambiente.....	21
7. CONCLUSÕES	22
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
9. ANEXOS.....	29
a. Anexo I.....	29
b. Anexo II.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Inter-relacionamentos de Galliformes fósseis e viventes. Barras cinzas indicam abrangência temporal da família. Retirado de Mayr, 2017	4
Figura 2: <i>Gallinuloides wyomingensis</i> , holótipo (MCZ (Museum of Comparative Zoology), 342221). Barra de escala: 20mm. Retirado de Mayr & Weidig (2004).....	5
Figura 3: Esqueleto de galiforme moderno. imagem cedida por Cibele G. Voltani, museu de história natural, paris	5
Figura 4: Mapa representando a posição e formato das áreas emersas do globo durante o Eoceno. Modificado de Scotese (2001). A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.....	9
Figura 5: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Eoceno médio (Modificado de Scotese, 2001). O número no mapa representa a espécie fóssil. Informações resumidas se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado	9
Figura 6: Mapa representando a posição e formato das áreas emersas do globo durante o Oligoceno. Modificado de Scotese (2001). A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.....	10

Figura 7: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Oligoceno inferior (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado	10
Figura 8: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Oligoceno superior (Modificado de Scotese, 2001). O número no mapa representa a espécie fóssil. Informações resumidas se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado	11
Figura 9: Mapa representando a posição e formato das áreas emersas do globo durante o Mioceno. Modificado de Scotese (2001). A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.	11
Figura 10: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Mioceno inferior (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado	12
Figura 11: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Mioceno médio (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado	12
Figura 12: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Mioceno superior (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado	13
Figura 13: Mapa representando a posição e formato das áreas emersas do globo durante o Plioceno. Modificado de Scotese (2001). A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.	13
Figura 14: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Plioceno inferior (Modificado de Scotese, 2001). O número no mapa representa a espécie fóssil. Informações resumidas se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado	14
Figura 15: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Plioceno médio (Modificado de	

Scotese, 2001). O número no mapa representa a espécie fóssil. Informações resumidas se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado	14
Figura 16: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Plioceno superior (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado	15
Figura 17: Mapa representando a posição e formato das áreas emersas do globo durante o Pleistoceno. Modificado de Scotese (2001). A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.....	15
Figura 18: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Pleistoceno inferior (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado	16
Figura 19: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Pleistoceno médio (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado	16
Figura 20: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Pleistoceno superior (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado	17
Figura 21: Mapa do continente norte americano onde estão marcadas as localidades das espécies fósseis de Galliformes, com cada cor representando um período do Cenozoico. Modificado de Worldatlas (2015)	18
Figura 22: Mapa do continente norte americano onde estão marcadas as localidades das espécies fósseis de Galliformes da família Cracidae, com cada cor representando um período do Cenozoico. A linha abaixo, representa o limite norte nos dias atuais da distribuição dessa família. Modificado de Worldatlas (2015).....	18

1. INTRODUÇÃO

A descoberta de fósseis, seu estudo tafonômico e a análise dos ambientes sedimentares, onde os mesmos foram preservados, nos permite vislumbrar, mesmo que de forma parcial, a Terra e seus processos em períodos passados, tanto em aspectos geológicos como biológicos. Os estudos paleobiogeográficos, nos ajudam a compreender a coevolução da Terra e da sua biota (Lieberman, 2005), e possui grande importância para o entendimento do que houve desde a morte do organismo até a sua preservação após o soterramento e posterior diagênese no local onde se encontra. Estes estudos permitem a obtenção de dados como: (1) o local da descoberta, (2) a espécie e o tipo de habitat esperado para aquele tipo de ser vivo, (3) rochas nas quais se encontram presentes (4) e a características que informam como houve a preservação daquele organismo. Assim, além do próprio entendimento gerado pela obtenção dos dados citados acima, se torna possível a construção de mapas paleobiogeográficos que, utilizando dessas informações, são capazes de representar, de escalas local a regional, paleoclima e ambientes de deposição no passado, onde estes fósseis foram preservados.

Esta representação pode ser desenvolvida para diversos tipos de seres vivos. Nesta proposta, foi selecionada uma ordem de aves, Galliformes, devido a certas características que viabilizariam uma interpretação destes ambientes. Os Galliformes (Aves) são representados por aves em sua maioria herbívoras, de pequeno a grande porte, geralmente terrestres ou arborícolas, presentes em todos os continentes do mundo, com exceção da Antártica (del Hoyo *et al.*, 1994), e possuem grande riqueza e diversidade de espécies, sendo aves de importância ecológica, por dispersarem sementes além de algumas espécies serem predadoras de pequenos animais. São aves com pouca capacidade de voo, com a maioria das espécies incapazes de realizar voos longos, fazendo assim com que seja uma ordem de aves que tem uma presença bastante rara em ilhas oceânicas mais remotas. Entretanto, ainda são capazes de fortes impulsos para realizar pequenos voos, relacionados a modificações nas asas e na quilha peitoral para realizar tal atividade (Mayr, 2017). Atualmente não há um consenso entre pesquisadores sobre a divisão da ordem, mas as famílias propostas por diferentes autores acabam geralmente sendo divididas em cinco viventes (Megapodiidae, Cracidae, Numididae, Odontophoridae e Phasianidae) e três fósseis (Gallinuloididae, Paraortygidae e Quercymegapodiidae), estas oito compreendendo cerca de 140 gêneros, dos quais, pelo menos, 20 são fósseis (Brodkorb, 1964; del Hoyo *et al.*, 1994; Mayr, 2005).

Das famílias atuais, em relação ao seu ambiente e distribuição, descritos em del Hoyo (1994), há os Megapodiidae e Cracidae, as famílias mais basais, sendo os Megapodiidae aves de porte médio a grande, tendo de 28 a 70 centímetros de comprimento, que habitam a região da Australásia, vivendo em florestas tropicais. Geralmente compõe uma família de aves terrestres que vivem no nível do chão dessas florestas, enquanto os Cracidae são aves

também de médio a grande porte, porém, em sua maioria, arbóreas, sendo a única família arbórea viva entre os Galliformes, habitando toda a região neotropical, indo desde o sul do Texas (EUA), até o extremo norte da Argentina. Das outras famílias, há os Numididae, uma família de aves de porte médio, sem presença de penas na cabeça e pescoço, exclusiva do continente africano, habitando toda a região afrotropical. Os Odontophoridae compõem uma família de aves pequenas e compactas que habitam as regiões neárticas e neotropicais, indo desde o sul do Canadá até o Uruguai, em ambientes de florestas tropicais a savanas, e até mesmo áreas de agricultura. Finalmente, os Phasianidae são a família com o maior número de espécies e a maior distribuição entre os Galliformes, sendo encontrados principalmente na Europa, África, Ásia e Oceania, ainda com representantes no continente americano com os indivíduos da subfamília Meleagridinae e os Tetraonidae, que habitam toda a região circumpolar. São aves de porte bem pequeno (com aproximadamente 14cm) a até grande, com aves alcançando 2,5m de comprimento incluindo o comprimento das penas da cauda, sendo encontradas desde florestas a até áreas descampadas. Também são aves com um grande histórico de relacionamentos com seres humanos, pois várias espécies são de grande valor econômico hoje em dia (del Hoyo, 1994).

No que tange ao registro fóssilífero, há representantes genéricos no continente americano desde o Eoceno, na América do Norte, com *Gallinuloides wyomingensis* (Eastman, 1900) até restos de cerca de 20.000 anos, encontrados em território brasileiro perto de Lagoa Santa, MG (Winge, 1887, *apud* Brodkorb, 1964a), sendo o registro muito mais completo e abundante na América do Norte do que na América do Sul e Central, onde o registro é escasso (Brodkorb, 1964). Apesar disso, o registro fóssil de aves, no geral, tende a não ser muito numeroso visto a dificuldade na preservação devido à fragilidade de seus ossos associada ao seu tamanho e baixa densidade, pois a maioria dos ossos são pneumáticos (ossos ocos, cheios de ar). Assim, seu registro fóssil é bastante esparsa e os exemplares encontrados geralmente são representados por ossos desarticulados ou fragmentados (Brodkorb, 1954; Tordoff & MacDonald, 1957), devido a essa fragilidade, com apenas alguns poucos exemplares sendo representados por algo além de um único osso, e apenas um indivíduo tendo sido encontrado articulado e completamente preservado (Eastman, 1900).

Através de dados obtidos a partir da descoberta e catalogação desses fósseis, e seus respectivos depósitos, é possível produzir mapas paleobiogeográficos semelhantes aos produzidos por Feldmann (1981) e Cavin (2008), usando como base os paleomapas de Scotese (2001). Junto com os mapas, demarcar a presença, geologia e tipo de ambiente encontrados na época de existência daquele organismo, permitirá compor um quadro com possível paleoambiente, não apenas em escala local, mas, se houver informações suficientes, também em escala regional ao longo do tempo, e comparando com disposições e *habitats* de famílias e gêneros atuais. Com o intuito de fornecer um quadro mais completo desta ordem de aves, relacionando as mesmas com seu paleoambiente.

2. METAS E OBJETIVOS

Trabalhos descritivos a respeito de novas espécies fósseis da Ordem Galliformes no continente americano datam da década de 1990, e a catalogação mais completa dessas aves da década de 1960, assim foi realizada a síntese das informações existentes para Galliformes. Esta síntese consistiu de levantamento bibliográfico sobre os indivíduos fósseis dessa ordem, buscando por informações sobre a localidade e classificação sistemática de cada fóssil, visando principalmente os dados estratigráficos e litologia dos locais de ocorrência dos fósseis assim como a idade geológica de cada um deles.

Contudo, devido à dificuldade de encontrar certas informações e artigos, tanto por serem de difícil acesso ou por serem muito antigos, ocorreu certo atraso no cronograma do trabalho. Deste modo, parte da proposta que havia sido declarada no início do projeto, referente a utilização de programas para a identificação de especiações e vicariância nesta ordem, foi suprimida, sendo realizada a revisão e construção.

A compilação dos dados bibliográficos sobre as espécies fósseis da Ordem Galliformes, foram utilizados para (1) a construção de mapas paleobiogeográficos com base nessa ordem no continente americano, (2) a identificação de suas devidas posições geográficas e estratigráficas, com seus respectivos ambientes e sistemas de deposição, também buscando a entender a litologia em que essas aves foram preservadas, procurando por padrões e ambiente de preservação preferenciais (3) e para a determinação de local de vida, ao longo do Cenozoico, quando havia a presença dessas aves no continente americano. Estas informações auxiliaram, em um contexto maior, a entender o paleoambiente presente nas regiões que estas aves habitavam durante o período em que viveram.

Ao final, o objetivo é um acréscimo do conhecimento sobre o paleoambiente e sistemas de deposição de forma mais regional no continente americano durante os períodos geológicos que foram pesquisados. Assim, esta proposta se torna útil pela compilação de informações da ordem bem como sobre o tipo litológico onde são encontrados seus restos, respondendo a previsibilidade ou não quanto ao tipo de sedimento onde podem ser encontrados futuros elementos ósseos.

3. TRABALHOS PRÉVIOS

a. Galliformes

Os Galliformes (Aves) são aves que ocorrem ao redor do mundo nos dias atuais (del Hoyo *et al.*, 1994), mas que também possuem uma rica presença paleontológica. Os primeiros trabalhos datam de 1872, com Marsh, descrevendo o *Meleagris alta*; posteriormente outro achado foi divulgado no continente americano (Alvarenga, 1995) e não está incluído nos catálogos utilizados para esta pesquisa. Portanto, para acelerar trabalhos nessa área, diversas espécies desta ordem em várias localidades do planeta foram sumarizadas por

Brodkorb (1964) e, de forma mais regional, ou em outros continentes, como observados nos catálogos de Ducey (1992) e Mayr (2005).

Para a divisão mais recente das famílias dessa ordem, há o trabalho de Mayr (2017), que a divide em oito famílias (Figura 1), sendo cinco viventes e três fósseis. Entre essas famílias, as que possuem presença de fósseis no continente americano temos as atuais: Phasianidae, Odontophoridae e Cracidae, enquanto das famílias fósseis temos a presença das famílias: Gallinuloididae e Quercymegapodiidae (Brodkorb, 1964; Alvarenga, 1995). Não temos a presença das outras famílias principalmente por serem exclusivas de outros continentes, combinadas com a baixa capacidade de voo das aves dessa ordem, com os Numididae sendo exclusivos da África, dos Megapodiidae serem exclusivos da Oceania e dos Paraortygidae serem encontrados apenas na Europa (Olson, 1985; del Hoyo, 1994).

