

## **A importância das palavras-chave em Paleontologia Molecular: explorando o recurso Nuvem de Palavras para representação de tendências**

**The importance of keywords in Molecular Paleontology: exploring the Word Cloud resource for trends representation**

**La importancia de las palabras clave en Paleontología Molecular: explorando el recurso Nube de Palabras para la representación de tendencias**

Recebido: 12/11/2022 | Revisado: 20/11/2022 | Aceitado: 21/11/2022 | Publicado: 28/11/2022

**Everton Fernando Alves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7876-6274>

PALEOMOL – Laboratório Virtual de Paleontologia Molecular, Brasil

E-mail: [efalves.mga@gmail.com](mailto:efalves.mga@gmail.com)

**Weliton Augusto Gomes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5222-2738>

PALEOMOL – Laboratório Virtual de Paleontologia Molecular, Brasil

E-mail: [augustoweliton0@gmail.com](mailto:augustoweliton0@gmail.com)

**Thiago SomolinosSoldani**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0480-7488>

MicrA – Laboratório de Micropaleontologia Aplicada, Brasil

E-mail: [soldani@geologia.ufrj.br](mailto:soldani@geologia.ufrj.br)

**Marcio FraibergMachado**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8586-9674>

PALEOMOL – Laboratório Virtual de Paleontologia Molecular, Brasil

E-mail: [profmarciofraiberg@gmail.com](mailto:profmarciofraiberg@gmail.com)

### **Resumo**

Muita coisa pode estar em jogo, a depender da escolha das palavras usadas para descrever uma ciência emergente, porque a terminologia afeta a forma como o conhecimento é desenvolvido. A Paleontologia Molecular é uma dessas áreas em que uma grande variedade de termos e expressões está sendo usada para referir-se às suas abordagens de pesquisa e objetos de estudo. Assim, buscou-se, neste estudo, investigar a frequência de uso de palavras-chave recorrentes em *papers* da área de Paleontologia Molecular, a fim de fornecer uma coleção de termos potenciais que possam ser úteis para orientar a escolha de descritores. Trata-se de uma pesquisa realizada com abordagem qualitativa-quantitativa de dados. A amostra foi composta por dados secundários, provenientes de 4 trabalhos de revisão de literatura, que levantaram previamente os *papers* que reivindicaram achados de vestígios paleomoleculares em grupos taxonômicos distintos de vertebrados. A coleta de dados se deu por meio da busca individual de palavras-chave e da contagem simples de sua ocorrência em cada um dos *papers* analisados. Para análise do conteúdo, utilizou-se o método gráfico Nuvem de Palavras (NP) a partir da plataforma Infogram. Foram obtidas, no geral, 263 palavras-chave presentes em um total de 45 *papers* revisados. Dessas, 148 termos foram recuperados de 24 *papers* sobre dinossauros não avianos, 79 termos de 14 *papers* sobre mamíferos cenozoicos, 26 termos de 5 *papers* sobre aves mesozoicas e 10 termos de 2 *papers* sobre o clado Pterosauria e outros répteis marinhos mesozoicos. Observou-se que o mapeamento realizado com o apoio do recurso NP é útil para sugestão de termos que podem vir a ser utilizados como palavras-chave. Assim, esta pesquisa possibilitou, de forma preliminar, a identificação de tendências terminológicas e de pesquisa no campo da Paleontologia Molecular.

**Palavras-chave:** Mineração de texto; Tecnologias de informação e comunicação; Descritores; Recuperação da informação; Tendências de pesquisa em geociências.

### **Abstract**

A lot can be at stake, depending on the choice of words used to describe an emerging science, because terminology affects the way knowledge is developed. Molecular Paleontology is one such area where a wide variety of terms and expressions are being used to refer to their research approaches and objects of study. Thus, this study sought to investigate the frequency of use of recurrent keywords in Molecular Paleontology papers, in order to provide a collection of potential terms that may be useful to guide the choice of descriptors. This is a research carried out with a qualitative-quantitative approach to data. The sample consisted of secondary data, from 4 literature review works, which previously surveyed the papers that claimed findings of paleomolecular traces in different taxonomic groups of vertebrates. Data collection took place through the individual search for keywords and the simple count of their occurrence in each of the analyzed papers. For content analysis, the Word Cloud (WC) graphic method was used from

the Infogram platform. In general, 263 keywords were obtained from a total of 45 reviewed papers. Of these, 148 terms were retrieved from 24 papers on non-avian dinosaurs, 79 terms from 14 papers on Cenozoic mammals, 26 terms from 5 papers on Mesozoic birds, and 10 terms from 2 papers on the Pterosauria clade and other Mesozoic marine reptiles. It was observed that the mapping carried out with the support of the WC resource is useful for suggesting terms that can be used as keywords. Thus, this research made it possible, in a preliminary way, to identify terminological and research trends in the field of Molecular Paleontology.

**Keywords:** Text mining; Information and communication technologies; Descriptors; Information retrieval; Research trends in geosciences.

