



Evolução dos anfíbios anuros

Evolution of anuran amphibians

Luan Lucas Cardoso Lima⁽¹⁾; Claudimary Bispo dos Santos⁽²⁾;
Luiz Eduardo Bezerra Silva⁽³⁾; José Crisólogo de Sales Silva⁽⁴⁾

Página | 191

⁽¹⁾Estudante e bolsista PIBITI/FAPEAL; Universidade Estadual de Alagoas; Arapiraca, Alagoas; lima177.0@hotmail.com;

⁽²⁾Professora e pesquisadora; Universidade Estadual de Alagoas;

⁽³⁾Estudante e bolsista PIBITI/FAPEAL. Universidade Estadual de Alagoas;

⁽⁴⁾Professor Titular da Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, josecrigot@hotmail.com.

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 17 de agosto de 2018; Aceito em: 29 de agosto de 2018; publicado em 02 de 09 de 2018. Copyright© Autor, 2018.

RESUMO: A presente pesquisa trata de um estudo explorativo realizado através de pesquisa bibliográfica. As pesquisas bibliográficas baseiam-se nas bases de dados da Scielo, CAPES, Google Acadêmico, publicados no período de 1970 a 2017. Foram selecionados para compor essa revisão de literatura 08 artigos internacionais; 2 artigos nacionais; 06 sites informativos internacionais e 02 nacionais, e 07 livros nacionais e 1 internacional. Este estudo denotou que as mudanças evolutivas dos animais em questão são verdadeiras, e que algumas dessas características foram moldadas através de suas adaptações as mudanças terrestres ao longo da era, demorando milhares ou mesmo milhões de anos. Muitos animais foram extintos, sendo esse fenômeno consequência de vários fatores, dentre eles movimentos de continentes e dos efeitos de tais movimentos no clima e na geografia. Conhecer a evolução das espécies é relevante para estudar seu comportamento.

PALAVRAS-CHAVE: Anuros, adaptação, mudanças evolutivas.

ABSTRACT: The present research deals with an exploratory study carried out through bibliographical research. Bibliographic searches are based on the databases of Scielo, CAPES, Google Scholar. We selected 08 international articles; 2 national articles; 06 international information sites and 02 national and 07 national and international 1 book that met the inclusion criteria. This study denoted that the evolutionary changes of the animals in question are true, and that some of these characteristics were shaped by their adaptations to earthworms throughout the era, taking thousands or even millions of years. Many animals were extinguished, being this phenomenon consequence of several factors, among them movements of continents and the effects of such movements in the climate and the geography. Knowing the evolution of species is relevant to studying their behavior.

KEYWORD: Anurans, Adaptation, Evolutionary changes.

INTRODUCTION

The transformation of fish into amphibians was a phenomenon of fundamental importance for the occupation of terrestrial space, there is a difficulty to understand, which ancestors of the subclass of chordate lissamphibia (all current living amphibians), specifically the anurans and their morphophysiological characteristics, which denote this transition from aquatic animal to terrestrial. Although these individuals have managed to make this significant change, they have never been able to dominate the Earth. They were never able to emancipate themselves from water - and fresh water - except in the case of some exceptional species (LANE, 1945).

Throughout various geological periods, as well as dinosaurs, the ancient anurans generally evolved, finding a huge variety of shapes and sizes. The earliest, Ichthyostegalia, emerged at the end of the Devonian period and resembled modern salamanders with broader tails. These were soon supplanted in the Carboniferous period by the completely aquatic Lepyspondyli, whose boomerang-shaped heads would have been too heavy or too impractical to run ashore. Thus, these ancient creatures evolved passing through the entire Carboniferous era and entering the Permian era just before the dinosaurs came. One feature of the Permian is that larger terrestrial fauna began to emerge, and amphibians were no exception (MACDONALD, 2015).

Thus, evolutionary forces have urged these early tetrapods to give up their cozy aquatic existence for what must have been an uncertain, challenging and unknown terrestrial life, though a number of ideas are fiercely debated (PIERCE, 2010).

About 380 million years ago the first amphibians appeared, and today they are divided in three orders: Anura (frogs, frogs and frogs), Caudata (salamanders) and Gymnophiona (caecilians or blind snakes). One of the main characteristics that unites these three orders is the smooth and permeable skin, with the presence of mucous glands and venom. The diversity of known species differs between the three orders. Anurans are the most representative animals in the tropical regions of the world (FROST, 2011).