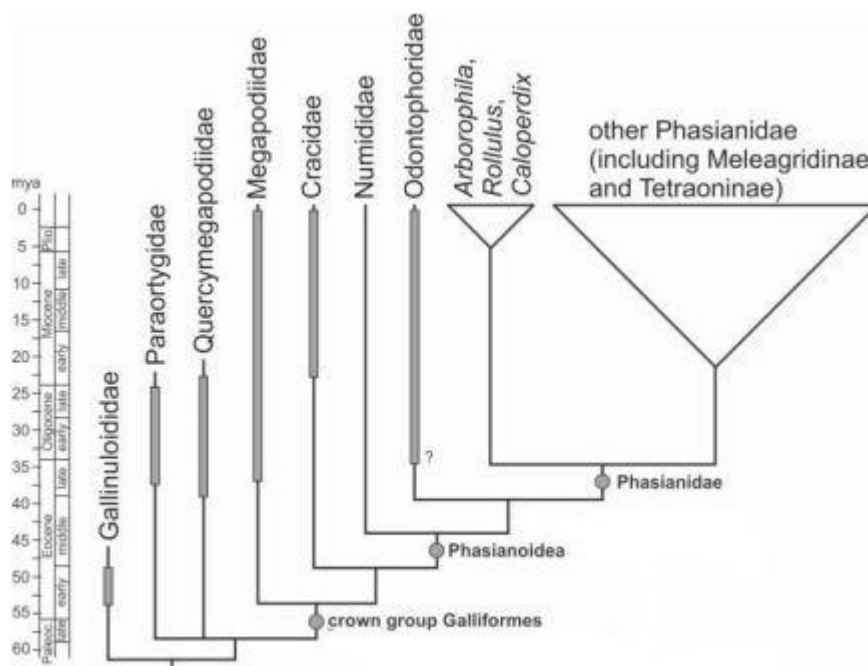


Figura 1: Inter-relacionamentos de Galliformes fósseis e viventes. Barras cinzas indicam abrangência temporal da família. Retirado de Mayr, 2017.

Do fóssil com idade mais antiga dessa ordem que temos no continente americano há o *Gallinuloides wyomingensis* (Eastman, 1900) (Figura 2), datado com idade do Eoceno médio, uma espécie basal, possuindo tanto características típicas de Galliformes, tendo o esqueleto bastante parecido morfologicamente com galiformes modernos (Figura 3), como algumas de Anseriformes, táxon irmão dos Galliformes (Ericson et al, 2001), como um úmero mais fino (Mayr, 2006). Essas características indicam que esta ave não seria capaz dos impulsos de decolagem típicos dessa ordem. Também não foram encontrados gastrólitos (fragmentos de rocha que ficam no interior da moela e auxiliam na trituração de material vegetal) nos fósseis dessa espécie, que é comum em outras espécies de Galliformes, visto a sua dieta predominantemente herbívora, indicando que se tratava de uma espécie mais onívora, e com

seus pés indicando que seria uma ave que habita florestas mais densas, com capacidade de se empoleirar maior que a das espécies atuais (Mayr, 2017).

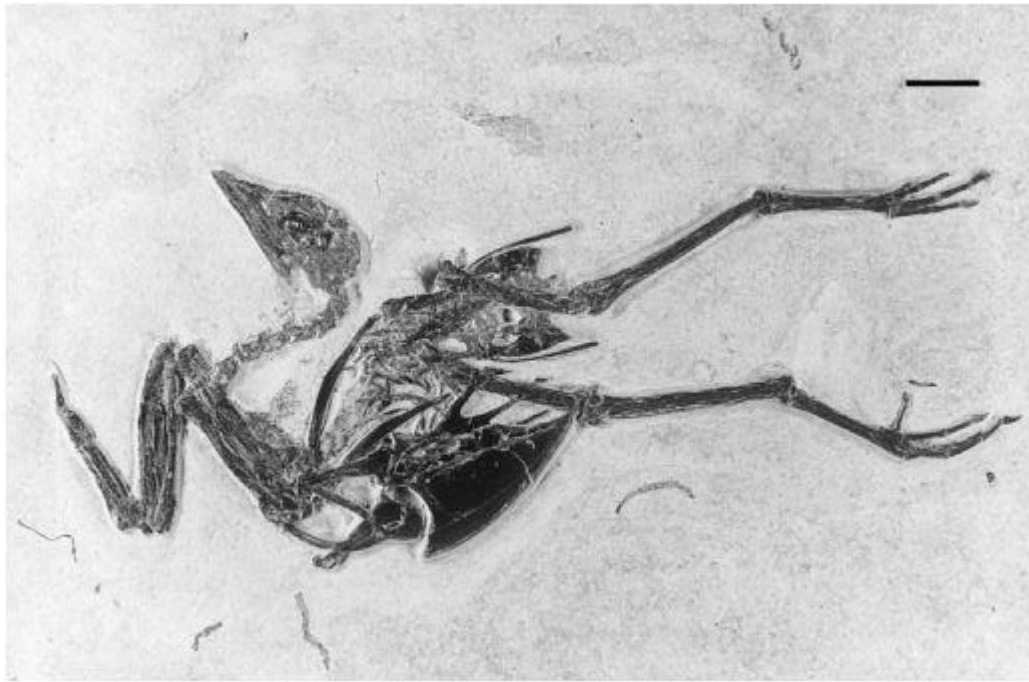


Figura 2: *Gallinuloides wyomingensis*, holótipo (Museum of Comparative Zoology, nº 342221). Barra de escala: 20mm. Retirado de Mayr & Weidig (2004).



Figura 3: Esqueleto de galiforme moderno. (Imagem cedida por Cibele G. Voltani, Museu de História Natural, Paris).

Outra ave do grupo Galliformes de relevância é o *Ameripodios silvasantosi* (Alvarenga, 1995), encontrada na América do Sul, com idade entre o Oligoceno e Mioceno inferior, sendo o galiforme mais antigo encontrado na América do Sul. Ele faz parte da extinta família Quercymegapodiidae, dos quais os indivíduos são encontrados na Europa, principalmente na

região de Quercy, na França, e na América do Sul (Mourer-Chauviré 1992). Ao contrário das outras famílias da ordem que só colonizaram este continente após o fechamento do Istmo do Panamá, os indivíduos desta família possuem uma maior capacidade de voos longos, indicado por seu carpometacarpo mais estreito, permitindo que houvesse essa migração para o continente sul americano (Mayr, 2017).

b. Localização geográfica e geologia

Boa parte dos fósseis em continente americano se encontra na América do Norte, sendo encontrados desde o sul do Canadá, até o norte do México e Flórida (EUA), e em ambas as costas, mas principalmente na região central do continente (Brodkorb, 1964). Para a América do Sul, atualmente, existem apenas dois indivíduos fósseis encontrados, um na Colômbia (*Hoazinoides magdalenae* Miller, 1953) e outra no sudeste do Brasil (*Ameripodios silvasantosi* Alvarenga, 1995), desconsiderando neoespécies (espécies modernas) do Holoceno e limite entre o Pleistoceno superior e Holoceno, por serem de uma idade muito recente e assim, não contribuirão com dados relevantes para o trabalho. Nos catálogos havia um maior número de fósseis no continente, principalmente na América do Sul, mas grande parte destes foi realocada a outras ordens de aves (*Paracrax antiqua* [Cracraft, 1968], *Palaeophasianus meleagroides* [Cracraft, 1969] e *Anisolornis excavatus* [Cracraft, 1973]) posteriormente.

Os fósseis dessa ordem de aves foram encontrados em diversas formações sedimentares, estando presentes ao longo do continente norte americano em diversos tipos de sedimentos, desde arenitos fluviais e argilitos a rochas carbonáticas. A grande maioria desses fósseis foi encontrada em sedimentos clásticos de origem fluvial, estes depósitos de canais ou de planície de inundação, tal qual as espécies: *Boreortalis tantala* (Wetmore, 1933) e *Palaeonossax senectus* (Wetmore, 1956), com outras espécies sendo encontradas em depósitos lacustres ou sedimentos inconsolidados em depósitos de cavernas, no caso dos fósseis mais recentes. A outra parte destes fósseis foi encontrada em depósitos carbonáticos, principalmente lentes carbonáticas dentro das formações, representando depósitos tipo playa ou lacustre ou em depósitos de tufas calcárias, tal qual as espécies: *Gallinuloides wyomingensis* (Eastman, 1900) e *Boreortalis tedfordi* (Miller, 1952), sendo geralmente nestes depósitos onde são encontrados os exemplares mais completos, visto a deposição mais lenta em um ambiente menos energético.

c. Tafonomia

A Tafonomia, enquanto uma ciência que estuda as leis de incorporação de elementos da biosfera na litosfera (Efremov, 1940), desenvolveu importantes ferramentas para a avaliação de como os restos dos organismos são selecionados e processados através de mecanismos naturais.

Um dos mecanismos é o transporte, os organismos que possuem esqueleto rígido, podem ser mais preserváveis em função de seu equilíbrio químico estrutural com o ambiente. Quando há baixa energia, os restos podem ser localmente soterrados, diferentemente de quando o ambiente é muito energético. Neste último caso, quando o esqueleto com vários elementos, quando articulado, revela morte abrupta e, geralmente, rápido soterramento (Brett e Baird, 1986; Brett e Thomka, 2013).

Sobre a forma como os indivíduos do grupo Aves sofrem alterações pré-soterramento, as assinaturas que podem ser úteis para identificação do ambiente onde foram soterrados, estão nos trabalhos de Davis & Briggs (1998) e Bickart (1984) onde é descrita uma possível sequência de desarticulação de esqueleto de aves de forma resumida: (1) desarticulação do crânio e vértebras cervicais, (2) desarticulação do esterno e das asas, (3) desarticulação dos membros traseiros e do sinsacro, (4) desarticulação do tarso, metatarso e falanges, e (5) posterior desarticulação entre os ossos restantes, além de deterioração intempérica dos ossos, ajudando a entender as condições de deposição e energética do local. Também são descritos possíveis fatores ambientais locais, desde processos físicos até interação de animais oportunistas, que poderia vir a acelerar ou desacelerar a desintegração do corpo antes do sepultamento do mesmo.

A partir destes dados, de mais algumas inferências paleoambientais realizadas para alguns gêneros por Johnsgard (2008), e de comparações com ambientes de alguns gêneros ou famílias ainda viventes encontradas em del Hoyo (1994), serão brevemente discutidos os aspectos tafonômicos dos fósseis de Galliformes, permitindo a interpretação das possíveis condições biogeológicas destes locais.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste proposta de pesquisa foi utilizada, principalmente, extensiva consulta bibliográfica, nas instalações da USP (Instituto de Geociências e Museu de Zoologia da USP) e de acesso via internet a artigos através dos sites das suas publicadoras, buscando por trabalhos voltados a descrição e catalogação de espécimes fósseis da ordem estudada, seu posicionamento estratigráfico e geologia do local onde foi encontrado, além de métodos para a construção de mapas paleobiogeográficos como os vistos em Feldmann (1981) e Cavin (2008).

As aves fósseis utilizadas foram aquelas levantadas na consulta bibliográfica que fossem mais antigas que o Holoceno ou próximas em menos de 10 mil anos do limite do Pleistoceno e Holoceno (verificar Anexo I). Para o posicionamento estratigráfico e geologia local, foram coletados diretamente dos artigos que descreviam os espécimes ou de artigos da geologia da formação ou, quando não encontrados, localidade fornecida em Brodkorb (1964) (verificar Anexo II).

Para a construção dos mapas paleobiogeográficos, foram utilizados, principalmente, os programas Corel Draw 2018 e GIS. Como mapa base para a produção desses paleomapas, foram utilizados aqueles produzidos por Scotese (2001). Foram destacados deste mapa o continente norte americano e a América Central, visto que quase todas as espécies fósseis foram encontradas na América do Norte. O Cenozoico, foi dividido informalmente neste trabalho em: inferior, médio e superior, pois muitos dos fósseis não foram datados com precisão, então as divisões são *sensu* Brodkorb (1964).

Deste modo, foram construídos mapas paleobiogeográficos do continente americano que apontassem a localização destas aves e sua provável área de influência baseada em comportamentos de representantes atuais e litologia das rochas onde os restos foram encontrados.

5. RESULTADOS OBTIDOS

A partir de informações coletadas sobre as aves, foram produzidas duas tabelas, catalogando assim, todas as espécies fósseis encontradas durante a pesquisa bibliográfica, se a informação estivesse disponível. A primeira tabela (Anexo I) contém todas as espécies encontradas, separadas por suas famílias, *sensu* Mayr (2017), e seus respectivos autores, enquanto na segunda tabela (Anexo II) estão relacionadas as espécies ao local, formação geológica e geologia de onde foram encontradas, se a informação estivesse disponível.