### Resumen

Es mucho lo que puede estar en juego, dependiendo de las palabras que se elijan para describir una ciencia emergente, porque la terminología afecta la forma en que se desarrolla el conocimiento. La Paleontología Molecular es una de esas áreas en las que se utiliza una amplia variedad de términos y expresiones para referirse a sus enfoques de investigación y objetos de estudio. Por lo tanto, este estudio buscó investigar la frecuencia de uso de palabras clave recurrentes en los artículos de Paleontología Molecular, con el fin de proporcionar una colección de términos potenciales que pueden ser útiles para orientar la elección de los descriptores. Se trata de una investigación realizada con un enfoque cualitativo-cuantitativo de datos. La muestra consistió en datos secundarios, de 4 trabajos de revisión de literatura, que previamente revisaron los artículos que afirmaban hallazgos de rastros paleomoleculares en diferentes grupos taxonómicos de vertebrados. La recolección de datos ocurrió a través de la búsqueda individual de palabras clave y el conteo simple de su ocurrencia en cada uno de los artículos analizados. Para el análisis de contenido se utilizó el método gráfico Nube de Palabras (NP) desde la plataforma Infogram. En general, se obtuvieron 263 palabras clave de un total de 45 artículos revisados. De estos, 148 términos se recuperaron de 24 artículos sobre dinosaurios no avianos, 79 términos de 14 artículos sobre mamíferos del Cenozoico, 26 términos de 5 artículos sobre aves del Mesozoico y 10 términos de 2 artículos sobre el clado Pterosauria y otros reptiles marinos del Mesozoico. Se observó que el mapeo realizado con el apoyo del recurso NP es útil para sugerir términos que pueden ser utilizados como palabras clave. Así, esta investigación permitió, de manera preliminar, identificar tendencias terminológicas y de investigación en el campo de la Paleontología Molecular.

**Palabras clave:** Minería de textos; Tecnologías de la información y la comunicación; Descriptores; Recuperación de información; Tendencias de investigación en geociencias.

## 1. Introdução

Muita coisa pode estar em jogo, a depender da escolha das palavras usadas para descrever uma ciência emergente, porque a terminologia afeta a forma como o conhecimento é desenvolvido (Eitzel et al., 2017). Atualmente, uma grande variedade de termos e expressões está sendo usada para referir-se à Paleontologia Molecular, às suas abordagens e objetos de estudo.

A Paleontologia Molecular é um campo de estudo interdisciplinar, que se dedica à investigação de moléculas orgânicas complexas originais, associadas a fósseis de tempo profundo, utilizando-se de técnicas inovadoras de detecção ultraestruturais, a fim de fornecer informações importantes para a compreensão da biologia e evolução dos organismos e do processo de fossilização em nível molecular (Schweitzer, 2003, 2004; Bailleul, et al., 2019; Pan, 2020; Voegelé et al., 2022).

A análise das palavras-chave usadas em investigações paleomoleculares e publicadas em periódicos de alto impacto é importante. Uma palavra-chave é uma palavra ou expressão que resume os temas principais de um texto (Tripathi et al., 2018). Na academia e no processo de publicação científica, existem várias razões para a necessidade de escolha de palavras-chave adequadas, a principal delas é a de descrever e categorizar uma pesquisa, visando a submissão de manuscritos em um periódico científico. Elas também auxiliam como uma ferramenta para indexação e recuperação de relevantes artigos em importantes bases de dados acadêmicas, influenciando, inclusive, o interesse do leitor e o número de downloads e citações dos artigos (Uddin & Khan, 2016; Garcia, et al., 2019).

No entanto, alguns pesquisadores em geociências não têm dado muita atenção às palavras-chave que usam para descrever suas pesquisas: os termos geralmente são muito abrangentes ou são limitantes para o propósito, ou ainda carecem de especificidade (Garcia, et al., 2019). Quando a terminologia específica da área é mal utilizada, as suas interpretações resultantes podem se tornar imprecisas (Pourret, et al., 2020). Porém, se o devido rigor é aplicado para a seleção das palavras-

chave, torna-se possível identificar tendências em campos de interesse que não tenham sido consideradas anteriormente (Tripathi et al., 2018).

Estudos sugerem que a realização de buscas prévias sobre outros bons trabalhos que abordam tema semelhante é uma estratégia eficaz, que permite ao autor observar quais termos são considerados mais eficientes para representar bem o seu trabalho (Garcia, et al., 2019). Uma estratégia de otimização, que vem sendo aplicada recentemente a análises de publicações prévias e em andamento em geociências, é a *Nuvem de Palavras* (NP) (Hohemberger et al., 2021; Silva et al., 2021; Restrepo-Arango & Cárdenas-Rozo, 2022), uma poderosa técnica que possibilita interligar e estudar um conjunto de termos dispostos visualmente, para explicar e ilustrar o conteúdo de um documento ou conjunto de dados textuais (Santana & Salcedo, 2022).