The animals called anurans usually have long legs and move by jumps, and this body shape is found in many lineages. Semiaquatic forms are moderately hydrodynamic and have feet with interdigital membranes. Large terrestrials, which give short jumps rather than long jumps, are often called frogs. They generally have a rough head, heavy

body, relatively short legs and poorly developed interdigital membranes (POUGH et al., 2008).

These individuals provide examples of how animals evolved from a predominantly aquatic environment to a terrestrial life, although they still rely on water for larval development and to avoid desiccation (HEYER, 1970).

This class of animals can be found in almost all parts of the world, being absent only in the Arctic and Antarctic regions, some oceanic islands and some extremely arid deserts. There are approximately 4000 living species of anuran amphibians in the world, most of which (approximately 44%) are recorded exclusively in the tropics of the planet (POUGH, 1999).

The vocalization is an adaptation related to the period of activity and important during the reproductive period. However, vocalization is not always related to reproductive periods, since females can also be sought by active search for males (CARDOSO; HADDAD, 1984).

Especially the order anura (toads and frogs) exhibit a greater diversity of reproductive modes than other tetrapod vertebrates. Twenty-nine reproductive modes were recognized by the anurans (HADDAD et al., 2005).

The reproduction is a complex of combinations involving phenotypes, behaviors, and environmental conditions. The literature cites two temporal patterns of reproductive behavior between anurans, the explosive and the prolonged. In the first, reproduction occurs in a few days, and all individuals exhibit and participate synchronously; in the second type, the reproduction is slower, and extends for weeks. These behaviors are closely related to the types of spawning that, for example, may occur in nests of foam, gelatin or cords, with oviposition sites, which may be aquatic or terrestrial, and predation and larval (fast or slow) development. The reproductive modes in anurans are the most diverse among vertebrates (WELLS, 1977).

The larvae generally have lateral line systems, and lateral canals are retained in adults of aquatic amphibians, such as the African clawed frog and the aquatic salamanders, but are lost in adult terrestrial species. Terrestrial vertebrates that have returned secondary to water, such as whales and dolphins, do not have the lateral line system (POUGH et al., 2008).

These animals usually hunt on hold and the diet and feeding behavior of the anurans are associated with the types of microhabitats they occupy (POMBAL JR.; HADDAD, 2005). Different values are attributed to them, for example, in the regulation

of food chains, especially in pest control. Consequently, it is these animals that bring important contributions to the maintenance of agricultural production, besides being considered good environmental bioindicators due to their sensitivity to changes in the environment (HADDAD, 2008).

In general, they show signs of adequate habitat conditions, because their life history is directly associated with the environment, not only because they are sensitive to changes in water quality, since they are dependent on the aquatic environment (GASCON, 1991).

Evolution is the process that shaped the history of vertebrates, and is the underlying principle of their biology. The understanding of evolutionary principles and processes is essential for the appreciation of vertebrate diversity, since this diversity is the direct result of evolution (POUGH et al., 1999).

The study of evolutionary processes is of fundamental importance to understand the natural behavior of individuals and the great diversity of anuran amphibians. Thus, the objective of this research is to know the evolution of anuran amphibians, to analyze the natural selection and the morphophysiological and environmental factors that have made viable throughout the eras their arrival and permanence in the terrestrial environment.

INTRODUÇÃO

A transformação de peixes em anfíbios foi um fenômeno de fundamental importância para a ocupação do espaço terrestre, entretanto, há uma dificuldade de entender, quais os ancestrais da subclasse de cordados lissamphibia (todos os anfíbios viventes atuais), especificamente os anuros e suas características morfofisiológicas, que denotam essa transição de animal aquático para terrestre. Embora esses indivíduos tenham conseguido fazer essa mudança significativa, no geral nunca conseguiram dominar a terra. Eles nunca foram capazes de emancipar-se da água - e água fresca -, exceto no caso de algumas espécies excepcionais (LANE, 1945).