Sobre as informações de tafonomia disponíveis, infelizmente por serem, em sua maioria artigos antigos, não havia tanto a preocupação de registrar essas informações, ainda assim, foi possível fazer algumas observações, principalmente baseados na descrição dos elementos ósseos encontrados. Praticamente, com exceção de uma espécie, todos os outros fósseis foram encontrados nem que parcialmente desarticulados, com a maioria estando completamente desarticulado, estes sendo representados por apenas fragmentos de ossos. As únicas espécies que eram representadas por esqueletos mais articulados foram: *Gallinuloides wyomingensis*, *Procrax brevipes* e *Ameripodios silvasantosi* com apenas o primeiro estando completamente articulado.

Com os dados (quando disponíveis) taxonômicos, geográficos e geológicos obtidos e sintetizados foi produzida uma série de mapas (Figuras 4-20), divididos em diferentes períodos do Cenozoico, cuja principal base foram os paleomapas de Scotese (2001) e Feldmann (1981). Nesses mapas estão localizadas as espécies fósseis em suas respectivas janelas de tempo, divididas com base nas informações em Brodkorb (1964) e em suas devidas localidades, também sendo identificadas na lateral do mapa qual espécie esta presentes na imagem, assim como sua formação geológica e a geologia da mesma (se edisponível). Devido à pouca quantidade de fósseis dessa ordem, alguns mapas ficaram com poucas informações, não sendo suficiente para qualquer tipo de interpretação de maior escala que a local, porém a informação obtida através da análise total dos mesmos permitiu interpretações relevantes.

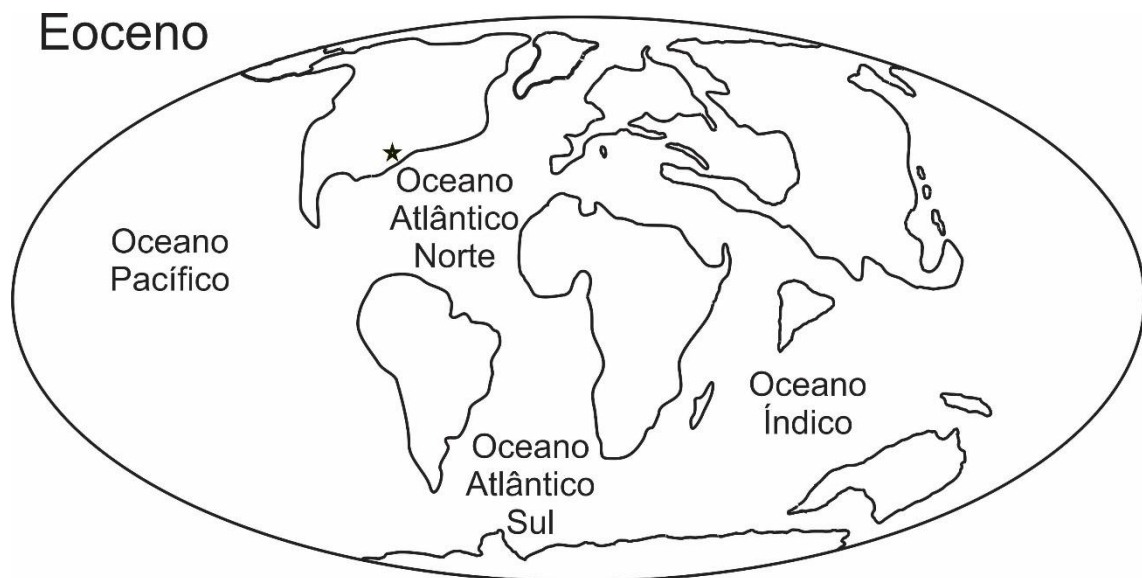


Figura 4: Mapa representando a posição e formato das áreas emersas do globo durante o Eoceno. Modificado de Scotese (2001). A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

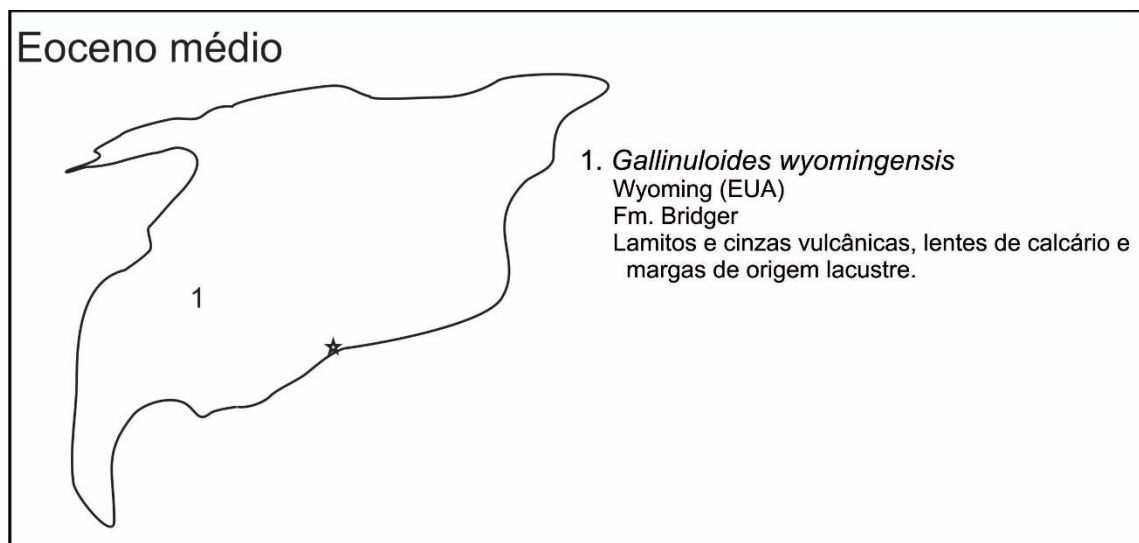


Figura 5: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Eoceno médio (Modificado de Scotese, 2001). O número no mapa representa a espécie fóssil. Informações resumidas se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

Oligoceno

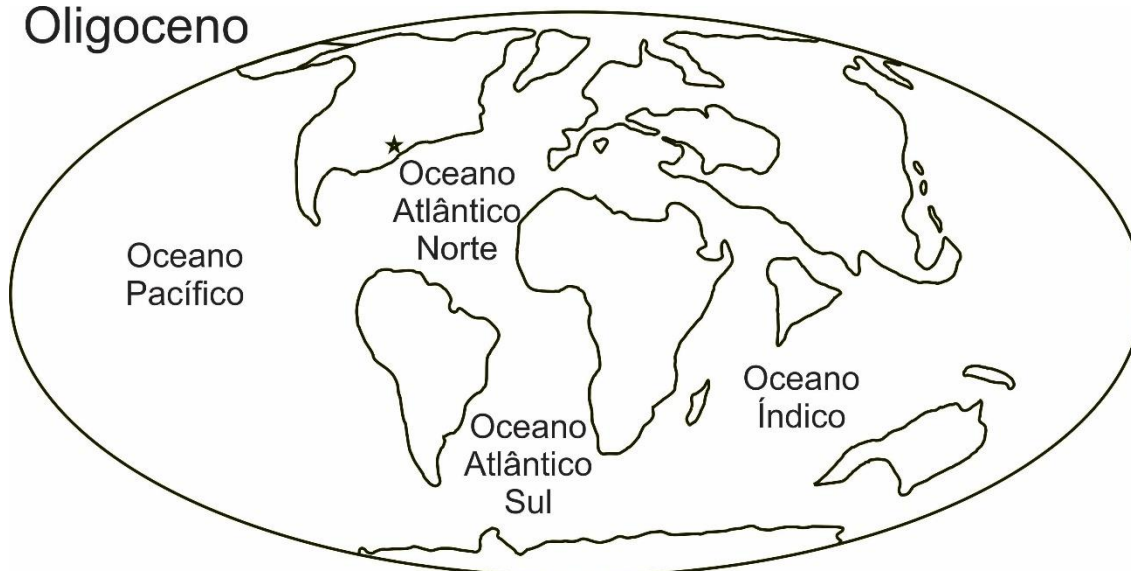


Figura 6: Mapa representando a posição e formato das áreas emersas do globo durante o Oligoceno. Modificado de Scotese (2001). A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

Oligoceno inferior

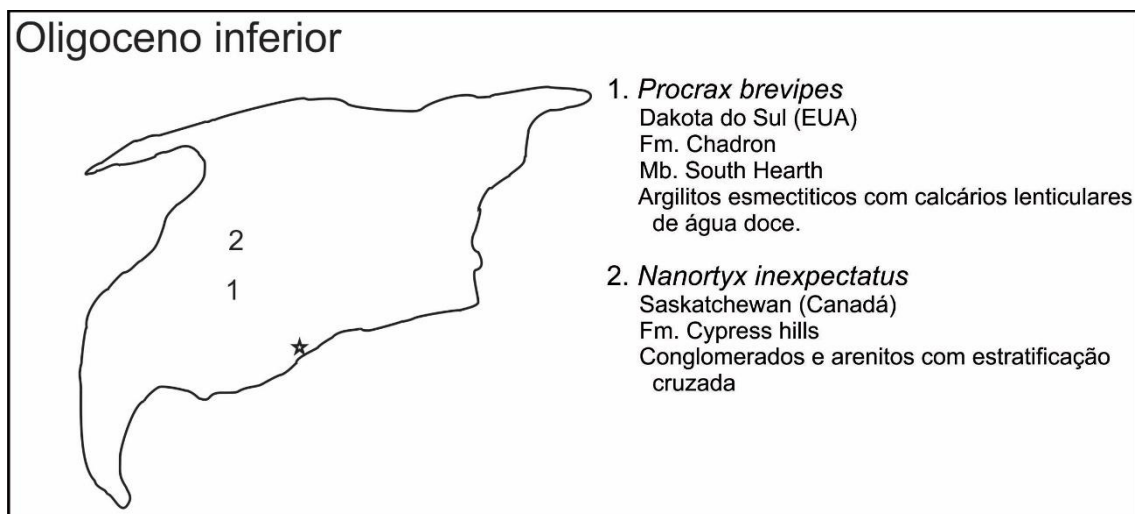


Figura 7: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Oligoceno inferior (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

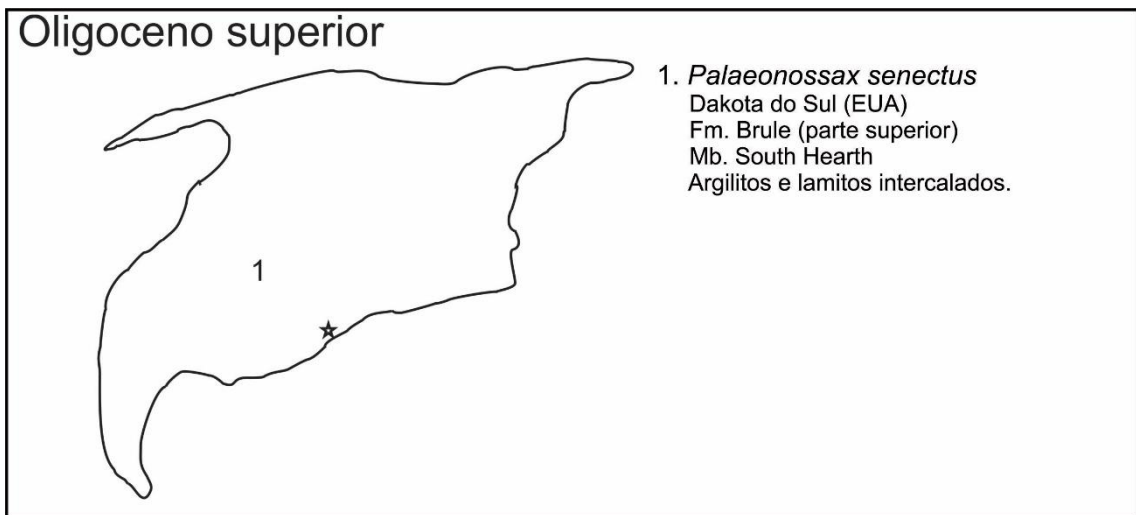


Figura 8: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Oligoceno superior (Modificado de Scotese, 2001). O número no mapa representa a espécie fóssil. Informações resumidas se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