Por meio dessa técnica, gera-se uma nuvem de *tags*, no formato de uma figura ou imagem, que representa o grau de frequência em que as palavras aparecem em um texto, possibilitando ao leitor familiarizar-se com o conteúdo temático e identificar os termos mais significativos em questão de segundos, sem a necessidade de ler todo o documento (Kalmukov, 2021).

Considerando a crescente relevância do estudo da Paleontologia Molecular, nas últimas duas décadas (Alves & Machado, 2020; Alves, et al., 2021), e a constatação da importância do estudo das palavras-chave nas publicações científicas, percebeu-se que não há estudos realizados até o momento para se verificar a terminologia utilizada na área de pesquisa paleomolecular. Diante disso, procurou-se, neste estudo, investigar a frequência de uso de palavras-chave recorrentes em *papers* da área de Paleontologia Molecular, a fim de fornecer uma coleção de termos potenciais que possam ser úteis para orientar a escolha de descritores.

## 2. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa com abordagem quali-quantitativa de dados. O uso de um *método misto* caracteriza-se por permitir, além de dados quantitativos, a partir do uso de ferramentas da estatística descritiva, a inclusão da perspectiva qualitativa de investigação para a análise de dados do tipo *descritores* (Ramírez-Montoya et al., 2021).

A amostra foi composta por dados secundários provenientes de 4 trabalhos de revisão de literatura, que levantaram previamente os *papers* que reivindicaram achados de vestígios paleomoleculares em grupos taxonômicos distintos de vertebrados.

O primeiro estudo fez um levantamento de *papers* (n=52) para achados do grupo de dinossauros não avianos, publicados no período 1966-2022 (Alves & Machado, 2020). O segundo estudo revisou *papers* (n=35) relacionados a mamíferos cenozoicos (clado Mammalia), publicados entre 1962 e 2021 (Gomes, et al., 2022). O terceiro estudo revisou *papers* (n=12) sobre aves mesozoicas publicados no período 2000-2020 (Alves & Machado, 2021a). O quarto estudo revisou *papers* (n=11) sobre o clado Pterosauria e répteis marinhos mesozoicos publicados entre 2000 e 2020 (Alves & Machado, 2021b).

A coleta de dados se deu por meio da identificação e extração de palavras-chave (em inglês), quando presentes, diretamente do arquivo PDF de cada um dos *papers*, que compunham os 4 trabalhos de revisão de literatura supracitados, e da contagem simples de sua ocorrência. Neste estudo, *palavras-chave*, *termos* e *descritores* são utilizados como sinônimos de forma intercambiável. Os dados coletados (corpus de pesquisa) foram transportados para uma planilha no programa *Microsoft Excel*, sendo organizados na forma de uma tabela (vide Tabela 1), dividido em quatro seções distintas por grupos taxonômicos: 1) dinossauros não avianos, 2) mamíferos cenozoicos, 3) aves mesozoicas e 4) clado Pterosauria e répteis marinhos mesozoicos. Para análise do conteúdo, utilizou-se o método gráfico *Nuvem de Palavras* a partir da plataforma on-line Infogram® (<https://infogram.com/>), que permite a visualização das palavras-chave analisadas em tamanho proporcional à sua frequência de ocorrência na pesquisa (Silva et al., 2021).

**Tabela 1** - Corpus de pesquisa constituído de artigos selecionados de 4 trabalhos de revisão de literatura por grupos taxonômicos de vertebrados (n=45).

DINOSSAUROS NÃO AVIANOS											
Autor	Periódico	Palavras-chave									
Ostrom et al (1990)	Organic Geochemistry	Indigeneity	Amino acids	Stable isotope abundance	Paleoecology	Food webs	Dinosaur	Judith River Formation			
Paylicki (1995)	Folia Histochemica et Cytobiologica	DNA	Bone	Osteocyte	Histochemistry	SEM	Dinosaur				
Gurley et al. (1991)	Journal of Protein Chemistry	Fossilproteins	Dinosaur proteins	Seismosaurus	Biomarkers	Fossilcollagen	Fossil amino acids				
Pawlicki et al. (1998)	Annals of Anatomy	Fossilbone	Blood vessels	Redbloodvessels	Scanning electron microscopy	X-ray microanalysis					
Schweitzer & Horner (1999)	Annales de Paléontologie	Dinosaur	Tyrannosaurus	Intravascular microstructures	Organic conservation						
Embery et al. (2000)	Connective Tissue Research	Dinosaurs bone	Non-collagenous protein	Proteoglycans	Phosphoproteins						
Schweitzer et al. (2005)	Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	Palaeoimmunology	Dinosaur	Immunohistochemistry	Eggshell	Embryo	Histology				
Schweitzer et al. (2007)	Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	Dinosaur	Soft tissues	Red blood cells	Osteocytes	Vessels	Preservation				
Manning et al. (2009)	Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	Hadrosaur	Hell Creek	Soft tissue							
Lingham-Soliar & Plodowski (2010)	Naturwissenschaften	Psittacosaurus	Epidermal scales	Skin color	Skeletal pigmentation	Pigment diffusion	Crypsis				
Zylberberg & Laurin (2011)	Comptes Rendus Palevol	Collagen	Fossilbone	Vertebrates	TEM	Palaeohistology					
Schweitzer et al. (2013)	Bone	Osteocytes	Fossil	Dinosaur	T. rex	Ancient proteins	Ancient DNA				
Armitage & Anderson (2013)	Acta Histochemica	Osteocytes	Fossil	Dinosaur	Triceratops	Horn	Ancient soft tissue				
Cleland et al. (2015)	Journal of Proteome Research	Bachylophosaurus canadensis	Bloodvessels	Dinosaur	Cytoskeleton	Actin	Tubulin	Myosin	Tropomyosin		
Vinther et al. (2016)	Current Biology	Defensive coloration	Countershading	Paleocolor	Jehol biota	Yixian Formation	Paleoenvironment	Behavioral ecology	Taphonomy	Preservation	