Ao longo de vários períodos geológicos, assim como os dinossauros, os antigos anfíbios anuros de maneira geral, evoluíram, encontrando-se uma enorme variedade de formas e tamanhos. O mais antigo, o Ichthyostegelia, surgiu no final do período Devoniano e se assemelhava a salamandras modernas com caudas mais largas. Estes

foram logo suplantados no período carbonífero pelo Lepyspondyli completamente aquático, cujas cabeças em forma de bumerangue teriam sido muito pesadas ou impraticáveis demais para funcionar em terra. Assim, essas criaturas antigas evoluíram, passando por toda a era do Carbonífero e entrando na era do Permiano, pouco antes do surgimento dos dinossauros. Uma característica do Permiano é que a fauna terrestre maior começou a emergir, e os anfíbios não foram exceção (MACDONALD, 2015).

Dessa maneira, observa-se que forças evolutivas impeliram esses primeiros tetrápodes a desistir de sua aconchegante existência aquática para o que deve ter sido uma vida terrestre incerta, desafiadora e desconhecida, embora uma série de ideias seja ferozmente debatida (PIERCE, 2010).

Há cerca de 380 milhões de anos surgiram os primeiros anfíbios, e hoje estão divididos em três ordens: Anura (sapos, rãs e pererecas), Caudata (salamandras) e Gymnophiona (cecílias ou cobras-cegas). Uma das principais características que une essas três ordens é a pele lisa e permeável, com a presença de glândulas mucosas e de veneno. A diversidade de espécies conhecidas difere entre as três ordens. Os anuros são os animais mais representativos nas regiões tropicais do mundo (FROST, 2011).

Os animais denominados anuros usualmente possuem pernas longas e movem-se por saltos, e esta forma do corpo é encontrada em muitas linhagens. As formas semiaquáticas são moderadamente hidrodinâmicas e possuem pés dotados de membranas interdigitais. Os terrestres de grande porte, que dão saltos curtos em vez de longos, são frequentemente denominados sapos. Geralmente possuem cabeça áspera, corpo pesado, pernas relativamente curtas e membranas interdigitais pouco desenvolvidas (POUGH et al., 2008).

Esses indivíduos fornecem exemplos sobre como os animais evoluíram de um ambiente predominantemente aquático para uma vida terrestre, embora ainda dependam da água para o desenvolvimento das larvas e para evitar dessecações (HEYER, 1970).

Essa classe de animais pode ser encontrada em quase todas as partes do mundo, estando ausentes apenas nas regiões Ártica e Antártica, algumas ilhas oceânicas e alguns desertos extremamente áridos. Existem aproximadamente 4000 espécies viventes de anfíbios anuros no mundo, sendo a maior parte destas (aproximadamente 44%) registrada exclusivamente nas regiões tropicais do planeta (POUGH, 1999).

A vocalização é uma adaptação relacionada ao período de atividade e importante durante o período reprodutivo. Mas, nem sempre a vocalização está relacionada aos

períodos reprodutivos, pois as fêmeas também podem ser procuradas por busca ativa pelos machos (CARDOSO; HADDAD, 1984).

Especialmente a ordem Anura (sapos e rãs), exibem uma maior diversidade de modos reprodutivos do que outros vertebrados tetrápodes. Vinte e nove modos reprodutivos foram reconhecidos pelos anuros (HADDAD et al., 2005).

A reprodução é um complexo de combinações que envolvem fenótipos, comportamentos e condições ambientais. A literatura cita dois padrões temporais de comportamento reprodutivo entre anuros, o explosivo e o prolongado. No primeiro, a reprodução ocorre em poucos dias, e todos os indivíduos se expõem e participam sincronicamente; no segundo tipo, a reprodução é mais lenta, e se estende por semanas. Estes comportamentos estão intimamente relacionados com os tipos de desova que, por exemplo, podem ocorrer em ninhos de espuma, gelatina ou em cordões, com os locais de oviposição, que podem ser aquáticos ou terrestres, e com predação e o desenvolvimento larval (rápido ou lento). Os modos reprodutivos em anuros são os mais diversificados dentre os vertebrados (WELLS, 1977).

As larvas em geral têm sistemas de linhas laterais, e os canais laterais são retidos nos adultos de anfíbios aquáticos, tais como a rã africana com garras e as salamandras aquáticas, mas são perdidos nas espécies adultas terrestres. Os vertebrados terrestres que retomaram secundariamente para a água, tais como as baleias e golfinhos, não possuem o sistema da linha lateral (POUGH et al., 2008).