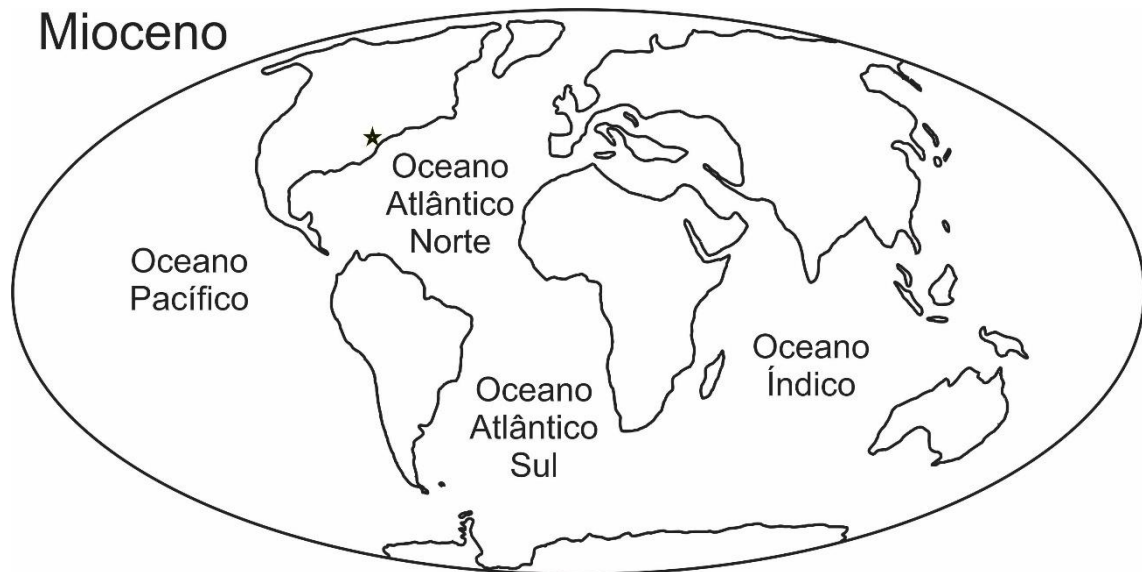


Figura 9: Mapa representando a posição e formato das áreas emersas do globo durante o Mioceno. Modificado de Scotese (2001). A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

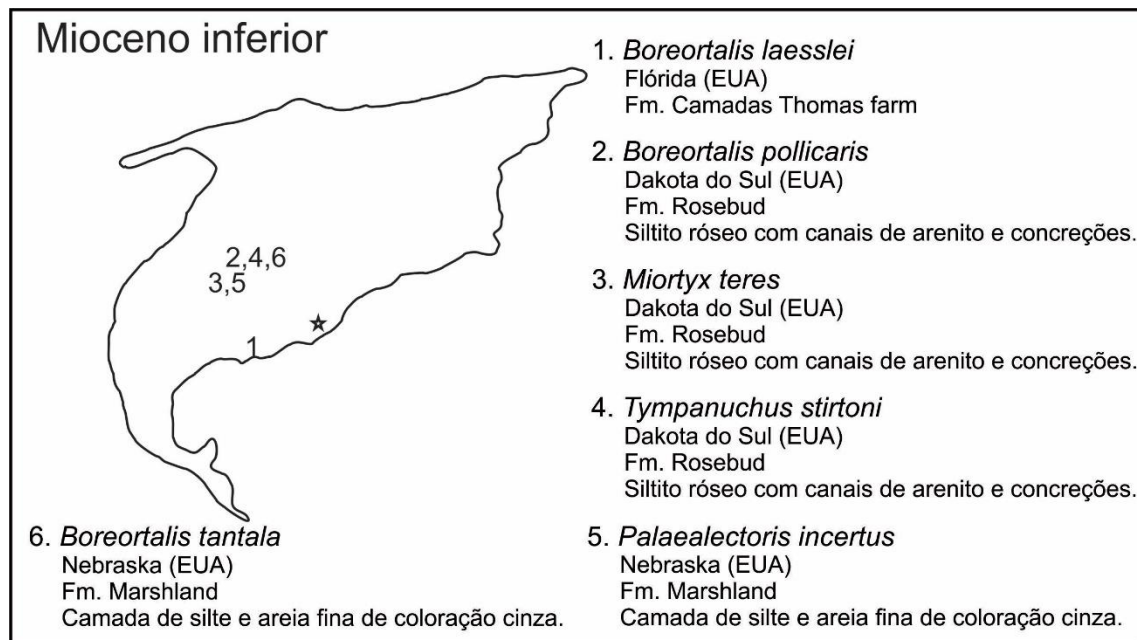


Figura 10: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Mioceno inferior (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

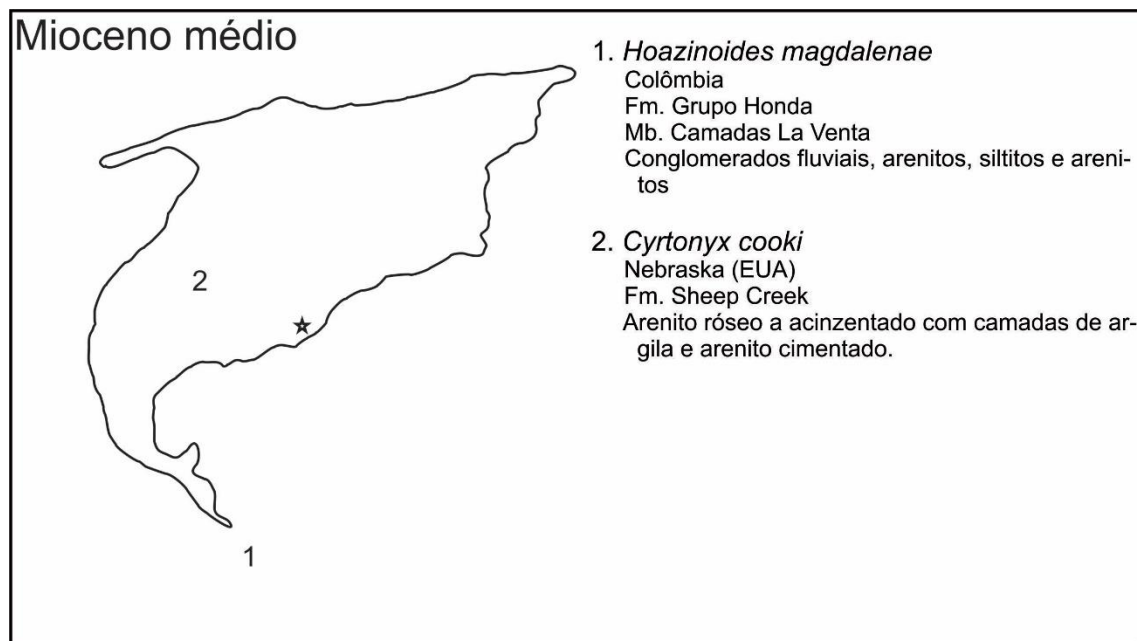


Figura 11: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Mioceno médio (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

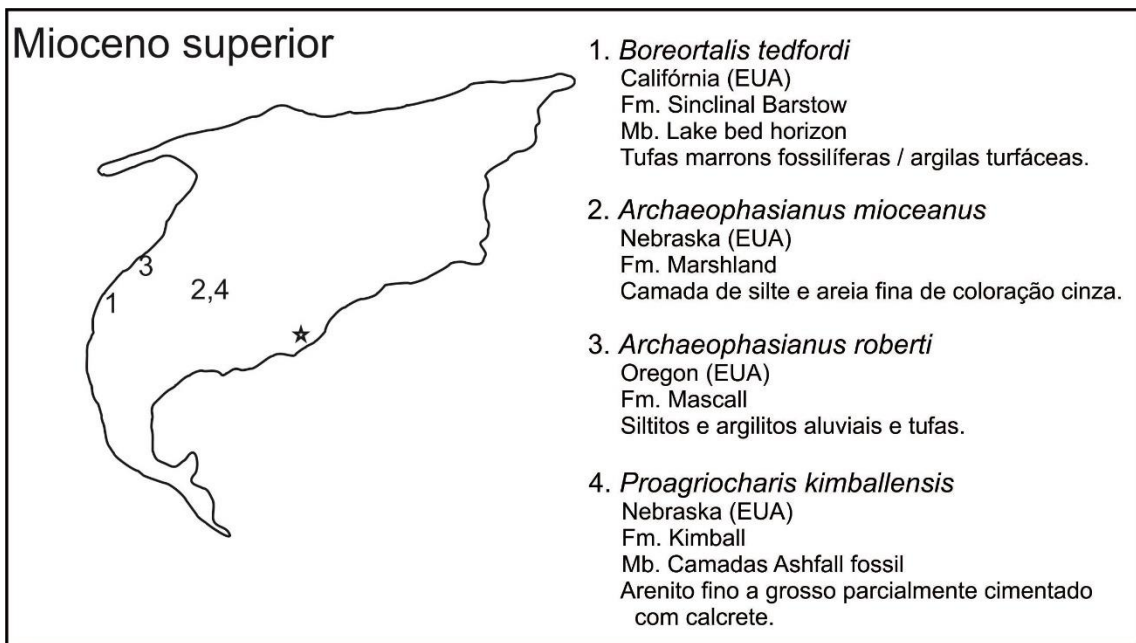


Figura 12: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Mioceno superior (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.



Figura 13: Mapa representando a posição e formato das áreas emersas do globo durante o Plioceno. Modificado de Scotese (2001). A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

Plioceno inferior



Figura 14: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Plioceno inferior (Modificado de Scotese, 2001). O número no mapa representa a espécie fóssil. Informações resumidas se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

Plioceno médio

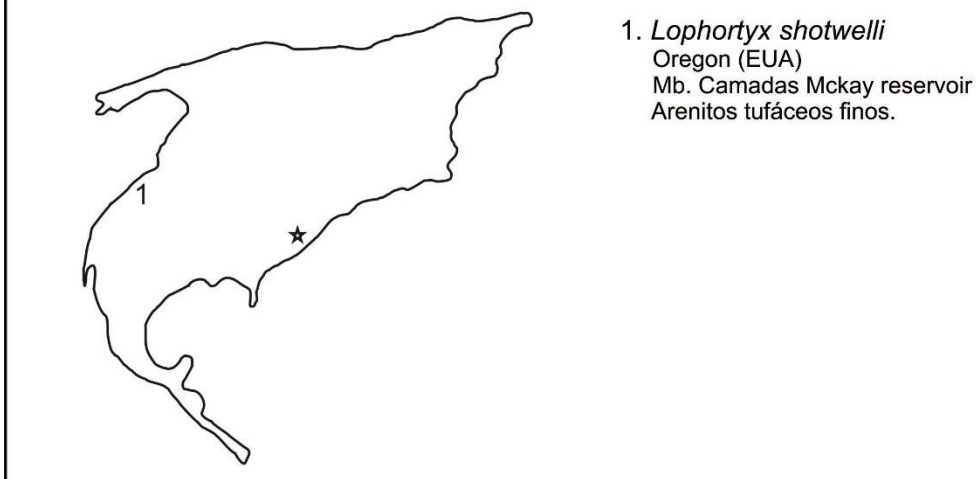


Figura 15: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Plioceno médio (Modificado de Scotese, 2001). O número no mapa representa a espécie fóssil. Informações resumidas se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

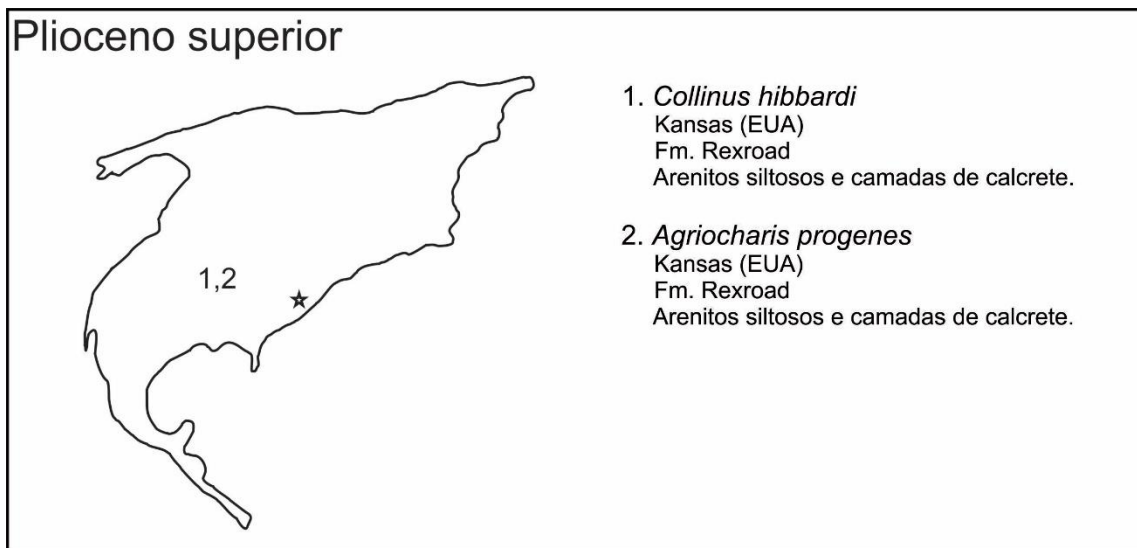


Figura 16: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Plioceno superior (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