<b>Moyer et al. (2016)</b>	Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	Beta-keratin	Scanning electron microscopy energy dispersive X-ray spectroscopy	Transmission electron microscopy	Immunofluorescence	Clawsheath	Soft-tissue preservation	Lagerstätte			
<b>Wiemann et al. (2017)</b>	PeerJ	Macroolithus yaotunensis	Dinosaur paternal care	Protoporphyrin	Biliverdin	Eggshell taphonomy	Reproduction	Egg color evolution			
<b>Brown et al. (2017)</b>	Current Biology	Dinosauria	Ankylosauria	Nodosauridae	Cretaceous	Alberta	Countershading	Coloration	Pigment	Pheomelanin	Predation
<b>Arbour &amp; Evans (2017)</b>	Royal Society Open Science	Ornithischia	Thyreophora	Ankylosauria	Ankylosaurinae	Cretaceous	Campanian				
<b>Schroeter et al. (2017)</b>	Journal of Proteome Research	Paleoproteomics	Collagen I	Bone	Brachylophosaurus canadensis	Phylogenetics	Archosauria				
<b>Ullman et al. (2019)</b>	Cretaceous Research	Soft tissues	Molecular paleontology	Bone	Cretaceous	Osteocytes	Diagenesis				
<b>Bailleul et al. (2020)</b>	National Science Review	Cartilage	Dinosaur	Nuclei	Chromosomes	Collagen II	DNA markers				
<b>Fabbri et al. (2020)</b>	Palaeontology	Skin	Taphonomy	Hadrosaur	Melanin	Soft tissue					
<b>van der Reest &amp; Currie (2020)</b>	Cretaceous Research	Dinosaur	Preservation	Fossilization	Dinosaur Park Formation	Vessels	Collagen	Osteocytes	Alberta		

**PTEROSAURIA E RÉPTEIS MARINHOS MESOZOICOS**

<b>Autor</b>	<b>Periódico</b>	<b>Palavras-chave</b>									
<b>Surmik et al. (2017)</b>	Naturwissenschaften	Intraosseus	Physiology	Fossilized soft tissues	Nothosaurus	Middle Triassic					
<b>Prado et al. (2019)</b>		Melanin	Melanosomes	Pterosaurs	Palaeocolour	Crato Formation					

**AVES MESOZOICAS**

<b>Autor</b>	<b>Periódico</b>	<b>Palavras-chave</b>									
<b>Vinther et al. (2010)</b>	Biology letters	Feather preservation	Melanosome	Feathercolour	Bird						
<b>Pan et al. (2016)</b>	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	Keratinous protein	Immunogold	ChemSTEM	Melanosome	Early Cretaceous					
<b>Peteya et al. (2016)</b>	Palaeontology	Enantiornithes	Bird	Sexual selection	Melanosome	Feathercolour	Bohaiornithidae				
<b>O'Reilly et al. (2017)</b>	Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	Soft tissue preservation	Messel	Molecular fossils	Uropygial gland	Fossilbird	Eocene				