Esses animais geralmente caçam de espera e a dieta e o comportamento alimentar dos anuros estão associados aos tipos de micro-habitats que eles ocupam (POMBAL JR.; HADDAD, 2005). Diferentes valores são atribuídos a eles, como por exemplo, na regulação das cadeias alimentares, principalmente no controle de pragas. Conseqüentemente, são esses animais que trazem contribuições importantes para a manutenção das produções agrícolas, além de serem considerados bons bioindicadores ambientais devido a sua sensibilidade a alterações no meio (HADDAD, 2008).

De uma maneira geral, demonstram sinais de condições adequadas de hábitat, pelo fato de sua história de vida estar diretamente associada ao ambiente, não só por apresentarem forte sensibilidade às alterações na qualidade da água, já que são dependentes do meio aquático (GASCON, 1991).

A evolução é o processo que moldou a história dos vertebrados, e é o princípio subjacente a sua biologia. A compreensão dos princípios e processos evolutivos é

essencial para a apreciação da diversidade de vertebrados, já que essa diversidade é o resultado direto da evolução (POUGH et al., 1999).

O estudo dos processos evolutivos é de fundamental importância para compreender atualmente o comportamento natural dos indivíduos e a grande diversidade de anfíbios anuros. Assim, objetiva-se com essa pesquisa conhecer a evolução dos anfíbios anuros, analisar a seleção natural e os fatores morfofisiológicos e ambientais que viabilizaram ao longo das eras sua chegada e permanência no ambiente terrestre.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para a realização desse estudo de revisão literária foi necessária uma ampla pesquisa bibliográfica de artigos e livros publicados em meios digital e impresso.

Neste artigo, foram utilizados 07 livros nacionais e 01 internacional; 08 artigos internacionais e 02 nacionais; 06 sites informativos internacionais 02 nacionais, publicados no período de 1970 a 2017, que abordavam o tema “evolução dos anfíbios anuros”. Inicialmente mostrou-se a morfologia, fisiologia e o comportamento natural desses animais, que os possibilitaram viver em ambiente terrestre. As literaturas que tratavam de arqueologia, paleontologia e história desses animais, foram de suma importância para melhor compreendermos a importância da evolução, não apenas em nossa civilização, mas também nos animais que são parte da evolução do modo de vida da humanidade.

EVOLUÇÃO - O SURGIMENTOS DOS PRIMEIROS ANFÍBIOS ANUROS

Os vertebrados são eumetazoários, de simetria bilateral, triblásticos, celomados, deuterostômios, com segmentação nem sempre distinta (AZEVEDO; HENNIG, 1983).

Começando com o aparecimento dos vertebrados no Ordoviciano, a diversidade de vertebrados parece ter aumentado lentamente ao longo do Paleozoico, e do início do Mesozoico, e depois rapidamente durante os últimos cem milhões de anos (POUGH et al. 1999).

O período Devoniano, que teve início há cerca de 400 milhões de anos, foi uma época de temperaturas amenas e alternância de secas e inundações. Durante este período,

alguns vertebrados primariamente aquáticos desenvolveram duas características que foram importantes na evolução subsequente da vida na terra: pulmões e membros locomotores (HICKMAN et al., 2004).

Os anfíbios em geral evoluíram a partir de ancestrais de nadadeiras lombadas cerca de 50 milhões de anos após o aparecimento os peixes ósseos. A classe atingiu seu ápice após mais de 75 milhões de anos, no Carbonífero Superior, mas continuou abundante até o final do Triássico. Relativamente poucos tipos de anfíbios sobrevivem até o presente, mesmo assim, distribuindo-se em áreas tropicais e temperadas de todo o mundo; seus hábitos e habitats são diversos (HILDEBRAND; JUNIOR GOSLOW, 1995).

Eles possuem algumas características biológicas e ecológicas, tais como dependência de água ou de habitats úmidos para a reprodução, pele permeável e exposta, baixa capacidade de deslocamento e sensibilidade às mudanças no ambiente (HADDAD; PRADO, 2005).

É característico dos anuros ter corpo inflexível e nadar por meio de golpes simultâneos das patas traseiras. Alguns paleontólogos sugeriram que a forma do corpo desses animais evoluiu devido às vantagens desse modo de natação. Uma hipótese alternativa sugere que a forma do corpo dos anuros remonta à vantagem obtida pelo animal que podia repousar próximo à margem de um fluxo d'água e escapar de predadores aquáticos ou terrestres com um salto rápido seguido de locomoção na terra ou na água (POUGH et al., 2008).

