



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Mónica Emília Ribeiro Relvas

TESTAR A APLICAÇÃO DA MORFOMETRIA
MULTIVARIADA PARA QUANTIFICAR E
CLASSIFICAR A VARIABILIDADE
MORFOLÓGICA EM DENTES DE
DINOSSÁURIOS SAURÓPODES

Dissertação no âmbito do Mestrado em Geociências
Orientada pela Doutora Sofia Raquel Cardoso Pereira e pelo
Doutor Pedro Daniel Mocho Lopes e apresentada ao Departamento
de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade de Coimbra.

Setembro de 2023

Departamento de Ciências da Terra
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

TESTAR A APLICAÇÃO DA MORFOMETRIA
MULTIVARIADA PARA QUANTIFICAR E
CLASSIFICAR A VARIABILIDADE
MORFOLÓGICA EM DENTES DE
DINOSSÁURIOS SAURÓPODES

Mónica Emília Ribeiro Relvas

Dissertação no âmbito do Mestrado em Geociências
Orientada pela Doutora Sofia Raquel Cardoso Pereira e pelo
Doutor Pedro Daniel Mocho Lopes e apresentada ao Departamento
de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade de Coimbra.

Setembro, 2023



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

“Nothing in Biology makes sense except in the light of evolution.”
- Theodosius Dobzhansky

Agradecimentos

Quero dedicar esta dissertação aos meus avós maternos, que faleceram em 2015. Sempre lhes disse que ia estudar na Universidade de Coimbra e, quando esse sonho se concretizou, infelizmente já não puderam ver esta maravilhosa etapa. Dedico-a também aos meus pais, por me apoiarem sempre.

O meu objetivo com este trabalho era aprofundar os meus conhecimentos sobre os dinossáurios saurópodes. A minha paixão por paleontologia sempre existiu desde criança, por ser esta a ciência que conjuga biologia e geologia, as minhas áreas de maior interesse. O meu interesse nos dinossáurios saurópodes deve-se ao facto de serem estes o maior grupo de animais terrestres do qual temos conhecimento, além da sua enorme variedade, resultante da ocupação de diferentes e variados nichos ecológicos.

Quero agradecer aos meus orientadores Sofia Pereira e Pedro Mocho pelos seus ensinamentos, ajuda, finos, conselhos e paciência. Ao Pedro Mocho, muito obrigada pela partilha e transmissão dos teus conhecimentos sobre macropaleontologia, em especial sobre dinossáurios saurópodes. À Sofia Pereira, muito obrigada por esta oportunidade de dissertação e pelas idas ao Buçaco.

Aos meus afilhados Pedro Brusco e João Peixoto.

Ao Gonçalo Soares e ao Jomi pela ajuda nesta jornada, por serem os meus primeiros revisores e não só.

À Cindy Tam e Andreia Nunes. À Isabella Rocha.

À malta de Castelo Branco, Andreia Gonçalves, Ekas e João Ventura.

Ao Centro de Geociências e malta do laboratório de paleontologia, em especial à professora Maria Helena Henriques, pela sua insistência para eu perder a timidez. E ao Pedro Correia, obrigada por todas as ideias e sugestões.

Aos professores do DCT-UC, em especial à professora Joana Ribeiro, com quem realizei metade das cadeiras de mestrado e com quem tive ainda o privilégio de realizar estágios de verão na área de geoquímica ambiental, área que me fascinou imenso e espero seguir no futuro. Aprendi muito com a professora Joana, além de crescer profissional e pessoalmente.

E por fim quero agradecer ao júri, ao Doutor Eric Font, à Doutora Sofia Pereira e à Doutora Elisabete Malafaia.

Um bem-haja a todos.

Resumo

O registo fóssil de dentes de dinossáurios é abundante, existindo numerosas ocorrências de forma isolada. Alguns autores têm aplicado metodologias de estatística multivariada em dentes de dinossáurios terópodes. Este estudo pretende quantificar, caracterizar e classificar a variabilidade morfológica em dentes de dinossáurios saurópodes através da estatística multivariada, usando a análise de componentes principais (PCA), análise de funções discriminantes (DFA) e análise de *clusters*, de forma a testar a utilidade destas metodologias para identificar dentes isolados de saurópodes.

Os saurópodes constituem um dos grupos de dinossáurios com maior sucesso evolutivo, dominando as faunas de vertebrados do Mesozoico e alcançando uma distribuição geográfica ampla. Eram animais herbívoros e a sua morfologia dentária foi uma característica chave na sua evolução, distinguindo-se no registo fóssil quatro tipos morfológicos principais de dentes: em forma de colher, espátula, cone a cinzel comprimido e lápis. Neste estudo, construiu-se uma base de dados através da bibliografia existente e do registo fotográfico de vários exemplares depositados em museus, com medição indireta de treze variáveis morfométricas.

Este trabalho pretende averiguar a utilidade da estatística multivariada para caracterizar os morfo-espacos das morfologias de dentes de saurópodes e identificar as variáveis que melhor descrevem a variabilidade existente; testar a aplicação da estatística multivariada para classificar dentes em forma de colher, de espátula, e de cone a cinzel comprimido; e analisar a potencial influência do desgaste dos dentes nas análises de funções discriminantes (DFA) e nas análises de componentes principais (PCA).

As PCAs permitiram identificar algumas variáveis que afetam de forma mais significativa a variabilidade morfológica existente: (i) longitude apicobasal do ápice (LABA); (ii) longitude total da margem distal do ápice (LD); e (iii) longitude total da margem mesial do ápice (LM). As DFAs permitiram distinguir os diferentes morfo-espacos dos principais grupos analisados (Camarasauridae, Turiasauria, Mamenchisauridae, Somphospondyli e Brachiosauridae). A nível genérico e/ou específico, os morfo-espacos tendem a sobrepor-se e as percentagens de espécimes identificados corretamente diminuem. Não existem diferenças significativas entre os morfo-espacos das distintas espécies de *Camarasaurus* e os diferentes géneros de Turiasauria. A análise de *clusters* permitiu agrupar os exemplares de acordo com as suas semelhanças, sendo evidente, por um lado, a agrupação entre dentes espatulados com baixos valores de SI (e.g., *Camarasaurus*) e os dentes em forma de coração (e.g., Turiasauria) e, por outro, entre os dentes em forma de cone a cinzel comprimido (e.g., Brachiosauridae) e os dentes espatulados com valores de SI moderados (e.g., Mamenchisauridae). Estas análises permitiram diferenciar de forma clara as morfologias de dentes em forma de colher, espátula e cone a cinzel comprimido e caracterizar os seus morfo-espacos, com percentagens de identificação correta superiores a 60% para os principais grupos considerados. O desgaste influencia os resultados obtidos, em particular, faz aumentar a importância das variáveis morfométricas associadas à morfologia do ápice.

O registo fóssil de dentes de saurópodes do Jurássico Superior português é relativamente rico em espécimes isolados, atribuíveis a Turiasauria e Macronaria. As análises DFA classificaram quase todos os dentes isolados em forma de coração como Turiasauria, corroborando as classificações prévias. Os dentes espatulados foram atribuídos a distintos taxa, como Turiasauria e *Camarasaurus grandis*, facto que poderá estar relacionado com o reduzido tamanho da amostra deste tipo de dentes e com a leve sobreposição entre os morfo-espacos de Camarasauridae e Turiasauria.

A morfometria multivariada demonstrou ser uma ferramenta com potencial para classificar dentes de saurópodes a um nível supra-genérico.

Palavras-chave: estatística multivariada; dentes; saurópodes; variáveis morfométricas, Turiasauria.

Abstract

The fossil record of dinosaurian teeth is abundant, with numerous isolated occurrences. Some authors have applied multivariate statistical methodologies to theropod dinosaur teeth. This study aims to quantify, characterize and classify morphological variability in sauropod teeth through multivariate statistics using principal component analysis (PCA), discriminant function analysis (DFA) and cluster analysis, in order to test the utility of these methodologies for identifying isolated sauropod teeth.

Sauropods are one of the most evolutionarily successful groups of dinosaurs, dominating the Mesozoic vertebrate faunas and achieving a wide geographical distribution. They were herbivorous animals, and their dental morphology was a key feature in their evolution, with four dominant tooth morphological types: spoon-shaped, spatula-shaped, compressed cone-chisel-shaped and pencil-shaped. In this study, a database was set up based on bibliography and photographic records of various specimens deposited in museums, obtaining measurements for thirteen morphometric variables.

This work thus aimed to assess the utility of multivariate statistics to characterize the morphospace of the sauropod tooth morphologies under study and identify the variables that best describe the existing variability; to test multivariate statistics to classify spoon-shaped, spatula-shaped and compressed cone-chisel-shaped; and to analyze the influence of tooth wear in discriminant function analysis (DFA) and principal component analysis (PCA).

The PCAs made it possible to identify the variables that most significantly affect the existing morphological variability as: (i) apicobasal apex length (LABA); (ii) total length of the distal apex margin (LD); and (iii) total length of the mesial apex margin (LM). The DFAs made it possible to distinguish the different morphospaces of the main groups analyzed (Camarasauridae, Turiasauria, Mamenchisauridae, Somphospondyli and Brachiosauridae). At the generic and/or specific level, the morphospaces tend to overlap and the percentages of correctly identified specimens decrease. There are no significant differences between the morphospaces of the different species of *Camarasaurus* and the different genera of Turiasauria. Cluster analysis allowed the specimens to be grouped according to their similarities, identifying two main clusters: (i) a clear grouping between spatulate teeth with low SI values (e.g., *Camarasaurus*) and heart-shaped teeth (e.g., Turiasauria); and (ii) a group with compressed cone-chisel-shaped (e.g., Brachiosauridae) and spatulate teeth with moderate SI values (e.g., Mamenchisauridae). These analyses made it possible to clearly differentiate the morphologies of spoon-shaped, spatula-shaped, and compressed cone-chisel-shaped and to characterize their morphospaces, with percentages of correct identification exceeding 60% for the main groups considered. Wear seems to influence the results obtained, particularly the weight of the morphometric variables associated with the morphology of the apex.

The fossil record of sauropod teeth from the Portuguese Upper Jurassic is relatively rich in isolated specimens, attributable to Turiasauria and Macronaria. DFA analyses classified almost all the isolated heart-shaped teeth as Turiasauria, corroborating previous classifications. The spatulate teeth were assigned to different groups, such as Turiasauria and *Camarasaurus grandis*, which may be related to the small sample size of this type of tooth and the slight overlap between the morphospaces of Camarasauridae and Turiasauria.

Multivariate morphometrics proved to be a potential tool for classifying sauropod teeth at a supra-generic level.

Keywords: Multivariate statistics, teeth, sauropods, morphometric variables, Turiasauria.

Índice

Agradecimentos	v
Resumo.....	vi
Abstract.....	viii
Índice de figuras	xii
Índice de tabelas.....	xiv
I. Introdução.....	15
I.II. Objetivos e hipóteses	15
II. Saurópodes.....	17
II.II. Dentição	27
II.III. Aplicação da Morfometria Multivariada no estudo de dentes de dinossaúrios.....	32
III. Materiais e Métodos	39
III.I. Amostragem	39
III.II. Definição de variáveis morfométricas	42
III.III. Análises de Morfometria Multivariada	44
IV. Resultados.....	47
IV.I. Análise de Componentes Principais (PCA)	48
IV.II. Análise de Funções Discriminantes (DFA)	51
IV.III. Análise de <i>Clusters</i>	57
V. Discussão	61
V.I. Análise de Componentes Principais (PCA)	61
V.II. Análise de Funções Discriminantes (DFA)	62
V.III. Análise de <i>Clusters</i>	66
VI. Conclusão	67
Referências	69
Anexos	81
Anexo I – Base de dados	82
Anexo II - Suplementário da PCA do cenário 1	107
Anexo II. I – Sumário.....	107
Anexo II. II - “Loadings”	108
Anexo II. III - “Loadings plot” do PC1.....	109
Anexo II. IV - “Loadings plot” do PC2	110

Anexo II. V - “Scree plot”.....	111
Anexo III – Suplementário da PCA do cenário 2	112
Anexo III. I – Sumário.....	112
Anexo III. II - “Loadings”.....	113
Anexo III. III - “Loadings plot” do PC1.....	114
Anexo III. IV - “Loadings plot” do PC2	115
Anexo III. V - “Scree plot”.....	116
Anexo IV - Suplementário da DFA do cenário 1	117
Anexo IV. I - “Loadings”	117
Anexo IV. II - “Classifier”	118
Anexo IV. III – “Biplot”	131
Anexo V - Suplementário da DFA do cenário 2	132
Anexo V - “Loadings”.....	132
Anexo V. I - “Classifier”	133
Anexo V. III – “Biplot”	142
Anexo VI - Suplementário da DFA do cenário 3	143
Anexo VI. I - “Loadings”	143
Anexo VI. II - “Classifier”	144
Anexo VI. III – “Biplot”	153

Índice de figuras

Figura II 1 - Quatro esboços de esqueletos de sauropodomorfos: A) <i>Plateosaurus</i> , B) <i>Shunosaurus</i> , C) <i>Apatosaurus</i> , D) <i>Brachiosaurus</i> (retirado de Mannion <i>et al.</i> 2011). Escala = 2 m.....	17
Figura II 2 - Reconstrução paleogeográfica das faunas de saurópodes; durante o Mesozoico (imagem superior) e na atualidade (imagem inferior) (retirado do PaleoBiology DataBase: https://paleobiodb.org/navigator/).....	18
Figura II 3 - Cladograma simplificado do clado Sauropodomorpha (retirado de Mannion <i>et al.</i> 2011).	19
Figura II 4 - Árvore filogenética de Eusauropoda, com destaque para as formas de eusaurópodes não-Somphospondyli (retirado de Mannion <i>et al.</i> 2019).....	20
Figura II 5 - Estimacão da diversidade dos sauropodomorfos durante o Mesozoico (retirado de Mannion <i>et al.</i> 2011).	21
Figura II 6 - Árvore filogenética de Eusauropoda, focada em reconstruir a história evolutiva dos eusaurópodes não-Somphospondyli (retirado de Royo-Torres <i>et al.</i> 2017b).....	22
Figura II 7 - Árvore filogenética de Camarasauridae (baseado em Mocho <i>et al.</i> 2014; Mannion <i>et al.</i> 2017; Royo-Torres <i>et al.</i> 2021).....	23
Figura II 8 - Árvore filogenética de Macronaria, focada em reconstruir a história evolutiva dos macronários não-Somphospondyli, e distribuição geográfica dos membros de Brachiosauridae (retirado de Mannion <i>et al.</i> 2017).....	24
Figura II 9 - Árvore filogenética de Somphospondyli (as cores representam as diferentes massas continentais: azul claro = América do Norte; verde claro = Europa; vermelho = Ásia; azul escuro = América do Sul; amarelo = África; roxo = Índia; verde escuro = Austrália) (retirado de Poropat <i>et al.</i> 2016).....	25
Figura II 10 - Paleogeografia do Atlântico Norte durante o Jurássico Superior (retirado de Mateus <i>et al.</i> 2006).....	26
Figura II 11 - Evolução da morfologia dentária em sauropodomorfos (retirado de Becerra <i>et al.</i> 2017). Escala equivalente a 10 Ma.	28
Figura II 12 - Principais morfologias de dentes presentes em Sauropoda: (a) forma de colher, (b) forma de espátula, (c) forma de cone a cinzel comprimido, e (d) forma de lápis.	29
Figura II 13 - Dois tipos de facetas de desgaste nos dentes de saurópodes: facetas apicais versus facetas em forma de “V”. Tipo A, faceta de desgaste na superfície do ápice da coroa comum em Diplodocoidea e Titanosauria; e Tipo B, faceta de desgaste na margem distal e mesial da coroa comum em saurópodes não diplodocóides e não titanossáurios, como Turiasauria, Mamenchisauridae, Brachiosauridae ou Camarasauridae (retirado de Wiersma & Sander 2017).....	31
Figura II 14 - Dentes de substituição na premaxila e maxila direita de <i>Euhelopus zdanskyi</i> e respetiva tomografia computadorizada (retirado de Salakka <i>et al.</i> 2014).	32
Figura II 15 - Definição das oito variáveis morfométricas utilizadas por Smith e co-autores (retirado de Smith <i>et al.</i> 2005).	33
Figura II 16 - Gráfico dos resultados da PCA com 20 taxas de terópodes, usando as variáveis morfométricas (retirado de Smith <i>et al.</i> 2005).....	33
Figura II 17 - Gráfico dos resultados da DFA dos 995 dentes pertencentes a 62 taxas de terópodes e 19 grupos principais (retirado de Hendrickx <i>et al.</i> 2015).	34
Figura II 18 - Gráfico dos resultados da DFA demonstrando os morfo-espacos ocupados pelos dentes de terópodes (retirado de Serrano-Martínez <i>et al.</i> 2016).	35

Figura II 19 - Dendrograma obtido através da análise de <i>clusters</i> realizada para dentes isolados de terópodes do Jurássico Médio de Níger (retirado de Serrano-Martínez <i>et al.</i> 2016).	36
Figura II 20 - Gráfico dos resultados da PCA mostrando os morfo-espacos ocupados pelos diferentes morfotipos definidos através de uma amostra de dentes de terópodes do Jurássico Superior de Portugal (retirado de Malafaia <i>et al.</i> 2017).	37
Figura III 1 – Variáveis morfométricas estabelecidas no presente estudo identificadas num dente em forma de colher (à esquerda) e espátula (à direita): LAB - longitude apicobasal da coroa; LMAM - longitude mesiodistal máxima da coroa; LMAC - longitude mesiodistal da base da coroa; LMAA - longitude mesiodistal na base do ápice; LABC - longitude apicobasal da base da coroa; LABA - longitude apicobasal do ápice; LD - longitude total da margem distal do ápice; LM - longitude total da margem mesial do ápice; LLL - longitude labiolingual na base da coroa; A - ângulo entre a linha que une o ápice com a margem mesiobasal da coroa em relação com a horizontal; NDM - número de dentículos na carena mesial; e NDD - número de dentículos na carena distal.	43
Figura III 2 - Grau de desgaste em dentes de saurópodes: 1 - desgaste ausente ou baixo; 2 - desgaste moderado e 3 - desgaste elevado.	44
Figura IV 1 - Gráfico da PCA do cenário 1.	50
Figura IV 2 - Gráfico da PCA do cenário 2.	51
Figura IV 3 - Gráfico da DFA do cenário 1.	52
Figura IV 4 - Gráfico da DFA do cenário 2.	54
Figura IV 5 - Gráfico da DFA do cenário 3, com a separação de Turiasauria e Camarasauridae nas suas distintas espécies, bem como a inclusão de <i>Bellusaurus sui</i> como grupo individualizado.	56
Figura IV 6 - Análise de <i>clusters</i> (nodo X).	59
Figura IV 7 - Análise de <i>clusters</i> (nodo Y) (continuação).	60
Figura V 1 - Dente de <i>Moabosaurus utahensis</i> (à esquerda) e <i>Mierasaurus bobyoungi</i> (à direita), possivelmente da região mais mesial da fiada de dentes (Fotos de Pedro Mocho).	63
Figura V 2 - Crânio do <i>Camarasaurus</i> sp., espécime SMA 0002. (retirado de Wiersma & Sander 2017).	63
Figura V 3 - Dentes de <i>Losillasaurus giganteus</i> e <i>Turiasaurus riodevensis</i> (retirado de Royo-Torres <i>et al.</i> 2021).	64

Índice de tabelas

Tabela III 1 - Espécies incluídas na base de dados do presente estudo.	40
Tabela III 2 - Definição das 13 variáveis morfométricas analisadas neste estudo.	43
Tabela IV 1 - Atribuição dos grupos analisados neste estudo; * considerados em Turiasauria no cenário 1 e 2; ** considerados em Eusauropoda no cenário 1 e 2: *** considerados em Camarasauridae no cenário 1 e 2.	48
Tabela IV 2 – Percentagens de classificação correta no cenário 1.	52
Tabela IV 3 – Percentagens de classificação correta no cenário 2.	54
Tabela IV 4 – Percentagens de classificação correta no cenário 3.	56

I. Introdução

O registo fóssil de dentes de dinossáurios é particularmente abundante, quer pela sua composição mineralógica mais resistente, quer pela contínua substituição destes elementos durante a vida de um indivíduo. Estes dois fatores contribuem de forma decisiva para a existência de numerosas ocorrências, sobretudo de forma isolada. Este facto, juntamente com a ausência de caracteres diagnósticos na maioria dos casos e a sua morfologia conservadora, dificultam a classificação dos mesmos a níveis taxonómicos mais baixos (e.g., género) através dos métodos clássicos, nomeadamente descrição e comparação anatómica. Neste sentido, alguns autores têm vindo a aplicar metodologias de estatística multivariada, como por exemplo, os estudos conduzidos por Smith *et al.* (2005), Hendrickx *et al.* (2015), Serrano *et al.* (2016) ou Malafaia *et al.* (2017) centrados na análise em dentes de dinossáurios terópodes. A estatística multivariada tem demonstrado ser uma ferramenta útil e eficaz na identificação e classificação de dentes isolados de terópodes, além de, adicionalmente, ter revelado informações ecológicas muito importantes, como, por exemplo, os hábitos alimentares e adaptações evolutivas.

Este estudo pretende assim quantificar, caracterizar e classificar a variabilidade morfológica em dentes de dinossáurios saurópodes. Raramente se aplicou estatística multivariada no estudo da morfologia de dentes de saurópodes. Neste sentido, este trabalho constitui uma das primeiras tentativas de aplicar estatística multivariada em dentes de dinossáurios saurópodes, testando a eficácia desta ferramenta para diferenciar distintos morfo-espacos e avaliar o seu potencial para a classificação de dentes isolados de saurópodes, em especial para os dentes com uma morfologia em forma de colher, de espátula e cone a cinzel comprimido.

I.II. Objetivos e hipóteses

O presente estudo tem como principal objetivo testar a aplicação da morfometria multivariada (métodos de análise de componentes principais (PCA), análise de funções discriminantes (DFA) e análise de *clusters*) para quantificar e classificar a variabilidade morfológica em dentes de dinossáurios saurópodes e verificar qual a utilidade destas metodologias para atribuir dentes isolados a categorias taxonómicas mais exclusivas. Este estudo centrou-se no estudo de dentes em forma de colher, espátula e cone a cinzel comprimido. Para desenvolver o presente plano de trabalhos foram delineados três objetivos (O) e respetivas hipóteses (H):

O1. Verificar a utilidade da Estatística Multivariada para poder caracterizar os morfo-espacos das morfologias de dentes em estudo, e identificar as variáveis que melhor descrevem a variabilidade existente.

H1. Os morfo-espacos ocupados pelos dentes em forma de colher e espátula são distintos e podem ser explicados pelo SI (*Slenderness Index*) e deflexão do ápice.

O2. Testar a estatística multivariada para classificar corretamente dentes em forma de colher, de espátula e de cone a cinzel comprimido (associados e isolados).

H2.1. A maioria dos dentes de Turiasauria, Camarasauridae, Mamenchisauridae, Brachiosauridae e Somphospondyli foram classificados corretamente.

H2.2. A maioria dos dentes em forma de colher encontrados no Jurássico Superior pertencem a formas do clado Turiasauria.

H2.3. A maioria dos dentes em forma de espátula encontrados no Jurássico Superior pertencem a formas do clado Camarasauridae.

O3. Analisar a influência do desgaste dos dentes nos resultados obtidos na análise de funções discriminantes (DFA) e na análise de componentes principais (PCA).

H3. Os resultados obtidos são fortemente afetados pela inclusão de dentes com desgaste moderado a forte, diminuindo a percentagem de classificação e a capacidade de diferenciar os morfo-espacos hipotéticos.

II. Saurópodes

Os saurópodes (**Fig. II 1**) foram um dos grupos de dinossáurios com maior sucesso evolutivo e o seu registo fóssil é abundante e diverso. Este grupo constitui uma componente dominante nas faunas de vertebrados do Mesozoico, estando representados desde o Triássico Superior até ao fim do Cretácico [limite K-Pg; (Cretácico-Paleogénico)] (e.g., Wilson & Sereno 1998; Wilson 2002; Mannion *et al.* 2011, 2019). Os saurópodes adquiriram uma distribuição geográfica ampla, encontrando-se representados em todas as massas continentais, incluindo a Antártida (**Fig. II 2**; e.g., Upchurch *et al.* 2004; Cerda *et al.* 2012; Cashmore *et al.* 2020). Os membros deste grupo são animais quadrúpedes com membros colunares, crânios relativamente pequenos quando comparados com o volume total do seu corpo, pescoços e caudas compridas e uma alimentação herbívora (Upchurch *et al.* 2004). Os saurópodes são a linhagem mais diversa de Sauropodomorpha, grupo irmão dos dinossáurios terópodes (**Fig. II 3**; Sereno *et al.* 1999; Mannion *et al.* 2011; Chasmore *et al.* 2020).

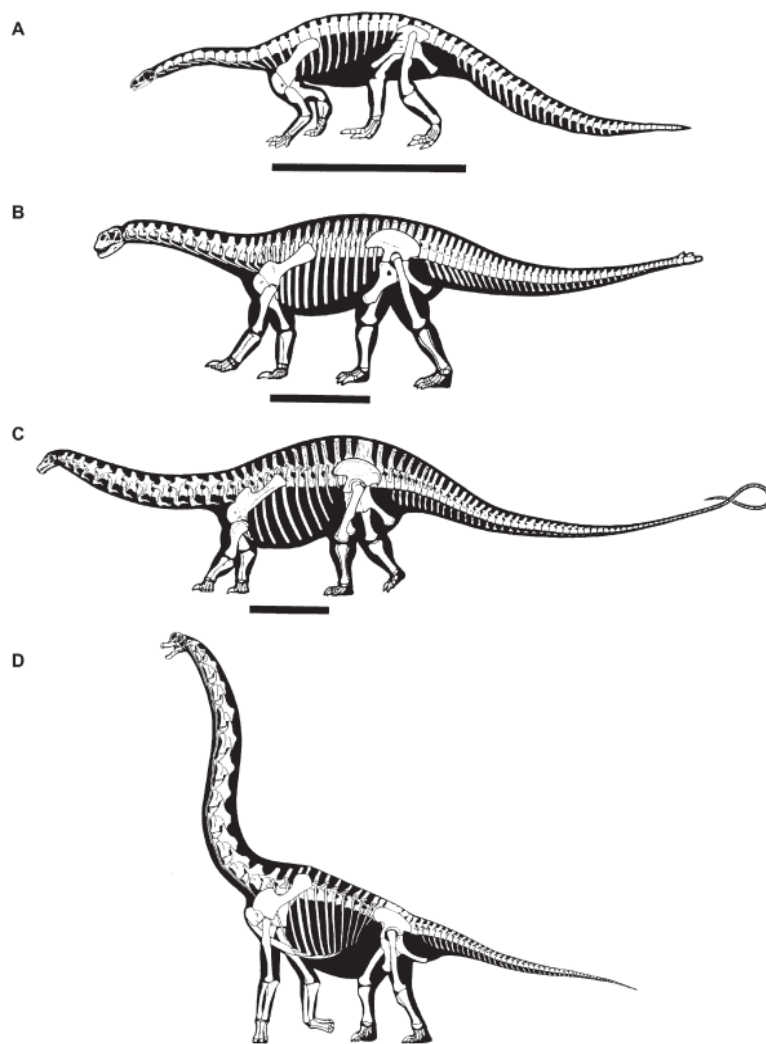
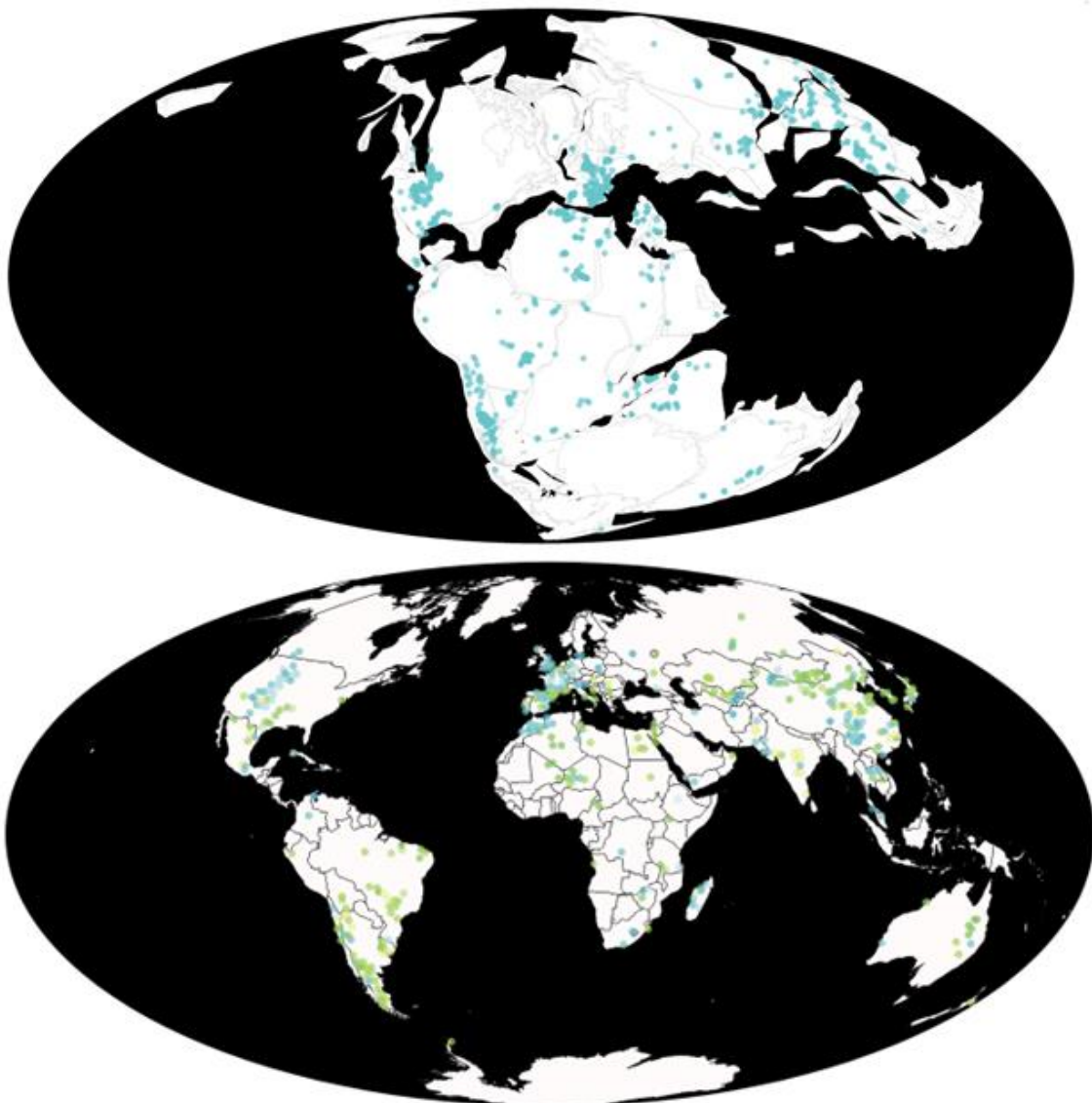


Figura II 1 - Quatro esboços de esqueletos de sauropodomorfos: A) *Plateosaurus*, B) *Shunosaurus*, C) *Apatosaurus*, D) *Brachiosaurus* (retirado de Mannion *et al.* 2011). Escala = 2 m.