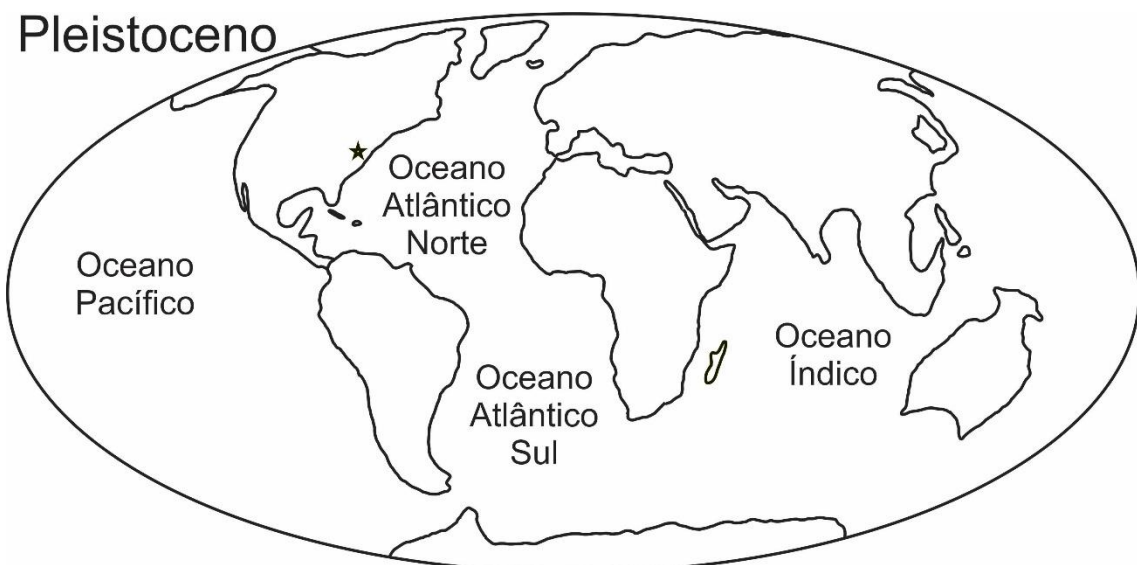


Figura 17: Mapa representando a posição e formato das áreas emersas do globo durante o Pleistoceno. Modificado de Scotese (2001). A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

Pleistoceno inferior

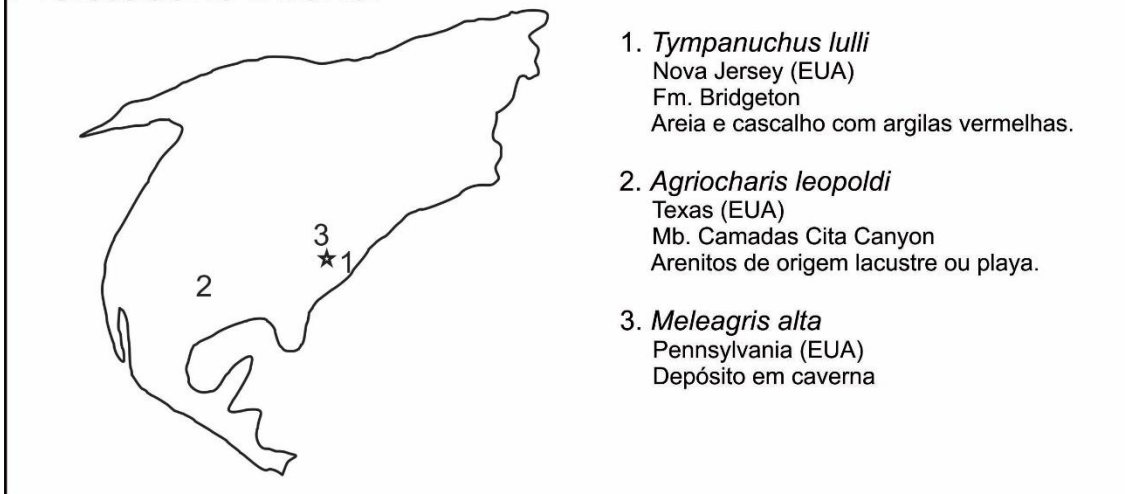


Figura 18: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Pleistoceno inferior (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

Pleistoceno médio

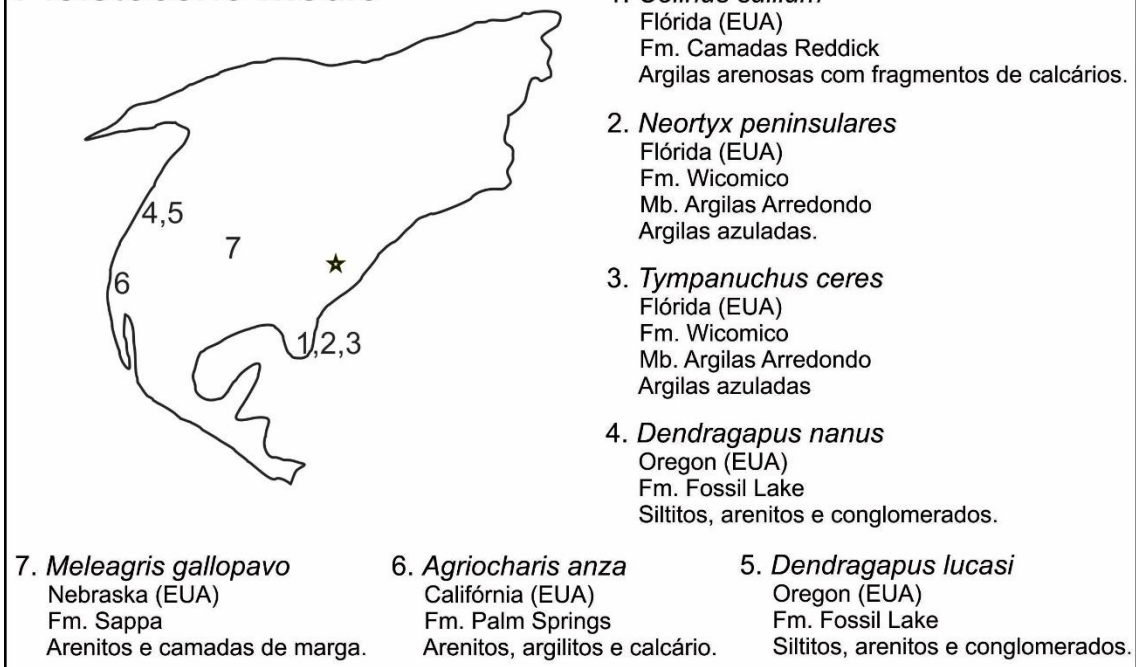


Figura 19: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Pleistoceno médio (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

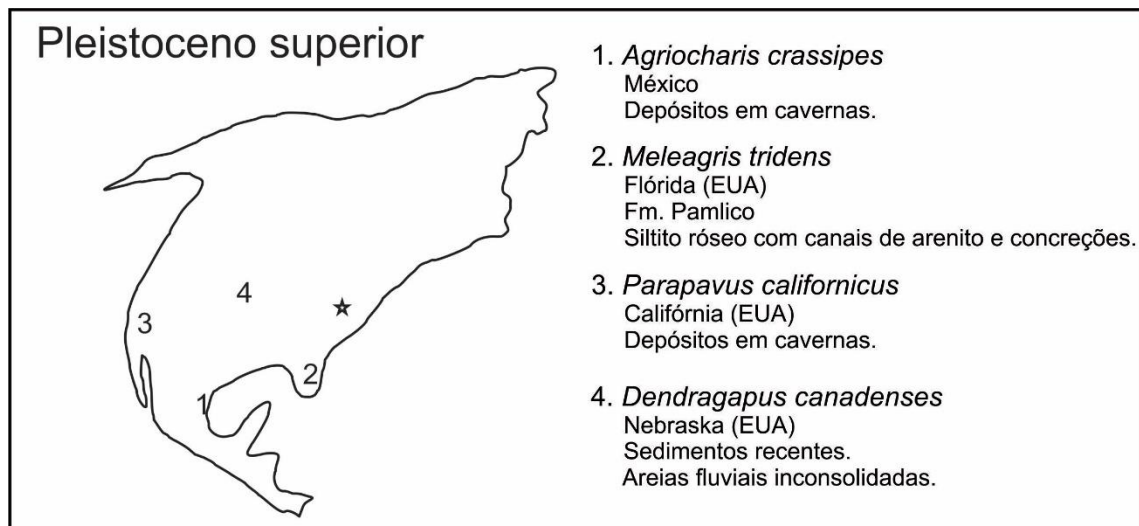


Figura 20: Mapa representando o formato do continente norte americano e o posicionamento das espécies durante o Pleistoceno superior (Modificado de Scotese, 2001). Cada número no mapa representa uma espécie fóssil. Informações resumidas de cada uma se encontram agrupadas. A estrela no mapa localiza Washington para o período representado.

Além desses, foi produzido um mapa total (Figura 21), no qual há localidades de todas as espécies fósseis, de todos os períodos, e identificação de acordo com o período de proveniência delas, de forma a ter uma imagem que representasse a localidade geral dessas espécies e qualquer tipo de movimentação de diversidade que tenha ocorrido ao longo do Cenozoico no continente. Foi também produzida uma versão desse mapa, porém para os indivíduos da família Cracidae (figura 22), visto que hoje eles são limitados ao sul do estado do Texas; estas são aves neotropicais, majoritariamente arborícolas, sua presença mais ao norte em outros períodos pode indicar uma antiga dispersão maior dessa espécie, devido ao clima ser diferente na época. Também foi inserido nessa imagem a espécie fóssil *Gallinuloides wyomingensis*, visto que esta, devido a sua morfologia de Galliformes mais basais, semelhantes à dos próprios Cracidae, pode indicar ambientes semelhantes aos desta família.

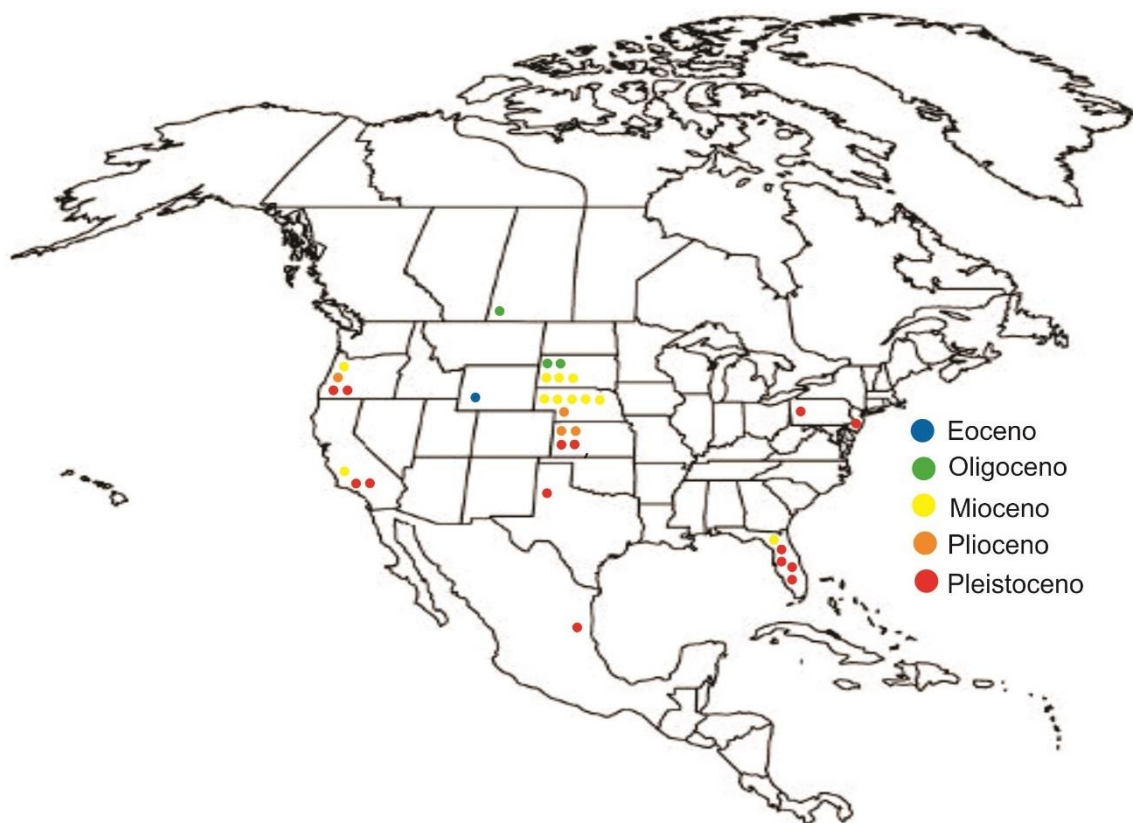


Figura 21: Mapa do continente norte americano onde estão marcadas as localidades das espécies fósseis de Galliformes, com cada cor representando um período do Cenozoico. Modificado de Worldatlas (2015)