Os registros fósseis nos permitem visualizar as mudanças evolutivas através de escalas mais amplas de tempos. Espécies surgem e extinguem-se repetidamente através do registro fóssil (HICKMAN et al., 2004).

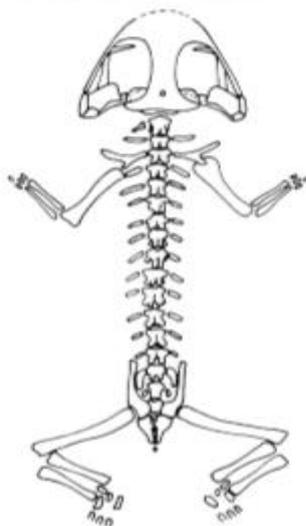
Reconhecidos como (Ichthyostega) os primeiros anfíbios estão em rochas do Devoniano da Groelândia e tinham tamanho considerável, pois seus crânios medem 15 cm comprimento. Tinham pernas bem desenvolvidas, existiam vestígios de um opérculo e uma nadadeira caudal sustentada por raios ósseos. Descendiam provavelmente de peixes crossopterígio, tinham tanto respiração aquática como aérea e possuíam nadadeiras com suportes esqueléticos dos quais as pernas dos tetrápodos poderiam ter-se originado (STORER et al., 2000).

Antes do início do período Jurássico, nenhum fóssil de anuro foi encontrado. Nas rochas mais antigas (eras mesozoicas e paleozoicas remontam ao período devoniano), encontram-se muitos fósseis de anfíbios, todos extintos há muito tempo. Fósseis de adultos foram encontrados, principalmente em formações rochosas que os geólogos

acreditam ter formado a partir de sedimentos no fundo das lagoas e lagos (HOLDREGE, 2016).

Segundo Pough e colaboradores (2008), os fósseis mais antigos que talvez representem os Amphibia modernos consistem em vértebras isoladas do Período Permiano que parecem incluir tipos de salamandras e anuros (Figura 01).

Figura 01: *Triadobatrachus*



Fonte: Pough e colaboradores (1999).

A seleção de habitats de reprodução tem implicações de grande escala para distribuições de espécies e estrutura da comunidade e ramificações de menor escala para a sobrevivência da prole e a aptidão dos pais. Em anuros, a deposição de descendentes é um processo de tomada de decisão que envolve a avaliação de múltiplos fatores em um local de reprodução, incluindo a presença de predadores e competidores. A teoria evolucionista prevê que os anuros adultos devem procurar minimizar o risco de predação aos descendentes, reduzir a pressão da competição e maximizar a sobrevivência da prole. Muitos estudos experimentais demonstraram a capacidade dos anuros em avaliar os locais de deposição para predação e competição e escolher de acordo, mas nossa compreensão dos vários fatores ecológicos envolvidos na escolha do local e as consequências mais amplas da escolha ainda é limitada (BUXTON; SPERRY, 2017).

As mais de 3.450 espécies de sapos e rãs que compõem a ordem Anura (Gr. *an*, sem, + *oura*, cauda) são, para a maioria das pessoas, os anfíbios mais familiares. O quadro 1 mostra a descrição de algumas famílias de anuros existentes, número de espécies e um exemplo de cada.

Quadro 1 - Descrição de três famílias de anuros, número de espécies e um exemplo.

Família	Espécie	Exemplo de Espécies
Ranidae	394	Rã-verde
Bufo	603	Sapo-comum
Hylidae	711	Perereca Europeia

Fonte: Frost (2018)

Conrauna goliath é maior anuro, ocorrendo no oeste africano, mede mais de 30 cm de um comprimento desde a extremidade do focinho até a cloaca. Este gigante alimenta-se de animais tão grandes quanto ratos e patos. Os menores sapos registrados são *Eleutherodactylus iberia* e *Psyllophyme didactyla*, medindo menos de 1 cm de comprimento.

Um ponto de vista menos catastrófico afirma que os vertebrados terrestres evoluíram em ambientes úmidos onde as condições eram favoráveis para uma transição gradual para a vida no ambiente terrestre. Uma competição reduzida e menos predadores no habitat terrestre, novas fontes de alimento e temperaturas ambientais mais altas podem ter sido fatores importantes nesse processo (STORER et al., 2000).