Mesozoic											
Triassic				Jurassic				Cretaceous			
M	Late Triassic			E	M	L		Early Cretaceous		Late Cretaceous	
C	Norian			S	P	T			A	A	C

Figura II 2 - Reconstrução paleogeográfica das faunas de saurópodes; durante o Mesozoico (imagem superior) e na atualidade (imagem inferior) (retirado do Paleobiology DataBase: <https://paleobiodb.org/navigator/>).

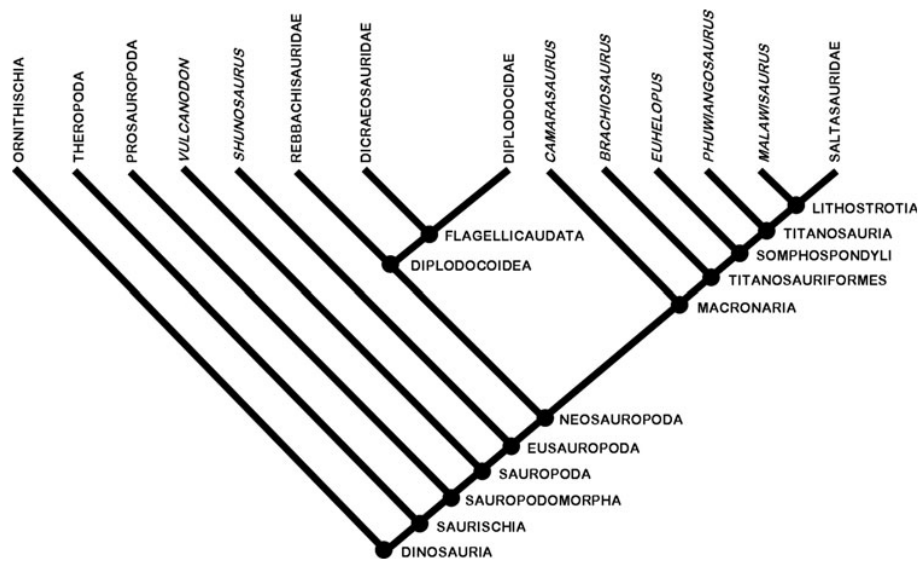


Figura II 3 - Cladograma simplificado do clado Sauropodomorpha (retirado de Mannion *et al.* 2011).

Os dinossáurios saurópodes podiam medir entre seis a mais de 30 metros de longitude (Upchurch *et al.* 2004). A probabilidade de preservação e fossilização completa de um indivíduo tende a declinar com o aumento de tamanho. As partes do corpo que mais facilmente “desaparecem” antes do enterramento final de um indivíduo são as extremidades, nomeadamente a porção posterior da cauda, os pés e mãos e o crânio (Upchurch *et al.* 2004).

O conhecimento sobre a história evolutiva deste grupo tem tido avanços importantes nas últimas duas décadas. Esta revolução sobre o conhecimento deste grupo de dinossáurios está relacionada em parte com: (i) numerosas descobertas de novos exemplares de saurópodes que resultaram no estabelecimento de novas taxa; (ii) revisão sistemática de exemplares clássicos; e (iii) implementação de análises cladísticas para reconstrução das relações de parentesco (e.g., Salgado *et al.* 1997; Wilson & Sereno 1998; Upchurch 1998; Upchurch *et al.* 2004; Mannion *et al.* 2013, 2017, 2019; Cashmore *et al.* 2020).

Numa fase inicial da sua evolução, os sauropodomorfos e os primeiros saurópodes adquiriram características morfológicas-chave que tendem a favorecer o desenvolvimento de uma postura quadrúpede (o bipedismo apresenta-se como condição plesiomórfica em Sauropodomorpha) (Salgado *et al.* 1997; Wilson 2002). O crânio, a dentição e a morfologia do seu esqueleto axial são outros módulos anatómicos que foram alvo de profundas modificações, favorecendo, por exemplo, a exploração de outros nichos tróficos e a aquisição de um tipo de alimentação estritamente herbívoro (e.g., Calvo 1994; Mannion *et al.* 2011, 2019; Becerra *et al.* 2017). Houve uma importante radiação no Jurássico Inferior com o aparecimento de Eusauropoda (**Fig. II 4**), com o incremento da disparidade morfológica no grupo, tendo estes ocupado um maior número de nichos.

Os primeiros sauropodomorfos foram incluídos no clado “Prosauropoda”, reconhecido atualmente como um grupo parafilético (e.g., Yates 2003; Galton & Upchurch 2004; Baron *et al.* 2017). Os membros deste clado são geralmente interpretados como animais bípedes e de pequeno a médio porte em comparação com os saurópodes e surgiram no Triássico Superior. Contudo, ao longo da evolução inicial dos primeiros saurópodes, importantes novidades evolutivas foram adquiridas, relacionadas com o

estabelecimento de quadrupedalismo obrigatório, de um modo de alimentação herbívoro, de gigantismo ou de um sistema invasivo de sacos aéreos (Upchurch *et al.* 2004; Wedel 2007, 2009; Becerra *et al.* 2017; Apaldetti *et al.* 2019; Pol *et al.* 2020). Em particular, a evolução deste grupo é fortemente marcada pelo aparecimento de formas caracterizadas pelo seu grande tamanho que confere uma vantagem evolutiva importante, nomeadamente, na capacidade de afastar à maioria dos predadores.

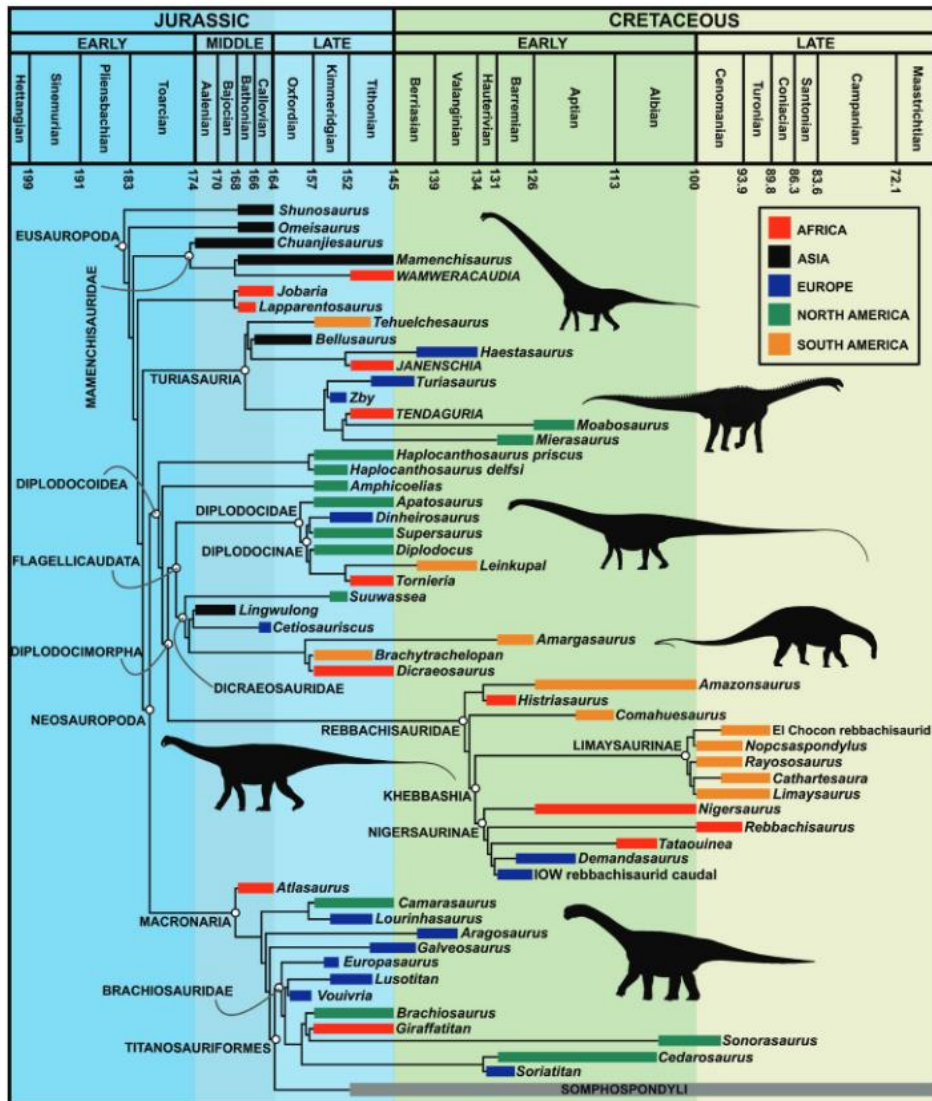


Figura II 4 - Árvore filogenética de Eusauropoda, com destaque para as formas de eusaurópodes não-Somphospondyli (retirado de Mannion *et al.* 2019).

Durante a história evolutiva deste grupo houve um importante aumento na diversidade (**Fig. II 5**) de saurópodes durante o Jurássico Médio e Superior, com um importante pico de diversidade no Kimmeridgiano-Tithoniano, com mais de 30 espécies registadas (Royo-Torres *et al.* 2014). Este período de diversificação parece coincidir com a radiação do clado Neosauropoda (**Fig. II 4**), com o aparecimento de Diplodocoidea e Macronaria (Xu *et al.* 2018). Na transição Jurássico-Cretáceo terá ocorrido a extinção de 60-80% das espécies de saurópodes (Royo-Torres *et al.* 2014). A diversidade voltou a aumentar no Cretáceo, durante o Aptiano-Albiano, aumento que se deve à radiação de, predominantemente, Titanosauria e uma pequena contribuição de Rebbachisauridae (Mannion *et al.* 2011).

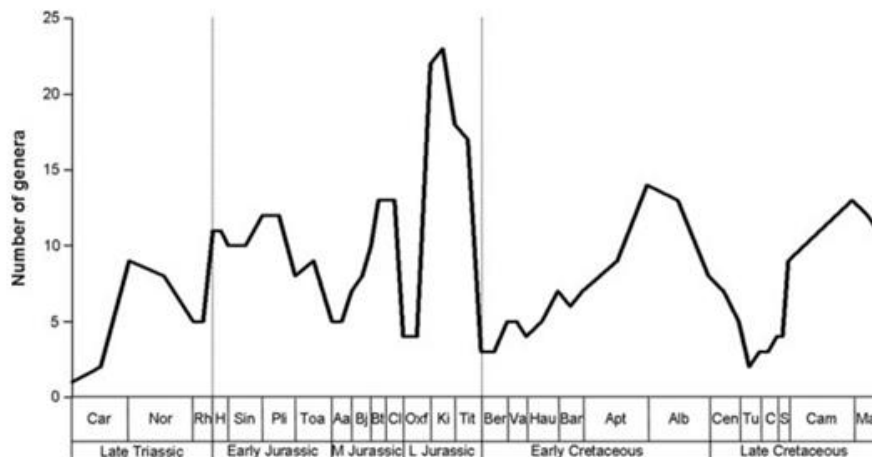


Figura II 5 - Estimação da diversidade dos saurópodomorfos durante o Mesozoico (retirado de Mannion *et al.* 2011).

O aparente aumento na diversidade de saurópodes durante o Jurássico Superior verifica-se na América do Norte, Europa e Ásia, em particular, nas paleolatitudes entre 20° a 40°N (Cashmore *et al.* 2020). Alguns dos picos de diversidade observados para os dinossáurios saurópodes parecem coincidir com períodos de subida e descida do nível do mar (Mannion *et al.* 2011). Estas curvas de diversidade podem ser influenciadas por numerosos fatores que podem afetar a qualidade dos dados recolhidos: (i) quantidade de afloramentos; (ii) abundância do registo fóssil em função da sua localização e estratigrafia; (iii) acesso à recolha e observação e à localização dos achados fossilíferos (e.g., a recolha de fósseis na Europa e América do Norte é historicamente superior). Numerosas descobertas nas últimas duas décadas têm ajudado a preencher parte das lacunas existentes no registo fóssil de saurópodes (e.g., Mannion *et al.* 2011; Cashmore *et al.* 2020).

Principais grupos de saurópodes em análise

A filogenia dos dinossáurios saurópodes é complexa e o grupo experimentou importantes períodos de diversificação (e.g., Upchurch *et al.* 2004; Mannion *et al.* 2011; Xu *et al.* 2018; Cashmore *et al.* 2020). O estudo da sua morfologia permitiu identificar vários grupos ao longo de mais de um século de investigação. A contínua descoberta de novos exemplares e aplicação da cladística permitiram identificar novos clados e atestar a robustez dos grupos definidos anteriormente. De entre os grandes grupos de saurópodes reconhecidos, este estudo está centrado na análise da morfologia dos dentes de: Mamenchisauridae, Turiasauria, e Macronaria, incluindo Camarasauridae, Brachisauridae e Somphospondyli (e.g., Euhelopodidae).

Mamenchisauridae é um grupo de eusaurópodes não-neosaurópodes com uma distribuição circunscrita ao continente asiático, sendo considerado como endémico deste domínio. O seu registo fóssil estende-se desde o Jurássico Médio ao Cretácico Inferior e evoluíram durante o isolamento do domínio Este Asiático causado pela formação do Mar Turgai entre a Europa e Ásia no Jurássico Superior ao Cretácico Inferior (e.g., Wilson & Upchurch 2009; Suteethorn *et al.* 2013). Este grupo inclui, por exemplo, os géneros *Omeisaurus* (e.g., He *et al.* 1988) e *Mamenchisaurus* (e.g., Ouyang & Ye 2002). Moore *et al.* (2023) sugere a inclusão de *Bellusaurus sui* como forma juvenil.

Turiasauria é um grupo de eusaurópodes não-neosaurópodes (**Fig. II 6**), que foi reconhecido em 2006 no Jurássico Superior da Formação Villar del Arzobispo em Espanha (Royo-Torres 2006). A consequente descoberta de novos exemplares sugere que este clado possuía uma maior distribuição geográfica, estando presente na América do Norte, Europa e África e, possivelmente, Índia. Inicialmente descobertos no Jurássico Superior da Península Ibérica, o seu registo parece estender-se do Jurássico Médio ao Cretácico Inferior (e.g., Royo-Torres *et al.* 2017b, 2021; Mannion *et al.* 2019; Sharma *et al.* 2022). Na Europa, estão representados por *Losillasaurus giganteus*, *Turiasaurus riodevensis* e *Zby atlanticus* do Jurássico Superior (Kimmeridgiano-Tithoniano) (Royo-Torres *et al.* 2006, 2021; Royo-Torres & Upchurch 2012; Mocho *et al.* 2016, 2017a). Na América do Norte, estão representados por *Mierasaurus bobyongi* e *Moabosaurus utahensis* do Cretácico Inferior (Britt *et al.* 2017; Royo-Torres *et al.* 2017b). Em África, estão representados por *Narindasaurus thevenini* e possivelmente *Tendaguria tanzaniensis*; do Jurássico Médio (Bathoniano) e do Jurássico Superior (Tithoniano), respetivamente (Bonaparte *et al.* 2000; Mannion *et al.* 2019; Royo-Torres *et al.* 2021).

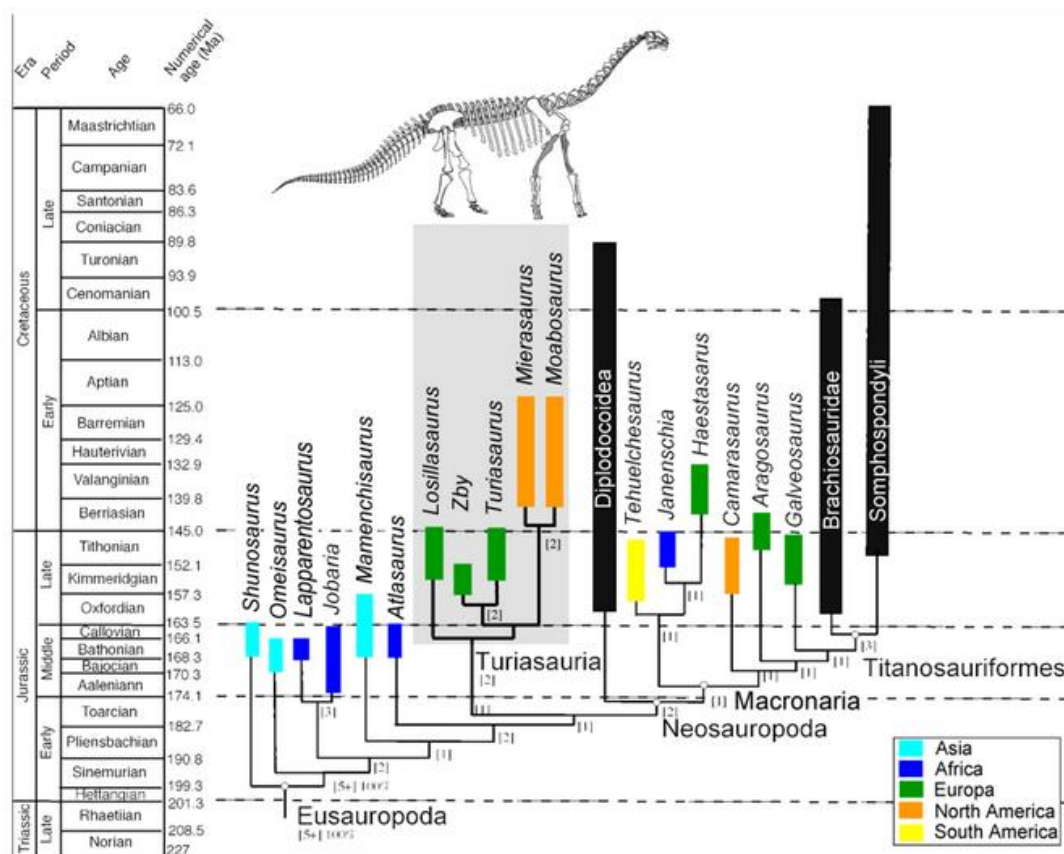


Figura II 6 - Árvore filogenética de Eusauropoda, focada em reconstruir a história evolutiva dos eusaurópodes não-Somphospondyli (retirado de Royo-Torres *et al.* 2017b).

O clado Macronaria foi estabelecido por Wilson & Sereno (1998) e inclui todos os neosaurópodes mais relacionados com *Saltasaurus* do que com *Diplodocus*. O registo deste clado estende-se do Jurássico Médio até ao Cretácico Superior e inclui clados como Camarasauridae e os Titanosauriformes (e.g., Carballido *et al.* 2011; D'Emic 2012; Mannion *et al.* 2013, 2019; Mocho *et al.* 2014; Dai *et al.* 2022).

Camarasauridae é o grupo basal de Macronaria (**Fig. II 7**) e inclui o género *Camarasaurus*, um dos géneros mais abundantes da Formação Morrison do Jurássico

Superior da América do Norte, com pelo menos quatro espécies identificadas *Camarasaurus supremus*, *Camarasaurus grandis*, *Camarasaurus lentus* e *Camarasaurus lewisi* (e.g., Osborn & Mook 1921; Gilmore 1925; Ostrom & McIntosh 1966; Madsen *et al.* 1995; McIntosh *et al.* 1996a, 1996b; Ikejiri 2005; Wiersma & Sander 2017). Recentemente, Mocho *et al.* (2014) corroboram a inclusão de *Lourinhasaurus alenquerensis* do Jurássico Superior de Alenquer (Portugal) no clado Camarasauridae, atestando a sua presença no continente europeu durante esta época.

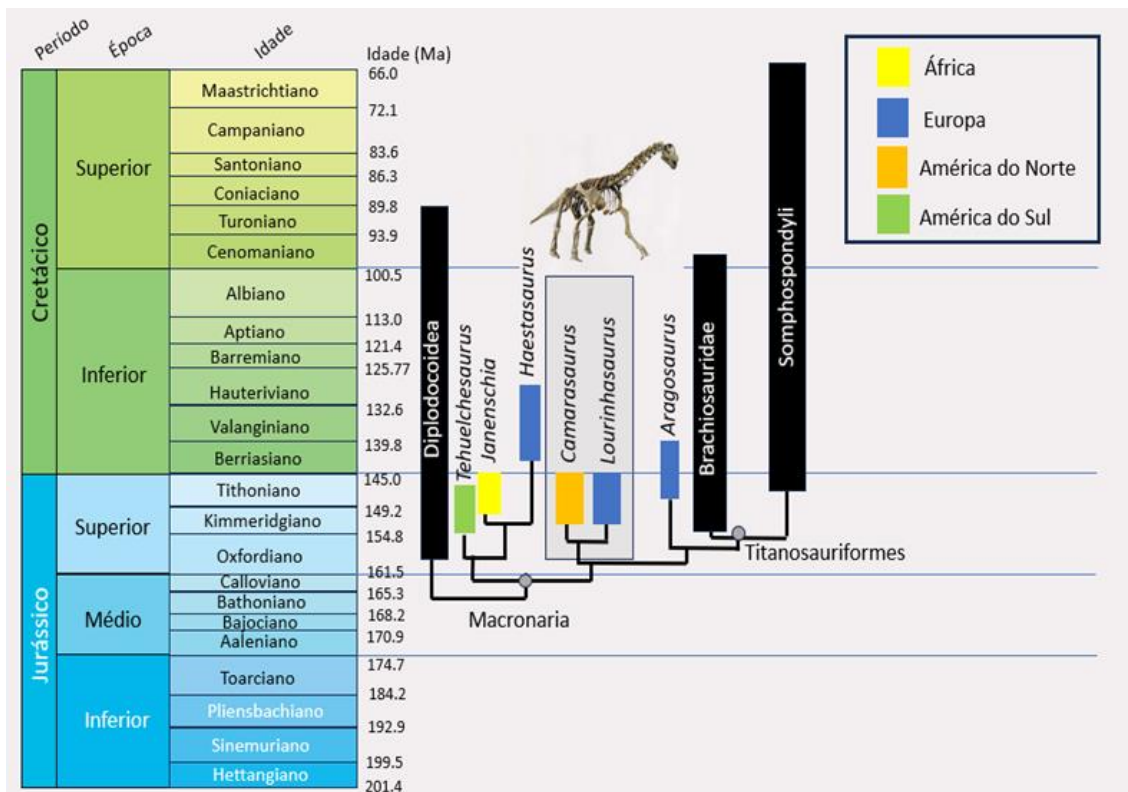


Figura II 7 - Árvore filogenética de Camarasauridae (baseado em Mocho *et al.* 2014; Mannion *et al.* 2017; Royo-Torres *et al.* 2021).

Salgado *et al.* (1997) estabeleceram o clado Titanosauriformes que inclui os antecessores de *Giraffatitan brancai*, *Chubutisaurus insignis* e Titanosauria e todos os seus descendentes. Wilson & Sereno (1998) redefiniram este clado como relativo a Brachiosauridae e Somphospondyli. Este clado estende-se do Jurássico Superior até ao Cretácico Superior (e.g., D'Emic 2012; Mannion *et al.* 2017).

Brachiosauridae é uma linhagem de titanosauriformes que inclui, por exemplo, *Brachiosaurus altithorax*, *Lusotitan atalaiensis* e *Giraffatitan brancai*, do Jurássico Superior. *Vouivria damparisensis* corresponde ao membro mais antigo de Brachiosauridae, encontrado em rochas do Oxfordiano (Jurássico Superior) em França. Segundo Mannion *et al.* (2013, 2017), os braquiosaurídeos do Jurássico Superior estão presentes na África Oriental, na Europa Ocidental e nos Estados Unidos da América (**Fig. II 8**). Este grupo encontra-se ainda representado no Cretácico Inferior da Europa, América do Norte, China, África do Sul e, possivelmente, no domínio Afro-Arábico (e.g., Mannion *et al.* 2017; Royo-Torres *et al.* 2017a; Liao *et al.* 2021). Os braquiosaurídeos são um grupo relativamente diverso no Jurássico Superior europeu, estando representados por *Lusotitan atalaiensis* (Mannion *et al.* 2013; Mocho *et al.* 2017a), *Europasaurus holgeri* (Sander *et al.* 2006; Carballido & Sander 2014), *Galveosaurus herreroi* (Pérez-Pueyo *et al.* 2019) e *Vouivria*

dampariensis (Mannion *et al.* 2017). Contudo, grande parte destes exemplares estão representados por exemplares relativamente incompletos. No final do Cretáceo Inferior, este grupo estava representado por uma fauna relativamente diversa nos Estados Unidos da América, com quatro formas distintas: *Abydosaurus mcintoshi*, *Cedarsaurus weiskopfae*, *Sonorasaurus thompsoni* e *Venenosaurus dicrocei*. Este clado extinguiu-se globalmente no início do Cretáceo Superior (Mannion *et al.* 2017; Liao *et al.* 2021).

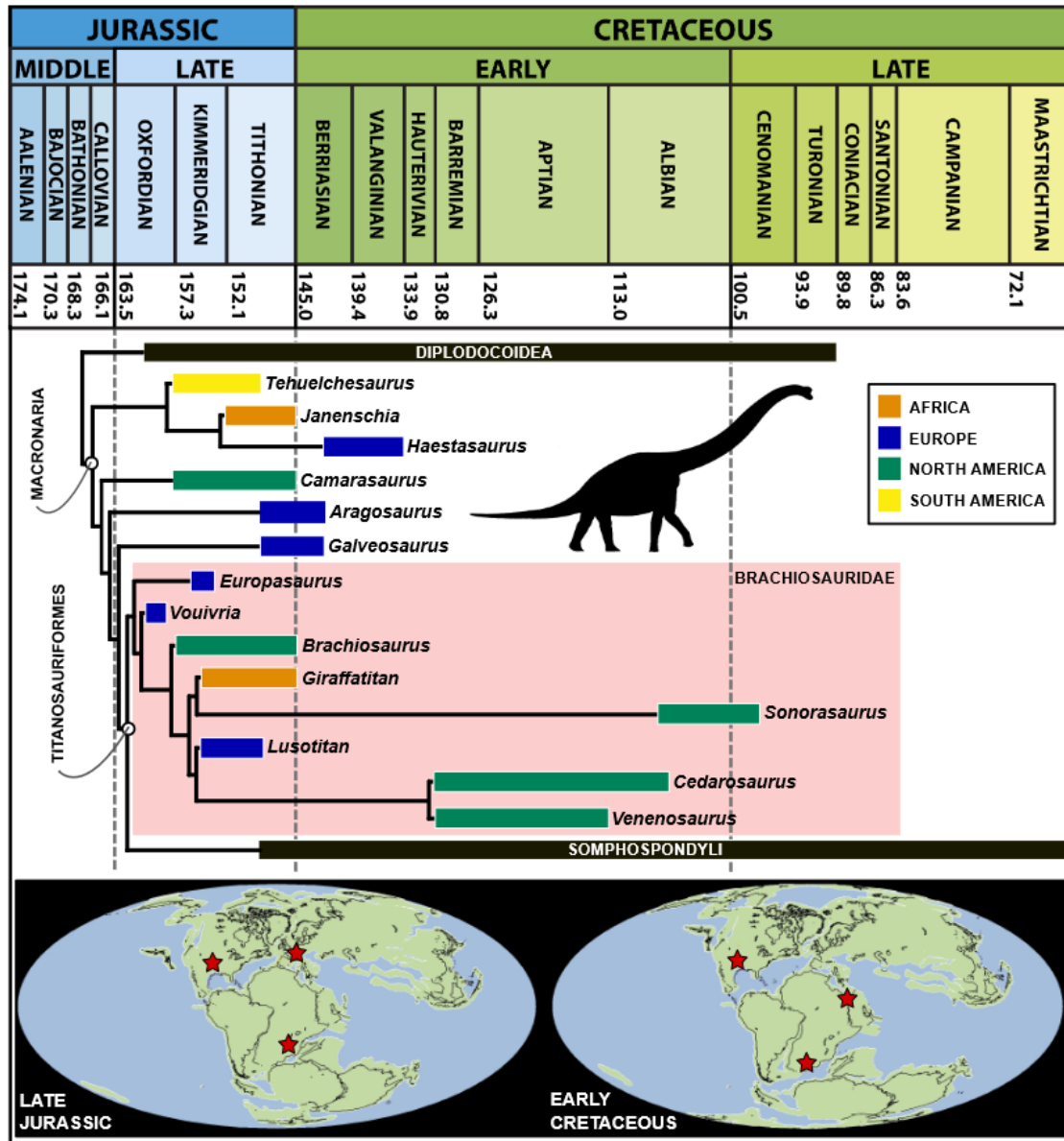


Figura II 8 - Árvore filogenética de Macronaria, focada em reconstruir a história evolutiva dos macronários não-Somphospondyli, e distribuição geográfica dos membros de Brachiosauridae (retirado de Mannion *et al.* 2017).

Somphospondyli foi definido por Wilson & Sereno (1998) como o grupo de titanosauriformes mais relacionado com *Saltasaurus* do que com Brachiosauridae. Este grupo inclui importantes linhagens como Titanosauria e Euhelopodidae. Este clado estende-se desde o Jurássico Superior até ao final do Cretáceo (**Fig. II 9**) (Salgado *et al.* 1997; Upchurch *et al.* 2004; Carballido *et al.* 2022). Somphospondyli alcançou uma distribuição ampla, estando representado em vários continentes durante o Barremiano. Esta linhagem de titanosauriformes é uma das mais diversas e

dominante na maioria das faunas de dinossáurios do Cretáceo Superior (e.g., Poropat *et al.* 2016; Cashmore *et al.* 2020).