Pan et al. (2019)	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	Feather evolution	Keratin expression	Fossil-feather ultrastructure	Dinosaur-bird transition	Biomechanical properties					
<b>MAMÍFEROS CENOZOICOS</b>											
Autor	Periódico	Palavras-chave									
Borja et al. (1997)	American Journal of Physical Anthropology	VM-0	Fossilproteins	ELISA	RIA	Monoclonal antibodies	Venta Micena				
Kuch et al. (2002)	Molecular Ecology	Ancient DNA	Atacama Desert	Climate change	Fossilmiddens	Phyllotis	Phylogeography				
Schweitzer et al. (2002)	Journal of Molecular Evolution	Fossil	Mammoth	Ancient proteins	Molecular preservation	Mass spectrometry					
Schweitzer, Wittmeyer & Horner (2007)	Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	Dinosaur	Soft tissues	Red blood cells	Osteocytes	Vessels	Preservation				
Yuan et al. (2014)	Science China Earth Sciences	Coelodonta antiquitatis	Cytochrome b gene	Divergence time	Phylogeny						
Buckley (2015)	Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	Ancient collagen	Macrauchenia	Toxodon	South American ungulates						
Colleary et al. (2015)	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	Paleocolor	Melanosome	Mass spectrometry	Diagenesis	Pigmentation					
Cadena (2016)	PeerJ	Osteocytes	Bloodvessels	Eocene	Germany	Messel Pit	Turtles	Crocodiles	Mammals	Molecular paleontology	
Cleland et al. (2016)	Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	Collagen I	Palaeoproteomics	Museum specimens	Nasal turbinates						
Welker et al. (2017)	PeerJ	Palaeoproteomics	Phylogenetics	Rhinocerotidae	Ancientproteins	Stephanorhinus					
Buckley, Lawless & Rybczynski (2019)	Journal of Proteomics	Paleoproteomics	Giant camels	Ancientcollagen	Arctic camel	Paracamelus	Camelops	Ancientalbumin			
Buckley et al. (2019)	Quaternary Science Reviews	Gomphotheres	Notiomastodon	Ancientproteins	Collagen						
Zúniga et al. (2019)	Revista Ciencia y Tecnología	Mammals	Soft tissues	Bloodvessels	Osteocytes	Red blood cells	Cancellous bone	Preservation			
Schmidt-Schultz, Reich e Schultz (2021)	PalZ	Proteomics	Extracellular bone matrix proteins	Proboscidea	Pliocene	KonservatLagerstatte	Willershausen	Germany			

Fonte: Autores (2022).









#### 4. Discussão

Ao buscarmos aqui apresentar certo consenso sobre a terminologia da área, nos deparamos com dois principais obstáculos. O primeiro diz respeito à ausência da prática de inserção de palavras-chave em artigos científicos publicados em importantes periódicos internacionais (Hartley & Kostoff, 2003), o que contrasta com a realidade das revistas científicas brasileiras nas quais é obrigatória a presença deste recurso (SciELO Brasil, 2020).

Observamos, além disso, que o período histórico de início do uso de palavras-chave em artigos científicos da área de Paleontologia Molecular remonta ao ano de 1978 (Pawlicki, 1978), embora o estudo não tenha composto a amostragem deste trabalho. Esse dado é corroborado por estudos prévios que levantaram o estado da arte a respeito do uso geral de descritores por periódicos de alto impacto indexados em importantes bases de dados científicas e encontraram as décadas de 70-80 como sendo o ponto temporal de origem, porém com o uso generalizado a partir da década de 1990 (Hartley & Kostoff, 2003; González et al., 2018).

A segunda problemática está na presença de variados descritores não padronizados que, em nosso entendimento, não são adequados para representação do campo da Paleontologia Molecular e tampouco de seus objetos de estudo. Esse fenômeno pode ser explicado devido à natureza interdisciplinar da área como tema de pesquisa. Logo, esses resultados eram esperados, uma vez que a nossa experiência com o ensino da Paleontologia Molecular permite-nos inferir que nenhum termo único já tenha sido padronizado para todos os contextos.

Outro ponto preocupante diz respeito às imprecisões científicas frequentes nas geociências que continuam sem verificação, sendo repetidamente republicadas pela comunidade geocientífica (Pourret, et al., 2020). No campo específico da Paleontologia Molecular, não é diferente. Por exemplo, tem-se o uso rotineiro do termo *tecidos moles* (Figura 1), que os nossos resultados identificaram como sendo o terceiro descritor mais frequentemente utilizado em publicações científicas da área.

É comum ver pesquisadores associando os vestígios de biocomponentes orgânicos originais com a expressão genérica conhecida como *tecidos moles*, ou *soft tissue* (termo em inglês), sem, contudo, corretamente defini-los (Armitage & Solliday, 2020; Li et al., 2021; Sander & Müller, 2021; Senter, 2021; Voegelé et al., 2022).

Esse termo pode induzir ao erro tanto a população leiga, por meio de canais de divulgação popular, em território nacional, que usam expressões anedóticas do tipo “tecido macio” (Gazeta, 2005), “‘carne’ em fóssil” e/ou “‘bife’ dinossauriano” (Lopes, 2009), quanto os pesquisadores brasileiros das humanidades que associam tais achados a tecidos orgânicos “tão bem preservados” (Vasconcellos Júnior, 2011, p. 21) ou àqueles que, porventura, o associam à ideia de carcaças de animais em decomposição (Parry et al., 2018).

Esse desentendimento se torna explícito ao notarmos que algumas pesquisas da área utilizam o termo “*tecidos moles*” em um contexto em que essas estruturas, que um dia foram “*moles*”, já estão completamente substituídas por minerais durante o processo de fossilização, não restando nenhuma ou pouca bioquímica original (Alves & Machado, 2020).