EVOLUÇÃO DAS RÃS

Do registro fóssil, podemos saber que as rãs foram uma presença criativa na terra por um longo tempo. Nós encontramos sapo ósseos de volta ao início do período jurássico da era Mesozoica. Muitas espécies surgiram e morreram desde então, mas rã, da ordem "anuros" em termos científicos, tem permanecido presente. A diversidade de rãs aumentou com o tempo, e a variedade atual (HOLDREGE, 2016).

A pele é mole, lisa e úmida. A cabeça apresenta uma ampla boca, pequenas narinas valvulares, grandes olhos esféricos e, atrás de cada olho, um tímpano achatado ou membrana timpânica. Cada olho possui uma pálpebra superior carnosa e opaca e uma inferior menor. Na extremidade posterior do corpo situa-se o ânus ou a abertura cloacal, através da qual são eliminados os restos não digeridos, o líquido de excreção produzido pelos rins e os gametas (STORER et al., 2000).

As rãs são hoje principalmente terrestres quando adultos, desenvolvem membros posteriores especializados, com membranas entre os dedos que adaptam mais para a natação do que para mover-se sobre a terra. Ocupam uma grande variedade de habitats. No entanto, seu modo de reprodução aquático e sua pele permeável lhe impede de afastar-se muito das fontes de água, e sua ectotermia os afasta dos habitats polares e subárticos (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004).

Para Miranda (2017) uma nova análise mostra que a população de rãs aumentou potencialmente depois da extinção dos dinossauros, há 66 milhões de anos. Isso parecia contradizer evidências anteriores que sugerem uma origem muito mais antiga de alguns grupos de rãs. As rãs tornaram-se um dos grupos de vertebrados mais diversos existentes, contando com mais de 6.700 espécies catalogadas. No entanto, a falta de dados genéticos tem dificultado o rastreamento e construção da história evolutiva desses animais.

O elo perdido é o fóssil de um anfíbio que viveu há milhões de anos no Texas, nos Estados Unidos, que demonstra que as rãs e as salamandras descendem dos temnospôndilos, uma espécie extinta, segundo um estudo da Universidade de Calgary (Canadá). O exame e a descrição detalhada do fóssil da maior rã de Hotton, *Gerobatrachus hottoni* (Figura 02), colocam fim à principal polêmica sobre a evolução dos vertebrados, que se devia à falta de informação sobre formas de transição conhecidas (EFE, 2012).

Figura 02 - *Gerobatrachus hottoni*



Fonte: <https://www.reuters.com/article/us-fossil-frog/scientists-discover-frogamander-fossil-idUSN2134298920080522> (2018).

O *Gerobatrachus hottoni* tem uma mistura de características de rã e salamandra, com ossos do tornozelo fundidos, como vistos apenas em salamandras, um crânio amplo, semelhante a um sapo, e uma espinha dorsal que se assemelha a uma mistura dos dois. O fóssil sugere que os anfíbios modernos podem ter vindo de dois grupos, com rãs e salamandras relacionadas a um antigo anfíbio conhecido como *Temnospondyli* e cecilos parecidos com minhocas, mais próximos dos *Lepospondylis*, outro grupo de antigos anfíbios (STEENHUYSEN, 2008).

De acordo com Holdrege (2016), as rãs estão claramente conectadas no fluxo de evolução com os primeiros anfíbios e, antes disso, peixes antigos.

Das mais de 6.000 espécies de rãs, apenas uma, uma rã-arborícola sul-americana chamada *Gastrotheca guentheri*, possui dentes nas mandíbulas superior e inferior. A maioria dos sapos tem apenas pequenos dentes no maxilar superior (DELL'AMORE, 2011).

As rãs mais terrícolas hibernam no húmus do solo da floresta. Elas toleram baixas temperaturas, e muitas realmente sobrevivem ao congelamento dos fluidos extracelulares, que representam 35% da água do corpo. Estas rãs tolerantes ao congelamento preparam-se para o inverno acumulando glicose e glicerol nos fluidos corpóreos, protegendo assim tecidos dos efeitos normalmente nocivos da formação de cristais de gelo (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004).

Para Gardner (2016) embora o registro fóssil de girinos seja mais limitado que o registro de rãs, é mais extenso e informativo que geralmente apreciado. O registro fóssil dos girinos consiste exclusivamente de fósseis corporais, muitas vezes na forma de esqueletos com tecidos moles associados. Os fósseis de girinos são conhecidos em mais de 40 localidades do início do Cretáceo (final do Berriasiano – início do Valanginiano) até o final do Mioceno: 24 localidades (Cretáceo Inferior e Cenozóico) na Europa.