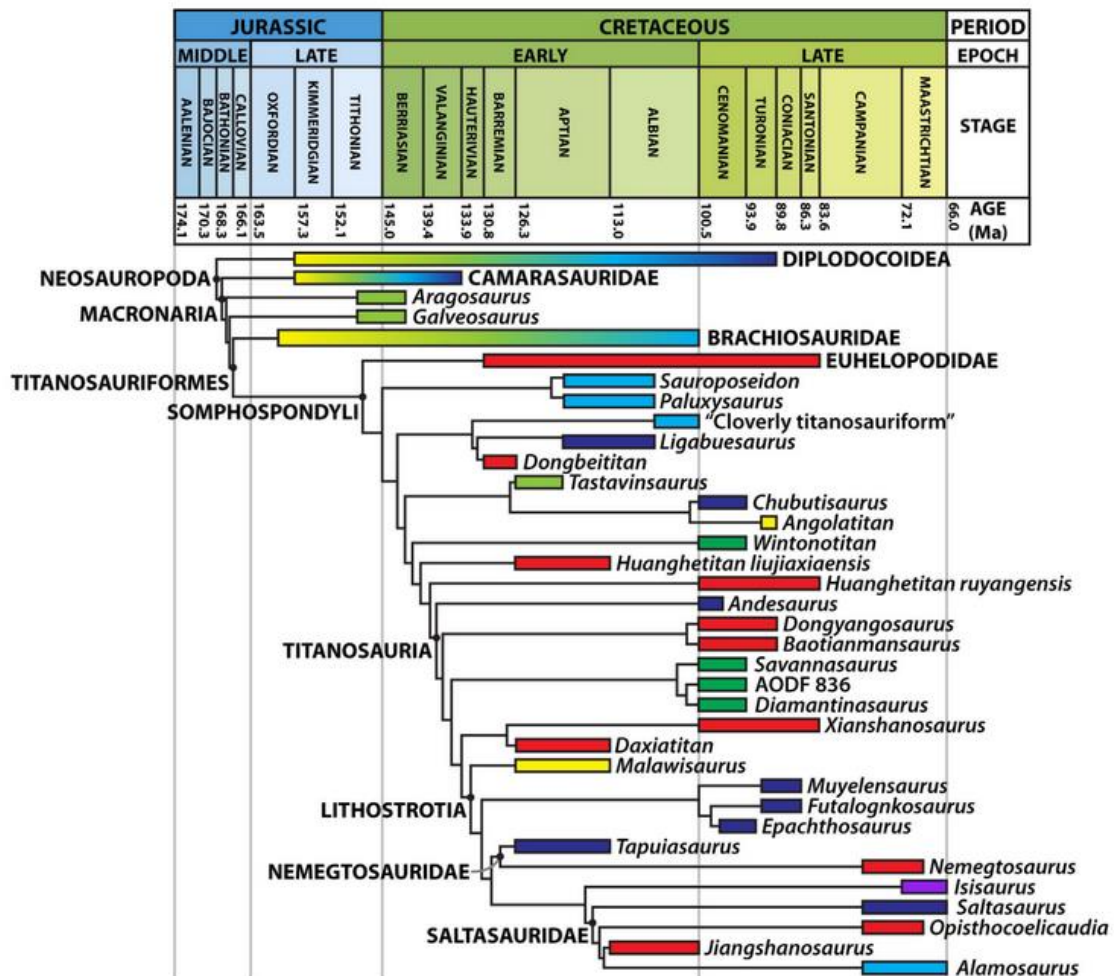


Figura II 9 - Árvore filogenética de Somphospondyli (as cores representam as diferentes massas continentais: azul claro = América do Norte; verde claro = Europa; vermelho = Ásia; azul escuro = América do Sul; amarelo = África; roxo = Índia; verde escuro = Austrália) (retirado de Poropat *et al.* 2016).

Euhelopodidae é o grupo de Somphospondyli aqui analisado e corresponde a um clado de somphospondilos não-titanossáurios, definido com base em *Euhelopus zdanskyi*, um titanosauriforme do Cretáceo Inferior da China (Wiman 1929; Wilson & Upchurch 2009). Este grupo está representado na Ásia Oriental, com numerosos taxa definidos: *Yongjulong datangi*, *Chiayusaurus lacustris*, *Phuwungosaurus sirindhornae*, *Qiaowanlong kangxii*, *Tangvayosaurus hoffeti* e *Huabeisaurus allocotus* (e.g., Wilson & Upchurch 2009; Poropat & Kear 2013; Salakka *et al.* 2014). A composição deste grupo e a sua posição filogenética é variável (e.g., D'Emic 2012; Mannion *et al.* 2013, 2017, 2019a, 2019b; Carballido & Sander 2014; Poropat *et al.* 2016, 2021, 2022; Moore *et al.* 2020). O estudo detalhado de várias das suas espécies está pendente.

Diversidade de saurópodes do Jurássico Superior da Península Ibérica

A Península Ibérica possui uma importante diversidade de saurópodes, em particular nas rochas do Jurássico Superior do Grupo Lourinhã (Kimmeridgiano-Tithoniano)

(e.g., Royo-Torres *et al.* 2014, 2017b, 2021; Mocho *et al.* 2017b, 2019). Contudo, existe também um importante registo de restos osteológicos atribuídos a dinossáurios saurópodes nos depósitos do Cretácico Inferior (Hauteriviano-Aptiano) e Cretácico Superior (Campaniano-Maastrichtiano) (e.g., Royo-Torres *et al.* 2014, 2017a).

Em Portugal, o Grupo Lourinhã é aproximadamente sincrónico com a Formação Morrison no oeste dos Estados Unidos da América (EUA) e com a Formação Tendaguru na Tanzânia (**Fig. II 10**), datadas do Kimmeridgiano-Tithoniano e apresentando ecossistemas relativamente semelhantes (e.g., Mateus 2006).

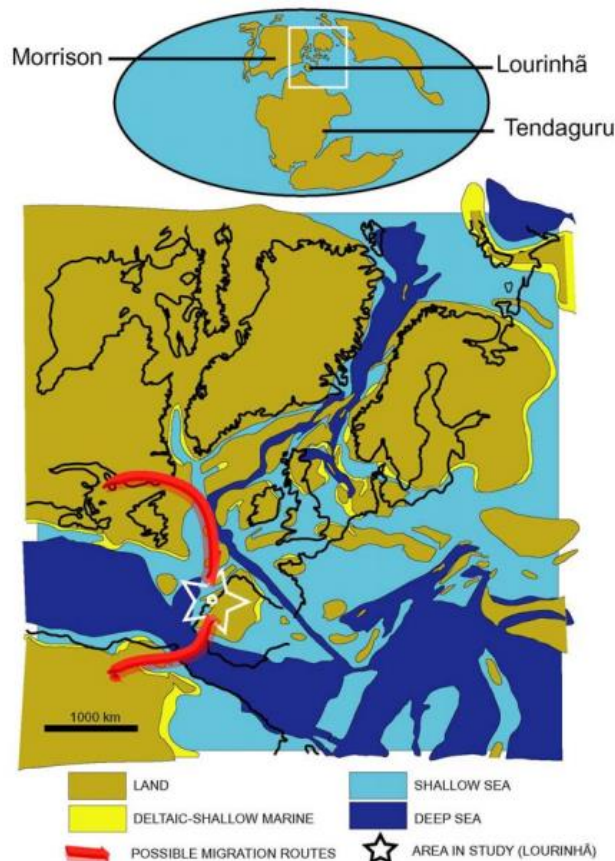


Figura II 10 - Paleogeografia do Atlântico Norte durante o Jurássico Superior (retirado de Mateus *et al.* 2006).

O registo de saurópodes do Jurássico Superior da Bacia Lusitânica tem sido encontrado em depósitos continentais e de transição das formações Alcobaça, Praia da Amoreira-Porto Novo, Sobral, Freixial e Bombarral (Mocho *et al.* 2017b). O registo fóssil de saurópodes do Jurássico Superior português é abundante e caracterizado por cinco espécies: o camarassaurídeo *Lourinhasaurus alenquerensis*; o diplodocídeo *Dinheirosaurus lourinhanensis*; o braquiossaurídeo *Lusotitan atalaiensis*; o turiassaurídeo *Zby atlanticus* e o somphospondylo *Oceanotitan dantasi* (Lapparent & Zbyszewski 1957; Dantas *et al.* 1998; Bonaparte & Mateus 1999; Antunes & Mateus 2003; Mannion *et al.* 2012, 2013; Mateus *et al.* 2014; Mocho *et al.* 2014, 2017b, 2019). As formas de saurópodes identificadas no Jurássico Superior de Portugal estão fortemente relacionadas com os saurópodes dos níveis do Jurássico Superior da América do Norte, em particular, o género *Lourinhasaurus* com o género *Camarasaurus*, ou o género *Dinheirosaurus* com o género *Supersaurus*. Estas relações de parentesco sugerem a existência de possíveis intercâmbios faunísticos entre a Península Ibérica e a América do Norte durante essa época. Para além destas

formas de dinossáurios saurópodes, as faunas da Bacia Lusitânica albergam ainda outras formas de dinossáurios fortemente relacionadas com as da Formação Morrison, como, por exemplo, *Allosaurus* e *Stegosaurus*, e esta relação verifica-se também a nível de outros grupos, nomeadamente, plantas, palinórfos e ostracodos (e.g., Pérez-Moreno *et al.* 1999; Mateus 2006; Escaso *et al.* 2007; Malafaia *et al.* 2010; Mocho *et al.* 2014; Tschopp *et al.* 2015).

Apesar de não tão abundante, o registo de dinossáurios saurópodes em Espanha tem-se revelado diverso, com pelo menos quatro espécies definidas. Este registo provém sobretudo das camadas da Formação Villar del Arzobispo, do Kimmeridgiano-Tithoniano (Tithoniano-Berriasiano basal segundo alguns autores; ver Campos Soto *et al.* 2019). Esta formação tem sido a unidade mais produtiva em restos osteológicos de saurópodes do Jurássico Superior em território espanhol, tendo sido identificados restos atribuíveis a *Turiasauria*, *Diplodocoidea* e *Macronaria* (e.g., Casanovas *et al.* 2001; Barco *et al.* 2005; Sánchez-Hernández 2005; Royo-Torres *et al.* 2006; 2009, 2014, 2021). Este registo é caracterizado pela presença de dois turiasáurios, *Turiasaurus riodevensis* e *Losillasaurus giganteus*, e o titanosauriforme *Galveosaurus herreroi* que apresenta afinidades com o clado *Brachiosauridae*. A Formação Villar del Arzobispo apresenta taxa aparentados aos da Formação Morrison (EUA) e da Bacia Lusitânica (Portugal) (e.g., Royo-Torres *et al.* 2006, 2009, 2021).

II.II. Dentição

A morfologia da dentição parece ser uma característica chave na evolução dos dinossáurios sauropodomorfos, na fase inicial da diversificação de Sauropoda e na sua adaptação a novos nichos ecológicos (e.g., Upchurch *et al.* 2004; Chure *et al.* 2010; Becerra *et al.* 2017; Mocho *et al.* 2017a). Ao longo desta evolução, ocorreram importantes alterações na morfologia da dentição (**Fig. II 11**), como, por exemplo, a diminuição do número de dentículos ou aquisição de uma morfologia em colher (labiolingualmente comprimida) (Upchurch *et al.* 2004; Becerra *et al.* 2017). Os dentes dos primeiros saurópodes eram dentes com características primitivas (e.g., simétricos labiolingualmente; presença de dentículos), contudo ao longo da evolução do grupo, a morfologia dos dentes sofreu importantes alterações morfológicas que conduziram a uma marcada variabilidade morfológica em Neosauropoda. Estas especializações parecem ser uma resposta adaptativa à evolução da flora, com diferentes tipos de vegetação, durante o Jurássico e o Cretácico (Upchurch *et al.* 2004).

O clado Neosauropoda caracteriza-se pelo aparecimento de novas morfologias de dentes (forma de lápis e cone a cinzel comprimido) durante o Jurássico Superior. Este clado experimentou uma importante radiação evolutiva, com o aparecimento de numerosas linhagens, em particular, os clados *Diplodocoidea* e *Macronaria*, que alcançaram uma elevada diversidade no Jurássico Superior (e.g., Mannion *et al.* 2011; Xu *et al.* 2018).

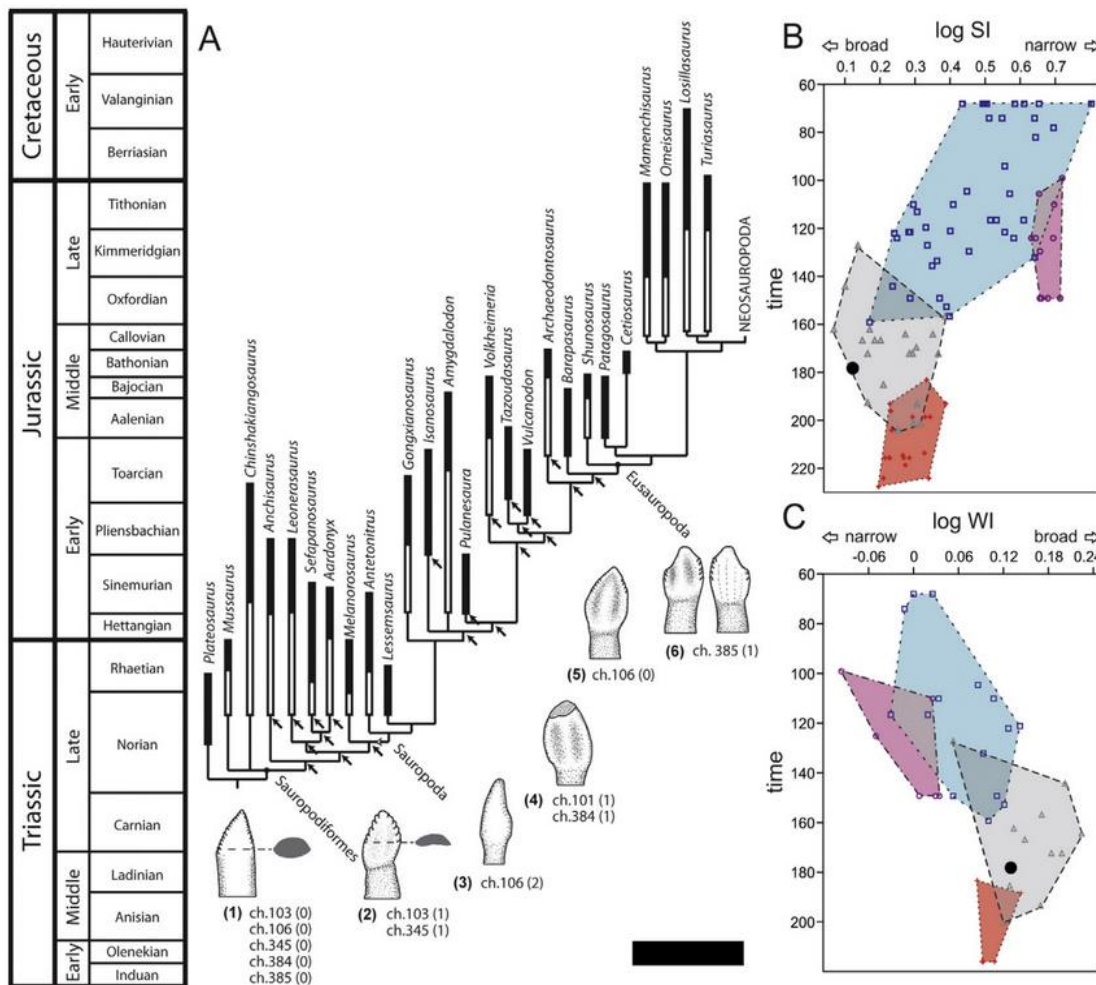


Figura II 11 - Evolução da morfologia dentária em saurópodomorfos (retirado de Becerra *et al.* 2017). Escala equivalente a 10 Ma.

Nos saurópodes, existem quatro tipos morfológicos de dentes: (i) forma de colher (*spoon-shaped*); (ii) forma de espátula ou espatulado (*spatula-shaped*); (iii) forma de cone a cinzel comprimido (*compressed cone-chisel-shaped*); e (iv) forma de lápis (*pencil-shaped*) (**Fig. II 12**; e.g., Calvo 1994; Mocho *et al.* 2017a). Esta variação na morfologia dentária deve-se possivelmente à adaptação da alimentação a diferentes tipos de plantas e estratégias alimentares (e.g., Calvo 1994; Upchurch *et al.* 2004). O uso de dentes em sistemática pode ser problemático, pois geralmente são encontrados de forma isolada e raramente em associação com exemplares parcialmente completos. A taxonomia de dentes de saurópodes corresponde geralmente a aproximações qualitativas por presença ou ausência de determinados caracteres. A dificuldade em separar algumas das morfologias reconhecidas (como, por exemplo, entre diferentes tipos de dentes em forma de colher) e a ausência de estudos com aproximações quantitativas (e.g., morfometria) têm impedido o estabelecimento de atribuições taxonômicas mais precisas e exclusivas. A morfologia dentária, apesar de pouco diagnóstica a nível genérico e específico, tem sido amplamente utilizada nas análises cladísticas, com vários caracteres morfológicos estabelecidos (e.g., Wilson & Sereno 1998; Wilson 2002; Upchurch *et al.* 2004; Mannion *et al.* 2013).



Figura II 12 - Principais morfologias de dentes presentes em Sauropoda: (a) forma de colher, (b) forma de espátula, (c) forma de cone a cinzel comprimido, e (d) forma de lápis.

Os eusaurópodes não-neosaurópodes, como os membros de Turiasauria, são geralmente caracterizados por terem dentes em forma de colher (**Fig. II 12a**) (Calvo 1994; Royo-Torres *et al.* 2006, 2021; Pol *et al.* 2020). Os dentes de Turiasauria caracterizam-se pelo seu ápice labiolingualmente comprimido, mesiodistalmente expandido na base da coroa, com uma forma assimétrica devido à presença de uma margem distal côncava no ápice, e pela presença de sulcos apicobasais na raiz dos dentes (Royo-Torres *et al.* 2021). Esta morfologia parece estar ausente em Neosauropoda, clado que é marcado pela aquisição de novas morfologias dentárias. O clado Turiasauria é caracterizado por várias sinapomorfias incluindo os dentes em forma de colher com ranhuras nas raízes e uma morfologia em coração (Royo-Torres *et al.* 2006, 2021).

A morfologia do tipo espatulado (**Fig. II 12b**) caracteriza-se por expandir mesiodistalmente mas com margens distal e mesial retilíneas na base da coroa. As suas superfícies linguais e labiais são transversalmente côncavas e convexas, respetivamente. Estes dentes possuem um ápice curto quando comparado com a base da coroa. As faces linguais e labiais albergam uma crista apicobasal e dois sulcos, respetivamente (e.g., Ostrom & McIntosh 1966; Calvo 1994; Mocho *et al.* 2017a). O esmalte da coroa possui uma superfície enrugada bem desenvolvida (Wiersma & Sander 2017). Esta morfologia foi adquirida de forma independente em pelo menos duas linhagens de Macronaria, Camarasauridae e Euhelopodidae (Salakka *et al.* 2014; Mocho *et al.* 2017a). De forma convergente, os membros de Mamenchisauridae obtêm este tipo de morfologia, correspondendo à única linhagem de eusaurópodes não-neosaurópodes com este tipo de dentes (e.g., Ouyang & Ye 2002; Salakka *et al.* 2014; Mocho *et al.* 2017a). Segundo Calvo (1994) os camarassaurídeos teriam uma certa capacidade de processar os alimentos oralmente, mastigando os alimentos por movimento lateral da mandíbula, tal como os mamíferos

herbívoros, mas aparentemente ausente noutros saurópodes. A textura do esmalte em *Camarasaurus* é complexa, constituída por cristas interligadas, permitindo uma moagem mais eficiente (Calvo 1994). Os dentes de *Euhelopus* assemelham-se aos dentes de *Camarasaurus* (Salakka *et al.* 2014).

Os titanosauriformes basais, em particular os braquiosaurídeos e os primeiros membros de Somphospondyli, têm dentes em forma de cone a cinzel comprimido (**Fig. II 12c**) que se caracterizam pelo aumento relativo da sua longitude apicobasal, e pela aquisição de um pedúnculo e ápice labiolingualmente comprimido (e.g., Calvo 1994; Salakka *et al.* 2014; Mannion *et al.* 2017). Este tipo de dentes pode apresentar uma marcada torsão do ápice em dentes maxilares ou denticulos em dentes mais distais, sinapomorfias de Brachiosauridae (e.g., Janesch 1936; Chure *et al.* 2010; Mannion *et al.* 2017). A presença de ápices pontiagudos poderia ajudar na perfuração da vegetação mais rija (e.g., Calvo 1994; Salakka *et al.* 2014).

Finalmente, e não considerada no presente estudo, a morfologia dentária em forma de lápis (**Fig. II 12d**) que caracteriza os clados Titanosauria e Diplodocoidea (e.g., Calvo 1994; Mocho *et al.* 2017a) destaca-se pela presença de uma coroa cilíndrica a subcilíndrica e lingualmente comprimida (e.g., Salakka *et al.* 2014; Mocho *et al.* 2017a). Em algumas espécies de diplodocinos a textura do esmalte é marcada por cristas retas e sulcos pouco profundos (e.g., Sereno *et al.* 2007; Whitlock 2011; Mocho *et al.* 2017a). Alguns euhelopodídeos adquiriram dentes em forma de lápis (e.g., D'Emic *et al.* 2013), o que indica que houve uma forte pressão evolutiva para o desenvolvimento de dentes estreitos em forma de lápis em distintos grupos e de forma convergente durante o Cretácico. Esta pressão pode ter sido causada por uma mudança na vegetação e pela ocupação, por parte de alguns grupos de somphospondilos não-titanossáurios, dos nichos ecológicos deixados pelos membros de Diplodocoidea após a sua extinção no Cretácico Inferior e início do Cretácico Superior (Salakka *et al.* 2014). Durante o Cretácico Superior apenas existiam saurópodes com dentes em forma de lápis, independentemente da localização geográfica (Salakka *et al.* 2014). A evolução na morfologia dentária durante o Cretácico dever-se-á às alterações dos recursos alimentares disponíveis, como, por exemplo, o surgimento das angiospérmicas (Upchurch *et al.* 2004; Salakka *et al.* 2014).

Os dinossáurios, tal como outros grupos de animais, são caracterizados pela múltipla perda e crescimento de dentes ao longo da vida, fator que contribui para o seu abundante registo fóssil (e.g., Calvo 1994; Chure *et al.* 2010; Salakka *et al.* 2014; Mocho *et al.* 2017a). Dentes sem raiz correspondem a dentes que caíram em vida, sendo substituídos por um novo dente. Nos saurópodes, o processo de substituição dentária era relativamente importante devido ao elevado desgaste que os dentes poderiam alcançar devido ao seu tipo de alimentação (Calvo 1994; Salakka *et al.* 2014).

As facetas de desgaste nos dentes (**Fig. II 13**) resultam do contacto dente a dente ou do contacto do dente com o alimento. Devido aos diferentes mecanismos de alimentação, o desgaste resultante é variado (Calvo 1994). No caso de Turiasauria e Camarasauridae, as facetas de desgaste ocorrem preferencialmente no lado mesial e distal da coroa, devido ao contacto dente a dente resultando numa faceta em forma de “V” (e.g., Calvo 1994; Salakka *et al.* 2014; Wiersma & Sander 2017; Mocho *et al.* 2017a; Royo-Torres *et al.* 2021). No caso de Brachiosauridae, com dentes do tipo cone a cinzel comprimido, as facetas de desgaste ocorrem na superfície do ápice com um ângulo moderado e uma faceta de desgaste em “V”, não existindo um contacto completo entres as fiadas de dentes superior e inferior como em *Camarasaurus* ou

Losillasaurus (e.g., Calvo 1994; Salakka *et al.* 2014; Wiersma & Sander 2017; Mocho *et al.* 2017a). No caso de Titanosauria ou Diplodocoidea, os seus dentes em forma de lápis caracterizam-se por facetas de desgaste ovais e apresentam ângulos elevados relativamente à horizontal (e.g., Sereno *et al.* 2007; Salakka *et al.* 2014; Mocho *et al.* 2017a).

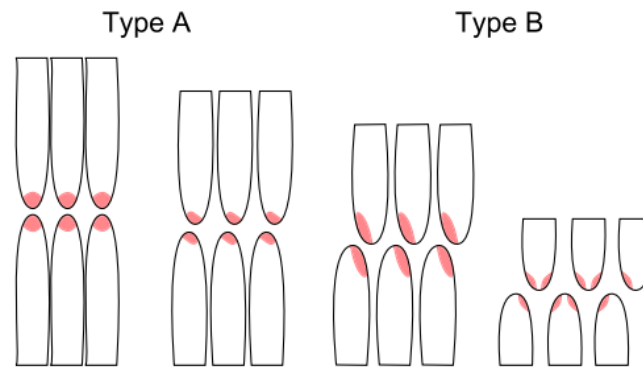


Figura II 13 - Dois tipos de facetas de desgaste nos dentes de saurópodes: facetas apicais versus facetas em forma de “V”. Tipo A, faceta de desgaste na superfície do ápice da coroa comum em Diplodocoidea e Titanosauria; e Tipo B, faceta de desgaste na margem distal e mesial da coroa comum em saurópodes não diplodocóides e não titanossáurios, como Turiasauria, Mamenchisauridae, Brachiosauridae ou Camarasauridae (retirado de Wiersma & Sander 2017).

A taxa de substituição e o número de dentes de substituição nos saurópodes basais era menor que nos neosaurópodes. Por exemplo, saurópodes com morfologias de dentes mesiodistalmente mais alargados (tipo colher ou espátula) tinham geralmente uma taxa de substituição menor do que saurópodes com os dentes mais pequenos e estreitos (tipo lápis), como, por exemplo, o caso do *Camarasaurus*. Os dentes mais largos eram repostos menos vezes do que os dentes pequenos e estreitos de *Diplodocus* (e.g., D’Emic *et al.* 2013b; Salakka *et al.* 2014). Diferentes taxas de substituição poderiam ser uma resposta a distintos tipos de desgaste em função do tipo de planta ingerida (Calvo 1994; Salakka *et al.* 2014). A substituição dentária acontecia através de períodos oscilatórios, ao longo das mandíbulas. Em consequência, os diferentes dentes funcionais encontravam-se em distintas fases do ciclo de substituição e com diferentes níveis de desgaste (**Fig. II 14**). Diferentes fases de desenvolvimento dos dentes estariam assim presentes na fila de dentes de um mesmo indivíduo. Cada dente funcional tem o seu próprio conjunto de dentes de substituição. O desenvolvimento de dentes de substituição e a forma como estão organizados na mandíbula superior e inferior difere entre os diferentes taxa (Salakka *et al.* 2014).

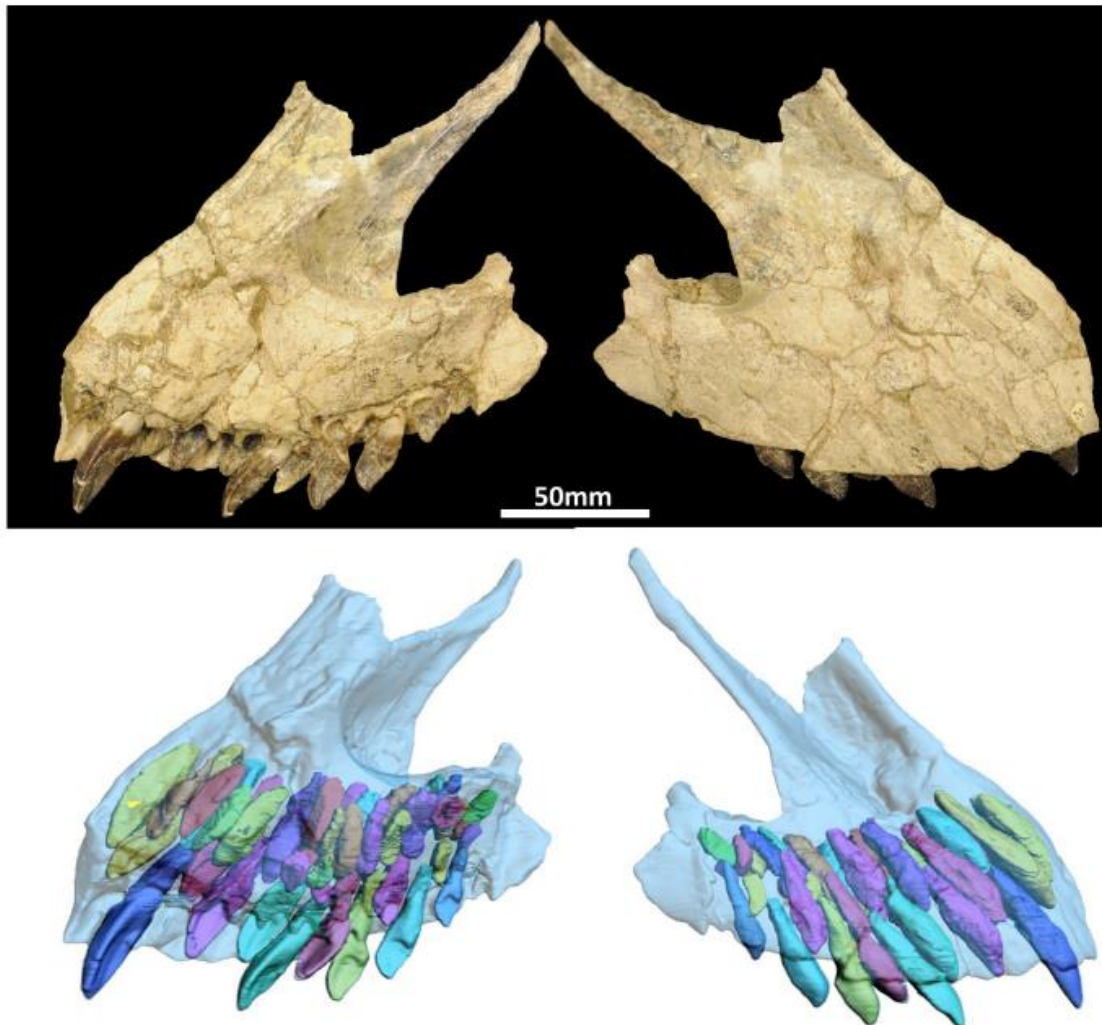


Figura II 14 - Dentes de substituição na premaxila e maxila direita de *Euhelopus zdanskyi* e respetiva tomografia computadorizada (retirado de Salakka *et al.* 2014).

II.III. Aplicação da Morfometria Multivariada no estudo de dentes de dinossáurios

A morfometria multivariada tem sido amplamente utilizada no estudo de dentes de dinossáurios, em particular, de dinossáurios terópodes. Em seguida, comentaremos de forma sucinta os trabalhos realizados por Smith *et al.* (2005); Samman *et al.* (2005); Larson & Currie (2013); Hendrickx & Mateus (2014); Hendrickx *et al.* (2015); Serrano-Martínez *et al.* (2016); Strickson *et al.* (2016); Malafaia *et al.* (2017) e Mateus & Estraviz-López (2022).

Smith *et al.* (2005) publicaram um importante estudo sobre a morfologia dentária e a sua variação em dinossáurios terópodes, discutindo as implicações na identificação taxonómica de dentes isolados. Segundo estes autores, a abundância de dentes no registo fóssil é uma consequência da sua resistência à erosão por serem constituídos por esmalte, mantendo assim a sua informação anatómica completa ou parcialmente intacta. Neste estudo foi demonstrado que a aplicação de novas técnicas, como a morfometria multivariada, pode constituir uma importante fonte de informação e permite potencializar o abundante registo em dentes isolados. A sua correta atribuição sistemática permitiu melhorar a compreensão sobre a composição das faunas de

dinossáurios e melhor reconstruir as biotas do Mesozoico e Cenozoico. Esta técnica permitiu identificar dentes isolados de terópodes, tendo os autores definido oito variáveis morfométricas (**Fig. II 15**) em dentes de dinossáurios terópodes (Smith *et al.* 2005).