Uma sugestão para evitar essa confusão semântica associada à má interpretação e ao uso indevido do termo em comunicações populares em nosso país seria substituí-lo, em comunicações científicas, por *tecidos moles mineralizados*, *parcialmente mineralizados* ou *não mineralizados*, ou ainda *tecidos moles originais*, a depender do contexto (Alves & Machado, 2020).

No entanto, quando o que está em foco são os objetos de estudo da Paleontologia Molecular, ou seja, os vestígios de diferentes materiais orgânicos originais preservados endogenamente em fósseis de tempo profundo, recomendamos fortemente o uso e a padronização da expressão *biomateriais não mineralizados* (Alves & Machado, 2021c), por esta representar melhor qualitativa e quantitativamente os distintos achados em questão.

O termo *preservação*, por sua vez, apontado neste estudo como sendo o quarto descritor mais frequentemente utilizado em *papers* (Figura 1), é entendido por nós como sendo vago e generalista. Uma alternativa a essa problemática é a utilização da palavra-chave *preservação excepcional* que, entendemos, caracteriza melhor o alto grau de preservação de detalhes das características histológicas, celulares e moleculares associadas aos biomateriais endógenos e originais remanescentes que têm sido recuperados do registro fóssil (Alves & Machado, 2020).

Embora não tenha sido possível identificá-lo em nossos dados, outro ponto importante de discussão relaciona-se ao fato de que, nos últimos anos, tem havido uma tendência à padronização do uso do termo *Paleontologia Molecular* como uma palavra-chave a ser utilizada em artigos publicados por especialistas da área (Cadena, 2016; Bailleul, et al., 2019; et al., 2019; Ullmann et al., 2021; Schroeter et al., 2022; Tahoun et al., 2022; Ullmann, et al., 2022). Logo, sugerimos que tal termo, encontrado nessas publicações mais recentes, seja considerado durante a escolha das palavras-chave a serem inseridas nos manuscritos.

## 5. Conclusão

Observamos que o mapeamento realizado com o apoio do recurso NP é útil para sugestão de termos que podem vir a ser utilizados como palavras-chave. Assim, esta pesquisa possibilitou, de forma preliminar, a identificação de tendências terminológicas e de pesquisa no campo da Paleontologia Molecular.

As limitações de nosso estudo concentram-se no conjunto de dados extraído de artigos de revisão que fizeram previamente o levantamento de *papers* publicados em um determinado período de tempo e a partir de bases de dados pré-estabelecidas para a realização da busca dos artigos. Frente a isso, sugerimos que estudos futuros desenvolvam novas estratégias de busca de palavras-chave em *papers*, a partir do uso de critérios sistematizados para a pesquisa de descritores, em bases de dados indexadoras nacionais e internacionais, de uma área específica ou multidisciplinar, ampliando-se, assim, as chances de se traçar um painel mais abrangente da realidade do universo de termos comuns da área.

Para um maior rigor na seleção dos descritores, recomendamos que os pesquisadores que se aventurarem em pesquisas básicas ou no ensino da Paleontologia Molecular escolham com cuidado as palavras-chave a serem atribuídas ao seu manuscrito, baseando-se sempre em termos presentes em publicações de especialistas da área já consagrados e justificando adequadamente o seu uso no texto.

## Referências

- Alves, E. F., & Machado, M. F. (2020). Perspectivas atuais sobre tecidos moles não mineralizados em fósseis de dinossauros não avianos. *TerraeDidatica*, 16, 1-14, e020028. <https://doi.org/10.20396/td.v16i0.8659539>
- Alves, E. F., & Machado, M. F. (2021a). Preservação Excepcional de Biomateriais Não Mineralizados em Fósseis do Clado Avialae. *Anuário do Instituto de Geociências*, 44, e37908. [https://doi.org/10.11137/1982-3908\\_2021\\_44\\_37908](https://doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_37908)
- Alves, E. F., & Machado, M. F. (2021b). Frequência de preservação de biomateriais não mineralizados no registro fóssil de répteis mesozoicos: uma abordagem sobre pterossauros e répteis marinhos. *Brazilian Journal of Development*, 7(5), 44797-44821. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n5-076>
- Alves, E. F., & Machado, M. F. (2021c). Proposta de Plano de Aula sobre Paleontologia Molecular para inserção em disciplina de Paleontologia de cursos de graduação em Ciências Biológicas. *Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza*, 5, e1695. <http://dx.doi.org/10.29215/pecen.v5i0.1695>
- Alves, E. F., Gomes, W. A., & Machado, M. F. (2021). Proposta de um Plano de Aula simplificado sobre Paleontologia Molecular para a inserção em disciplina de Biologia do Ensino Médio. *Revista Brasileira do Ensino Médio*, 4, 115-136. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5526955>
- Armitage, M., & Solliday, J. (2020). UV Autofluorescence Microscopy of Dinosaur Bone Reveals Encapsulation of Blood Clots within Vessel Canals. *Microscopy Today*, 28(5), 30-38. <https://doi.org/10.1017/S1551929520001340>
- Bailleul, A. M., O'Connor, J., & Schweitzer, M. H. (2019). Dinosaur paleohistology: review, trends and new avenues of investigation. *PeerJ*, 7, e7764. <https://doi.org/10.7717/peerj.7764>