A evolução tem um papel central na biologia dos vertebrados, pois proporciona um princípio que organiza a diversidade observada e ajuda a enquadrar as espécies extintas no contexto das atuais (POUGH et al., 1999).

EXTINÇÃO DURANTE A EVOLUÇÃO

Os processos e eventos evolutivos são intimamente associados às mudanças que ocorrem na Terra durante a história dos vertebrados. Estas mudanças são resultadas dos

movimentos de continentes e dos efeitos de tais movimentos no clima e na geografia (POUGH et al., 1999). Assim, ao longo do tempo, essas mudanças que ocorreram na Terra foram fatores significativos para extinção de algumas espécies de anfíbios anuros primitivos.

Segundo Pough e colaboradores (2008), uma extinção significativa, ocorreu no final do Permiano Inferior. Quinze famílias de tetrápodes sofreram extinção, incluindo muitos tetrápodes anamniotas ("anfíbios" em sentido amplo) e pelicossauros (répteis semelhantes a mamíferos). Estas extinções podem ter se relacionado com modificações climáticas associadas com o final do Período Permo-Carbonífero de glaciação e, talvez, também com as modificações concomitantes na atmosfera, com um decréscimo nos níveis de oxigênio e uma elevação nos níveis de dióxido de carbono.

Palaeobatrachus, (Figura 03), anuro extinto e pertencente à família Palaeobatrachidae possuía vertebras procélicas, uróstilo com côndilo duplo e viveu do Jurássico Superior a Plioceno, na Europa (STORER, 2000).

Figura 03: *Palaeobatrachus*



Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Palaeobatrachus> (2018).

Limnocelis foi outro extinto gênero de tetrápode que apareceu muito próximo da origem dos amniotas. *Limnoscelis* pode ter sido uma forma de tronco que os répteis mais avançados que podem ter descido. Ele corre como fóssil em rochas permianas (aquelas de 251 a 299 milhões de anos) da América do Norte. *Limnocelis* tinha cerca de 1.5 metros (5 pés) de comprimento, com um esqueleto robusto e um crânio bastante longo e sólido (RAFFERTY, 2010).

O *Beelzebufô* era um sapo gigantesco, do tamanho de uma bola de praia, que viveu 70 milhões de anos atrás, tinha uma mordida que teria sido forte o suficiente para pegar pequenos dinossauros. *Beelzebufô ampinga* era o maior sapo que já existiu, porém semelhante aos modernos sapos *Ceratophrys* (STARR, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse estudo, foi percebido que o tema “Evolução” possui uma complexidade, devido a existência de muitas características que foram perdidas ao longo das eras geológicas. Em relação aos anfíbios anuros, essa temática se torna interessante em virtude de representar os primeiros tetrápodes, os primeiros animais a habitar o ambiente terrestre, porém suas características morfofisiológicas, ainda, os tornam dependentes do ambiente aquático.

A evolução dos anfíbios foi de fundamental importância para a ocupação de um espaço que dantes era desconhecido e hostil para a vida, o espaço terrestre. Forças evolutivas forçaram e fizeram com que esses primeiros tetrápodes desenvolvessem características que viabilizaram a sua saída da água. Dessa maneira, observa-se que este estudo se torna relevante, em função de melhorar o conhecimento sobre o comportamento desses animais.

REFERÊNCIAS

1. AZEVEDO, Antônio C. P.; HENNIG, George J. *Zoologia*. 6^o ed. São Paulo: SAGRA, 1983. 318 p.
2. BUXTON, Valerie L.; SPERRY, Jinelle H. Reproductive Decisions in Anurans: A Review of How Predation and Competition Affects the Deposition of Eggs and Tadpoles. *BioScience*. Oxford. Vol. 67, n. 1, jan. 2017, p. 26-38.
3. CARDOSO, J. A.; HADDAD, C. F. B. Variabilidade acústica em diferentes populações e interações agressivas de *Hyla minuta* (Amphibia, Anura). *Ciência e Cultura*, v.36, n.8, p.1393-13-99, 1984.