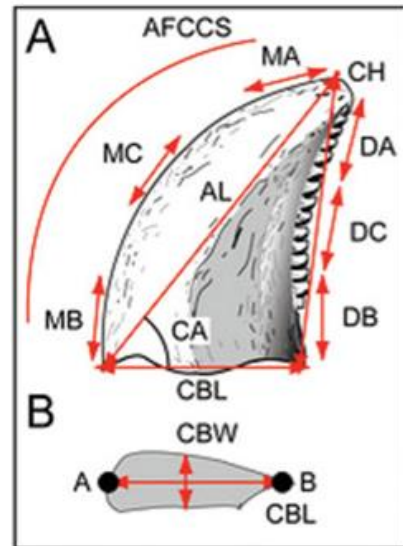


Figura II 15 - Definição das oito variáveis morfométricas utilizadas por Smith e co-autores (retirado de Smith *et al.* 2005).

A análise de componentes principais (**Fig. II 16**) (*Principal Components Analyses*, PCA) e a análise discriminante linear (*Discriminant Function Analysis*, DFA) conduzidas por Smith *et al.* (2005) com 20 espécies e oito variáveis produziu oito funções e delineou os morfo-espacos dentários ocupados pelas taxa incluídas de acordo com as variáveis usadas; mais de 97% das espécies foram classificadas corretamente. Os resultados indicam que as variáveis e os métodos utilizados no estudo permitem classificar corretamente dentes isolados.

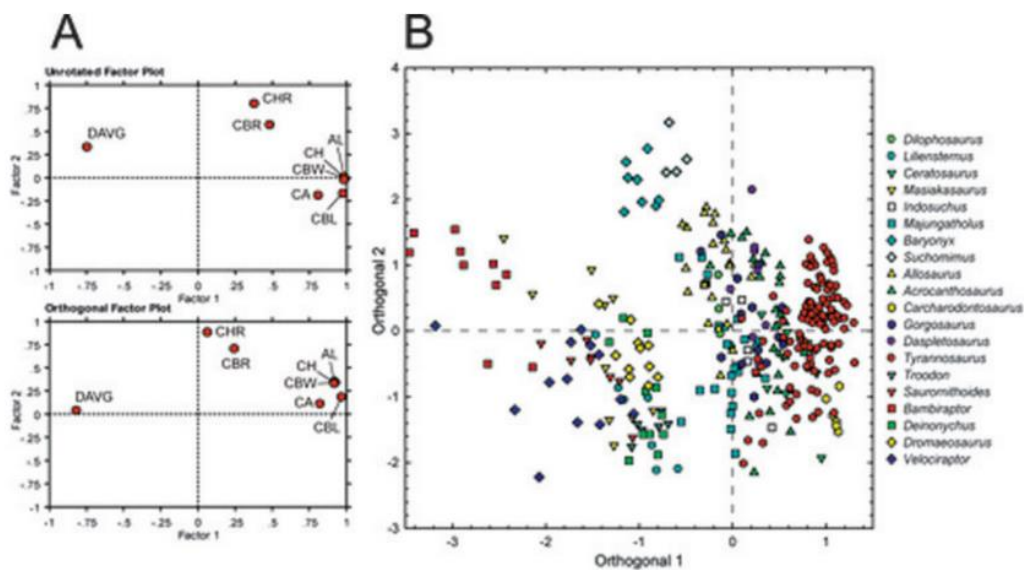


Figura II 16 - Gráfico dos resultados da PCA com 20 taxas de terópodes, usando as variáveis morfométricas (retirado de Smith *et al.* 2005).

Posteriormente, vários estudos têm aplicado a morfometria multivariada para estudo de dentes de terópode, replicando a metodologia de Smith *et al.* (2005), atualizando e

estendendo a base de dados utilizada (e.g., Hendrickx & Mateus 2014; Hendrickx *et al.* 2015). Por exemplo, Hendrickx & Mateus (2014) realizaram uma análise cladística e de morfometria multivariada em quatro dentes de terópodes da Formação Lourinhã, utilizando uma versão estendida da base de dados de Smith *et al.* (2005) e com resultados relevantes sobre a composição das faunas de terópodes do Jurássico Superior de Portugal. Estes demonstraram que as amostras de dois dentes isolados (ML 327 e ML 966) pertenciam a um membro do grupo Abelisauridae representando o primeiro registo deste clado na Laurásia e o primeiro registo de abelisaurídeos no Kimmeridgiano-Tithoniano.

No trabalho de Hendrickx *et al.* (2015) sobre a dentição de terópodes de megalosaurídeos a morfometria multivariada permitiu novamente atribuir dentes isolados a determinados grupos de terópodes. Neste estudo a análise de funções discriminantes (**Fig. II 17**) (DFA) demonstrou ser uma ferramenta promissora ao facilitar a identificação taxonómica de dentes isolados. Neste estudo, foram analisados 995 dentes pertencentes a 62 espécies de 19 grupos principais de terópodes (base de dados três vezes superior à utilizada por Smith *et al.* 2005). A análise morfométrica efetuada demonstrou que a maioria dos dentes analisados se distribui nos morfoespaços correspondentes aos grupos principais de terópodes. A ocupação dos morfoespaços de cada táxon é determinada pelo tamanho do dente e o número de denticulos na carena (Hendrickx *et al.* 2015). Esta análise classificou 70% dos exemplares corretamente.

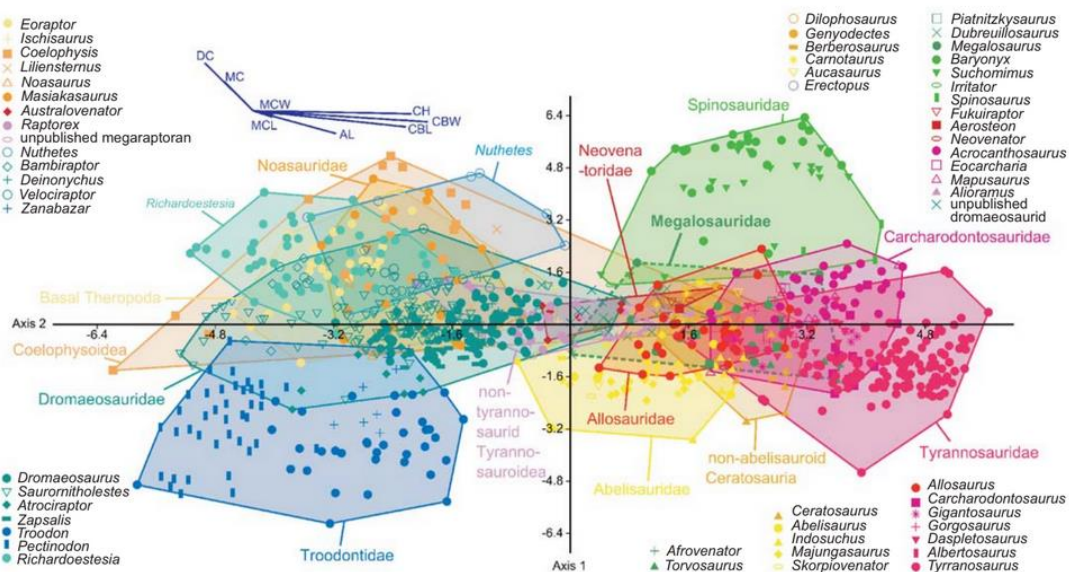


Figura II 17 - Gráfico dos resultados da DFA dos 995 dentes pertencentes a 62 táxons de terópodes e 19 grupos principais (retirado de Hendrickx *et al.* 2015).

Sucessivos trabalhos permitiram classificar numerosos dentes de terópodes isolados em várias regiões e formações geológicas. Alguns destes trabalhos têm importantes implicações na história evolutiva e paleobiologia de determinados grupos. Por exemplo, no trabalho de Serrano-Martínez *et al.* (2016), em que se estudaram quatro dentes isolados de terópodes encontrados no Jurássico Médio de Níger, os autores realizaram uma análise morfométrica comparativa com a base de dados de Hendrickx *et al.* (2015). À semelhança de Hendrickx *et al.* (2015), os diferentes taxa foram agrupados principalmente pelas suas semelhanças em tamanho, forma e denticulação na carena. Foi também realizada uma análise de funções discriminantes (**Fig. II 18**) (DFA) para determinar diferenças significativas entre os vários géneros padrão, em conjunto com a análise de componentes principais (PCA). Esta análise permitiu definir

os morfo-espacos dentários de vários grupos de terópodes, como, por exemplo, Megalosauridae, Allosauridae e Ceratosauria.

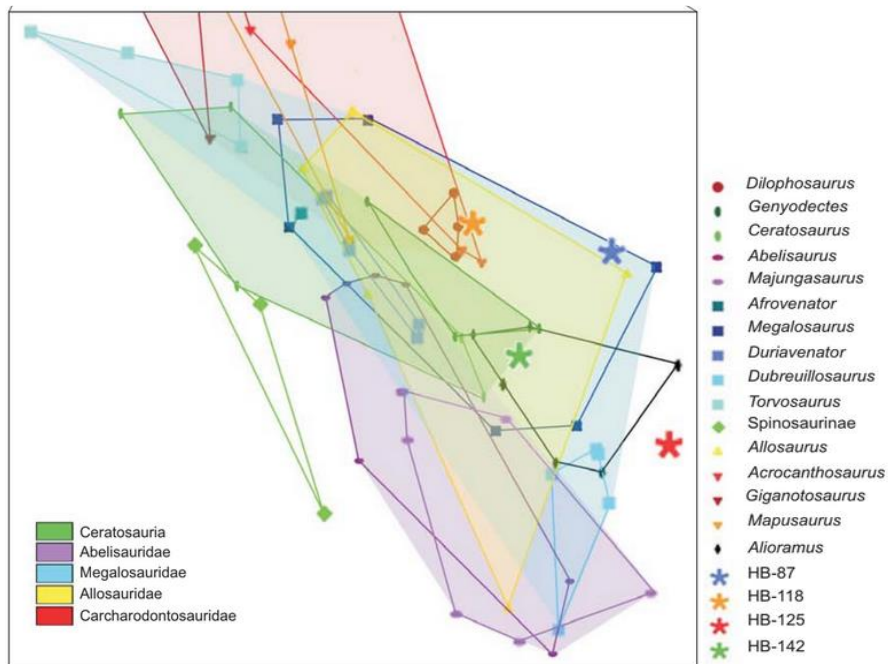


Figura II 18 - Gráfico dos resultados da DFA demonstrando os morfo-espacos ocupados pelos dentes de terópodes (retirado de Serrano-Martínez *et al.* 2016).

Estas análises de PCA e DFA foram complementadas por uma análise de *clusters* (**Fig. II 19**) que permitiu analisar as semelhanças existentes entre os dentes em estudo. Três dos quatro dentes em estudo apresentam fortes semelhanças com os dentes de megalossáurios e um com dentes de terópodes espinossáurios. Os três primeiros dentes partilham o mesmo nodo, sugerindo que pertencem a uma mesma espécie. Em conclusão, as várias análises efetuadas sugerem que três dentes pertencem provavelmente a *Afrovenator* e o outro dente a um membro primitivo do grupo Spinosauridae.

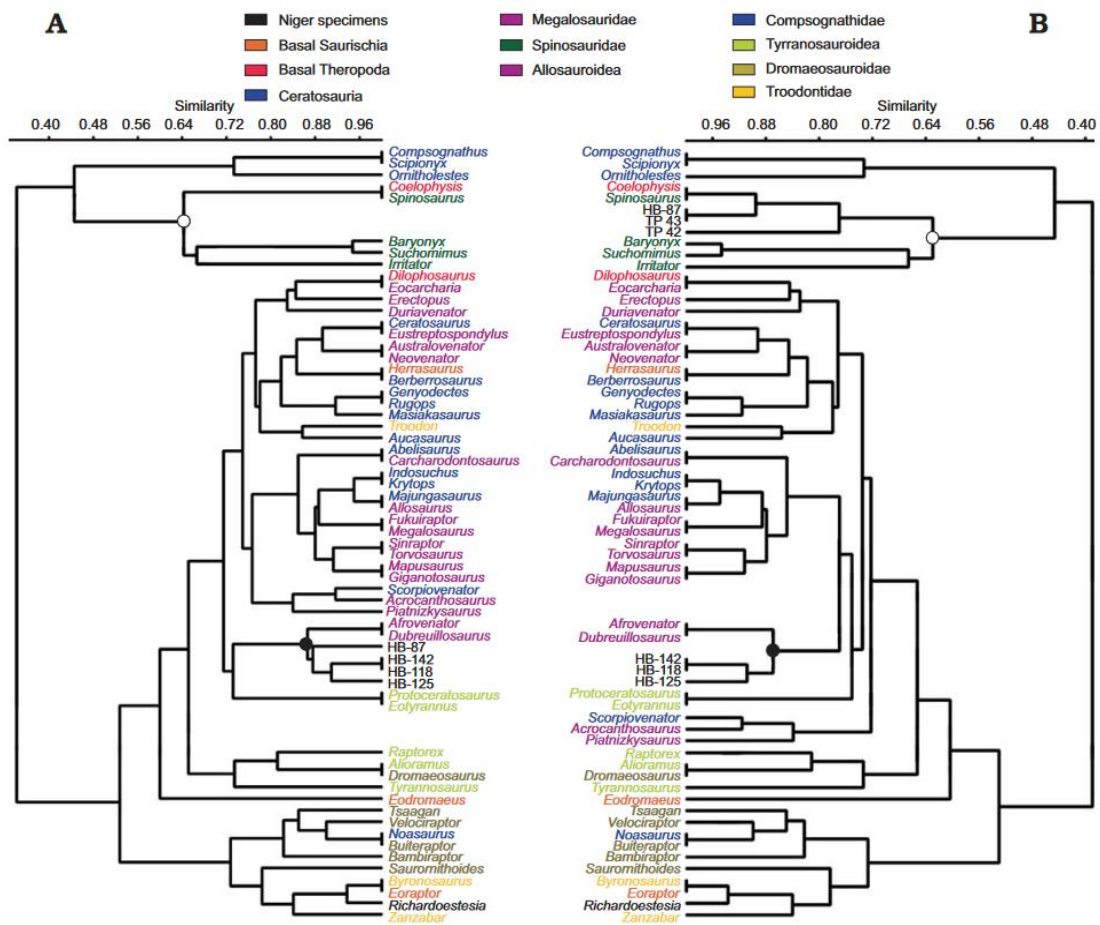


Figura II 19 - Dendrograma obtido através da análise de *clusters* realizada para dentes isolados de terópodes do Jurássico Médio de Níger (retirado de Serrano-Martínez *et al.* 2016).

No âmbito do Jurássico Superior português, para além dos trabalhos de Hendrickx & Mateus (2014) e Hendrickx *et al.* (2015), Malafaia *et al.* (2017) desenvolveram uma detalhada análise sobre diversidade de dinossáurios terópodes através da aplicação de morfometria multivariada numa vasta amostra proveniente dos depósitos do Grupo Lourinhã da Bacia Lusitânica. Neste estudo foram descritos no total 118 dentes isolados de terópodes. Estes foram agrupados em 17 morfotipos baseados na sua morfologia e, posteriormente, foi realizada uma análise de componentes principais (**Fig. II 20**) (PCA) para testar a individualização dos diferentes morfotipos, uma análise de funções discriminantes (DFA) para atribuir os morfotipos a um determinado táxon e uma análise cladística dos morfotipos. A análise multivariante das amostras de dentes isolados obteve resultados considerados robustos para os morfotipos de maior tamanho, mas a classificação para os dentes de pequenas dimensões revelou-se mais difícil, podendo representar espécies de menores dimensões ou formas juvenis (Malafaia *et al.* 2017). Este estudo apoia a hipótese de uma relação próxima entre as faunas do Jurássico Superior de Portugal e as de terópodes da Formação Morrison na América do Norte, identificando semelhanças com grupos de dentes isolados descritos no Jurássico Superior da Europa, especialmente em Espanha e na Alemanha, e também com dentes isolados de terópodes descritos na Formação Tendaguru na Tanzânia, também do Jurássico Superior.

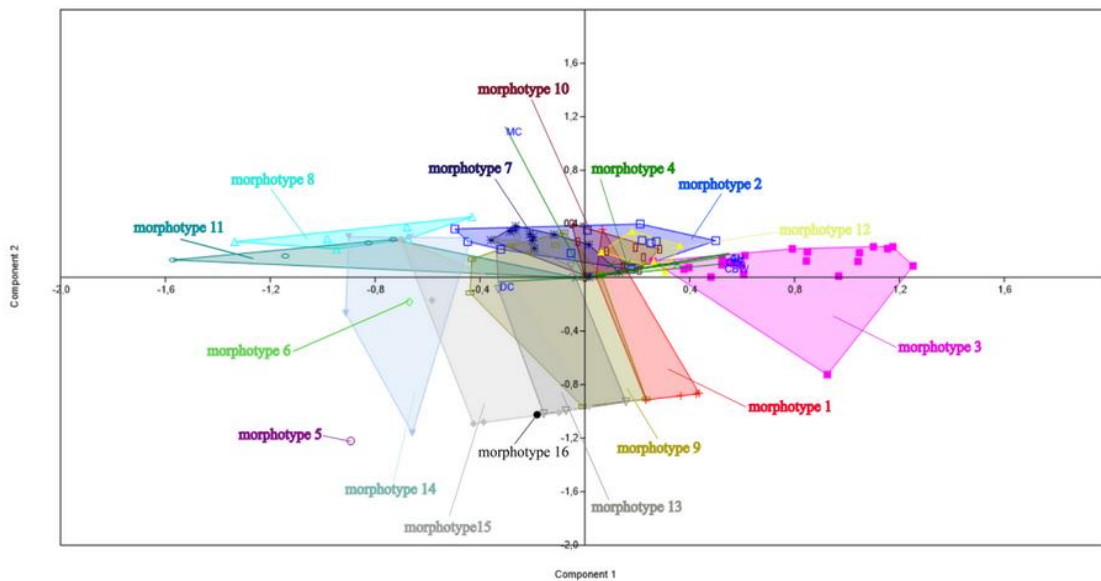


Figura II 20 - Gráfico dos resultados da PCA mostrando os morfo-espacos ocupados pelos diferentes morfotipos definidos através de uma amostra de dentes de terópodes do Jurássico Superior de Portugal (retirado de Malafaia *et al.* 2017).

Samman *et al.* (2005) usaram a análise multivariada (PCA e DFA) para classificarem dentes isolados de tiranossaurídeos da América do Norte a nível específico. A análise demonstrou a contribuição dos dentículos na variância dos resultados. A DFA não foi bem-sucedido em atribuir dentes isolados de *Tyrannosaurus rex* a esta espécie, mas conseguiu identificar eficazmente dentes de *Albertosaurus*, *Daspletosaurus* e *Gorgosaurus* a um nível estatisticamente aceitável.

Larson & Currie (2013) analisaram 1183 dentes de pequenos terópodes da América do Norte de idade Santoniano-Maastrichtiano (Cretácico Superior), usando a estatística multivariada como a análise de variáveis canónicas (CVA) combinada com a análise de funções discriminantes (DFA) e a análise multivariada de variância para avaliar a diversidade taxonómica ao longo do tempo e determinar se as mudanças nas associações podem ser quantificáveis no registo fóssil para este grupo. Estes métodos permitiram avaliar com precisão a diversidade específica e as mudanças ao longo do tempo, assim como os padrões de evolução e extinção nestes grupos, mesmo sem o material esquelético completo.

Mateus & Estraviz-López (2022) estudaram um novo espinossaurídeo do Cretácico Inferior da Formação Papo Seco em Sesimbra (Portugal), *Iberospinus natarioi*. Neste estudo realizaram-se análises de componentes principais (PCA) de forma a compreender as afinidades morfológicas de alguns dentes isolados em estudo, atribuídos a este táxon ou cf. Spinosaurinae, com outros grupos de terópodes. Os autores introduziram mais de 80 dentes de espinossaurídeos na base de dados para comparação. As análises de morfometria multivariada, incluindo outros elementos anatómicos, sugerem que *Iberospinus natarioi* teria uma ecologia semelhante à esperada para espinossaurídeos basais.

Noutros trabalhos como o de Strickson *et al.* (2016), os autores estudaram a evolução dentária nos dinossáurios ornitópodes através de análises multivariadas como a análise de componentes principais (PCA) e a análise de disparidade. Os resultados deste estudo confirmaram a importância da morfologia dentária e a evolução dentária de Hadrosauridae. A análise multivariada demonstrou existir uma mudança na

ocupação do morfo-espaço e taxas evolutivas ao longo da história evolutiva de Hadrosauridae.

III. Materiais e Métodos

A metodologia utilizada neste trabalho teve como propósito a criação de uma base de dados morfométricos de dentes de dinossáurios saurópodes com o objetivo de analisar as diferentes morfologias dentárias e delimitar os morfo-espacos pertencentes a diferentes grupos de saurópodes (a distintos níveis taxonómicos), de modo a quantificar e classificar a variabilidade dos mesmos. Posteriormente, será discutido o seu valor taxonómico, e a adequação desta ferramenta como base de apoio na classificação sistemática de dentes isolados em dinossáurios saurópodes. A metodologia utilizada será explicada de forma detalhada, e está dividida nas seguintes secções: (III.I.) Amostragem; (III.II) Definição de variáveis morfométricas; e (III.III) Aplicação da Estatística Multivariada.

A base de dados (Anexo I) está organizada por taxa e respetivos exemplares, com a sua posição discriminada sempre que possível (maxilar, pré-maxilar e dentário), o seu grau desgaste e as 13 variáveis consideradas neste estudo.

III.I. Amostragem

Os dentes de saurópodes foram medidos através da bibliografia existente, bem como do registo fotográfico efetuado sobre amostras de dentes depositadas em vários museus: American Museum of Natural History (AMNH, EUA); Brigham Young University, Museum of Paleontology (BYU, EUA); Conjunto Paleontológico de Teruel, Dinópolis (CPT, Espanha); Evolutionsmuseet Paleontologi, University of Uppsala (PMU, Suécia); Museu Geológico (MG, Portugal); Museum für Naturkunde (MB.R., Alemanha); Natural History Museum (NHMUK, UK); Sociedade de História Natural (SHN, Portugal); Utah Museum of Natural History (UMNH, EUA); e Yale Peabody Museum (YPM, EUA). Neste estudo foram só considerados dentes em forma de colher (*spoon-shaped*), de espátula (*spatula-shaped*) e de cone a cinzel comprimido (*compressed cone-chisel-shaped*). Os taxa selecionados para esta análise abrangem um vasto leque de formas referidas a saurópodes não-Diplodocoidea e não-Titanosauria. Esta amostragem inclui membros de Camarasauridae, Turiasauria, Mamenchisauridae, Brachiosauridae e Somphospondyli (incluindo Euhelopodidae). Os taxa selecionados encontram-se na **Tabela III 1**, acompanhados de informação relativa à localidade, idade e autor/fonte. No total, a nossa base de dados contém 466 exemplares.

Adicionalmente, foram incluídos exemplares em nomenclatura aberta, em particular numerosos dentes do Jurássico Superior Português. Muitos destes exemplares foram atribuídos de forma tentativa a Turiasauria indet. e Macronaria indet. (espécimes SHN e MG). Outros exemplares, identificados com nomenclatura aberta, foram incorporados neste estudo e atribuídos a Sauropoda indet., Eusauropoda indet., Mamenchisauridae indet., Euhelopodidae indet., Titanosauriformes indet., Brachiosauridae indet., Somphospondyli indet., Titanosauria indet., Lithostrotia indet., *Oplosaurus* sp., *Euhelopus* sp., *Camarasaurus* sp., *Caulodon* sp., *Pelorosaurus* sp., *Cetiosaurus* sp. e *Lapparentosaurus* sp.

Camarasauridae é um dos grupos mais bem representados na presente amostragem, contabilizando um total de 132 exemplares. Este é um dos grupos de saurópodes mais

abundantes e comuns na Formação Morrison dos EUA contendo vários exemplares bem preservados e completos ou parcialmente completos (e.g., Osborn & Mook 1921; Gilmore 1925; Ostrom & McIntosh 1966; McIntosh *et al.* 1996a, 1996b; Ikejiri 2005; Tschopp *et al.* 2015; Woodruff & Foster 2017). Os dentes em forma de lápis não foram introduzidos neste estudo devido à dificuldade de medir as variáveis morfométricas neste tipo de exemplares. Por exemplo, o ápice é difícil de distinguir da base, comprometendo a medição de todas as variáveis que estão dependentes dos pontos que definem a base do ápice. Adicionalmente, a morfologia original do ápice é ainda fortemente afetada pelo desgaste quando presente.

Na presente base de dados considerámos alguns exemplares atualmente referidos como *nomem dubium* “*Asiatosaurus mongoliensis*”, “*Cardiodon rugulosus*”, “*Neosodon praecursor*”, “*Pelorosaurus brevis*” e “*Pleurocoelus valdensis*”.

Tabela III 1 - Espécies incluídas na base de dados do presente estudo.

Taxonomia	Localidade	Idade	Autor
<i>Abydosaurus</i>	Estados Unidos da América	Cretácico Inferior	Chure <i>et al.</i> (2010)
<i>A. mcintoshi</i>			
<i>Amygdalodon</i>	Argentina	Jurássico Médio	Cabrera (1947)
<i>A. patagonicus</i>			
<i>Asiatosaurus</i>	Mongólia e China	Cretácico Inferior	Osborn (1924)
“ <i>A. mongoliensis</i> ”			
<i>Atlasaurus</i>	Marrocos	Jurássico Médio (Bathoniano - Calloviano)	Monbaron, Russell & Taquet (1999)
<i>A. imelaki</i>			
<i>Bagualia</i>	Argentina	Jurássico Inferior	Pol <i>et al.</i> (2020)
<i>B. alba</i>			
<i>Barapasaurus</i>	Índia	Jurássico Inferior	Jain <i>et al.</i> (1975)
<i>B. tagorei</i>			
<i>Bellusaurus</i>	China	Jurássico Médio	Dong (1990)
<i>B. sui</i>			
<i>Camarasaurus</i>	Estados Unidos da América	Jurássico Superior (Kimmeridgiano - Tithoniano)	Cope (1877)
<i>C. supremus</i>			Marsh (1877)
<i>C. grandis</i>			Marsh (1889)
<i>C. lentus</i>			Jensen (1988)
<i>C. lewisi</i>			
“ <i>Cardiodon</i> ”	Inglaterra	Jurássico Médio (Bathoniano)	Owen (1844)
“ <i>C. rugulosus</i> ”			
<i>Cetiosauriscus</i>	Inglaterra	Jurássico Médio (Calloviano)	Charig (1980)
<i>C. leedsii</i>			
<i>Cetiosaurus</i>	Inglaterra e Marrocos	Jurássico Médio (Bajociano - Bathoniano)	Owen (1841)
<i>C. oxoniensis</i>			Phillips (1871)

<i>Diamantinasaurus</i>	Austrália	Cretácico Superior	Hocknull <i>et al.</i> (2009)
<i>D. matildae</i>			
<i>Euhelopus</i>	China	Cretácico Inferior (Berriasiano - Valanginiano)	Wiman (1921)
<i>E. zdanskyi</i>			
<i>Fukuititan</i>	Japão	Cretácico Inferior	Azuma & Shibata (2010)
<i>F. nipponensis</i>			
<i>Giraffatitan</i>	Tanzânia	Jurássico Superior (Kimmeridgiano - Tithoniano)	Paul (1988)
<i>G. brancai</i>			Janensch (1914)
<i>Huabeisaurus</i>	China	Cretácico Superior (Cenomaniano - Maastrichtiano)	Pang & Cheng (2000)
<i>H. allocotus</i>			
<i>Lapparentosaurus</i>	Madagáscar	Jurássico Médio (Bajociano - Bathoniano)	Lydekker (1895)
<i>L. madagascariensis</i>			
<i>Losillaurus</i>	Espanha	Jurássico Superior - Cretácico Inferior (Kimmeridgiano - Berriasiano)	Casanovas, Santafé & Sanz (2001)
<i>L. giganteus</i>			
<i>Mamenchisaurus</i>	China	Jurássico Superior - Cretácico Inferior	Young (1954)
<i>M. hochuanensis</i>			Young & Chao (1972)
<i>M. sinocanadorum</i>			Russell & Zheng (1993)
<i>M. youngi</i>			Pi, Ouyang & Ye (1996)
<i>M. fuxiensis</i>			Hou, Chao & Chu (1976)
<i>Mierasaurus</i>	Estados Unidos da América	Cretácico Inferior	Royo-Torres <i>et al.</i> (2017)
<i>M. bobyoungi</i>			
<i>Moabosaurus</i>	Estados Unidos da América	Cretácico Inferior	Britt <i>et al.</i> (2017)
<i>M. utahensis</i>			
<i>Narindasaurus</i>	Madagáscar	Jurássico Médio (Bathoniano)	Royo-Torres <i>et al.</i> (2020)
<i>N. thevenini</i>			
“ <i>Neosodon</i> ”	França	Jurássico Superior (Tithoniano)	Moussaye (1885)
“ <i>N. praecursor</i> ”			
<i>Omeisaurus</i>	China	Jurássico Médio (Bathoniano - Calloviano)	Young (1939)
<i>O. tianfuensis</i>			He, Li, Cai & Chu (1984)
<i>Oplosaurus</i>	Inglaterra	Cretácico Inferior (Barremiano)	Gervais (1852)
<i>O. armatus</i>			
“ <i>Pelorosaurus</i> ”	Inglaterra e Portugal	Cretácico Inferior	Mantell (1850)
“ <i>P. brevis</i> ”			
“ <i>Pleurocoelus</i> ”	Inglaterra e Portugal	Cretácico Inferior (Hauteriviano - Barremiano)	Lydekker (1889)
“ <i>P. valdensis</i> ”			

<i>Sarmientosaurus</i>	Argentina	Cretácico Superior (Cenomaniano - Turoniano)	Martínez <i>et al.</i> (2016)
<i>S. musacchioi</i>			
<i>Shunosaurus</i>	China	Jurássico Superior (Oxfordiano)	Dong <i>et al.</i> (1983)
<i>S. lii</i>			
<i>Soriatitan</i>	Espanha	Cretácico Inferior (Hauteriviano - Barremiano)	Royo-Torres <i>et al.</i> (2017)
<i>S. golmayensis</i>			
<i>Spinophorosaurus</i>	Níger	Jurássico Médio	Remes <i>et al.</i> (2009)
<i>S. nigerensis</i>			
<i>Tazoudasaurus</i>	Marrocos	Jurássico Inferior (Toarciano)	Allain <i>et al.</i> (2004)
<i>T. naimi</i>			
<i>Turiasaurus</i>	Espanha	Jurássico Superior (Kimmeridgiano - Tithoniano)	Royo-Torres <i>et al.</i> (2006)
<i>T. riodevensi</i>			
<i>Vouivria</i>	França	Jurássico Superior (Oxfordiano)	Mannion, Allain & Moine (2017)
<i>V. damparisensis</i>			
<i>Yongjinglong</i>	China	Cretácico Inferior	Li <i>et al.</i> (2014)
<i>Y. datangi</i>			
<i>Zby</i>	Portugal	Jurássico Superior (Kimmeridgiano - Tithoniano)	Mateus <i>et al.</i> (2014)
<i>Z. atlanticus</i>			

III.II. Definição de variáveis morfométricas

Foram definidas 13 variáveis morfométricas (**Fig. III 1**). Estas variáveis foram estabelecidas com base na amostra existente, assim como nas variáveis morfométricas historicamente consideradas como relevantes na descrição da morfologia dentária em saurópodes e com possível valor taxonómico, como, por exemplo, o *slenderness index* [o SI é a razão entre a variável longitude apicobasal da coroa (LAB) e longitude mesiodistal máxima da coroa (LMAM)] e a expansão labiolingual da coroa.