- Cadena, E. (2016). Microscopical and elemental FESEM and Phenom ProX-SEM-EDS analysis of osteocyte-and blood vessel-like microstructures obtained from fossil vertebrates of the Eocene Messel Pit, Germany. *PeerJ*, 4, e1618. <https://doi.org/10.7717/peerj.1618>
- Eitzel, M. V., Cappadonna, J. L., Santos-Lang, C., Duerr, R. E., Virapongse, A., West, S. E., et al. (2017). Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms. *Citizen Science: Theory and Practice*, 2(1), 1. <http://doi.org/10.5334/cstp.96>
- Garcia, D. C. F., Gattaz, C. C., & Gattaz, N. C. (2019). A Relevância do Título, do Resumo e de Palavras-chave para a Escrita de Artigos Científicos. *Revista de Administração Contemporânea*, 23(3), 1-9. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2019190178>.
- Gazeta. (2005). Tecido macio de tiranossauro revela capacidade de conservação. *Gazeta Brazilian News*. <https://www.gazetanews.com/tecido-macio-de-tiranossauro-revela-capacidade-de-conservacao/index.html>
- Gomes, W. A., Machado, M. F., & Alves, E. F. (2022). Preservação excepcional de biomateriais não mineralizados em fósseis cenozoicos do clado Mammalia. *Research, Society and Development*, 11(14), e533111436739. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i14.36739>
- González, L.-M., García-Massó, X., Pardo-Ibañez, A., Peset, F., & Devís-Devís, J. (2018). An author keyword analysis for mapping Sport Sciences. *PLoS ONE*, 13(8), e0201435. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201435>
- Hartley, J., & Kostoff, R. N. (2003). How useful are 'key words' in scientific journals? *Journal of Information Science*, 29(5), 433-438. <https://doi.org/10.1177/01655515030295008>
- Hohemberger, R., Góes Bilar, J., Schwanke, C., & Coutinho, R. X. (2021). O ensino de Paleontologia: interpretações de uma abordagem contextualizada à realidade local. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12(1), 1-23. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n1a19>
- Kalmukov, Y. (2021). Using word clouds for fast identification of papers' subject domain and reviewers' competences. In: Proceedings of University of Ruse, 60., Book 3.2., 2021, Ruse, Bulgária, pp. 114-119. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2112/2112.14861.pdf>
- Li, Z.-H., Bailleul, A. M., Stidham, T. A., Wang, M., & Deng, T. (2021). Exceptional preservation of an extinct ostrich from the Late Miocene Linxia Basin of China. *Vertebrata Palasiatica*, 59(3), 229-244. <https://doi.org/10.19615/j.cnki.1000-3118.210309>
- Lopes, R. J. (2009). Cientistas encontram 'carne' em fóssil de dinossauro da América do Norte. *G1.com*. <https://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL1104821-5603,00-CIENTISTAS+ENCONTRAM+CARNE+EM+FOSSIL+DE+DINOSSAURO+DA+AMERICA+DO+NORTE.html>
- Pan, Y. (2020). Molecular paleontology as an exciting, challenging and controversial field. *National Science Review*, 7(4), 823. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwaa001>
- Parry, L. A., Smithwick, F., Nordén, K. K., Saitta, E. T., Lozano-Fernandez, J., Tanner, A. R., Caron, J. B., Edgecombe, G. D., Briggs, D., & Vinther, J. (2018). Soft-Bodied Fossils Are Not Simply Rotten Carcasses - Toward a Holistic Understanding of Exceptional Fossil Preservation: Exceptional Fossil Preservation Is Complex and Involves the Interplay of Numerous Biological and Geological Processes. *BioEssays: news and reviews in molecular, cellular and developmental biology*, 40(1), 1700167. <https://doi.org/10.1002/bies.201700167>
- Pawlicki, R. (1978). Morphological differentiation of the fossil dinosaur bone cells. *Cells Tissues Organs*, 100(4), 411-418. <https://doi.org/10.1159/000144925>
- Pourret, O., Bollinger, J. C., & van Hullebusch, E. D. (2020). On the difficulties of being rigorous in environmental geochemistry studies: some recommendations for designing an impactful paper. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 1267-1275. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06835-y>
- Ramírez-Montoya, M. S., Loaiza-Aguirre, M. I., Zúñiga-Ojeda, A., & Portuguese-Castro, M. (2021). Characterization of the Teaching Profile within the Framework of Education 4.0. *Future Internet*, 13(4), 91. <https://doi.org/10.3390/fi13040091>
- Restrepo-Arango, C., & Cárdenas-Rozo, A. L. (2022). Análisis textual de artículos científicos publicados sobre fósiles colombianos. *Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 27, 1-25. <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2022.e83470>
- Santana, A., & Salcedo, D. (2022). O valor sociocientífico do Repositório Filatélico Brasileiro: um estudo conceitual. *Revista Conhecimento em Ação*, 7(1), 61-79. <https://doi.org/10.47681/rca.v7i1.49057>
- Schroeter, E. R., Ullmann, P. V., Macauley, K., Ash, R. D., Zheng, W., Schweitzer, M. H., & Lacovara, K. J. (2022). Soft-Tissue, Rare Earth Element, and Molecular Analyses of *Dreadnoughtus schrani*, an Exceptionally Complete Titanosaur from Argentina. *Biology*, 11, 1158. <https://doi.org/10.3390/biology11081158Acad>
- Schweitzer, M. H. (2003). Reviews and Previews: The Future of Molecular Biology. *Palaeontologia Electronica*, 5(2), 1-11. [https://palaeo-electronica.org/2002\\_2/editor/r\\_and\\_p.pdf](https://palaeo-electronica.org/2002_2/editor/r_and_p.pdf)
- Schweitzer, M. H. (2004). Molecular paleontology: some current advances and problems. *Annales de Paléontologie*, 90(2), 81-102. <https://doi.org/10.1016/j.annpal.2004.02.001>
- SciELO Brasil. (2020). Critérios, política e procedimentos para a admissão e a permanência de periódicos científicos a Coleção SciELO Brasil [online]. <https://wp.scielo.org/wp-content/uploads/20200500-Criterios-SciELO-Brasil.pdf>
- Senter, P. J. (2021). Preservation of Soft Tissues in Dinosaur Fossils: Compatibility with an Age of Millions of Years. *American Biology Teacher*, 83(5), 298-302. <https://doi.org/10.1525/abt.2021.83.5.298>