4. DELL'AMORE, Christine. Frog Evolve Teeth-Again. 2011. Disponível em: < <https://news.nationalgeographic.com/news/2011/02/110209-frogs-teeth-evolution-science/> > Acesso em: 02 jul. 2018.
5. EFE. Estudo no Canadá encontra 'elo perdido' na evolução de rãs. 2012. Disponível em: < <https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/estudo-no-canada-encontra-elo-perdido-na-evolucao-de-ras-3616447> >. Acesso em: 02 jul. 2018.
6. FROST, D. Amphibian Species of the World: na Online Reference. Version 5.5. 2011. Disponível em: <<http://research.amnh.org/vz/>> Acesso em: 12 de Fev. de 2014.
7. GARDNER, James D. The Fossil Record of Tadpoles. *National Museum*. Vol. 72, n. 1-2, p. 17-44, 2016.
8. GASCON, C. Population and community level analyses of species occurrences of central Amazonian rainforest tadpoles. *Ecology, Ithaca* – Estados Unidos, v. 72, n. 05, p. 1731-1746, 05 out. 1991.
9. HADDAD, C. F. B. Uma Análise da Lista Brasileira de Anfíbios Ameaçados de Extinção. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília: MMA, 2008.
10. HADDAD, C. F. B.; PRADO, C. P. A. Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*, Oxford – Inglaterra, v. 55, n. 3, p. 207-217, 02 mar. 2005.
11. HADDAD, Célio F. B.; PRADO, Cynthia P. A. Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*. Brazil. Vol. 55, n. 3, mar. 2005, p. 207-217.
12. HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. *Princípios integrados de zoologia*. 11ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2004.
13. HILDEBRAND, Milton; JUNIOR GOSLOW, G. E. *Análise da Estrutura dos Vertebrados*. 2º ed. São Paulo: ATHENEU, 1995. 637 p.
14. HEYER, W. R. Studies on the frogs of the genus *Leptodactylus* (Amphibia: Anura). *Contributions in Science*, n.191, p.25-48, may, 1970.
15. HOLDREGE, Craig. Creativity, Origins, and Ancestors What Frog Evolution Can Teach Us. 2016. Disponível em: < <http://natureinstitute.org/pub/ic/ic35/frog3.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

16. LANE, H.H. A Survey of the Fossil Vertebrates of Kansas: Part II: Amphibia. *Kansas Academy of Science*. Kansas. Vol. 48, n. 3, Dec. 1945, p. 286-316.
17. MACDONALD, James. The Age of Amphibians. 2015. Disponível em:< <https://daily.jstor.org/the-age-of-amphibians/> > Acesso em: 31 maio 2018.
18. MIRANDA, Leticia. A evolução das rãs está ligada ao asteroide que dizimou os dinossauros. 2017. Disponível em: < <http://ciencianautas.com/a-evolucao-das-ras-esta-ligada-ao-asteroide-que-dizimou-os-dinossauros/> >. Acesso em: 02 jul. 2018.
19. PIERCE, Benjamin A. Amphibian Physiology. *BioScience*. Oxford. Vol. 60, n. 2, Feb. 2010, p. 155–156.
20. POUGH, F. Harvey; JANIS, Christiane M.; HEISER, John B. *A vida dos vertebrados*. 4 ed. São Paulo: Editora Atheneu. 2008. p. 684.
21. POUGH, F. H., HEISER, J. B., McFARLAND, W. N. 1999. *A vida dos vertebrados*. 2. ed. São Paulo: Editora Atheneu. 834p.
22. POMBAL JR., J. P.; HADDAD, C. F. B. Estratégias e modos reprodutivos de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, Sudeste do Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 45, n. 15, p. 201-213, 2005.
23. RAFFERTY, Jhon P. The Paleozoic Era Diversification of Plant and Animal Life. 1ª ed. New York: *Britannica Educational Publishing*. 2010. P. 365.
24. STARR, Michelle. This Gigantic, Extinct Devil Frog Was Capable of Eating Dinosaurs. 2017. Disponível em:< <https://www.sciencealert.com/a-giant-extinct-devil-frog-was-capable-of-eating-dinosaurs>> Acesso em: 02 jul. 2018.
25. STORER, I. T. et al. *Zoologia Geral*. 6ª edição São Paulo, Ed. Nacional, 2000.
26. STEENHUYSEN, Julie. Scientists Discover “Frogamander” fóssil. 2008. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-fossil-frog/scientists-discover-frogamander-fossil-idUSN2134298920080522>>. Acesso em: 02 jul. 2018.
27. WELLS, K. D. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour*, v. 25, p. 666- 693, 1997.