Para estabelecer as variáveis em análise, foram considerados os protocolos definidos por Smith *et al.* (2005) e Hendrickx *et al.* (2015). Estes consistem em analisar dentes “*in situ*” em posição (isto é, dentes localizados nos maxilares, premaxilares e dentários) e dentes isolados e definir as variáveis morfométricas na coroa do dente (a raiz não é considerada por esta possuir poucos pontos homólogos). Dez variáveis foram definidas em vista labial, incluindo a: longitude apicobasal da coroa (LAB) à longitude total da margem mesial do ápice (LM); e ângulo entre a linha que une o ápice com a margem mesiobasal da coroa em relação com a horizontal (A). Uma variável foi definida em vista mesial, a longitude labiolingual na base da coroa (LLL). Incluíram-se ainda variáveis que contabilizam o número de dentículos na carena mesial (NDM) e número de dentículos na carena distal (NDD), carácter morfológico geralmente está presente em alguns eusaurópodes e saurópodes basais. A variável SI é a razão entre a longitude apicobasal da coroa e a longitude mesiodistal máxima da coroa definida por Upchurch (1998). As variáveis definidas estão representadas na **Tabela III 2**.

Tabela III 2 - Definição das 13 variáveis morfométricas analisadas neste estudo.

Siglas	Variáveis morfométricas
LAB	Longitude apicobasal da coroa
LMAM	Longitude mesiodistal máxima da coroa (linha horizontal)
LMAC	Longitude mesiodistal da base da coroa
LMAA	Longitude mesiodistal na base do ápice (une os 2 pontos de flexão entre a base a base da coroa e o ápice na margem mesial e distal)
LABC	Longitude apicobasal da base da coroa (medido no ponto mais basal do ápice)
LABA	Longitude apicobasal do ápice (medido no ponto mais basal do ápice)
LD	Longitude total da margem distal do ápice
LM	Longitude total da margem mesial do ápice
LLL	Longitude labiolingual na base da coroa
A	Ângulo entre a linha que une o ápice com a margem mesiobasal da coroa em relação com a horizontal (°)
NDM	Número de dentículos na carena mesial
NDD	Número de dentículos na carena distal
SI	<i>Slenderness Index</i> (SI, é a divisão da variável LAB pela variável LMAM)

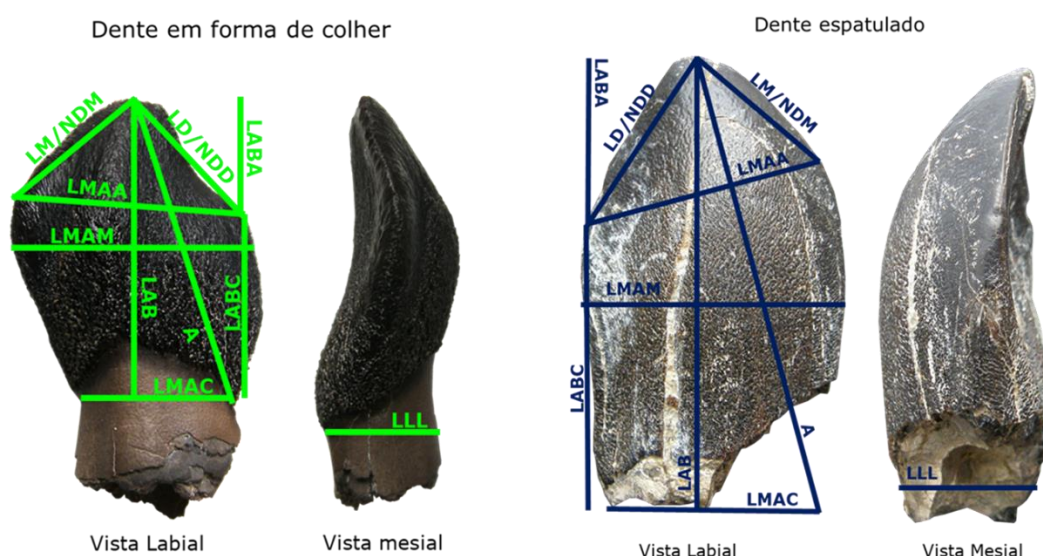


Figura III 1 – Variáveis morfométricas estabelecidas no presente estudo identificadas num dente em forma de colher (à esquerda) e espátula (à direita): **LAB** - longitude apicobasal da coroa; **LMAM** - longitude mesiodistal máxima da coroa; **LMAC** - longitude mesiodistal da base da coroa; **LMAA** - longitude mesiodistal na base do ápice; **LABC** - longitude apicobasal da base da coroa; **LABA** - longitude apicobasal do ápice; **LD** - longitude total da margem distal do ápice; **LM** - longitude total da margem mesial do ápice; **LLL** - longitude labiolingual na base da

coroa; **A** - ângulo entre a linha que une o ápice com a margem mesiobasal da coroa em relação com a horizontal; **NDM** - número de dentículos na carena mesial; e **NDD** - número de dentículos na carena distal.

A maioria das variáveis morfométricas definidas foram medidas na vista labial como demonstrado na **Fig. III 1**. No caso de não existirem vistas labiais disponíveis, a vista lingual foi utilizada para proceder à medição. O desgaste nos dentes também foi considerado neste estudo, de forma a poder avaliar o seu impacto nos resultados obtidos. Neste sentido, foi atribuída uma escala consoante o grau de desgaste verificado (**Fig. III 2**), com base em Mocho *et al.* (2016). O desgaste foi classificado como: 1- desgaste ausente ou baixo, 2 - desgaste moderado e 3 - desgaste elevado.



Figura III 2 - Grau de desgaste em dentes de saurópodes: 1 - desgaste ausente ou baixo; 2 - desgaste moderado e 3 - desgaste elevado.

As imagens foram medidas em *ImageJ*. Estas medidas foram realizadas numa escala milimétrica e com base na observação pessoal, sendo estes resultados apresentados no **Anexo I**. Esta base de dados foi previamente transformada em valores de logaritmos (de base 10+1) para posteriormente ser analisada no *software* estatístico, esta transformação pretende refletir uma melhor distribuição dos dados de modo a obter melhores resultados (e.g., Larson & Currie 2013; Hendrickx *et al.* 2015).

III.III. Análises de Morfometria Multivariada

A morfometria multivariada abrange a quantificação e comparação de múltiplas variáveis (Blackith & Reyment 1971). O seu objetivo é identificar padrões de variação, semelhanças e diferenças na forma e tamanho dos elementos a analisar, sendo uma ferramenta que ajuda a compreender a diversidade das espécies e a revelar as potenciais correlações entre a morfologia e fatores ecológicos.

De forma a analisar a morfologia de dentes de saurópodes, em particular dos taxa com morfologias de dentes do tipo colher, espátula, e cone a cinzel comprimido, foram utilizadas distintas análises de morfometria multivariada: (i) análise de componentes principais (PCA); (ii) análise de funções discriminantes lineares (DFA); (iii) e análise de *clusters*. As análises de estatística multivariada foram efetuadas no *software Past 4.12b* (Hammer *et al.* 2001).

Análise de Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais (PCA - *Principal Component Analysis*) é um procedimento que consiste em encontrar variáveis hipotéticas (componentes) que representam grande parte da variância possível num conjunto de dados multidimensional. Os dados com maior variância são o primeiro componente (PC1) e assim sucessivamente até aos dados com menor variância (PC2, PC3, etc.) (Hammer *et al.* 2001).

A PCA é um método padrão para reduzir a dimensionalidade de dados morfométricos e/ou ecológicos. A PCA encontra os autovalores e autovetores da matriz de variância-covariância ou da correlação da matriz. Os autovalores, dão uma medida da variância contabilizada pelos autovetores (componentes) correspondentes e são exibidos juntamente com as percentagens de variação explicadas por cada um desses componentes (Hammer *et al.* 2001). Os objetivos gerais da PCA são (1) redução de dados e (2) interpretação. A PCA muitas vezes revela relações que não eram evidentes previamente, permitindo assim obter informações que eram difíceis de obter a partir da mera observação dos dados disponíveis (Johnson & Wichern 2007).

A PCA tem sido comumente aplicada na paleontologia para estudar o dimorfismo sexual (e.g., dimorfismo sexual em ostracodos, amonites ou trilobites, Blackith & Reyment 1971); ou testar a individualização de diferentes morfotipos e classificação taxonómica (e.g., estudo de dentes de dinossáurios terópodes, Malafaia *et al.* 2017). As análises de PCA foram aplicadas no nosso estudo para analisar a distribuição dos diferentes exemplares de dentes de saurópode no morfo-espaço e verificar quais variáveis morfométricas que explicam a variabilidade existente na nossa base de dados.

Análise de Funções Discriminantes

A Análise de Funções Discriminantes (DFA - *Discriminant Function Analysis*) é uma análise estatística que permite avaliar a possível separação dos exemplares em estudo entre grupos hipotéticos (por exemplo, espécies). Dados dois conjuntos de dados multivariados, é construído um eixo que maximiza as diferenças entre os conjuntos (Hammer *et al.* 2001). A DFA agrupa as amostras que são morfometricamente mais próximas num determinado grupo e num dado conjunto de dados, este conceito de proximidade demonstra que as funções discriminantes são de particular utilidade na morfometria (Blackith & Reyment 1971).

A DFA tem sido utilizada em paleontologia para distinguir espécies morfometricamente semelhantes; estudar as mudanças morfológicas numa espécie durante um certo período de tempo (por exemplo, estudar a variação morfológica da carapaça de um ostracodo para tentar identificar possíveis influências ambientais na morfologia da concha, Blackith & Reyment 1971); discriminar morfotipos e atribuir os dentes isolados a grupos conhecidos (Smith *et al.* 2005; Hendrickx *et al.* 2015; Serrano-Martínez *et al.* 2016; Malafaia *et al.* 2017). A DFA é aplicada neste estudo para diferenciar os morfo-espaços dentários em dinossáurios saurópodes, em particular para Camarasauridae, Turiasauria, Brachiosauridae, Mamenchiosauridae e Somphospondyli. Adicionalmente, analisa-se o potencial da DFA como ferramenta para classificar dentes isolados de saurópodes a distintos níveis taxonómicos.

Análise de *clusters*

A análise de *clusters* é uma técnica que permite agrupar com base em semelhanças ou diferenças. As entradas necessárias são medidas de semelhanças ou dados a partir dos quais as semelhanças podem ser calculadas. O objetivo da análise de *clusters* é descobrir agrupamentos naturais dos exemplares (ou variáveis) (Johnson & Wichern 2007). O agrupamento por *clusters* reúne num *cluster* indivíduos ou grupos que estão associados de acordo com as suas semelhanças, o qual é então considerado diferenciado de outras associações/agrupamentos distintos (Blackith & Reyment 1971).

Os *clusters* em paleontologia são usados para agrupar exemplares com maior semelhança entre si, como, por exemplo, na análise morfométrica de dentes de terópodes, na qual o dendrograma pode agrupar dentes de taxa mais semelhantes entre si num nodo (Serreno-Martínez *et al.* 2016). O *cluster* é usado na nossa análise para identificar grupos taxonómicos naturais e obter informação relativa à sistemática dos dentes isolados em estudo.

IV. Resultados

Neste capítulo apresentamos os resultados obtidos através das várias análises realizadas. De forma a verificar a qualidade dos nossos dados, em particular, o impacto que determinados exemplares (e.g., dentes significativamente incompletos) e determinadas variáveis morfométricas poderiam ter nos resultados finais, foram estabelecidos vários cenários. Para estes cenários repetiu-se a metodologia das análises de PCA (IV.I), DFA (IV.II) e *clusters* (IV.III). Estes cenários foram estabelecidos de forma a poder responder aos objetivos e hipóteses formuladas:

Cenário 1 - Utilizou-se a amostragem completa com todos os exemplares incluídos, independentemente da percentagem de variáveis em falta e do seu grau de desgaste, num total de 466 exemplares. Neste cenário foram consideradas as 13 variáveis morfométricas, e realizou-se uma análise de PCA e DFA.

Cenário 2 - Excluíram-se as amostras com seis ou mais variáveis em falta, i.e., todos os exemplares em que a informação em falta corresponde a mais de 50% da informação disponível. Foram ainda eliminados os exemplares com um desgaste de nível 2 ou 3 (com base nos níveis de desgaste estabelecidos em Mocho *et al.* 2016). Esta nova versão da base de dados inclui 293 exemplares, para a qual se realizaram análises de PCA, DFA e *Clusters*.

Cenário 3 - No terceiro cenário foi realizada uma nova DFA, onde se atribuíram as distintas espécies de Camarasauridae, Turiasauria e *Bellusaurus sui* a grupos individualizados, de forma a poder detetar e caracterizar a variabilidade morfológica entre diferentes espécies e/ou géneros e testar a viabilidade desta metodologia como ferramenta de classificação sistemática a um nível genérico e/ou específico.

No *software Past4.12b* foram definidos grupos atribuindo-lhes um número e cor respetiva, de forma a facilitar a visualização dos resultados (ver **Tabela IV 1**). Foram criados 15 grupos para o Cenário 1 e 2, de acordo com a sua sistemática e, em alguns casos, de acordo com morfotipos previamente estabelecidos. No Cenário 3, foram estabelecidos 25 grupos, de modo a comparar e diferenciar as diferentes espécies de Camarasauridae, Turiasauria e *Bellusaurus sui*.

As análises realizadas para o Cenário 1 e 2 têm como principal objetivo o estudo da variabilidade morfológica dos dentes para os grandes grupos de saurópodes (excluindo os grupos com dentes em forma de lápis), bem como proceder à sua classificação. O Cenário 3 foi elaborado de forma a compreender a utilidade da morfometria multivariada no estudo da variabilidade da morfologia dos dentes e sua classificação a nível genérico e/ou específico, em particular para dois grupos amplamente representados no Jurássico Superior da Península Ibérica, Turiasauria e Camarasauridae, com numerosos exemplares isolados encontrados (e.g., Royo-Torres *et al.* 2006, 2021; Royo-Torres & Upchurch 2012; Mocho *et al.* 2014, 2016, 2017a, 2017b); e, tentativamente, melhor compreender a sua relação com as formas representadas no Jurássico Superior da Formação Morrison (EUA).

Vários dentes descritos por Bindellini *et al.* (2019) provenientes do Jurássico Médio de Madagáscar foram considerados. Bindellini *et al.* (2019) estabeleceu vários morfotipos (Morfotipos J1 a J7) com base nas suas características morfológicas. Estes diferentes

morfortipos foram considerados como grupos individualizados neste estudo, de forma a estudar a sua distribuição no morfo-espço, bem como as suas possíveis afinidades sistemáticas. As variáveis NDM (número de dentículos na carena mesial) e NDD (número de dentículos na carena distal) foram excluídas nas análises de PCA, visto que estas afetavam de forma significativa o padrão de distribuição dos vários exemplares considerados e, conseqüentemente, a sua visualização.

Tabela IV 1 - Atribuição dos grupos analisados neste estudo; * considerados em Turiasauria no cenário 1 e 2; ** considerados em Eusauropoda no cenário 1 e 2; *** considerados em Camarasauridae no cenário 1 e 2.

Nº. dos grupos	Cores	Grupos	Cenários	
1	Navy	Turiasauria	1 e 2	3
2	Orange	Macronários não-titanossauriformes		
3	Crimson	Brachiosauridae		
4	Gold	Saurópodes não-neosaurópodes e não-turiassáurios		
5	Green	Mamenchisauridae		
6	Gray	Somphospondyli		
7	Aqua	Camarasauridae		
8	Lime	Titanosauriformes indet.		
9	Purple	Morfotipo J1		
10	Salmon	Morfotipo J2		
11	Fuchsia	Morfotipo J3		
12	Lightpink	Morfotipo J4		
13	Chocolate	Morfotipo J5		
14	Brown	Morfotipo J6		
15	Plum	Morfotipo J7		
16	Cornflowerblue	<i>Losillasaurus giganteus</i> *	-	
17	Darkcyan	<i>Turiasaurus riodevensis</i> *		
18	Blue	<i>Mierasaurus bobyongi</i> *		
19	Royalblue	<i>Moabosaurus utahensis</i> *		
20	Goldenrod	<i>Bellusaurus sui</i> **		
21	Aquamarine	<i>Camarasaurus lentus</i> ***		
22	Lightblue	<i>Camarasaurus</i> sp. (SMA 0002)***		
23	Deepskyblue	<i>Camarasaurus grandis</i> ***		
24	Teal	<i>Camarasaurus supremus</i> ***		
25	Steelblue	Turiasauria indet. de Angeac (França)*		

IV.I. Análise de Componentes Principais (PCA)

PCA – Cenário 1

A PCA (**Fig. IV 1**) agrupa as amostras ao longo dos dois eixos de componentes principais. O autovalor do componente principal 1 é 0,219, o que corresponde a uma variância de 76,38%, e o autovalor do componente principal 2 é 0,021, o que

corresponde a uma variância de 7,50%. Os valores de variância dos seguintes componentes são: 7,08% para o PC3; 2,85% para o PC4; 1,61% para o PC5; 1,38% para o PC6; 1,23% para o PC7; 0,79% para o PC8; 0,69% para o PC9; 0,34% para o PC10 e 0,11% para o PC11. O total da variância do PC1 e PC2 é 83,88%. No **Anexo II** é possível encontrar mais informações sobre a PCA realizada para o cenário 1, que inclui o sumário (Anexo II.I), “loadings” (Anexo II.II), “loadings plot” do PC1 (Anexo II.III) e PC2 (Anexo II.IV) e “scree plot” (Anexo II.V).

O primeiro componente principal (PC1) é o autovetor que explica a variância mais significativa nos dados, representando a direção no espaço de características ao longo da qual os dados variam mais. Isto corresponde à combinação linear das variáveis que têm a maior variância, reduzindo o conjunto de dados numa representação unidimensional.

O segundo componente principal (PC2) é o autovetor que explica a segunda variação mais significativa nos dados, e é perpendicular ao primeiro componente principal, ou seja, representa uma direção diferente do primeiro componente principal ao longo da qual os dados mostram a maior variação. O segundo componente principal indica informações adicionais que não estavam indicadas no primeiro componente principal, sendo que a combinação dos dois componentes cria uma representação bidimensional do conjunto de dados.

No “loadings plot” obtido é possível verificar que as variáveis que melhor explicam o PC1 (Anexo II.III) (correlacionadas positivamente) são a longitude mesiodistal na base do ápice (LMAA), longitude mesiodistal máxima da coroa (LMAM), longitude total da margem mesial do ápice (LM), longitude total da margem distal do ápice (LD), longitude apicobasal do ápice (LABA), longitude apicobasal da coroa (LAB), longitude mesiodistal da base da coroa (LMAC), longitude apicobasal da base da coroa (LABC) e longitude labiolingual na base da coroa (LLL). Relativamente, ao PC2 (Anexo II.IV), as variáveis que explicam esta componente são: longitude apicobasal da base da coroa (LABC); longitude apicobasal da coroa (LAB); longitude mesiodistal da base da coroa (LMAC) e longitude mesiodistal máxima da coroa (LMAM). O “scree plot” indica que os maiores autovalores com a maior variância ocorrem nos três primeiros componentes principais.

No “biplot” da PCA do cenário 1 as variáveis que têm maiores valores de correlação positiva são a longitude apicobasal da base da coroa (LABC), longitude apicobasal da coroa (LAB), longitude mesiodistal da base da coroa (LMAC), longitude mesiodistal máxima da coroa (LMAM) e longitude labiolingual na base da coroa (LLL). Em particular, a longitude apicobasal da base da coroa (LABC) que é a variável com maior correlação positiva, indica a importância que a altura do dente tem para explicar a variabilidade observada entre as morfologias consideradas neste estudo (morfologia de dentes em forma de colher, espátula e cone a cinzel comprimido).

Na **Figura IV 1** os exemplares atribuídos a Camarasauridae encontram-se maioritariamente distribuídos em valores positivos de PC1 e PC2, os exemplares atribuídos a Turiasauria encontram-se maioritariamente em valores negativos do PC1 e positivos do PC2. Apesar desta distribuição dos exemplares de Camarasauridae e Turiasauria ao longo do PC2, é possível observar uma forte sobreposição entre os dois grupos nas proximidades do eixo PC2. Os dentes de Turiasauria que ocupam valores mais positivos de PC2 correspondem a dentes com maior longitude apicobasal da coroa (LABC) e valores de SI mais elevados.

Os exemplares atribuídos a Somphospondyli encontram-se maioritariamente em valores negativos do PC1 e PC2. Brachiosauridae possui uma distribuição ampla

em valores negativos e positivos do PC2 e positivos do PC1, sobrepondo-se aos valores de PC1 e PC2 apresentados pelos outros grupos. Os exemplares atribuídos a Mamenchisauridae encontram-se maioritariamente em valores positivos do PC1 e PC2, com alguns dos seus exemplares distribuídos por valores negativos de PC2. Os exemplares de Mamenchisauridae possuem valores de PC1 e PC2 que se sobrepõem, em parte, aos valores apresentados por exemplares atribuídos a Somphospondyli, Titanosauriformes indet. e Brachiosauridae. Dentes com morfologias mais primitivas, agrupados em saurópodes não-neosaurópodes e não-turiassáurios, apresentam valores de PC1 e PC2 geralmente negativos.

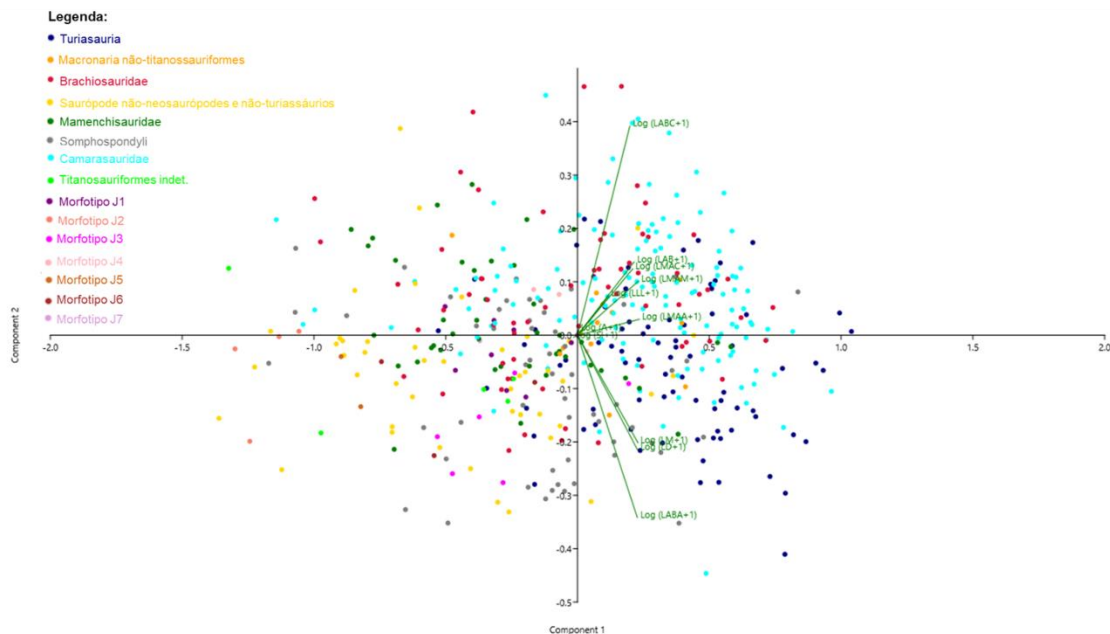


Figura IV 1 - Gráfico da PCA do cenário 1.

PCA – Cenário 2

O autovalor do componente principal 1 é 0,219, e corresponde a uma variância de 77,44%, e o autovalor do componente principal 2 é 0,023, e corresponde a uma variância de 8,46%. Os valores das variâncias dos seguintes componentes principais são: 5,64% para o PC3; 2,58% para o PC4; 1,87% para o PC5; 1,52% para o PC6; 1,16% para o PC7; 0,615 para o PC8; 0,45% para o PC9; 0,16% para o PC10 e 0,06% para o PC11. O total de variância do PC1 e PC2 é 85,9%.

No **Anexo III** poderá ser consultada diversa informação relativa a esta segunda PCA, que inclui o sumário (Anexo III.I), “loadings” (Anexo III.II), “loadings plot” do PC1 (Anexo III.III) e PC2 (Anexo III.IV) e “scree plot” (Anexo III.V). No “loadings plot” as variáveis que explicam o PC1 (Anexo III.III) são: longitude mesiodistal máxima da coroa (LMAM), longitude mesiodistal na base do ápice (LMAA), longitude total da margem mesial do ápice (LM), longitude total da margem distal do ápice (LD), longitude apicobasal do ápice (LABA), longitude apicobasal da coroa (LAB), longitude mesiodistal da base da coroa (LMAC), longitude apicobasal da base da coroa (LABC) e longitude labiolingual na base da coroa (LLL).

As variáveis que explicam o PC2 (Anexo III.IV) são a longitude apicobasal do ápice (LABA), longitude total da margem mesial do ápice (LM), longitude total da margem distal do ápice (LD) e *Slenderness Index* (SI). No “biplot” da PCA do cenário 2 as

variáveis que têm maiores valores de correlação positiva são longitude apicobasal do ápice (LABA), longitude total da margem distal do ápice (LD) e longitude total da margem mesial do ápice (LM). Este segundo componente encontra-se assim definido maioritariamente pela morfologia do ápice, da sua longitude, bem como das suas carenas. No “scree plot” o PC1, PC2 e PC3 são os que possuem maior variância.

Na **Figura IV 2** os exemplares atribuídos a Turiasauria encontram-se maioritariamente em valores positivos do PC1 e PC2 e os exemplares atribuídos a Camarasauridae encontram-se maioritariamente em valores negativos do PC1 e positivos do PC2. Contudo, vários exemplares de Camarasauridae parecem estar caracterizados por valores positivos de PC1 e negativos de PC2. Os exemplares atribuídos a Brachiosauridae e Somphospondyli encontram-se maioritariamente em valores negativos do PC1 e positivos do PC2, os exemplares atribuídos a Mamenchisauridae encontram-se maioritariamente em valores negativos a positivos do PC1 e negativos do PC2. Os dentes de saurópodes não-neosaurópodes e não-turiasáurios caracterizam-se por valores negativos de PC1 e positivos de PC2.

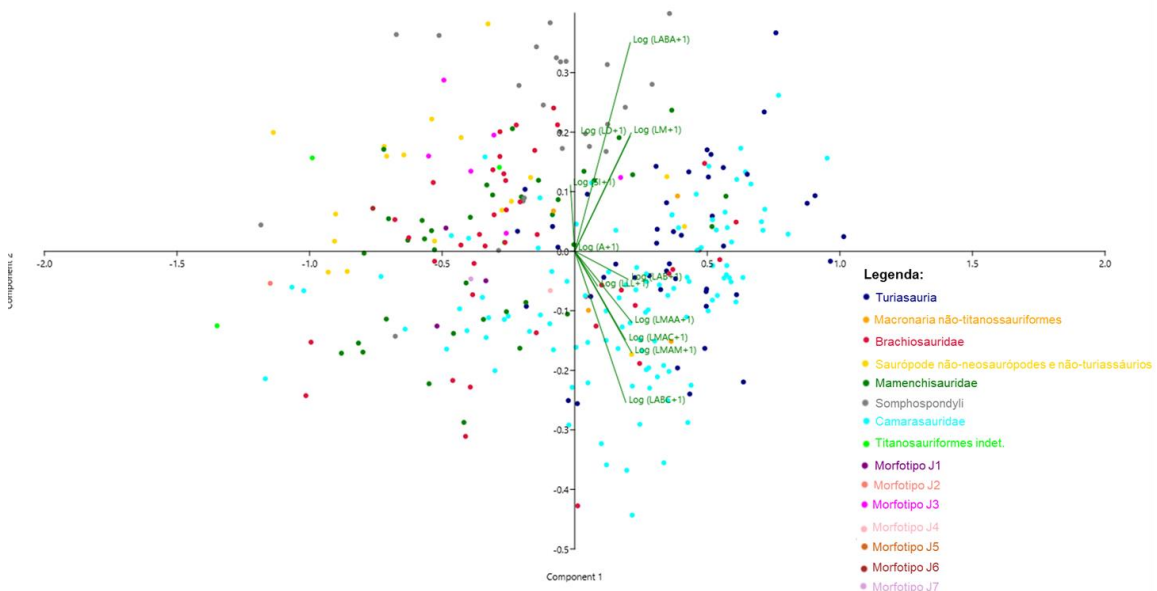


Figura IV 2 - Gráfico da PCA do cenário 2.

IV.II. Análise de Funções Discriminantes (DFA)

DFA – Cenário 1

A DFA (**Fig. IV 3**) agrupa as amostras em grupos semelhantes, o autovalor do eixo 1 é 1,887, o que corresponde a uma variância de 53,77%, e o autovalor do eixo 2 é 0,758, o que corresponde a uma variância de 22,62%. A DFA classificou corretamente 56,22% das amostras. O total dos eixos de variância 1 e 2 é 75,39%. A percentagem de variância do eixo 3 é 8,45% e do eixo 4 é 6,56%. No “biplot” da DFA do cenário 1 (Anexo IV.III) a variável com maior correlação positiva é o *Slenderness Index* (SI).

Existe uma sobreposição generalizada dos morfo-espacos dos principais grupos (nas proximidades do ponto de origem dos dois eixos), com destaque para a sobreposição de Turiasauria com Camarasauridae (valores negativos do eixo 2) e a sobreposição de Brachiosauridae, Somphospondyli e Mamenchisauridae (valores positivos do eixo 2).