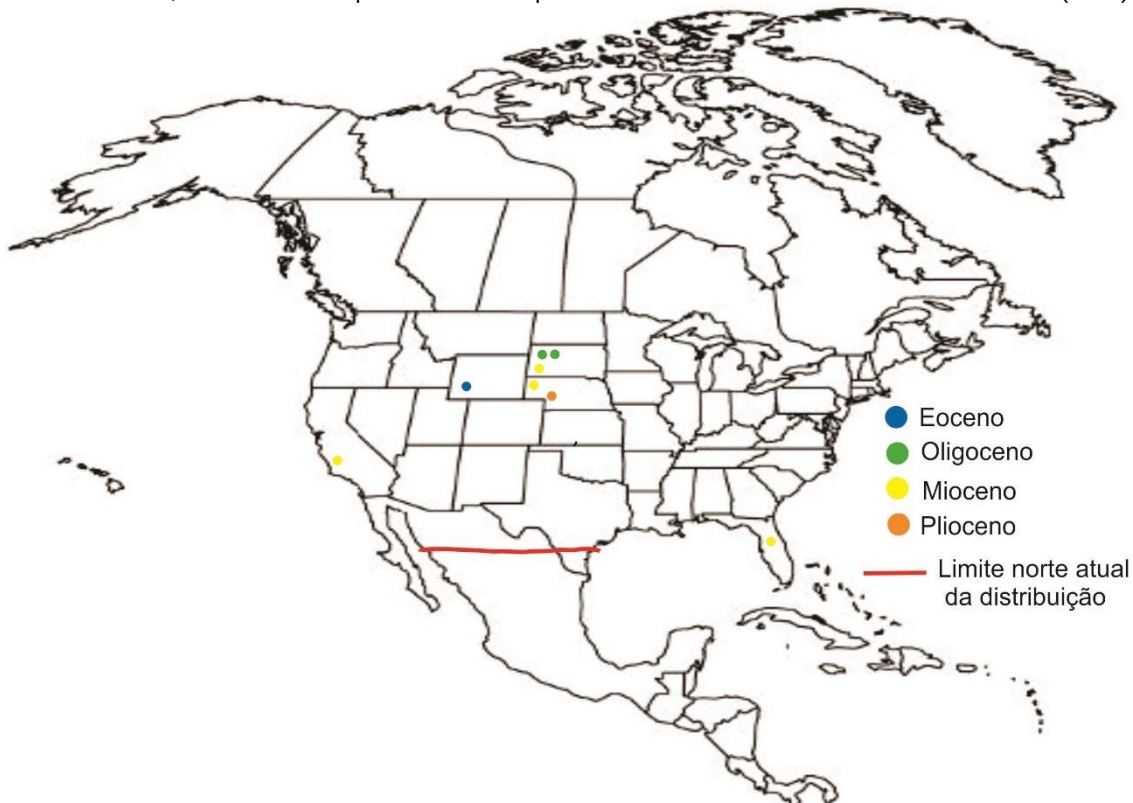


Figura 22: Mapa do continente norte americano onde estão marcadas as localidades das espécies fósseis de Galliformes da família Cracidae, com cada cor representando um período do Cenozoico. A linha abaixo, representa o limite norte nos dias atuais da distribuição dessa família. Modificado de Worldatlas (2015)

6. INTERPRETAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ainda que a quantidade de indivíduos fósseis não pareça tão numerosa para as janelas de tempo utilizadas, quando comparadas com outros grupos de organismos fósseis, foram suficientes para obter informações. Nos mapas é possível visualizar a mudança de posicionamentos dessa ordem no continente ao longo do Cenozoico, começando com mais espécies ao norte, alcançando até o Canadá, e que ao longo do tempo começa a haver uma presença mais constante e numerosa ao sul, além dos registros de paleoambientes que foram possíveis ser extraídos, baseados nessas espécies, combinados aos posicionamentos, que permitiram fazer interpretações

a. Tafonomia

Sobre a tafonomia dos fósseis que foram encontrados, fica evidente o que já foi mencionado anteriormente, que os ossos de aves são mais frágeis que a maioria dos vertebrados, fazendo com que a maioria das espécies catalogadas, tenham sido baseadas em fragmentos de ossos, principalmente úmeros e tarsometatarsos, o que não é surpreendente, visto que o tarsometatarso em aves é um dos poucos ossos que não é ou é pouco pneumático, tornando-o mais resistente, enquanto úmero é mais desenvolvido em Galliformes, e é utilizado para potencializar sua capacidade impulsão para sair do chão, tornando-o assim, um osso mais resistente a desgastes. Quando encontrados em sedimentos clásticos, os achados são basicamente fragmentos de ossos, que sofreram desgaste e quebra durante seu transporte, os únicos esqueletos mais completos pertencem a *Gallinuloides wyomingensis* (Eastman, 1900) e *Procrax brevipes* (Tordoff & Macdonald, 1957), ambos localizados em depósitos carbonáticos de origem lacustre. *Procrax brevipes* foi encontrado sem o crânio e as vértebras cervicais, que são as primeiras partes a se desarticular, com o restante de esqueleto bastante desarticulado, mas praticamente completo, demonstrando que houve algum tipo de transporte antes da deposição. Já, no caso do *Gallinuloides wyomingensis*, ele foi encontrado contendo ainda todos os elementos ósseos e ainda completamente articulado (Figura 2).

Dentre alguns parâmetros propostos e discutidos por Kidwell *et al.* (1986), (1) assembleia fóssil, (2) composição taxonômica, (3) biofábrica, (4) geometria e (5) estrutura interna, pouco pôde ser analisado. Os fatores que prejudicaram a obtenção de informação são relacionados ao modo como os fósseis eram coletados/descritos em trabalhos mais antigos, especialmente aqueles anteriores a década de 60. Para *Gallinuloides wyomingensis*, *Procrax brevipes* e *Ameripodios silvasantosi*, a assembleia é homogênea, autóctone-parautóctone e o acamamento concordante; são os exemplares mais completos e articulados, o que evidencia pouco transporte/ação de necrófagos. Para *Neortyx peninsularis*, *Tympanuchus ceres*, *Dendragapus canadensis*, *Agriocharis crassipes*, *Meleagris alta* e *Parapavus californicus*, a assembleia é heterogênea, parautóctone-alóctone e a composição

taxonômica politípica; estes fósseis foram coletados em depósitos de caverna. Os demais espécimes citados (ver Anexo I) não puderam ser analisados devido à falta de informações disponíveis na bibliografia pertinente.

b. Mapas

Dos mapas produzidos, alguns possuem uma grande quantidade de espécies presentes, enquanto outros possuem poucas ou até mesmo uma única espécie. Esta diferença em quantidade de espécies impactou a interpretação de alguns mapas, porém, devido à importância representadas por algumas espécies, mesmo alguns dos mapas contendo apenas uma espécie, tiveram relevância. O primeiro mapa, tratando do Eoceno (Figura 5), contém o espécime de galiforme mais antigo encontrado no continente americano, pelo menos indicando a presença da ordem nesta região para o período. Nos mapas representando o Oligoceno (Figura 7 e 8), também não temos muitas espécies (três no total do período), porém temos os primeiros registros das famílias Cracidae e Odontophorinae no continente, estando presentes na região central do mesmo, no sul do Canadá e no estado da Dakota do Sul (EUA).

A partir do Mioceno (Figuras 10, 11 e 12) começa a haver uma presença muito maior de indivíduos fósseis, não tendo sido encontrado na pesquisa realizada, nenhum motivo aparente para esse maior número, assim não sendo possível dizer se é por uma melhor qualidade do registro fóssil e geológico ou talvez por uma diversificação das espécies dessa ordem, e também sendo o primeiro registro de um indivíduo fóssil da família Phasianidae no continente, além do aparecimento de gêneros modernos com *Tympanuchus* sp. durante o Mioceno inferior e *Cyrtonix* sp. durante o Mioceno médio. Também foi registrado no mapa referente ao Mioceno médio a espécie *Hoazinoides magdalenae*, cuja a família, os Ophistocomidae, está sobre revisão, com alguns autores a realocando para fora dos Galliformes, devido a sua presença em Brodkorb (1964), optamos por deixá-la no trabalho e presente no mapa. Para os mapas do Plioceno (Figuras 13, 14 e 15), o registro volta a se tornar escasso, tendo apenas quatro espécies fósseis representando o período, com novamente a aparição de gêneros modernos no registro. Por últimos, nos mapas referentes ao Pleistoceno (Figuras 18, 19 e 20), voltamos a ter uma diversidade de fósseis novamente, contando com a presença quase que exclusiva de gêneros modernos, mas vários dos fósseis deste período foram encontrados em sedimentos inconsolidados ou em acúmulos de sedimentos em cavernas, devido a sua pouca idade. Outra característica relacionada aos mapas dessa época é o maior número de fósseis nas regiões costeiras, ao contrário dos outros períodos, onde a maior parte dos fósseis se encontra na região central do continente.

Essa concentração de fósseis na região central, fica bastante clara quando observado o mapa que coloca o posicionamento de todos os fósseis já encontrados (figura 21), mostrando um total de dezoito fósseis nessa região, enquanto os outros catorzes fósseis

estão espalhados nas regiões costeiras do continente. Do mapa referente a localidade dos indivíduos dos Cracidae (Figura 22), fica bem evidente no mapa a presença dessa família bem acima do limite norte atual de onde se encontram outros representantes da família, tendo a sua presença desde o Oligoceno até o Plioceno, não tendo sido encontrado nenhum fóssil de Cracidae pertencente ao Pleistoceno dessa região até o momento.

c. Posicionamento e Paleoambiente

Analisando o posicionamento desses fósseis, apesar de ocorrer menor diversidade de aves em ambientes frios (Lennon *et al.*, 2000), temos a presença mais ao norte de indivíduos da família Cracidae, até estados como Nebraska e Dakota do sul (EUA), sendo conhecidos atualmente por habitarem os trópicos e tendo a sua presença limitada na região do sul do estado do Texas (EUA) (del Hoyo, 1994), indicando que na época a região era mais quente, se aproximando do ambiente dos neotrópicos, onde essas aves atualmente habitam. Isso estaria de acordo com o conhecido resfriamento global que ocorreu desde o Eoceno até o presente (Lear *et al.*, 2000), diminuindo a diversidade de espécies ao norte e empurrando famílias mais tropicais ao sul, como evidenciado pela mudança da distribuição dessas aves nos mapas construídos.

Também há a questão dos paleoambientes encontrados, referentes as hipóteses baseadas nas formações geológicas já presentes nos artigos, com a grande maioria das informações sobre esses paleoambientes disponíveis estando de acordo com o ambiente típico esperado para aquela família de aves, no caso das famílias ainda viventes (del Hoyo, 1994). Parte das espécies, por ficarem isoladas regionalmente e ausência de outras espécies posteriormente na mesma região, acabaram não tendo muita utilidade para interpretação de uma evolução de paleoambiente, porém, guardadas suas devidas proporções, a parte central do continente possui uma abundância maior e contínua de fósseis da Ordem Galliformes, permitindo essas interpretações.