Silva, R. G. P. da., Castro, A. R. S. F. de., & Mansur, K. L. (2021). Percepção dos visitantes do Museu da Geodiversidade sobre o patrimônio geológico ex situ em exposição. *TerræDidática*, 17, 1-12, e021055. <https://doi.org/10.20396/td.v17i00.8666422>

Tahoun, M., Gee, C. T., McCoy, V. E., Sander, P. M., & Müller, C. E. (2021). Chemistry of porphyrins in fossil plants and animals. *RSC Advances*, 11, 7552–7563. <https://doi.org/10.1039/D0RA10688G>

Tahoun, M., Engeser, M., Namasivayam, V., Sander, P. M., & Müller, C. E. (2022). Chemistry and Analysis of Organic Compounds in Dinosaurs. *Biology*, 11, 670. <https://doi.org/10.3390/biology11050670>

Tripathi, M., Kumar, S., Sonker, S. K., & Babbar, P. (2018). Occurrence of author keywords and keywords plus in social sciences and humanities research: A preliminary study. *COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management*, 12(2), 215-232. <https://doi.org/10.1080/09737766.2018.1436951>

Uddin, S., & Khan, A. (2016). The impact of author – selected keywords on citation counts. *Journal of Informetrics*, 10(4), 1166–1177. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.10.004>

Ullmann, P. V., Pandya, S. H., & Nellerhoe, R. (2019). Patterns of soft tissue and cellular preservation in relation to fossil bone tissue structure and overburden depth at the standing rock hadrosaur site, maastrichtian hell creek formation, South Dakota, USA. *Cretaceous Research*, 99, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2019.02.012>

Ullmann, P. V., Macauley, K., Ash, R. D., Shoup, B., & Scannella, J. B. (2021). Taphonomic and Diagenetic Pathways to Protein Preservation, Part I: The Case of *Tyrannosaurus rex* Specimen MOR1125. *Biology*, 10, 1193. <https://doi.org/10.3390/biology10111193>

Ullmann, P. V., Ash, R. D., & Scannella, J. B. (2022). Taphonomic and Diagenetic Pathways to Protein Preservation, Part II: The Case of *Brachylophosaurus canadensis* Specimen MOR 2598. *Biology*, 11, 1177. <https://doi.org/10.3390/biology11081177>

Vasconcellos Júnior, A. de S. (2011). Uma análise lakatosiana da pesquisa de Mary Schweitzer em biologia evolutiva. 43 f. TCC (Licenciatura em Filosofia) — Universidade de Brasília, Brasília. <http://dx.doi.org/10.26512/2011.TCC.2873>

Voegele, K. K., Boles, Z. M., Ullmann, P. V., Schroeter, E. R., Zheng, W., & Lacovara, K. J. (2022). Soft Tissue and Biomolecular Preservation in Vertebrate Fossils from Glauconitic, Shallow Marine Sediments of the Hornerstown Formation, Edelman Fossil Park, New Jersey. *Biology*, 11, 1161. <https://doi.org/10.3390/biology11081161>