Os grupos de dentes em forma de colher, em particular, os dentes em forma de coração, característicos de Turiasauria distribuem-se maioritariamente nos valores negativos do eixo 1 e do eixo 2, os grupos de dentes em forma de espátula (Camarasauridae e Mamenchisauridae) distribuem-se nos valores positivos do eixo 1 e nos valores negativos do eixo 2 para Camarasauridae e nos valores negativos do eixo 1 e positivos do eixo 2 para Mamenchisauridae. Os grupos de dentes em forma de cone a cinzel comprimido (Brachiosauridae e Somphospondyli) distribuem-se maioritariamente nos valores positivos do eixo 1 e 2.

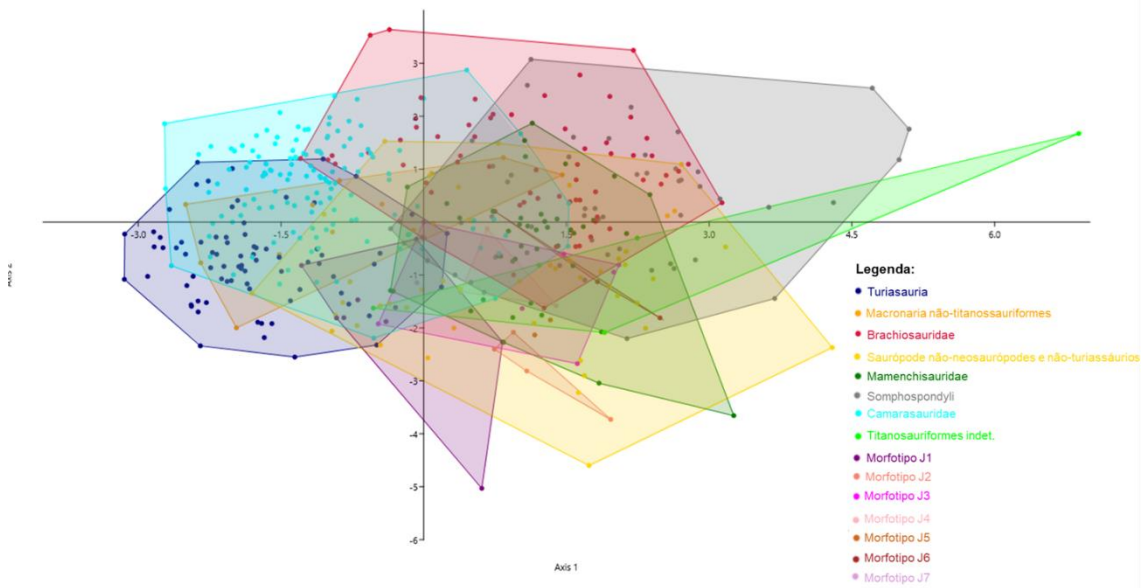


Figura IV 3 - Gráfico da DFA do cenário 1.

Tabela IV 2 – Percentagens de classificação correta no cenário 1.

Grupos	Nº de dentes classificados corretamente	Total	% corretamente identificados	% corretamente identificados por "Jackknifed"
Turiasauria	67	78	85,9	85,9
Macronaria não-titanosauriformes	8	14	57,14	35,71
Brachiosauridae	31	64	48,44	42,19
Saurópodes não-neosaurópodes e não-turiasáurios	9	46	19,57	13,04
Mamenchisauridae	17	43	39,53	37,21
Somphospondyli	28	55	50,91	47,27
Camarasauridae	81	132	61,36	61,36
Titanosauriformes indet.	2	5	40	0
Morfotipo J1	4	9	44,44	22,22
Morfotipo J2	4	4	100	75
Morfotipo J3	4	7	57,14	42,86
Morfotipo J4	2	3	66,67	33,33
Morfotipo J5	2	2	100	0
Morfotipo J6	2	3	66,67	0

Morfotipo J7	1	1	100	0
Total	262	466	56,22	50,86

No **Anexo IV** está representado o suplementário da DFA do cenário 1, que inclui o “loadings” (Anexo IV.I) e o “classifier” (Anexo IV.II).

DFA – Cenário 2

O autovalor do eixo 1 é 3,316, e corresponde a uma variância de 59,04%, e o autovalor do eixo 2 é 0,961, e corresponde a uma variância de 17,11%. A DFA (**Fig. IV 4**) classificou corretamente 67,92% das amostras. O total de variância dos eixos 1 e 2 é 76,15%. A percentagem de variância do eixo 3 é 9,31% e do eixo 4 é 6,98%. No **Anexo V** é possível aceder a informação suplementar, incluindo “loadings” (Anexo V.I) e “classifier” (Anexo V.II). No “biplot” da DFA do cenário 2 (Anexo V. III) as variáveis com maior correlação positiva são longitude apicobasal do ápice (LABA), longitude total da margem mesial do ápice (LM) e longitude total da margem distal do ápice (LD).

No gráfico de DFA obtido, parecem existir dois importantes núcleos de sobreposição, existindo uma separação entre alguns destes grupos. A maioria dos grupos considerados apresentam uma forte sobreposição em valores negativos do eixo 2, incluindo, Brachiosauridae, Somphospondyli, Mamenchisauridae e associação parafilética de saurópodes não-neosaurópodes e não-turiasáurios. Mamenchisauridae apresenta maioritariamente valores positivos do eixo 1 e negativos do eixo 2. Os grupos com dentes em forma de cone a cinzel comprimido (Brachiosauridae e Somphospondyli) distribuem-se maioritariamente nos valores negativos dos eixos 1 e 2 para Brachiosauridae e nos valores positivos do eixo 1 e negativos do eixo 2 para Somphospondyli. Existe uma forte sobreposição entre os morfo-espacos de Mamenchisauridae e Somphospondyli, com Somphospondyli assumindo valores do eixo 1 progressivamente mais negativos. Brachiosauridae é um dos grupos que apresenta o morfo-espaco mais abrangente e com alguns dos seus exemplares sendo caracterizados por valores do eixo 2 marcadamente baixos.

Outro dos núcleos de sobreposição observados na nossa análise localiza-se em valores positivos do eixo 1, com uma sobreposição moderada dos morfo-espacos de Turiasauria com Camarasauridae (valores positivos do eixo 2) e a sobreposição de Brachiosauridae, Mamenchisauridae e Somphospondyli (valores negativos do eixo 2).

Os grupos de dentes em forma de colher (Turiasauria) distribuem-se nos valores positivos do eixo 1 e 2, os grupos de dentes em forma de espátula (Camarasauridae e Mamenchisauridae) distribuem-se maioritariamente nos valores negativos do eixo 1 e positivos do eixo 2 para Camarasauridae.

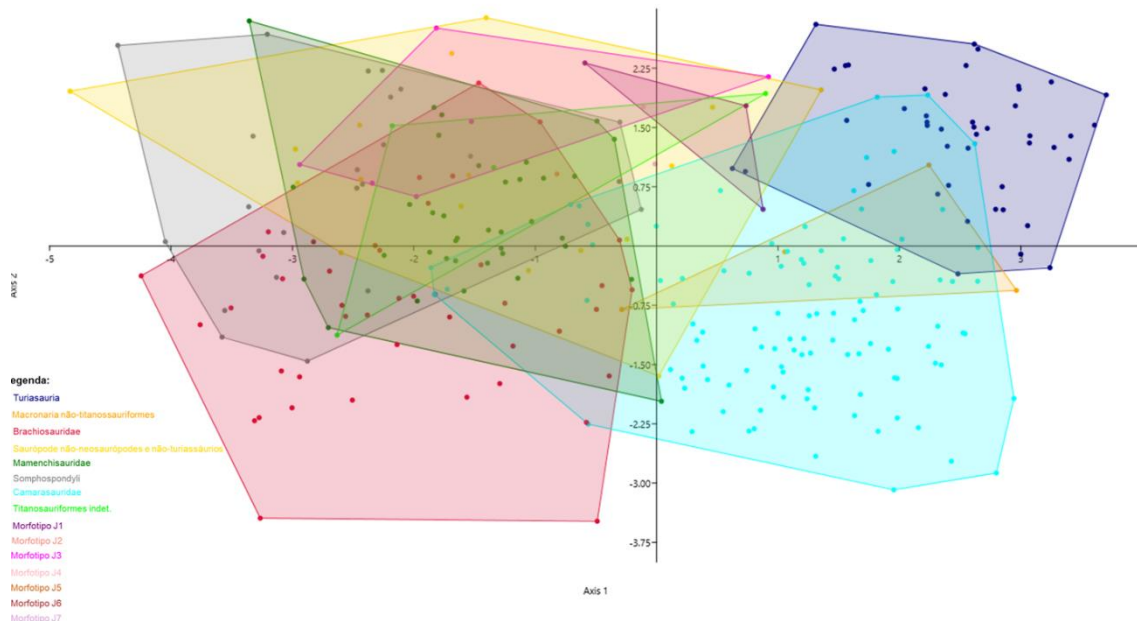


Figura IV 4 - Gráfico da DFA do cenário 2.

Tabela IV 3 – Percentagens de classificação correta no cenário 2.

Grupos	Nº de dentes classificados corretamente	Total	% corretamente identificados	% corretamente identificados por "Jackknifed"
Turiasauria	41	45	91,11	91,11
Macronaria não-titanossauriformes	2	4	50	0
Brachiosauridae	27	42	64,29	52,38
Saurópodes não-neosaurópodes e não-turiasáurios	7	18	38,89	27,78
Mamenchisauridae	20	37	54,05	51,35
Somphospondyli	17	24	70,83	66,67
Camarasauridae	73	106	68,87	66,04
Titanosauriformes indet.	1	4	25	0
Morfotipo J1	3	3	100	66,67
Morfotipo J2	1	1	100	0
Morfotipo J3	4	6	66,67	50
Morfotipo J4	1	1	100	0
Morfotipo J5	-	-	-	-
Morfotipo J6	1	1	100	0
Morfotipo J7	1	1	100	0
Total	199	293	67,92	60,75

DFA – Cenário 3

O autovalor do eixo 1 é 4,107, e corresponde a uma variância de 49,93%, e o autovalor do eixo 2 é 1,195, e corresponde a uma variância de 14,53%. A DFA (**Fig. IV 5**) classificou corretamente 57,34% das amostras. O total de variância dos eixos 1 e 2 é 64,46%. A percentagem de variância do eixo 3 é 12,49% e do eixo 4 é 7,31%. No

Anexo VI está representado o suplementário da DFA do cenário 3, que inclui o “loadings” (Anexo VI.I) e o “classifier” (Anexo VI.II). No “biplot” da DFA do cenário 3 (Anexo VI. III) as variáveis com maior correlação positiva são a longitude apicobasal do ápice (LABA), longitude total da margem mesial do ápice (LM) e longitude total da margem distal do ápice (LD).

As distintas espécies de *Camarasaurus* analisadas ocupam os mesmos morfo-espacos, sobrepondo-se maioritariamente, em valores negativos do eixo 1 e positivos do eixo 2. Algumas das espécies possuem morfo-espacos relativamente amplos, mas não parece existir uma diferenciação clara entre os diversos morfo-espacos. Os exemplares portugueses em forma de espátula (inseridos no grupo de macronários não-titanossauriformes) apresentam um morfo-espaco que se sobrepõe em grande parte ao morfo-espaco das distintas espécies de *Camarasaurus*.

As distintas espécies de Turiasauria analisadas ocupam os mesmos morfo-espacos, em valores positivos dos eixos 1 e 2, com alguns desvios observados para os turiassáurios do Cretácico Inferior da América do Norte. No caso de *Mierasaurus bobyongi*, este partilha parcialmente o seu morfo-espaco com *Camarasaurus*, devido à distribuição de dois exemplares que se localizam nas proximidades do ponto de origem do eixo 1 e eixo 2. O morfo-espaco de *Moabosaurus utahensis* possui valores próximos de zero no eixo 1. Os exemplares portugueses em forma de colher atribuídos de forma tentativa a Turiasauria indet. por Mocho *et al.* (2016) e inseridos no grupo Turiasauria ocupam um morfo-espaco semelhante aos morfo-espacos ocupados pelas várias espécies de Turiasauria do Jurássico Superior da Península Ibérica. O turiassáurio de Angeac, do Cretácico Inferior de França, apresenta um morfo-espaco ligeiramente sobreposto às espécies jurássicas, mas com valores do eixo 2 próximas de 0, e valores mais positivos do eixo 1.

Os dentes de *Bellusaurus sui* distribuem-se nos valores positivos do eixo 1 e negativos do eixo 2, sobrepondo-se aos morfo-espacos de Mamenchisauridae, Brachiosauridae e Somphospondyli. O morfo-espaco de *Bellusaurus sui* diferencia-se claramente dos morfo-espacos ocupados pelas distintas espécies de Camarasauridae e outros macronários indeterminados.

Os grupos de dentes em forma de colher (em particular os dentes com forma de coração atribuíveis ao clado Turiasauria) distribuem-se nos valores positivos do eixo 1 e 2, os grupos de dentes em forma de espátula (Camarauridae e Mamenchisauridae) distribuem-se nos valores negativos do eixo 1 e positivos do eixo 2 para Camarasauridae e nos valores positivos do eixo 1 e negativos do eixo 2 para Mamenchisauridae. Os grupos de dentes em forma de cone a cinzel comprimido (Brachiosauridae e Somphospondyli) distribuem-se maioritariamente nos valores negativos dos eixos 1 e 2 para Brachiosauridae e nos valores positivos do eixo 1 e negativos do eixo 2 para Somphospondyli.

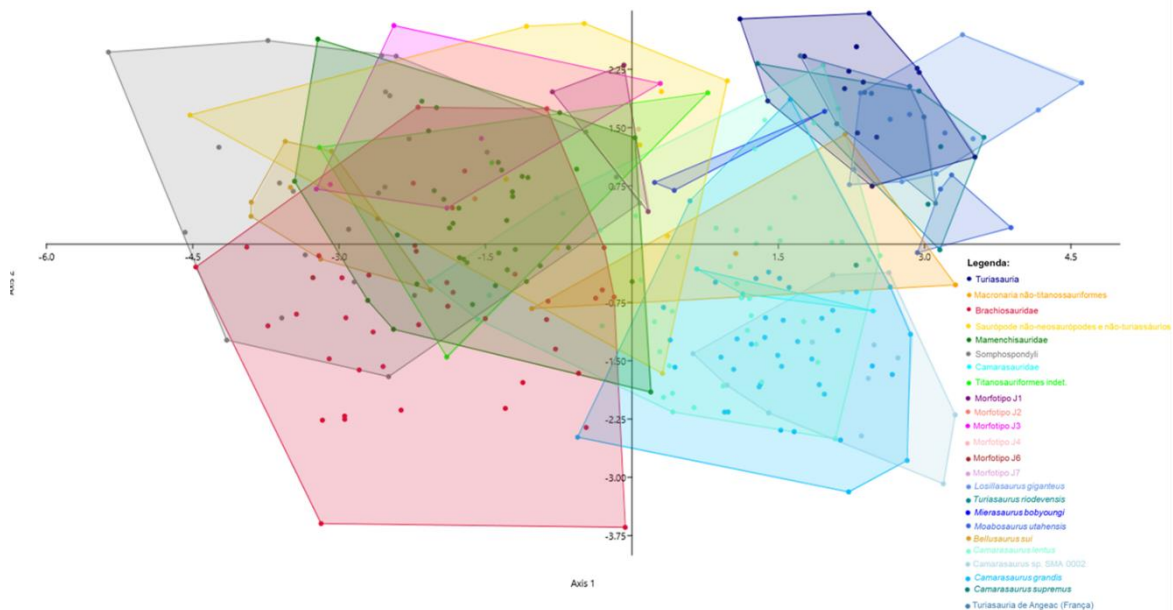


Figura IV 5 - Gráfico da DFA do cenário 3, com a separação de Turiasauria e Camarasauridae nas suas distintas espécies, bem como a inclusão de *Bellusaurus sui* como grupo individualizado.

Tabela IV 4 – Percentagens de classificação correta no cenário 3.

Grupos	Nº de dentes classificados corretamente	Total	% corretamente identificados	% corretamente identificados por "Jackknifed"
Turiasauria	10	14	71,43	42,86
Macronaria não-titanosauriformes	1	4	25	0
Brachiosauridae	23	42	54,76	45,24
Saurópodes não-neosaurópodes e não-turiassáurios	1	10	10	0
Mamenchisauridae	21	37	56,76	48,65
Somphospondyli	16	24	66,67	62,5
Camarasauridae	1	3	33,33	0
Titanosauriformes indet.	1	4	25	0
Morfotipo J1	3	3	100	66,67
Morfotipo J2	1	1	100	0
Morfotipo J3	4	6	66,67	50
Morfotipo J4	1	1	100	0
Morfotipo J5	-	-	-	-
Morfotipo J6	1	1	100	0
Morfotipo J7	1	1	100	0
<i>Losillasaurus giganteus</i>	10	12	83,33	75
<i>Turiasaurus riodevensis</i>	3	5	60	60
<i>Mierasaurus bobyoungi</i>	2	3	66,67	33,33
<i>Moabosaurus utahensis</i>	4	4	100	75
<i>Bellusaurus sui</i>	8	8	100	87,5
<i>Camarasaurus lentus</i>	17	46	36,96	34,78
<i>Camarasaurus</i> sp. (SMA 0002)	13	13	100	100

<i>Camarasaurus grandis</i>	20	42	47,62	42,86
<i>Camarasaurus supremus</i>	2	2	100	0
Turiasauria indet. de Angeac (França)	4	7	57,14	0
Total	168	293	57,34	45,39

IV.III. Análise de *Clusters*

A análise de *clusters* no cenário 1 não foi possível realizar-se devido ao volume de informação em falta para as variáveis morfométricas consideradas em vários dos dentes amostrados. A análise de *clusters* foi realizada sobre a base de dados reduzida, sem os dentes com mais de 50% das suas variáveis morfométricas em falta e com a remoção de todos os dentes com elevado desgaste (níveis 2 ou 3 sensu Mocho *et al.* 2016).

O *cluster* agrupa as amostras de acordo com os dados com maiores semelhanças entre si, ajudando a identificar padrões que poderão refletir, eventualmente, agrupações com valor taxonómico. Na **Figura IV 6 e IV 7** é possível identificar dois grandes grupos distintos: (i) um grupo que parece agrupar a maioria dos exemplares atribuídos a Camarasauridae e Turiasauria (na parte inferior do dendrograma); e (ii) um segundo grupo que inclui a maioria dos exemplares referidos a Mamenchisauridae, Somphospondyli, Brachiosauridae e a saurópodes não-neosaurópodes e não-turiassáurios (na parte superior do dendrograma).

Esta distribuição parece marcar uma tendência de semelhança entre os clados com dentes em forma de cone a cinzel comprimido (Brachiosauridae e Somphospondyli) (**Fig. IV 6**, nodo X) e os clados com dentes em forma de colher do tipo coração (Turiasauria) e espátula (Camarasauridae) (**Fig. IV 7**, nodo Y). Os dentes, do clado Mamenchisauridae, que possuem uma forma em espátula, agrupam-se maioritariamente com os dentes em forma de cone a cinzel comprimido (**Fig. IV 6**). O nodo X da **Figura IV 6** agrupa em geral exemplares dentes com elevado SI (>3.0), característicos de Somphospondyli, Brachiosauridae e Mamenchisauridae. O nodo Y da **Figura IV 7** agrupa dentes com baixos valores SI (<3), que caracterizam os dentes de Turiasauria e Camarasauridae.

Os dentes em forma de colher do Jurássico Superior de Portugal depositados nas coleções da SHN (em azul-escuro) estão agrupados no nodo Y da **Figura IV 7**, apresentando fortes semelhanças com os dentes Turiasauria, estando agrupados com os dentes de Turiasauria indet. de Angeac, *Turiasaurus riodevensis* e *Losillasaurus giganteus*.

Os dentes espatulados do Jurássico Superior de Portugal depositados também nas coleções da SHN (em laranja) apresentam fortes semelhanças com exemplares de Camarasauridae (ver **Figura IV 7**, inserido no nodo Y), estando agrupados com *Camarasaurus grandis*, *Camarasaurus lentus* e *Camarasaurus supremus*.

Os exemplares de *Camarasaurus supremus* agrupam-se entre si dentro do nodo Y juntamente com outros exemplares de Camarasauridae. Os exemplares de *Camarasaurus lentus* e de *Camarasaurus grandis* localizam-se maioritariamente no nodo que agrupa os dentes espatulados e de colher (nodo Y). Contudo, alguns exemplares de *Camarasaurus* parecem ter maior grau de semelhanças com os exemplares do nodo X que agrupa os dentes de Brachiosauridae, Mamenchisauridae e Somphospondyli (**Fig. IV 6**).

Todos os exemplares de *Moabosaurus utahensis* estão agrupados num mesmo *cluster* (azul-escuro; na parte superior da **Fig. IV 7**) localizados nas proximidades com alguns exemplares de Mamenchisauridae (verde; na parte inferior da **Fig. IV 6**); os exemplares de *Mierasaurus bobyongi* estão incluídos maioritariamente no nodo X (**Fig. IV 6**), agrupados com alguns exemplares de Camarasauridae. Finalmente, os exemplares de *Turiasaurus riodevensis* e *Losillasaurus giganteus* estão agrupados dentro do nodo Y (**Fig. IV 7**), agrupando-se a dentes com forma de espátula de Camarasauridae.

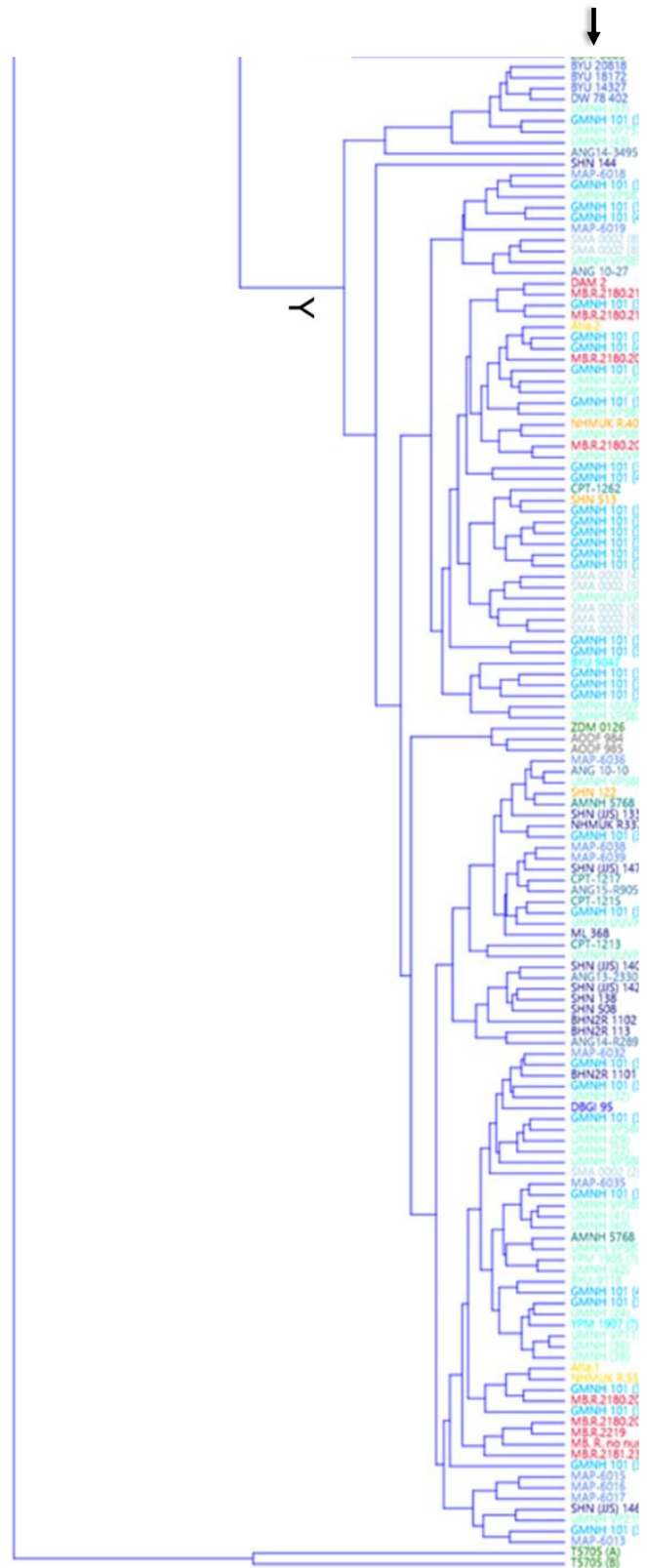


Figura IV 7 - Análise de clusters (nodo Y) (continuação).

V. Discussão

Neste capítulo serão discutidos os resultados obtidos nas análises de PCA (V.I), DFA (V.II) e de *clusters* (V.III) efetuadas nos vários cenários estabelecidos. As hipóteses definidas sobre a utilidade destas ferramentas para analisar a morfologia de dentes de saurópodes, bem como possíveis interpretações sobre a variabilidade morfológica e classificação dos dentes analisados, serão testadas.

V.I. Análise de Componentes Principais (PCA)

Na primeira análise de PCA, o PC1 e PC2 correspondem a uma variância de 83,88%, enquanto a segunda análise de PCA, os dois primeiros componentes correspondem a uma variância de 85,9%. Estas duas análises diferenciam-se pela remoção de todos os dentes com mais de 50% de informação em falta e com um desgaste acentuado. A remoção destes dentes parece induzir um ligeiro aumento da variância na soma dos dois primeiros componentes.

Nas duas análises realizadas, os resultados das PCAs demonstram que as variáveis que explicam o eixo do componente principal 1 não são afetados (PC1): longitude mesiodistal na base do ápice (LMAA), longitude mesiodistal máxima da coroa (LMAM), longitude total da margem mesial do ápice (LM), longitude total da margem distal do ápice (LD), longitude apicobasal do ápice (LABA), longitude apicobasal da coroa (LAB), longitude mesiodistal da base da coroa (LMAC), longitude apicobasal da base da coroa (LABC) e longitude labiolingual na base da coroa (LLL). Também em ambas as análises, as três variáveis com maior correlação positiva no PC1 são as mesmas: longitude mesiodistal na base do ápice (LMAA), longitude mesiodistal máxima da coroa (LMAM) e a longitude total da margem mesial do ápice (LM), evidenciando a importância da expansão mesiodistal da coroa para descrever a variabilidade existente na base de dados em estudo. Contudo, os valores de correlação positiva das outras variáveis que descrevem o PC1 são também consideráveis, sugerindo a presença de uma forte correlação positiva em quase todas as variáveis definidas para descrever a variabilidade morfológica existente na nossa amostragem. O ângulo entre a linha que une o ápice com a margem mesio basal da coroa em relação com a horizontal (A) e o SI apresentam valores baixos de correlação positiva, não parecendo ser variáveis importantes para descrever a variabilidade morfológica existente entre dentes em forma de colher, espátula e de cone a cinzel comprimido.

O segundo componente principal (PC2) na primeira análise de PCA é explicado maioritariamente pela longitude apicobasal da base da coroa (LABC) e, em menor escala, pela longitude apicobasal da coroa (LAB) e a longitude mesiodistal da base da coroa (LMAC), demonstrando a importância relativa do desenvolvimento apicobasal da coroa e do seu ápice para descrever parte da variabilidade existente. Já na análise de PCA sobre a base de dados reduzida, o PC2 é explicado por variáveis morfométricas distintas: longitude apicobasal do ápice (LABA), longitude total da margem mesial do ápice (LM) e longitude total da margem distal do ápice (LD). Estes resultados parecem demonstrar que a morfologia do ápice tem alguma importância na variabilidade existente na nossa amostra, e enaltecem a forte influência que o desgaste tem para desvalorizar as variáveis morfométricas relacionadas com a extensão do ápice e das suas carenas. Apesar da diferença entre as variâncias explicadas pelos dois primeiros componentes principais não ser importante, a exclusão dos dentes com desgaste coloca em evidência a relativa importância da extensão das carenas em captar parte

da variabilidade morfológica existente através do segundo componente principal (PC2).

Os exemplares de *Camarasauridae* e *Turiasauria* em ambas as análises de PCA distribuem-se no lado direito da PCA, isto é, em valores positivos de PC1, enquanto para *Brachiosauridae*, *Mamenchisauridae* e *Somphospondyli* caracterizam-se maioritariamente por valores negativos de PC1. O desgaste não parece afetar de forma significativa o padrão de distribuição de pontos existentes, e há uma separação evidente entre: dentes com formas de colher e de espátula com baixo SI (e.g., *Camarasaurus*); dentes com forma de cone a cinzel comprimido e dentes com forma de espátula, mas com valores de SI moderados a elevados (e.g., *Mamenchisaurus*). Os dentes de cone a cinzel comprimido são geralmente caracterizados por ápices apicobasalmente desenvolvidos e com valores de SI moderados.

A distribuição dos exemplares de *Brachiosauridae* apresenta algumas disparidades relevantes entre as duas PCAs realizadas. Vários dos exemplares de *Brachiosauridae* que se encontravam maioritariamente distribuídos no primeiro e segundo quadrante da PCA da primeira análise, restringem a sua distribuição na segunda análise de PCA, concentrando-se maioritariamente no segundo quadrante. Esta situação sugere que o desgaste afeta fortemente na descrição da variabilidade morfológica existente em dentes de *Brachiosauridae*.

V.II. Análise de Funções Discriminantes (DFA)

Os resultados das DFA demonstram que o desgaste moderado e forte influenciam significativamente a percentagem de classificação. Na primeira DFA foram classificados corretamente 56,22% dos dentes, e na segunda 67,92% (>10%). Concluimos que a remoção de dentes desgastados, bem como de dentes com mais de 50% de informação em falta, melhora a capacidade de classificação dos dentes amostrados. Em futuras análises, os diferentes autores deverão ponderar a remoção dos dentes com desgaste moderados e forte.

A incorreta classificação de alguns dentes com determinação taxonómica consensual e suportada por exemplares relativamente completos poderá estar associada à presença de uma forte variabilidade morfológica ao longo da fiada de dentes, como dentes que poderão compartilhar morfologias semelhantes a dentes doutras espécies. No caso de *Turiasauria*, existem dentes mais estreitos e compridos (**Fig. V 1**), geralmente localizados na região mesial do crânio (Royo-Torres *et al.* 2021), que possuem morfologias semelhantes aos dentes de *Camarasauridae*, caracterizados por uma morfologia do tipo espátula. Ao longo da fiada de dentes de *Camarasaurus*, estes vão diminuindo de tamanho, reduzindo o seu SI, apresentando ápices apicobasalmente mais curtos e distalmente defletidos em direção distal (**Fig. V 2**; Gilmore *et al.* 1925; McIntosh *et al.* 1996a). Consequentemente, os dentes mais distais de *Camarasaurus* assemelham-se a alguns dentes de *Turiasauria* localizados na parte intermédia da fiada de dentes (Royo-Torres *et al.* 2006, 2021, **Fig. V 3**). Isto poderá justificar a errónea classificação de dentes de *Turiasauria* como pertencentes a *Camarasauridae* e o inverso. Ao verificar os distintos morfo-espacos obtidos através das diversas DFAs, esta semelhança parece estar explicitada pela sobreposição de parte dos seus morfo-espacos. Esta variação morfológica no tamanho e SI dos dentes de *Camarasauridae* já tinha sido estudada por Calvo (1994) que considerou três tipos distintos: os dentes anteriores, médios e posteriores (mesiais a distais). Os dentes anteriores (mesiais) são os maiores e quase simétricos; os dentes médios são de tamanho intermédio e desenvolvem fortes ranhuras laterais e os dentes posteriores (distais) são os mais pequenos.