Para o indivíduo mais antigo nesta região, encontrado no Eoceno médio, *Gallinuloides wyomingensis*, as interpretações eram de um *habitat* de clima quente a subtropical, com presença de fósseis de crocodilos a palmeiras (Grande, 1984), além da própria morfologia da espécie, que indica essa como sendo uma ave mais arborícola, indicando uma região com maior densidade de árvores, provavelmente com florestas mais fechadas. Posteriormente, no Oligoceno, os fósseis encontrados lá são mais fragmentários, mas são representantes das famílias Cracidae (*Procrax brevipes* Tordoff and Macdonald, 1957) e Odontophoridae (*Nanortyx inexpectatus* Weigel, 1963). Os Cracidae, como já discutido anteriormente, são aves neotropicais, enquanto os Odontophoridae são aves tanto neotropicais quanto neoárticas (del Hoyo, 1994). No entanto, representantes modernos desta última, não habitam a região onde foram encontrados os fósseis, sendo, atualmente, encontrados perto de regiões costeiras ou com maior concentração de chuvas. Baseado na interpretação mais aceita

atualmente sobre o ambiente da região, a partir de estudos da geologia e do paleoambiente, há a indicação que a mesma começou a se tornar mais árida a partir do Oligoceno, sendo interpretado como um ambiente de florestas abertas com estações secas mais prolongadas (Terry, 2001); porém, comparando com o ambiente atual dos indivíduos dessa família, mostra que, apesar de ter se tornado mais seco em comparação ao Eoceno, ainda se tratava de um ambiente mais quente e úmido do que nos dias atuais.

Posteriormente no Mioceno inferior, foram achados fósseis de diferentes espécies que, em conjunto com a geologia com camadas arenosas fluviais, apontam para um ambiente menos úmido, com florestas abertas e campos arbustivos. Posteriormente, no Mioceno médio, o ambiente aparentemente permanece o mesmo, e a partir do Mioceno superior, que as evidências apontam para uma mudança. Durante esse período, ainda existem depósitos de arenitos fluviais, porém começam a aparecer alguns depósitos de arenitos mais grossos, com camadas de calcrete (Diffendal, 1990), indicando que o ambiente se tornou mais árido, com até parte das espécies que habitavam a região sendo substituídas por espécies de Galliformes, típicos de ambientes mais secos. Esta tendência segue até o Pleistoceno inferior, quando o ambiente parece voltar a se tornar mais úmido, com principalmente as espécies indicando a presença de um ambiente arbustivo ou de pradarias, ou até mesmo de florestas mais úmidas, como *Meleagris gallopavo* (Short, 1970) e *Dendragapus canadenses* (Adair, 1989), que indicariam esse tipo de ambiente.

7. CONCLUSÕES

A pesar de todos os problemas mencionados anteriormente, de se tratar de um tipo de organismo que enfrenta certa dificuldade de ser preservado e da pouca quantidade e concentração dos fósseis encontrados, ainda foi possível produzir os mapas e fazer análise baseado nos mesmos. Existe uma concentração grande dos fósseis na parte norte do continente americano, com poucos fósseis na América do Sul, essa concentração, além da maior quantidade de trabalhos paleontológicos na parte norte do continente americano, também é causada pelo fato de que aves da Ordem Galliformes têm baixa capacidade de voo, fazendo com que indivíduos dessas famílias atingissem a América do Sul apenas após a formação do Istmo do Panamá, durante o Plioceno (Keigwin, 1978), com exceção do *Ameripodios silvasantosi*, que é um representante da família Quercymegapodiidae, uma família que os representantes possuíam modificações para voos mais longos, indicando que provavelmente, apenas no caso dessa família, houve migração para a América do Sul (Mayr, 2017).

Em relação a questão do paleoambiente do local e período que estas aves viveram, foi dado um foco maior para a região central do continente norte americano, visto que o resto dos achados eram bastantes esparsos e tinham pouca continuidade, impedindo interpretações relevantes. Tais condições para interpretações foram melhores encontradas na região central,

onde os depósitos possuem fósseis de representantes dessa ordem de todos os períodos a partir do Eoceno. Dos fósseis encontrados, se baseando nas interpretações do paleoambiente e comparando com o ambiente típico esperado para aqueles tipos de aves, foi inferido que a partir do Eoceno tínhamos a presença de um ambiente mais quente e úmido na região que foi gradualmente se tornando mais seco e árido até o Pleistoceno, com uma aridez mais intensa aparente a partir do Mioceno superior, quando começa a haver a presença de depósitos de ambientes mais áridos (representados por camadas de calcretes presentes em parte dos depósitos) e a substituição de espécies de ambiente mais ameno, para espécies de ambiente mais árido. A partir do Pleistoceno, as interpretações indicaram que ele voltou a se tornar um pouco mais úmido, nada perto de como era durante o Eoceno, porém ainda mais úmido que no Plioceno, período do qual foram encontradas espécies e depósitos sedimentares mais típicos de ambientes áridos.

Outra evidência do avanço dessa aridez foi o desaparecimento dos representantes da família Cracidae dessa região, visto que são aves neotropicais, que não habitam mais a região, alcançando no máximo o sul do estado do Texas (EUA), tendo sido o último fóssil datado do Plioceno inferior, perto do início do que foi considerado pelas interpretações anteriores como o momento de maior aridez da região, provavelmente sendo um dos fatores que levaram a expulsão da família deste território.

No que diz respeito a previsibilidade do tipo de sedimento apresentar maior chance de conter elementos ósseos, é possível dizer que não existe um padrão claro, com elementos fósseis aparecendo basicamente em todos os tipos de sedimentos, desde clásticos a carbonáticos, e de lacustres a fluviais, devido o que indica a variedade de ambientes habitados pelos representantes dessa ordem. A única questão presente em relação aos sedimentos é a presença de esqueletos melhores preservados em sedimentos carbonáticos, estando as espécies mais completas preservadas em lentes de calcário, enquanto todas as espécies encontradas em sedimentos clásticos, estando presentes na forma de ossos ou fragmentos dos mesmos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adair, M. J. (1989). Archeological investigations at the North Cove Site, Harlan County Lake, Harlan County, Nebraska. Final Report, Contract No. DACW41-85-C0167, U.S. Army Corps of Engineers, Kansas City District: 106 pp.

Alvarenga, H. M. F. (1995). Um primitivo membro da ordem Galliformes (Aves) do terciário médio da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 67 (1), 33-44.

Bickart, K. J. (1984). A field experiment in avian taphonomy. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 4 (4), 525-535.

Bonaparte, C. L. (1838). *Selachorum tabula analytica*. *Nuovi Annali della Science Naturali* Bologna, 1 (2), 195-214.

Bonaparte, C. L. (1853). Classification ornithologique par series. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de L'Académie de Sciences*, 37, 641-647.

Brett, C. E; Baird, G. C. (1986). Comparative taphonomy: A key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. *Palaaios*, 1 (3), 207-227.

Brett, C. E.; Thomka, J. R. (2013). Fossils and Fossilisation. *Encyclopedia of Life Sciences*, Wiley, 1-8.

Brodkorb, P. (1954). A chachalaca from the Miocene of Florida. *Wilson bull.*, Lawrence, Kansas, 66 (278), 7-17.

Brodkorb, P. (1958). Birds from the middle Pliocene of McKay, Oregon. *Condor*, 60, 252-255.

Brodkorb, P. (1959). The Pleistocene avifauna of Arredondo, Florida. *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences* 4(9): 269-292.

Brodkorb, P. (1964). Catalogue of fossil birds; Part 2 (Anseriformes through Galliformes). *Bull. Fla. State Mus., Biol. Sci*, 8 (3), 195-335.

Cavin, L. (2008). Palaeobiogeography of Cretaceous bony fishes (Actinistia, Dipnoi and Actinopterygii). *Geological society*, 295 (1), 165-183.

Chapman, F. M. (1896). Notes on birds observed in Yucatan. By Order of the Trustees of the American Museum of Natural History, 8 (18), 271-290.

Cracraft, J. (1968). A review of the Bathornithidae (Aves, Gruiformes), with remarks on the relationships of the suborder Cariamae. *Am. Mus. Novit.* 2326, 1-46.

Cracraft, J. (1969). Systematics and evolution of the Gruiformes (Class, Aves). 1. The Eocene family Geranoididae and the early history of the Gruiformes. *Am. Mus. Novit.* 2388, 1-41.

Cracraft, J. (1973). Systematics and evolution of the Gruiformes (Class Aves). 3. Phylogeny of the suborder Grues. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 151, 1-127.

Davis, P. G.; Briggs, D. E. G. (1998). The impact of decay and disarticulation on the preservation of fossil birds. *Palaaios*, 13 (1), 3-13.

del Hoyo, J. (1994). Family Cracidae. In: del Hoyo, J.; Elliot, A.; Sargatal, J. *Handbook of the birds of the world. New world vultures to guineafowl*. (v. 2, 638) Barcelona, Lynx Editions.

Diffendal, R. F. (1990). The Sidney Gravel and Kimball Formation; Supposed Parts of the Ogallala Group (Neogene), Are Not Objectively Mappable Units. *Papers in Natural Resources*, 137, 23-38.

Ducey, J. E. (1992). Fossil birds of the Nebraska region. *Transactions of the Nebraska Academy of Sciences*, 19, 83-96

Eastman, C.R. (1900). New fossil bird and fish remains from the Middle Eocene of Wyoming. *Geological Magazine*, 4 (7), 54–58

Efremov, J. (1940). Taphonomy: new branch of paleontology. *PanAmerican Geologist*, 74 (2), 1-12.

Ericson, P.G.P., Parsons, T.J., and Johansson, U.S. 2001. Morphological and molecular support for nonmonophyly of the Galloanseres. In: J. Gauthier and L.F. Gall (eds.), *New Perspectives on the Origin and Early Evolution of Birds*, 157–168. Peabody Museum of Natural History, New Haven

Feldmann, R. (1981). Paleobiogeography of North American lobsters and shrimps (Crustacea, decapoda). *Geobios*, 14 (4), 449-468.

Gloger, C. W. L. (1841). *Gemeinnütziges Hand-und Hilfsbuch der Naturgeschichte*. I. Verlag von Aug. Schulz & Comp., Breslau, 44, 496.

Goldfuss, A. (1820). *Handbuch der zoologie* (Vol. 2). 129.

Gould, J. (1844). *Annual Magazine of Natural History*. 13, 364.

Gray, J. E. (1840). *Synopsis of the contents of the British Museum*. British Museum, London, 370.

Grande, L. (1984). Paleontology of the Green River Formation, with a review of the fish fauna. *The Geologic Survey of Wyoming, Bulletin*, 3, 1-334.

Holman, J. A. (1961). Osteology of living and fossil New World Quails (Aves: Galliformes). *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences*, 6, 131-233.

Howard, H. H. (1963). Fossil birds from the Anza-Borrego desert. *Los Angeles County Museum*, 73, 1-33.

Johnsgard, P. A. (2008). 1 Evolution and Taxonomy. *Grouse and Quails of North America*, by Paul A. Johnsgard. 3.

Keigwin, L. (1978). Pliocene closing of the Isthmus of Panama, based on biostratigraphic evidence from nearby Pacific Ocean and Caribbean Sea cores. *Geology*, 6 (10), 630-634.

Kidwell, Susan M.; fuersich, Franz T.; aigner, Thomas. (1986). Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. *Palaios*, 1 (3) p. 228-238.

Lambrecht, K. (1933). *Handbuch der palaeornithologie*. Deutsch von H. Täubert, 332, p. 1-32.

Lear, C. H.; Elderfield, H.; Wilson, P. A. (2000). Cenozoic deep-sea temperatures and global ice volumes from Mg/Ca in benthic foraminiferal calcite. *Science*, 287 (5451), 269-272.

Lennon, J. J.; Greenwood, J. J.D.; Turner, J. R. G. (2000). Bird diversity and envirommental gradients in Britain: A test of the species-energy hypothesis. *Journal of Animal Ecology*, 69 (4), 581-598.

Lieberman, B. S. (2005). Geobiology and paleobiogeography: Tracking the coevolution of the Earth and its biota. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 219 (1-2), 23–33.

Linnaeus, C. (1758). *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Editio Decima, Reformata. Tomus I. Laurentii Salvii, 10, 824.

Lucas, F.A. 1900. Characters and relations of *Gallinuloides wyomingensis* Eastman, a fossil gallinaceous bird from the Green River Shales of Wy–oming. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 36 (4): 79–84.

Marsh, O. C. (1872). Notice of some new Tertiary and Post-Tertiary Birds. *The American Journal of Science and Arts*, 4 (22), 256-262.

Martin, L. D.; Tate, J. (1970). A new Turkey from the Pliocene of Nebraska. *Wilson Bulletin*, 82, 214-218.

Mayr, G. (2005). The Paleogene fossil record of birds in Europe. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 80 (4), 515-542.

Mayr, G. (2006) New specimens of the early Eocene stem group galliform *Paraortygoides* (*Gallinuloididae*), with comments on the evolution of a crop in the stem lineage of Galliformes. *Journal of Ornithology* 147, 31–37.

Mayr, G. (2017). *Avian Evolution: The Fossil Record of Birds and its Paleobiological Significance*, First Edition. (v. 1, 306), John Wiley & Sons, Ltd.