Figura V 1 - Dente de *Moabosaurus utahensis* (à esquerda) e *Mierasaurus bobyoungi* (à direita), possivelmente da região mais mesial da fiada de dentes (Fotos de Pedro Mocho).



Figura V 2 - Crânio do *Camarasaurus* sp., espécime SMA 0002. (retirado de Wiersma & Sander 2017).

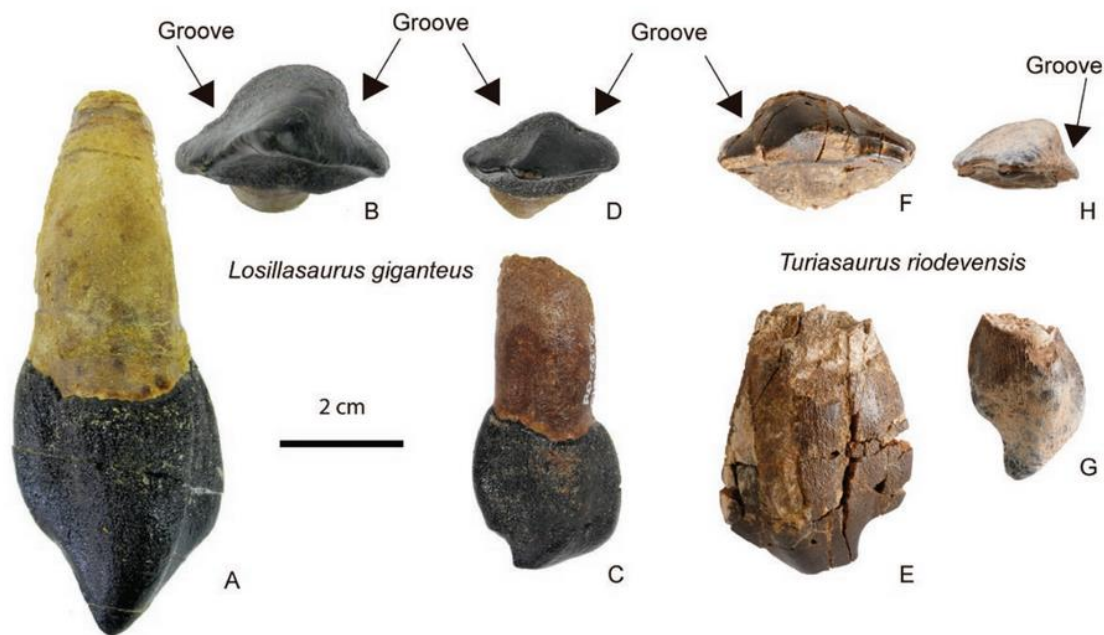


Figura V 3 - Dentes de *Losillasaurus giganteus* e *Turiasaurus riodevensis* (retirado de Royo-Torres *et al.* 2021).

Na segunda e terceira análises de DFA, é possível detetar uma separação entre os morfo-espacos ocupados pelos exemplares de Turiasauria em forma de colher (em particular, em forma de coração) e os dentes de Camarasauridae com forma de espátula. Estes morfo-espacos diferenciam-se claramente dos morfo-espacos ocupados por dentes mais alargados e com ápices mais curtos, que caracterizam os dentes com forma de cone a cinzel comprimido típicos de Brachiosauridae e Somphospondyli, e dos dentes espatulados com valores moderados a altos de SI que caracterizam os dentes de Mamenchisauridae. Contudo, os morfo-espacos ocupados por estes três últimos grupos possui uma importante sobreposição em todas as DFAs realizadas. Isto sugere que as variáveis morfométricas selecionadas não captam a variabilidade morfológica existente entre os dentes de Brachiosauridae (dentes tipo cone a cinzel comprimido com SI entre 3-4), Somphospondyli (dentes com bases cónicas e ápices curtos, com uma morfologia intermédia com os dentes em forma de lápis) e Mamenchisauridae (dentes em forma de espátula). Outro dos fatores que pode explicar esta situação é o tamanho da amostra, que poderá ser insuficiente, sendo necessário incluir um maior número de exemplares amostrados para estes grupos.

A análise 3 da DFA foi realizada com o objetivo de explorar e compreender a ocupação do morfo-espaco por parte dos distintos géneros e espécies de Camarasauridae e Turiasauria, testando a possibilidade da morfometria multivariada ser uma ferramenta útil na sua classificação a nível genérico e/ou específico. À semelhança da análise 2, a análise 3 evidencia de forma clara a existência de diferentes morfo-espacos para Turiasauria e Camarasauridae, com os diferentes géneros de Turiasauria a posicionarem-se no primeiro quadrante da DFA e as diferentes espécies de *Camarasaurus* a localizar-se no quarto quadrante. Esta nova análise corrobora as posições obtidas na análise 2 para os grupos de Brachiosauridae, Mamenchisauridae e Somphospondyli (estes posicionam-se no lado esquerdo da DFA). Na terceira análise de DFA os dentes dos diferentes géneros de Turiasauria foram classificados com relativo sucesso: *Losillasaurus giganteus* (83,33%), *Turiasaurus riodevensis* (60%), *Mierasaurus bobyongi* (66,67%) e *Moabosaurus utahensis* (100%). Contudo, para Camarasauridae, somente algumas das espécies

apresentam valores de percentagem de classificação apreciáveis, nomeadamente *Camarasaurus lentus* (36,96%), *Camarasaurus* sp. (SMA 0002) (100%), *Camarasaurus grandis* (47,62%) e *Camarasaurus supremus* (100%). Além disso, os morfo-espacos dos diferentes géneros de Turiasauria sobrepõem-se de forma significativa à exceção dos géneros do Cretácico Inferior da América do Norte. Esta situação sugere que a morfologia destes dois géneros poderá ter divergido nesta linhagem de turiassáurios, como consequência de distintas adaptações que terão ocorrido neste território. Esta diferenciação também é evidente noutros elementos dos seus esqueletos, nomeadamente do seu esqueleto apendicular (Britt *et al.* 2017, Royo-Torres *et al.* 2017b), marcadamente distinto daquele que caracteriza os turiassáurios do Jurássico Superior (e.g., Royo-Torres *et al.* 2006, 2021). Os morfo-espacos das distintas espécies de *Camarasaurus* também se sobrepõem, não sendo possível observar padrões relevantes. Estes dados indicam que a morfometria multivariada, com a presente base de dados e as variáveis morfométricas selecionadas, é limitada na classificação de dentes de Turiasauria e Camarasauridae a nível genérico e/ou específico.

A terceira análise demonstrou que os dentes de *Bellusaurus sui* se sobrepõem com os grupos Mamenchisauridae e Euhelopodidae (esta família foi incluída no grupo Somphospondyli), estando igualmente posicionados nos valores negativos do eixo 2 da DFA, ocorrendo maior sobreposição com Mamenchisauridae. Isto corrobora os resultados obtidos por Moore *et al.* (2023) que consideraram este táxon como uma forma juvenil de Mamenchisauridae, divergindo das hipóteses de alguns autores, que consideram *Bellusaurus sui* como membro de Macronaria (e.g., Carballido & Sander 2014).

Os dentes isolados do Jurássico Superior de Portugal atribuídos a Turiasauria indet., [e.g., SHN (JJS) 147, SHN 138] foram classificados como *Turiasaurus riodevensis*. Esta análise demonstra a possível afinidade dos dentes do Jurássico Superior português com as espécies de Turiasauria reconhecidas na Península Ibérica na mesma época. Os dentes SHN (JJS) 142, SHN (JJS) 133, SHN 508, SHN 144 e SHN (JJS) 146 foram atribuídos ao grupo Turiasauria, enquanto o dente SHN (JJS) 140 foi classificado como atribuível ao turiassáurio do Cretácico Inferior de Angeac. Isto pode dever-se à diversidade morfológica existente dentro de Turiasauria, ou à semelhança dos dentes do turiassáurio de Angeac com as formas europeias do Jurássico Superior. O dente isolado NHMUK R3377 do Jurássico Médio de Inglaterra foi corretamente classificado como Turiasauria indet. apoiando a atribuição sistemática de Mocho *et al.* (2016), que sugere a presença deste grupo no Jurássico Médio europeu. Quase todos os dentes isolados em forma de coração do Jurássico Superior português, atribuídos anteriormente a Turiasauria, foram também aqui classificados como Turiasauria ou atribuídos às distintas espécies de Turiasauria do Jurássico Superior da Península Ibérica, corroborando as classificações prévias. A segunda e terceira análises de DFA demonstram de forma positiva a capacidade da morfometria multivariada para classificar dentes, ainda que a nível taxonómico elevado (mais exclusivos e supra-genéricos), dentro de Sauropoda.

Os dentes de Turiasauria dos depósitos do Cretácico Inferior de Angeac, França, ANG 11-873, ANG15-R905, ANG13-2330, ANG14-R289 foram atribuídos corretamente a Turiasauria, e os dentes ANG10-10 e ANG-10-27 foram classificados como *Losillasaurus giganteus*. Estes resultados parecem revelar a existência de uma maior afinidade morfológica dos dentes do turiassáurio de Angeac com os das formas do Jurássico Superior, do que com as formas do Cretácico Inferior da América do Norte. O dente ANG14-3495 foi classificado como *Camarasaurus supremus*. Este, corresponde a um dente relativamente mais alargado, que possivelmente ocuparia

uma posição mais mesial, com uma morfologia mais semelhante aos dentes do género *Camarasaurus*.

Os dentes isolados do Jurássico Superior de Portugal atribuídos a *Macronaria* indet. por Mocho *et al.* (2017a) foram classificados em distintos grupos. A título de exemplo, o dente SHN 122 foi classificado como *Turiasauria*. Já o dente SHN 513 foi classificado como *Camarasaurus grandis*, o que é compatível com a atribuição proposta por Mocho *et al.* (2017a). Contudo, na terceira DFA realizada, a percentagem de dentes de macronários não-titanosauriformes classificados corretamente é relativamente baixa (25%). Estes resultados deverão estar relacionados com a presença de uma amostra relativamente pequena para esta associação parafilética, e com o facto de existir uma leve sobreposição entre os morfo-espacos de *Camarasauridae* com *Turiasauria*.

Quanto aos dentes atribuídos a *Somphospondyli* indet. 66,67% foram classificados corretamente na DFA do cenário 3. Em particular, vários dentes com morfologias mais derivadas, com fortes semelhanças aos dentes do tipo lápis (AODF 963, AODF 1531, AODF 984, AODF 985, AODF 2291, AODF 2292, AODF 2294) e atribuídos por autores prévios a *Titanosauria*, foram classificados como *Somphospondyli*, o que é compatível com a sua atribuição sistemática mais recente. Estes resultados sugerem que os dentes em forma de lápis poderão ocupar um morfo-espaco nas proximidades dos morfo-espacos ocupados por grupos com dentes em forma de cone a cinzel comprimido. A futura inclusão de dentes em forma de pincel de *Lithostrotia* e *Diplodocoidea* poderá clarificar este padrão.

A qualidade dos resultados obtidos pode ter sido influenciada de forma negativa por vários fatores. O processo de medição dos dentes, com as medições realizadas através de fotos ou imagens obtidas na literatura existente, usando o *software ImageJ*, em detrimento da medição direta dos exemplares. Ao longo deste processo, foram descartadas todas as imagens de dentes que não estavam em vistas padronizadas. A assimetria na amostragem poderá ser outro fator relevante nos resultados obtidos, como é o exemplo de *Camarasauridae*, representado por um número de dentes medidos significativamente superior à dos outros grupos considerados.

V.III. Análise de *Clusters*

A análise de *clusters* permitiu identificar dois grupos. Um destes grupos inclui *Turiasauria* e *Camarasauridae*, o que parece realçar a forte semelhança que os dentes em forma de espátula com valores de SI baixos a moderados (<3.0) partilham com os dentes em forma de colher, particularmente os com formato em coração. Estes resultados concordam com as PCAs e DFAs realizadas. Nenhum dos nodos internos identificados nestes grandes grupos de dentes de colher e espátula parece corresponder-se com os géneros e espécies de *Turiasauria* ou *Camarasauridae* incluídos na análise.

O segundo grande grupo identificado no dendrograma obtido está representado por um nodo que inclui dentes atribuídos a *Somphospondyli*, *Brachiosauridae* e *Mamenchisauridae*. Este nodo coloca em evidência as semelhanças entre os dentes de cone a cinzel comprimido de *Brachiosauridae* e as morfologias mais derivadas que caracterizam os dentes de *Somphospondyli*. A inclusão de *Mamenchisauridae*, com dentes em forma de espátula, poderá ser uma consequência de estes possuírem alguns caracteres mais comuns em dentes de morfologias de cone a cinzel comprimido (e.g., valores de SI elevados e ápices apicobasalmente curtos).

VI. Conclusão

A investigação apresentada nesta dissertação teve como objetivo principal testar a aplicação da morfometria multivariada no estudo da variabilidade morfológica em dentes de dinossáurios saurópodes, especialmente nos grupos de saurópodes com dentes em forma de colher, espátula e cone a cinzel comprimido. Os resultados obtidos permitiram analisar o potencial desta ferramenta, em particular das análises de DFA para classificar dentes isolados.

A variabilidade morfológica que caracteriza a base de dados em estudo está relacionada com variáveis morfométricas associadas à morfologia do ápice e à expansão mesiodistal da coroa. O *Slenderness Index* (SI) e a deflexão do ápice não explicam de forma significativa a variabilidade morfológica existente.

Estas análises permitiram diferenciar de forma clara os principais tipos de morfologias consideradas neste estudo: (i) dentes em forma de colher do tipo coração, característicos de clado Turiasauria; (ii) dentes em forma de espátula com baixos valores de SI que caracterizam Camarasauridae, e (iii) dentes em forma de cone a cinzel comprimido. Os dentes em forma de espátula de Mamenchisauridae sobrepõem-se aos morfo-espacos de Brachiosauridae e Somphospondyli, o que poderá estar relacionado com os seus valores moderados de SI (>3.0) e ápices apicobasalmente curtos, relativamente a longitude apicobasal de todo a coroa.

As percentagens de classificação foram superiores a 60% para os principais grupos considerados, em particular Turiasauria, Camarasauridae, Brachiosauridae e Somphospondyli. Vários dos dentes com forma de coração e espátula foram atribuídos a Turiasauria e Camarasauridae, respetivamente, tendo sido classificados corretamente e ocupando morfo-espacos similares.

Relativamente à **hipótese H1**. “*Os morfo-espacos ocupados pelos dentes em forma de colher e espátula são distintos e podem ser explicados pelo SI (Slenderness Index) e deflexão do ápice.*”, o estudo realizado sugere que estas variáveis não explicam de forma significativa a variabilidade existente na nossa base de dados representada por dentes em forma de colher, espátula e cone a cinzel comprimidos. A estatística multivariada demonstrou que os morfo-espacos dos dentes tipo-colher e tipo-espátula são distintos, estando estes localizados em quadrantes diferentes nas DFAs.

A estatística multivariada permitiu classificar corretamente vários dentes em forma de colher, de espátula e de cone a cinzel comprimido. Os resultados demonstram que a maioria dos dentes de Turiasauria, Camarasauridae, Mamenchisauridae, Brachiosauridae e Somphospondyli foram classificados corretamente suportando a **hipótese H2.1**. (“*A maioria dos dentes de Turiasauria, Camarasauridae, Mamenchisauridae, Brachiosauridae e Somphospondyli foram classificados corretamente*”). A maioria dos dentes em forma de colher encontrados no Jurássico Superior de Portugal, que possuem forma de coração e espátula e que foram atribuídos previamente a Turiasauria e Camarasauridae, respetivamente, são compatíveis com os resultados obtidos no presente estudo, validando as **hipóteses H2.2**. (“*A maioria dos dentes em forma de colher encontrados no Jurássico Superior foram atribuídos a Turiasauria*”) e **H2.3**. (“*A maioria dos dentes em forma de espátula encontrados no Jurássico Superior foram atribuídos a Camarasauridae*”).

As análises de morfometria multivariadas são afetadas pela inclusão de dentes com desgaste moderado a forte. Tanto na PCA como na DFA as variáveis que sofrem maior influência pela exclusão de dentes com desgaste são: longitude apicobasal do ápice (LABA), longitude total da margem distal do ápice (LD) e longitude total da margem mesial do ápice (LM) o que valida a **hipótese H3**. (“*Os resultados são fortemente afetados pela inclusão de dentes com desgaste moderado a forte*”).

Concluindo, a morfometria multivariada permitiu caracterizar a variabilidade morfológica de dentes de saurópodes e diferenciar com alguma eficácia distintos morfo-espacos que caracterizam os grandes grupos taxonómicos dentro deste clado. Esta ferramenta tem a capacidade de classificar dentes de saurópodes a nível supra-genérico com algum sucesso. Em relação as perspetivas futuras, esta técnica pode ser melhorada através do aumento do número de amostras na base de dados. A inclusão de dentes em forma de lápis poderá influenciar os resultados obtidos. Concluimos assim que a morfometria multivariada é uma ferramenta útil para a análise da morfologia de dentes de dinossáurios saurópodes.

Referências

- Allain, R., & Aquesbi, N. (2008). Anatomy and phylogenetic relationships of *Tazoudasaurus naimi* (Dinosauria, Sauropoda) from the late Early Jurassic of Morocco. *Geodiversitas*, 30(2), 345–424.
- Allain, R., Vullo, R., Rozada, L., Anquetin, J., Bourgeois, R., Goedert, J., Lasseron, M., Martin, J., Pérez-García, A., Fabrègues, C. P., Royo-Torres, R., Augier, D., Bailly, G., Cazes, L., Despres, Y., Gaillieue, A., Gomez, B., Goussard, F., Lenglet, T., Vacant, R., Mazan, & Tournepiche, J.-F. (2022). Vertebrate paleobiodiversity of the Early Cretaceous (Berriasian) Angeac-Charente Lagerstätte (southwestern France): implications for continental faunal turnover at the J/K boundary. *Geodiversitas*, 44(25), 683–752. <https://doi.org/10.5252/geodiversitas2022v44a25>
- Antunes, M. T., & Mateus, O. (2003). Dinosaurs of Portugal. *Comptes Rendus Palevol*, 2, 77-95.
- Apaldetti, C., Martínez, R. N., Cerda, I. A., Pol, D., & Alcober, O. (2018). An early trend towards gigantism in Triassic sauropodomorph dinosaurs. *Nature Ecology and Evolution*, 2(8), 1227–1232. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0599-y>
- Azuma, Y., & Shibata, M. (2010). *Fukuititan nipponensis*, A New Titanosauriform Sauropod from the Early Cretaceous Tetori Group of Fukui Prefecture, Japan. *Acta Geologica Sinica - English Edition*, 84(3), 454–462. <https://doi.org/10.1111/j.1755-6724.2010.00268.x>
- Bandyopadhyay, S., Gillette, D. D., Ray, S., & Sengupta, D. P. (2010). Osteology of *Barapasaurus tagorei* (Dinosauria: Sauropoda) from the Early Jurassic of India. *Palaeontology*, 53(3), 533–569. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2010.00933.x>
- Barco, J. L., Canudo, J. I., Cuenca-Bescós, G., & Ruiz-Omeñaca, J. I. (2005). Un nuevo dinosaurio saurópodo, *Galvesaurus herreroi* gen. no., sp. nov., del tránsito Jurásico-Cretácico en Galve (Turuel, NE de España). *Naturaleza Aragonesa*, 15, 4-17.
- Baron, M. G., Norman, D. B., & Barrett, P. M. (2017). A new hypothesis of dinosaur relationships and early dinosaur evolution. *Nature*, 543(7646), 501–506. <https://doi.org/10.1038/nature21700>
- Barrett, P. M., Hasegawa, Y., Manabe, M., Isaji, S., & Matsuoka, H. (2002). Sauropod dinosaurs from the Lower Cretaceous of eastern Asia: Taxonomic and biogeographical implications. *Palaeontology*, 45(6), 1197–1217. <https://doi.org/10.1111/1475-4983.00282>
- Barrett, P. M. (2006). A sauropod dinosaur tooth from the Middle Jurassic of Skye, Scotland. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences*, 97(1), 25–29. <https://doi.org/10.1017/S0263593306000022>

- Barrett, P. M., & Wang, X. L. (2007). Basal titanosauriform (Dinosauria, Sauropoda) teeth from the Lower Cretaceous Yixian Formation of Liaoning Province, China. *Palaeoworld*, 16(4), 265–271. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2007.07.001>
- Becerra, M. G., Gomez, K. L., & Pol, D. (2017). A sauropodomorph tooth increases the diversity of dental morphotypes in the Cañadón Asfalto Formation (Early - Middle Jurassic) of Patagonia. *Comptes Rendus Palevol*, 16(8), 832-840. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2017.08.005>
- Bindellini, G., & Dal Sasso, C. (2019). Sauropod teeth from the Middle Jurassic of Madagascar, and the oldest record of Titanosauriformes. *Papers in Palaeontology*, 7(1), 137–161. <https://doi.org/10.1002/spp2.1282>
- Blackith, R. E., & Reyment, R. A. (1971). *Multivariate Morphometrics*. Academic Press, London and New York.
- Bonaparte, J. F., & Mateus, O. (1999). A new diplodocid, *Dinheirosaurus lourinhanensis* gen. et sp. nov., from the Late Jurassic beds of Portugal. *Revista Del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 5(2), 13–29.
- Bonaparte, J. F., Heinrich, W. D., & Wild, R. (2000). Review of *Janenschia wild*, with the description of a new sauropod from the Tendaguru beds of Tanzania and a discussion on the systematic value of procoelous caudal vertebrae in the sauropoda. *Palaeontographica, Abteilung A: Palaeozoologie - Stratigraphie*, 256(1–3), 25–76. <https://doi.org/10.1127/pala/256/2000/25>
- Britt, B. B., Scheetz, R. D., Whithing, M. F., & Wilhite, R. D. (2017). *Moabosaurus utahensis*, n. gen., n. sp., a new sauropod from the Early Cretaceous (Aptian) of North America. *Contributions from the Museum of Paleontology of the University of Michigan*, 32(11), 189–243.
- Buffetaut, E., & Martin, M. (1993). Late Jurassic dinosaurs from the Boulonnais (northern France): a review. *Revue de Paléobiologie*, 7, 17–28.
- Buffetaut, E., Suteethorn, V., Le Loeuff, J., Cuny, G., Tong, H., & Khansubha, S. (2002). A review of the sauropod dinosaurs of Thailand. *The Symposium on Geology of Thailand, August*, 95–101.
- Buffetaut, E. (2005). A new sauropod dinosaur with prosauropod-like teeth from the Middle Jurassic of Madagascar. *Bulletin de La Societe Geologique de France*, 176(5), 467–473. <https://doi.org/10.2113/176.5.467>
- Calvo, J. O. (1994). Feeding mechanisms in some sauropod dinosaurs. *M. Sc. Thesis, University of Illinois, Chicago*, 144pp.
- Campos-Soto, S., Benito, M. I., Cobos, A., Caus, E., Quijada, I. E., Suarez-Gonzalez, P., Mas, R., Royo-Torres, R., & Alcalá, L. (2019). Revisiting the age and palaeoenvironments of the Upper Jurassic–Lower Cretaceous? dinosaur-bearing sedimentary record of eastern Spain: implications for Iberian palaeogeography. In *Journal of Iberian Geology*, 45(3). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s41513-019-00106-y>

- Canudo, J. I., Ruiz-Omenaca, J. I., Barco, J. L., & Royo Torres, R. (2002). ¿Saurópodos asiáticos en el Barremiense inferior (Cretácico Inferior) de España? *Ameghiniana*, 39(4), 443–452.
- Carballido, J. L., & Pol, D. (2010). The dentition of *Amygdalodon patagonicus* (Dinosauria: Sauropoda) and the dental evolution in basal sauropods. *Comptes Rendus - Palevol*, 9(3), 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2010.01.003>
- Carballido, J. L., Rauhut, O. W. M., Pol, D., & Salgado, L. (2011). Osteology and phylogenetic relationships of *Tehuelchesaurus benitezii* (Dinosauria, Sauropoda) from the Upper Jurassic of Patagonia. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 163(2), 605–662. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2011.00723.x>
- Carballido, J. L., & Sander, P. M. (2014). Postcranial axial skeleton of *Europasaurus holgeri* (Dinosauria, Sauropoda) from the Upper Jurassic of Germany: Implications for sauropod ontogeny and phylogenetic relationships of basal Macronaria. *Journal of Systematic Palaeontology*, 12(3), 335–387. <https://doi.org/10.1080/14772019.2013.764935>
- Carballido, J., Holwerda, F., Pol, D., & Rauhut, O. (2017). An Early Jurassic Sauropod Tooth From Patagonia (Cañadón Asfalto Formation): Implications for Sauropod Diversity. *Publicación Electrónica de La Asociación Paleontológica Argentina*. <https://doi.org/10.5710/peapa.17.11.2017.249>
- Carballido, J. L., Otero, A., Mannion, P. D., Salgado, L., & Moreno, A. P. (2022). Titanosauria: A Critical Reappraisal of Its Systematics and the Relevance of the South American Record (pp. 269–298). https://doi.org/10.1007/978-3-030-95959-3_8
- Casanovas, M. L., Santafé, J. V., & Sanz, J. L. (2001). *Losillasaurus giganteus*, un nuevo saurópodo del tránsito Jurásico-Cretácico de la “Los Serranos” (Valencia, España). *Paleontología I Evolució*, 32–33, 99–122.
- Cashmore, D. D., Mannion, P. D., Upchurch, P., & Butler, R. J. (2020). Ten more years of discovery: revisiting the quality of the sauropodomorph dinosaur fossil record. *Palaeontology*, 63(6), 951–978. <https://doi.org/10.1111/pala.12496>
- Cerda, I. A., Carabajal, A. P., Salgado, L., Coria, R. A., Reguero, M. A., Tambussi, C. P., & Moly, J. J. (2012). The first record of a sauropod dinosaur from Antarctica. *Naturwissenschaften*, 99(1), 83–87. <https://doi.org/10.1007/s00114-011-0869-x>
- Chatterjee, S., & Zheng, Z. (2002). Cranial anatomy of *Shunosaurus*, a basal sauropod dinosaur from the Middle Jurassic of China. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 136(1), 145–169. <https://doi.org/10.1046/j.1096-3642.2002.00037.x>
- Chure, D., Britt, B. B., Whitlock, J. A., & Wilson, J. A. (2010). First complete sauropod dinosaur skull from the Cretaceous of the Americas and the evolution of sauropod dentition. *Naturwissenschaften*, 97(4), 379–391. <https://doi.org/10.1007/s00114-010-0650-6>
- Dai, H., Tan, C., Xiong, C., Ma, Q., Li, N., Yu, H., Wei, Z., Wang, P., Yi, J., Wei, G., You, H., & Ren, X. (2022). New macronarian from the Middle Jurassic of

- Chongqing, China: Phylogenetic and biogeographic implications for neosauropod dinosaur evolution. *Royal Society Open Science*, 9(11). <https://doi.org/10.1098/rsos.220794>
- Dantas, P., Sanz, J. L., Silva, C. M., Ortega, F., Santos, V. F., & Cachão, M. (1998). *Lourinhasaurus* n. gen. novo dinossáurio saurópode do Jurássico superior (Kimmeridgiano superior-Titoniano inferior) de Portugal. *Actas do V Congresso de Geologia*, 84(1), 91-94.
- D'Emic, M. D. (2012). The early evolution of titanosauriform sauropod dinosaurs. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 166(3), 624–671. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2012.00853.x>
- D'Emic, M. D., Mannion, P. D., Upchurch, P., Benson, R. B. J., Pang, Q., & Zhengwu, C. (2013a). Osteology of *Huabeisaurus allocotus* (Sauropoda: Titanosauriformes) from the Upper Cretaceous of China. *PLOS ONE*, 8(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069375>
- D'Emic, M. D., Whitlock, J. A., Smith, K. M., Fisher, D. C., & Wilson, J. A. (2013b). Evolution of High Tooth Replacement Rates in Sauropod Dinosaurs. *PLoS ONE*, 8(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069235>
- Díez Díaz, V., Ortega, F., & Sanz, J. L. (2014). Titanosaurian teeth from the Upper Cretaceous of “Lo Hueco” (Cuenca, Spain). *Cretaceous Research*, 51, 285–291. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2014.07.003>
- Escaso, F., Ortega, F., Dantas, P., Malafaia, E., Pimentel, N. L., Pereda-Suberbiola, X., Sanz, J. L., Kullberg, J. C., Kullberg, M. C., & Barriga, F. (2007). New evidence of shared dinosaur across Upper Jurassic Proto-North Atlantic: *Stegosaurus* from Portugal. *Naturwissenschaften*, 94(5), 367–374. <https://doi.org/10.1007/s00114-006-0209-8>
- Galton, P. M., & Upchurch, P. (2004). Sauropoda, in David Weishampel (ed.), *The Dinosauria*, University of California Press, Berkeley, 232-258. <https://doi.org/10.1525/california/9780520242098.003.0014>
- Gilmore, C. W. (1925). A nearly complete articulated skeleton of *Camarasaurus*, a saurischian dinosaur from the Dinosaur National Monument, Utah. *Memoirs of the Carnegie Museum*, 10(3), 347-384.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1).
- He, X., Kui, L., & Kaiji, C., (1988). The Middle Jurassic Dinosaur Fauna from Dashanpu, Zigong, Sichuan. Sauropod Dinosaurs (2) *Omeisaurus tianfuensis*. *Sichuan Publishing House of Science and Technology*, 4, 1-143.
- Hendrickx, C., & Mateus, O. (2014). Abelisauridae (Dinosauria: Theropoda) from the Late Jurassic of Portugal and dentition-based phylogeny as a contribution for the identification of isolated theropod teeth. *Zootaxa*, 3759(1), 1-74. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3759.1.1>