Mayr, G.; Weidig, I. (2004). The Early Eocene bird *Gallinuloides wyomingensis*, a stem group representative of Galliformes. *Acta Palaeontologica Polonica*, 49 (2), 211–217.

Miller, A. H. (1944). An avifauna from the Lower Miocene of South Dakota. University of California Publications, Bull. Dept. Geo. Sci., 27, 85-99.

- Miller, A. H. (1953). A fossil Hoatzin from the Miocene of Colombia. *The Auk*, 70 (4), 484-489.
- Miller, A. H; Bowman, R. (1956). Fossil Birds of the Late Pliocene of Cita Canyon, Texas. *The Wilson Bulletin*, 68(1), 38-46.
- Miller, L. H. (1909). *Pavo Californicus*, a Fossil Peacock. University of California Press, 5, 19.
- Miller, L. H. (1916). A Review of the Species *Pavo Californicus*. Univ. Calif. Publ. Bull. Dept. Geol., 9 (7), 89-96.
- Miller, L. H. (1940). A new Pleistocene turkey from Mexico. University of California, Los Angeles, 62, 154-156.
- Miller, L. H. (1952). The avifauna of the Barstow Miocene of California. *Condor*, 54, 296-301.
- Mourer-Chauvré, C. (1992). The Galliformes (Aves) from the Phosphorites du Quercy (France): Systematics and Biostratigraphy. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series, 36, 67-95.
- Olson, S. L. (1985). The Fossil Record of Birds. *Avian Biology*, 8, 80-252.
- Scotese, C. R. (2001). Atlas of Earth History, PALEOMAP Project, Arlington, Texas, 52 pp.
- Short, L. L. (1970). Mid-Pleistocene birds from western Nebraska, including a new species of sheldgoose. *Condor* 72, 147-152.
- Shufeldt, R. W. 1891. Fossil birds from the Equus beds of Oregon. *American Naturalist*, 25(297): 818-821.
- Shufeldt, R. W. (1913). Further studies of fossil birds with descriptions of new and extinct species. order of the Trustees, American Museum of Natural History, 32, 285-306.
- Shufeldt, R. W. (1915). Fossil Birds in the Marsh Collection of Yale University. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 19, 1-110.
- Stone, (1915). .Paleobiology Database,
- Temminck, C. J. (1820). *Manuel d'Ornithologie*. Second edn., pt. 1. H. Cousin, Paris.
- Terry, D. O. (2001). Paleopedology of the Chadron Formation of the northwestern Nebraska: implications for paleoclimatic change in the North America midcontinent across the Eocene-Oligocene boundary. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, Philadelphia, 168, 1-38.

Tordoff, H.B.; MacDonald, J.R. (1957). A new bird (Family Cracidae) from the early Oligocene of South Dakota. *The Auk*. Washington, 74, 174-184.

Vigers, N. A. (1825). Observations on the Natural Affinities that connect the Orders and Families of Birds. *Transactions of the Linnean Society of London* 14(3): 395-517.

Weigel, R. D. (1963). Oligocene birds from Saskatchewan. *Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences*, 26 (3), 257-262.

Wetmore, A. (1923). Avian Fossils from the Miocene and Pliocene of Nebraska. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 48, 483-507.

Wetmore, A. (1930). Two fossil birds from the Miocene of Nebraska. *Condor* 32: 152-154.

Wetmore, A. (1931). The avifauna of the Pleistocene in Florida (with six plates). *Smithsonian miscellaneous collections*, 85 (2), 1-41.

Wetmore, A. (1933). A fossil Gallinaceous bird from the Lower Miocene of Nebraska. *Condor* 35: 64-65.

Wetmore, A. (1934). A fossil quail from Nebraska. *Condor* 36: 30.

Wetmore, A. (1944). Remains of Birds from the Rexroad Fauna of the Upper Pliocene of Kansas. *University of Kansas Science Bulletin*, 30 (1), 89-105.

Wetmore, A. (1956). A Fossil Guan from the Oligocene of South Dakota. *Condor*, 58, 234-235.

Worldatlas. (2015). Outlined Map of North America, Map of North America-Worldatlas.Com. Disponível em:
<https://www.worldatlas.com/webimage/countrys/namerica/naoutl.htm>.

9. ANEXOS

a. Anexo I

Aves fósseis levantadas mediante consulta bibliográfica.

Taxa	Autor, ano
Ordem Galliforme	Temminck, 1820
Familia Cracidae	Vigors, 1825
Familia Gallinuloidinae	Lucas, 1900
<i>Gallinuloides wyomingensis</i>	Eastman, 1900
<i>Procrax brevipes</i>	Tordoff and Macdonald, 1957
Subfamilia Penelopinae	Bonaparte, 1853
<i>Palaeonossax senectus</i>	Wetmore, 1956
<i>Boreortalis laesslei</i>	Brodkorb, 1954
<i>Boreortalis pollicaris</i>	Miller, 1944
<i>Boreortalis tantala</i>	Wetmore, 1933
<i>Boreortalis tedfordi</i>	Miller, 1952
<i>Boreortalis phengites</i>	Wetmore, 1923
Familia Opisthocomidae	Gray, 1840
<i>Hoazinoides magdalenae</i>	Miller, 1953
Familia Phasianidae	Vigors, 1825
Subfamilia Odontophorinae	Gould, 1844
<i>Nanortyx inexpectatus</i>	Weigel, 1963
<i>Miortyx teres</i>	Miller, 1944
<i>Cyrtonyx</i>	Gould, 1844
<i>Cyrtonyx cooki</i>	Wetmore, 1934
<i>Lophortyx</i>	Bonaparte, 1838
<i>Lophortyx shotwelli</i>	Brodkorb, 1958
<i>Colinus</i>	Goldfuss, 1820
<i>Colinus hibbardi</i>	Wetmore, 1944
<i>Colinus suillum</i>	Brodkorb, 1959
<i>Neortyx peninsularis</i>	Holman, 1961
Subfamilia Tetraoninae	Vigors, 1825
<i>Palaelectoris incertus</i>	Wetmore, 1930
<i>Tympanuchus</i>	Gloger, 1841
<i>Tympanuchus stirtoni</i>	Miller, 1944
<i>Tympanuchus lulli</i>	Shufeldt, 1915
<i>Tympanuchus ceres</i>	Shufeldt, 1913
<i>Archaeophasianus</i>	Lambrecht, 1933
<i>Archaeophasianus roberti</i>	Stone, 1915 <i>Apud</i> Brodkorb, 1964)
<i>Archaeophasianus mioceanus</i>	Shufeldt, 1915
<i>Dendragapus</i>	Elliot, 1864

Taxa	Autor, ano
<i>Dendragapus nanus</i>	Shufeldt, 1891
<i>Dendragapus lucasi</i>	Shufeldt, 1891
<i>Dendragapus canadensis</i>	Adair, 1989
Subfamilia Meleagrinae	Gray, 1840
<i>Agriocharis</i>	Chapman, 1896
<i>Agriocharis progenes</i>	Brodkorb, 1964
<i>Agriocharis leopoldi</i>	Miller and Bowman, 1956
<i>Agriocharis anza</i>	Howard, 1963
<i>Agriocharis crassipes</i>	Miller, 1940
<i>Proagriocharis</i>	Martin & Tate, 1970
<i>Proagriocharis kimballensis</i>	Martin & Tate, 1970
<i>Meleagris</i>	Linnaeus, 1758
<i>Meleagris alta</i>	Marsh, 1872
<i>Meleagris tridens</i>	Wetmore, 1931
<i>Meleagris gallopavo</i>	Short, 1970
<i>Parapavus</i>	Miller, 1916
<i>Parapavus californicus</i>	Miller, 1909

b. Anexo II

Localização geográfica, posicionamento estratigráfico e geologia local das aves fósseis pesquisadas. Quando as informações não foram encontradas, há os símbolos ***.

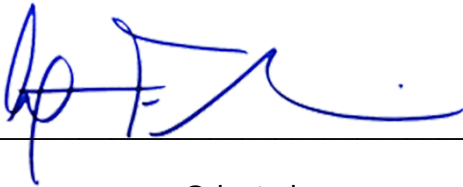
Taxa	Local	Formação	Membro	Geologia
<i>Gallinuloides wyomingensis</i>	Wyoming	Formação Bridger		Lamitos e cinzas vulcanicas e lentes de calcário e margas de origem lacustre
<i>Procrax brevipes</i>	Dakota do sul	Chadron Formation	Membro South Hearth	Argilitos smectíticos com calcários lenticulares de água doce
<i>Palaeonossax senectus</i>	Dakota do sul	Formação Brule	Parte superior	Argilitos e lamitos intercalados
<i>Boreortalis laesslei</i>	Flórida		Thomas farm beds	***
<i>Boreortalis pollicaris</i>	Dakota do sul	Formação rosebud		Siltito róseo com canais de arenito e concreções
<i>Boreortalis tantala</i>	Nebraska	Formação Marshland		camada de silte e areia fina de coloração cinza
<i>Boreortalis tedfordi</i> L.	Califórnia	Sinclinal Barstow	Lake bed horizon	tufas marrons fossilíferas/ argilas tufáceas
<i>Boreortalis phengites</i>	Nebraska		Snake creek beds	Siltitos e arenitos com estratificação cruzada
<i>Hoazinoides magdalenae</i>	Colômbia	Grupo Honda	Camadas La Venta	Conglomerados fluviais, arenitos, siltitos e argilitos
<i>Nanortyx inexpectatus</i>	Saskatchewan	Formação Cypress hills		Conglomerados e arenitos com estratificação cruzada
<i>Miortyx teres</i>	Dakota do sul	Formação rosebud		Siltito róseo com canais de arenito e concreções
<i>Cyrtonyx cooki</i>	Nebraska	Formação sheep creek		Arenito róseo a acinzentado, com camadas de argila e arenito cimentado
<i>Lophortyx shotwelli</i>	Oregon		Camadas McKay Reserve	Arenitos tufáceos finos
<i>Colinus hibbardii</i>	Kansas	Formação Rexroad		Arenito siltoso com camadas de calcrete centimétricas a métricas

Taxa	Local	Formação	Membro	Geologia
<i>Colinus sulium</i>	Flórida		Camadas Reddick	Argilas arenosas com fragmentos de calcários, depositados em cavernas de calcário.
<i>Neortyx peninsularis</i>	Flórida	Formação Wicomico	Argilas Arredondo	Argilas azuladas
<i>Palaelectoris incertus</i>	Nebraska	Formação Marshland		camada de silte e areia fina de coloração cinza
<i>Tympanuchus stirtoni</i>	Dakota do sul	Formação rosebud		Siltito róseo com canais de arenito e concreções
<i>Tympanuchus lulli</i>	Nova Jersey	Formação Bridgeton		Areia e cascalho com argilas vermelhas
<i>Tympanuchus ceres</i>	Flórida	Formação Wicomico	Argilas Arredondo	Argilas azuladas
<i>Archaeophasianus roberti</i>	Oregon	Formação Mascall		Siltitos e argilitos aluviais e tufas.
<i>Archaeophasianus mioceanus</i>	Nebraska	Formação Marshland		camada de silte e areia fina de coloração cinza.
<i>Dendragapus nanus</i>	Oregon	Formação Fossil Lake		Siltitos, arenitos e conglomerados.
<i>Dendragapus lucasi</i>	Oregon	Formação Fossil Lake		Siltitos, arenitos e conglomerados.
<i>Dendragapus canadensis</i>	Nebraska		Sedimentos recentes	Areias fluviais inconsolidadas.
<i>Agriocharis progenes</i>	Kansas	Formação Rexroad		Arenitos siltosos e camadas de calcrete.
<i>Agriocharis leopoldi</i>	Texas		Camadas Cita Canyon	Arenitos de origem lacustre ou playa.
<i>Agriocharis anza</i>	Califórnia	Formação Palm Spring		Arenitos, argilitos e calcário.
<i>Agriocharis crassipes</i>	México		Depósitos em cavernas	***
<i>Proagriocharis kimballensis</i>	Nebraska	Formação Kimball	Ashfall fossil beds	Arenito fino a grosso parcialmente cimentado com calcrete.

Taxa	Local	Formação	Membro	Geologia
<i>Meleagris alta</i>	Pennsylvania		Depósitos em cavernas	***
<i>Meleagris tridens</i>	Flórida	Formação Pamlico		***
<i>Meleagris gallopavo</i>	Nebraska	Formação Sappa		Arenitos e camadas de marga.
<i>Parapavus californicus</i>	Califórnia		Depósitos de cavernas	***

São Paulo, _____ de _____ de _____.

De acordo,



Orientador

Aluno