- Hendrickx, C., Mateus, O., & Araújo, R. (2015). The dentition of megalosaurid theropods. *Acta Palaeontologica Polonica*, 60(3), 627-642. <http://dx.doi.org/10.4202/app.00056.2013>
- Ikejiri, T. (2005). Anatomy of *Camarasaurus lentus* (Dinosauria: Sauropoda) from the Morrison Formation (Late Jurassic), Thermopolis, Central Wyoming, with determination and interpretation of ontogenetic, sexual dimorphic, and individual variation in the genus. *M. Sc. Thesis, Fort Hays State University*.
- Janensch, W. (1936). Die Schädel der Sauropoden *Brachiosaurus*, *Barosaurus* und *Dicraeosaurus* aus den Tendaguru-Schichten Deutsch-Ostafrikas. *Palaeontographica*, 2, 147-298.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). Applied Multivariate Statistical Analysis.: Pearson Prentice Hall. In *Pearson Prentice Hall*.
- Lapparent, A. F., & Zbyszewski, G. (1957). Les dinosauriens du Portugal. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 2, 1-63.
- Larson, D. W., & Currie, P. J. (2013). Multivariate Analyses of Small Theropod Dinosaur Teeth and Implications for Paleoecological Turnover through Time. *PLoS ONE*, 8(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054329>
- Li, L.-G., Li, D.-Q., You, H.-L., & Dodson, P. (2014). A New Titanosaurian Sauropod from the Hekou Group (Lower Cretaceous) of the Lanzhou-Minhe Basin, Gansu Province, China. *PLOS ONE*, 9(1), 1-22. <https://doi:10.1371/journal.pone.0085979>
- Liao, C. C., Moore, A., Jin, C., Yang, T. R., Shibata, M., Jin, F., Wang, B., Jin, D., Guo, Y., & Xu, X. (2021). A possible brachiosaurid (Dinosauria, Sauropoda) from the mid-Cretaceous of northeastern China. *PeerJ*, 9, 1–35. <https://doi.org/10.7717/peerj.11957>
- Madsen, J. H., McIntosh, J. S. & Berman, D. S. (1995). Skull and atlas-axis complex of the Upper Jurassic sauropod *Camarasaurus* Cope (Reptilia: Saurischia). *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History*, 31, 1-115.
- Malafaia, E., Ortega, F., Escaso, F., Dantas, P., Pimentel, N., Gasulla, J. M., Ribeiro, B., Barriga, F., & Sanz, J. L. (2010). Vertebrate fauna at the *Allosaurus* fossil-site of Andrés (Upper Jurassic), Pombal, Portugal. *Journal of Iberian Geology*, 36(2), 193–204. https://doi.org/10.5209/rev_jige.2010.v36.n2.7
- Malafaia, E., Escaso, F., Mocho, P., Serrano-Martínez, A., Torices, A., Cachão, M., & Ortega, F. (2017). Analysis of diversity, stratigraphic and geographical distribution of isolated theropod teeth from the Upper Jurassic of the Lusitanian Basin, Portugal. *Journal of Iberian Geology*, 43(2), 257-291. <https://doi.org/10.1007/s41513-017-0021-7>
- Mannion, P. D., Upchurch, P., Carrano, M. T., & Barrett, P. M. (2011). Testing the effect of the rock record on diversity: a multidisciplinary approach to elucidating the generic richness of sauropodomorph dinosaurs through time. *Biological Reviews*, 86(1), 157-181. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2010.00139.x>

- Mannion, P. D., Upchurch, P., Mateus, O., Barnes, R. N., & Jones, M. E. H. (2012). New information on the anatomy and systematic position of *Dinheirosaurus lourinhanensis* (Sauropoda: Diplodocoidea) from the Late Jurassic of Portugal, with a review of European diplodocoids. *Journal of Systematic Palaeontology*, 10(3), 521–551. <https://doi.org/10.1080/14772019.2011.595432>
- Mannion, P. D., Upchurch, P., Barnes, R. N., & Mateus, O. (2013). Osteology of the Late Jurassic Portuguese sauropod dinosaur *Lusotitan atalaiensis* (Macronaria) and the evolutionary history of basal titanosauriforms. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 168(1), 98–206. <https://doi.org/10.1111/zoj.12029>
- Mannion, P. D., Allain, R., & Moine, O. (2017). The earliest known titanosauriform sauropod and the evolution of Brachiosauridae. *PeerJ*, 2017(5), 1–82. <https://doi.org/10.7717/peerj.3217>
- Mannion, P., Upchurch, P., Schwarz, D., & Wings, O. (2019a). Taxonomic affinities of the putative titanosaurs from the Late Jurassic Tendanguru Formation of Tanzania: phylogenetic and biogeographic implications for eusauropod dinosaur evolution. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 185(3), 784–909. <https://doi.org/10.1093/zoolinlean/zly068>
- Mannion, P. D., Upchurch, P., Jin, X., & Zheng, W. (2019b). New information on the Cretaceous sauropod dinosaurs of Zhejiang Province, China: Impact on Laurasian titanosauriform phylogeny and biogeography. *Royal Society Open Science*, 6(8). <https://doi.org/10.1098/rsos.191057>
- Martin Sander, P., Mateus, O., Laven, T., & Knötschke, N. (2006). Bone histology indicates insular dwarfism in a new Late Jurassic sauropod dinosaur. *Nature*, 441(7094), 739–741. <https://doi.org/10.1038/nature04633>
- Martínez, R. D. F., Lamanna, M. C., Novas, F. E., Ridgely, R. C., Casal, G. A., Martínez, J. E., Vita, J. R., & Witmer, L. M. (2016). A basal lithostrotian titanosaur (Dinosauria: Sauropoda) with a complete skull: Implications for the evolution and paleobiology of titanosauria. *PLOS ONE*, 11(4), 1–82. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151661>
- Mateus, O. (2006). Late Jurassic dinosaurs from the Morrison Formation (USA), the Lourinhã and Alcobaça Formations (Portugal), and the Tendaguru beds (Tanzania): a comparison. *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 36, 223–231.
- Mateus, O., Mannion, P. D., & Upchurch, P. (2014). *Zby atlanticus*, a new turiasaurian sauropod (Dinosauria, Eusauropoda) from the Late Jurassic of Portugal. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 34(3), 618–634. <https://doi.org/10.1080/02724634.2013.822875>
- Mateus, O., & Estraviz-López, D. (2022). A new theropod dinosaur from the early cretaceous (Barremian) of Cabo Espichel, Portugal: Implications for spinosaurid evolution. In *PLoS ONE*, 17(2 February). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262614>

- McIntosh, J. S., Miller, W. E., Stadtman, K. L., & Gillette, D. D. (1996a). The osteology of *Camarasaurus lewisi* (Jensen, 1988). *Brigham Young University Geology Studies*, 41, 73–95.
- McIntosh, J. S., Miles, C. A., Cloward, K. C., & Parker, J. R. (1996b). A New Nearly Complete Skeleton of *Camarasaurus*. *Bulletin of Gunma Museum of Natural History*, 1, 1-87.
- Mocho, P., Royo-Torres, R., & Ortega, F. (2014). Phylogenetic reassessment of *Lourinhasaurus alenquerensis*, a basal Macronaria (Sauropoda) from the Upper Jurassic of Portugal. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 170(4), 875–916. <https://doi.org/10.1111/zoj.12113>
- Mocho, P., Royo-Torres, R., Malafaia, E., Escaso, F., Silva, B., & Ortega, F. (2016). Turiasauria-like teeth from the Upper Jurassic of the Lusitanian Basin, Portugal. *Historical Biology*, 28(7), 861–880. <https://doi.org/10.1080/08912963.2015.1049948>
- Mocho, P., Royo-Torres, R., Malafaia, E., Escaso, F., & Ortega, F. (2017a). Sauropod tooth morphotypes from the Upper Jurassic of the Lusitanian Basin (Portugal). *Papers in Palaeontology*, 3(2), 259-295. <https://doi.org/10.1002/spp2.1075>
- Mocho, P., Royo-Torres, R., Escaso, F., Malafaia, E., de Miguel Chaves, C., Narváez, I., Pérez-García, A., Pimentel, N., Silva, B. C., & Ortega, F. (2017b). Upper Jurassic Sauropod record in the Lusitanian Basin (Portugal): Geographical and Lithostratigraphical distribution. *Palaeontologia Electronica*, 20(2), 1–50. <https://doi.org/10.26879/662>
- Mocho, P., Royo-Torres, R., & Ortega, F. (2019). A new macronarian sauropod from the Upper Jurassic of Portugal. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 39(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/02724634.2019.1578782>
- Monbaron, M., Russell, D. A., & Taquet, P. (1999). *Atlasaurus imelakei* n.g., n.sp., a brachiosaurid-like sauropod from the Middle Jurassic of Morocco. *Comptes Rendus de l'Academie de Sciences - Serie IIa: Sciences de La Terre et Des Planetes*, 329(7), 519–526. [https://doi.org/10.1016/S1251-8050\(00\)80026-9](https://doi.org/10.1016/S1251-8050(00)80026-9)
- Moore, A. J., Mo, J., Clark, J. M., & Xu, X. (2018). Cranial anatomy of *Bellusaurus sui* (Dinosauria: Eusauropoda) from the Middle-Late Jurassic Shishugou Formation of northwest China and a review of sauropod cranial ontogeny. *PeerJ*, 2018(6). <https://doi.org/10.7717/peerj.4881>
- Moore, A. J., Upchurch, P., Barrett, P. M., Clark, J. M., & Xing, X. (2020). Osteology of *Klamelisaurus gobiensis* (Dinosauria, Eusauropoda) and the evolutionary history of Middle–Late Jurassic Chinese sauropods. *Journal of Systematic Palaeontology*, 18(16), 1299–1393. <https://doi.org/10.1080/14772019.2020.1759706>
- Moore, A. J., Barrett, P. M., Upchurch, P., Liao, C.-C., Ye, Y., Hao, B., & Xu, X. (2023). Re-assessment of the Late Jurassic eusauropod *Mamenchisaurus sinocanadorum* Russell and Zheng, 1993, and the evolution of exceptionally

long necks in mamenchisaurids. *Journal of Systematic Palaeontology*, 21(1).
<https://doi.org/10.1080/14772019.2023.2171818>

- Néraudeau, D., Allain, R., Ballèvre, M., Batten, D. J., Buffetaut, E., Colin, J. P., Dabard, M. P., Daviero-Gomez, V., El Albani, A., Gomez, B., Grosheny, D., Le Lœuff, J., Leprince, A., Martín-Closas, C., Masure, E., Mazin, J. M., Philippe, M., Pouech, J., Tong, H., Tournepiche, J. F., & Vullo, R. (2012). The Hauterivian-Barremian lignitic bone bed of Angeac (Charente, south-west France): Stratigraphical, palaeobiological and palaeogeographical implications. *Cretaceous Research*, 37, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2012.01.006>
- Osborn, H. F., & Mook, C. C. (1921). *Camarasaurus*, *Amphicoelias* and other sauropods of Cope. *Memoirs of the American Museum of Natural History*, 3(3), 247-387.
- Ostrom, J. H., & McIntosh, J. S. (1966). *Marsh's Dinosaur*. The collection from Como Bluff: New Haven. Yale University Press.
- Ósi, A., Csiki-Sava, Z., & Prondvai, E. (2017). A Sauropod Tooth from the Santonian of Hungary and the European Late Cretaceous 'Sauropod Hiatus'. *Scientific Reports*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03602-2>
- Ouyang, H., & Ye, Y. (2002). The first Mamenchisaurian skeleton with complete skull *Mamenchisaurus youngi*. *Sichuan Science and Technology Press*, 111.
- Pérez-Moreno, B. P., Chure, D. J., Pires, C., Marques Da Silva, C., Dos Santos, V., Dantas, P., Póvoas, L., Cachão, M., Sanz, J. L., & Galopim De Carvalho, A. M. (1999). On the presence of *Allosaurus fragilis* (Theropoda: Carnosauria) in the Upper Jurassic of Portugal: First evidence of an intercontinental dinosaur species. *Journal of the Geological Society*, 156(3), 449–452. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.156.3.0449>
- Pérez-Pueyo, M., Moreno-Azanza, M., Barco, J. L., & Canudo, J. I. (2019). New contributions to the phylogenetic position of the sauropod *Galvesaurus herreroi* from the late Kimmeridgian-early tithonian (Jurassic) of Teruel (Spain). *Boletín Geológico y Minero*, 130(3), 375–392. <https://doi.org/10.21701/bolgeomin.130.3.001>
- Pol, D., Ramezani, J., Gomez, K., Carballido, J. L., Carabajal, A. P., Rauhut, O. W. M., Escapa, I. H. & Cúneo, N. R. (2020). Extinction of herbivorous dinosaurs linked to Early Jurassic global warming event. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 287(1939), 20202310. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.2310>
- Poropat, S. F., & Kear, B. P. (2013). Photographic atlas and three-dimensional reconstruction of the holotype skull of *Euhelopus zdanskyi* with description of additional cranial elements. *PLoS ONE*, 8(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079932>
- Poropat, S. F., Mannion, P. D., Upchurch, P., Hocknull, S. A., Kear, B. P., Kundrát, M., Tischler, T. R., Sloan, T., Sinapius, G. H. K., Elliott, J. A., & Elliott, D. A. (2016). New Australian sauropods shed light on Cretaceous dinosaur

- Poropat, S. F., Kundrát, M., Mannion, P. D., Upchurch, P., Tischler, T. R., & Elliott, D. A. (2021). Second specimen of the Late Cretaceous Australian sauropod dinosaur *Diamantinasaurus matildae* provides new anatomical information on the skull and neck of early titanosaurs. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 192(2), 610–674. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlaa173>
- Poropat, S. F., Frauenfelder, T. G., Mannion, P. D., Rigby, S. L., Pentland, A. H., Sloan, T., & Elliott, D. A. (2022). Sauropod dinosaur teeth from the lower Upper Cretaceous Winton Formation of Queensland, Australia and the global record of early titanosauriforms. *Royal Society Open Science*, 9(7), 1-34. <https://doi.org/10.1098/rsos.220381>
- Poropat, S. F., Mannion, P. D., Rigby, S. L., Duncan, R. J., Pentland, A. H., Bevitt, J. J., Sloan, T., & Elliott, D. A. (2023). A nearly complete skull of the sauropod dinosaur *Diamantinasaurus matildae* from the Upper Cretaceous Winton Formation of Australia and implications for the early evolution of titanosaurs. *Royal Society Open Science*, 10, 1-74. <https://doi.org/10.1098/rsos.221618>
- Remes, K., Ortega, F., Fierro, I., Joger, U., Kosma, R., Ferrer, J. M. M., Chiappe, L. M., Dantas, P., Escaso, F., Gasulla, J. M., López, E., Pomares, A., Ribeiro, B., Sanz, J. L., Tent-Manclús, J. E., Faust, J., Joger, H., Joger, J., Krüger, F. J., ... Maga, A. (2009). A new basal sauropod dinosaur from the Middle Jurassic of Niger and the early evolution of sauropoda. *PLOS ONE*, 4(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006924>
- Royo-Torres, R., Cobos, A., & Alcalá, L. (2006). A giant European dinosaur and a new sauropod clade. *Science*, 314(5807), 1925–1927. <https://doi.org/10.1126/science.1132885>
- Royo-Torres, R., Cobos, A., Luque, L., Aberasturi, A., Espílez, E., Fierro, I., González, A., Mampel, L., & Alcalá, L. (2009). High European sauropod dinosaur diversity during Jurassic-Cretaceous transition in Riodeva (Teruel, Spain). *Palaeontology*, 52(5), 1009–1027. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2009.00898.x>
- Royo-Torres, R., & Upchurch, P. (2012). The cranial anatomy of the sauropod *Turiasaurus riodevensis* and implications for its phylogenetic relationships. *Journal of Systematic Palaeontology*, 10(3), 553–583. <https://doi.org/10.1080/14772019.2011.598577>
- Royo-Torres, R., Upchurch, P., Mannion, P. D., Mas, R., Cobos, A., Gascó, F., Alcalá, L., & Sanz, J. L. (2014). The anatomy, phylogenetic relationships, and stratigraphic position of the Tithonian-Berriasian Spanish sauropod dinosaur *Aragosaurus ischiaticus*. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 171(3), 623–655. <https://doi.org/10.1111/zoj.12144>

- Royo-Torres, R., Fuentes, C., Meijide, M., Meijide-Fuentes, F., & Meijide-Fuentes, M. (2017a). A new Brachiosauridae Sauropod dinosaur from the lower Cretaceous of Europe (Soria Province, Spain). *Cretaceous Research*, *80*, 38–55. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2017.08.012>
- Royo-Torres, R., Upchurch, P., Kirkland, J. I., DeBlieux, D. D., Foster, J. R., Cobos, A., & Alcalá, L. (2017b). Descendants of the Jurassic turiasaurs from Iberia found refuge in the Early Cretaceous of western USA. *Scientific Reports*, *7*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14677-2>
- Royo-Torres, R., Cobos, A., Mocho, P., & Alcalá, L. (2021). Origin and evolution of turiasaur dinosaurs set by means of a new “rosetta” specimen from Spain. *Zoological Journal of the Linnean Society*, *191*(1), 201–227. <https://doi.org/10.1093/zoolinlean/zlaa091>
- Saegusa, H., & Tomida, Y. (2011). Titanosauriform teeth from the Cretaceous of Japan. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, *83*(1), 247–265. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652011000100014>
- Salakka, S. (2014). Tooth Replacement of *Euhelopus zdanskyi* (Dinosauria: Sauropoda) and the Evolution of Titanosaurian Tooth Morphology. *Examensarbete Vid Institutionen För Geovetenskaper*, *295*, 1-36.
- Salgado, L., Coria, R. A., & Calvo, J. O. (1997). Evolution of titanosaurid sauropods. I: Phylogenetic analysis based on the postcranial evidence. *Ameghiniana*, *34*(1), 3–32.
- Samman, T., Powell, G. L., Currie, P. J., & Hills, L. V. (2005). Morphometry of the teeth of western North American tyrannosaurids and its applicability to quantitative classification. *Acta Palaeontologica Polonica*, *50*(4), 757–776.
- Sánchez-Hernández, B. (2005). *Galvesaurus herreroi*, a new sauropod dinosaur from Villar del Arzobispo Formation (Tithonian-Berriasian) of Spain. *Zootaxa*, *20*(1034), 1–20. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1034.1.1>
- Sereno, P. C., Beck, A. L., Dutheil, D. B., Larsson, H. C. E., Lyon, G. H., Moussa, B., Sadleir, R. W., Sidor, C. A., Varricchio, D. J., Wilson, G. P., & Wilson, J. A. (1999). Cretaceous sauropods from the sahara and the uneven rate of skeletal evolution among dinosaurs. *Science*, *286*(5443), 1342–1347. <https://doi.org/10.1126/science.286.5443.1342>
- Sereno, P. C., Wilson, J. A., Witmer, L. M., Whitlock, J. A., Maga, A., Ide, O., & Rowe, T. A. (2007). Structural extremes in a cretaceous dinosaur. *PLoS ONE*, *2*(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001230>
- Serrano-Martínez, A., Vidal, D., Sciscio, L., Ortega, F., & Knoll, F. (2016). Isolated theropod teeth from the Middle Jurassic of Niger and the early dental evolution of Spinosauridae. *Acta Palaeontologica Polonica*, *61*(2), 403-415. <https://doi.org/10.4202/app.00101.2014>
- Sharma, A., Singh, S., & Satheesh, S. R. (2022). The first turiasaurian sauropod of India reported from the Middle Jurassic (Bathonian) sediments of Jaisalmer

- Basin, Rajasthan, India. *Neues Jahrbuch Fur Geologie Und Palaontologie - Abhandlungen*, 304(2), 187–203. <https://doi.org/10.1127/njgpa/2022/1064>
- Smith, J. B., Vann, D. R., & Dodson, P. (2005). Dental Morphology and Variation in Theropod Dinosaurs: Implications for Taxonomic Identification of Isolated Teeth. *The Anatomical Record - Part A Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*, 285(2), 699–736. <https://doi.org/10.1002/ar.a.20206>
- Strickson, E., Prieto-Márquez, A., Benton, M. J., & Stubbs, T. L. (2016). Dynamics of dental evolution in ornithomimid dinosaurs. *Scientific Reports*, 6(June), 1–11. <https://doi.org/10.1038/srep28904>
- Suteethorn, S., Loeuff, J. Le, Buffetaut, E., Suteethorn, V., & Wongko, K. (2013). First evidence of a mamenchisaurid dinosaur from the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Phu Kradung Formation of Thailand. *Acta Palaeontologica Polonica*, 58(3), 459–469. <https://doi.org/10.4202/app.2009.0155>
- Tschopp, E., Mateus, O., & Benson, R. B. J. (2015). A specimen-level phylogenetic analysis and taxonomic revision of Diplodocidae (Dinosauria, Sauropoda). *PeerJ*, 2015(4). <https://doi.org/10.7717/peerj.857>
- Upchurch, P. (1998). The phylogenetic relationships of sauropod dinosaurs. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 124(1), 43–103. <https://doi.org/10.1006/zjls.1997.0138>
- Upchurch, P., Barrett, P. M., & Dodson, P. (2004). Sauropoda, in David Weishampel (ed.), *The Dinosauria*, University of California Press, Berkeley, 259–322. <https://doi.org/10.1525/california/9780520242098.003.0015>
- Wedel, M. (2007). What pneumaticity tells us about “prosauropods”, and vice versa. *Special Papers in Palaeontology*, 77, 207–222.
- Wedel, M. J. (2009). Evidence for bird-like air sacs in saurischian dinosaurs. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 311(8), 611–628. <https://doi.org/10.1002/jez.513>
- Whitlock, J. A. (2011). A phylogenetic analysis of Diplodocoidea (Saurischia: Sauropoda). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 161(4), 872–915. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2010.00665.x>
- Wiersma, K., & Sander, P. M. (2017). The dentition of a well-preserved specimen of *Camarasaurus* sp.: implications for function, tooth replacement, soft part reconstruction, and food intake. *Palaontologische Zeitschrift*, 91(1), 145–161. <https://doi.org/10.1007/s12542-016-0332-6>
- Wilson, J. A., & Sereno, P. C. (1998). Early Evolution and Higher-Level Phylogeny of Sauropod Dinosaurs. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 18, 1–79. <https://doi.org/10.1080/02724634.1998.10011115>
- Wilson, J. A. (2002). Sauropod dinosaur phylogeny: Critique and cladistic analysis. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 136(2), 215–275. <https://doi.org/10.1046/j.1096-3642.2002.00029.x>
- Wilson, J. A., & Upchurch, P. (2009). Redescription and reassessment of the

phylogenetic affinities of *Euhelopus zdanskyi* (dinosauria: Sauropoda) from the early cretaceous of China. *Journal of Systematic Palaeontology*, 7(2), 199–239. <https://doi.org/10.1017/S1477201908002691>

Wiman, C. (1929). The Cretaceous Dinosaur from Shantung. *Palaeontologia Sinica*, 6(1), 1–44.

Woodruff, D. C., & Foster, J. R. (2017). The first specimen of *Camarasaurus* (Dinosauria: Sauropoda) from Montana: The northernmost occurrence of the genus. *PLoS ONE*, 12(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177423>

Xu, X., Upchurch, P., Mannion, P. D., Barrett, P. M., Regalado-Fernandez, O. R., Mo, J., Ma, J., & Liu, H. (2018). A new Middle Jurassic diplodocoid suggests an earlier dispersal and diversification of sauropod dinosaurs. *Nature Communications*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05128-1>

Yates, A. M. (2003). A new species of the primitive dinosaur *Thecodontosaurus* (Saurischia: Sauropodomorpha) and its implications for the systematics of early dinosaurs. *Journal of Systematic Palaeontology*, 1(1), 1–42. <https://doi.org/10.1017/S1477201903001007>

Anexos

Anexo I – Base de dados

(medidas em mm)

Taxonomia	Espécime	Posição	Grau de Desgaste	LAB	LMAM	LMAC	LMAA	LABC	LABA	LD	LM	LLL	A	NDM	NDD	SI
<i>Narindasaurus thevenini</i>	MNHN MAJ 423	Premaxilar-maxilar direito	3	35	?	?	20,8	17,5	16,3	15,4	20,5	13,9	77,3	?	?	?
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6013	Premaxilar direito	1	45,8	34,7	27,1	25,9	27,4	17,7	17,2	24,5	25,5	72,6	0	0	1,32
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6019	Maxilar direito	1	26,4	24,7	16,7	19,9	19,8	6,7	9,1	14,3	11,4	76,4	0	0	1,07
<i>Turiasaurus riodevensis</i>	CPT-1262	Maxilar esquerdo	1	44,7	31,4	18,6	27,8	31,5	11	18,1	14,9	?	78,3	0	0	1,42
<i>Turiasaurus riodevensis</i>	CPT-3941	Maxilar esquerdo	1	27,6	19,2	12,2	16,1	16,3	10,7	12,3	12,9	?	77,7	0	0	1,44
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6032	Mandíbula direita	1	48,3	28,7	21,2	23,2	32,9	15,2	20,2	17,3	19,8	81,9	0	0	1,68
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6035	Mandíbula esquerda	1	47,1	29,5	21,2	26,3	28,4	19,3	22,3	19,4	18	78,3	0	0	1,60
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6036	Mandíbula esquerda	1	39,9	27,7	18,6	23,6	25,3	14,6	17	18,5	15,9	80,7	0	0	1,44
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6038	Mandíbula esquerda	1	37,6	26,7	16,4	24,5	25	13,1	18,3	15,7	15,6	76,7	0	0	1,41
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6039	Mandíbula esquerda	1	34,2	26,6	16,4	24,9	21,4	13,3	17,7	15,3	14,8	76,9	0	0	1,29
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6034	Mandíbula direita	2	37,7	27,6	?	27,5	22,8	14,4	22,5	14,1	14,1	83,8	0	0	1,37
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6021	Mandíbula esquerda	1	22,4	19,3	12,2	17,3	14,7	7,8	11	11	10,5	76,8	0	0	1,16
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6014	Maxilar direito	2	50,8	39,7	28,9	37	28,4	21,9	26,8	24,2	?	77,6	0	0	1,28

<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6015	Maxilar direito	1	47,3	39,3	27,5	29,6	33,4	13,8	17,2	22,3	24,5	76,5	0	0	1,20
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6016	Maxilar direito	1	41	35,1	27,4	28,8	27,7	13,2	15,5	21,4	?	79,2	0	0	1,17
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6017	Maxilar direito	1	40	35,5	22,7	28,1	29,2	10,5	15,2	19,1	17,1	77,6	0	0	1,13
<i>Losillasaurus giganteus</i>	MAP-6018	Maxilar direito	1	33,2	24,9	?	19,7	25,6	6,9	9,7	13,6	10,5	79,3	0	0	1,33
<i>Soriatitan golmayensis</i>	MNS 2001/122		1	18,3	7,9	7,7	5,5	10,7	3,4	3,9	4,7	7,2	82,6	0	0	2,32
<i>Mierasaurus bobyoungi</i>	DBGI 95	Premaxilar-maxilar	1	52,4	28,4	25,7	20,6	33,6	16,8	20,1	16,7	?	78,2	0	0	1,85
<i>Mierasaurus bobyoungi</i>	DBGI 60	Mandíbula (anterior)	1	29,3	16,5	?	14,6	16,7	12,3	14,7	9,3	?	75,3	0	0	1,78
<i>Mierasaurus bobyoungi</i>	DBGI 27	Mandíbula (posterior)	1	22,8	16,8	11,4	16,6	10,2	11,1	13,8	10,2	?	74,8	0	0	1,36
<i>Turiasaurus riodevensis</i>	CPT-1213		1	30,4	23,8	17,7	21,8	16,4	12,9	16,8	12,2	14,9	71,3	0	0	1,28
<i>Turiasaurus riodevensis</i>	CPT-1215		1	37,1	27,8	19,3	24,7	21,1	15,3	19,5	14,2	16,9	74,7	0	0	1,33
<i>Turiasaurus riodevensis</i>	CPT-1217		1	38,9	27,8	17,3	25	21,1	16,2	19,8	17,2	14,7	75,2	0	0	1,40
<i>Moabosaurus utahensis</i>	BYU 20818	Mandíbula esquerda (anterior)	1	77,2	41,9	23,7	37,1	46,4	27,3	34,9	30,1	22,3	79,6	0	0	1,84
<i>Moabosaurus utahensis</i>	BYU 14327	Premaxilar esquerdo	1	67,5	34,5	23,3	34,3	38	29,5	33,9	26,2	21,2	80,9	0	0	1,96
<i>Moabosaurus utahensis</i>	BYU 18172	Maxilar direito (anterior)	1	71,2	38,9	25,2	36	43,7	25,6	32,1	26,5	30,1	79	0	0	1,83
<i>Zby atlanticus</i>	ML 368		1	33,9	27,1	17,6	25,6	18,6	14,7	22,4	15,4	?	64,2	0	0	1,25
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 140		1	41,9	26,3	21,3	23,7	19,4	21,6	25,2	22,2	18,4	77,1	0	0	1,59
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 142		1	45,9	30,3	20,5	26,7	20,8	22,6	25,6	21,9	14,4	72,4	0	0	1,51
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 132		2	41,2	29,1	19,7	26,4	20,3	18,3	21,9	22,9	15,7	72,2	0	0	1,42

Turiasauria indet.	SHN (JJS) 133	1	39,5	25,5	17,4	22,4	21,2	17,7	15,6	21,9	?	75,7	0	0	1,55
Turiasauria indet.	SHN 501	2	42,1	26,6	17,5	23,3	23,7	18,6	21,6	21,6	?	79,5	0	0	1,58
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 147	1	35,6	25,4	15,6	22,4	21,7	12,4	16,6	14,9	12,4	76,4	0	0	1,40
Turiasauria indet.	SHN 508	1	37,8	27,6	18,1	26,7	17,8	19,3	22,8	19,8	14,4	75	0	0	1,37
Turiasauria indet.	SHN 144	1	30	24,4	?	22	18,8	10,7	14,4	15,3	11,7	73	1	0	1,23
Turiasauria indet.	SHN 138	1	40,3	30	23	29,1	20,5	20	24,4	18,2	15,7	73,3	0	0	1,34
Turiasauria indet.	SHN 512	2	19,1	14,5	7,5	12,8	12,1	5,9	8,6	7	6,5	84,2	2	0	1,32
Turiasauria indet.	SHN 145	2	36,7	33,8	26,4	32,5	18,1	19	24,4	20,9	19,8	71,6	?	?	1,09
Turiasauria indet.	SHN 503	2	35,9	25,6	21	28,9	13,7	22,2	23,8	19,1	16,7	76,7	?	?	1,40
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 141	2	31,6	23,8	16,9	22,4	20	11,1	15,2	14,1	15,7	72,2	?	?	1,33
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 139	2	43,5	34,8	22,2	28,9	30,7	12,8	18	19,1	19,1	73,9	0	0	1,25
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 146	1	41,2	28,9	?	26,5	25,8	13,4	15,7	22,8	10,8	67,5	0	0	1,43
Turiasauria indet.	SHN 137	2	28,7	25,1	16,2	24,1	18,9	10	14,1	16	11,9	73,3	0	0	1,14
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 149	3	32,8	25,4	15,5	24,9	23,3	8,4	14,4	15	13,7	75,4	?	?	1,29
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 131	2	20,6	17,5	12	17	8,6	11,6	14,3	12,2	9,2	71,7	?	?	1,18
Turiasauria indet.	SHN 152	2	27,6	19,2	13,8	17,6	15,8	11,6	18	14,7	9,2	73,9	?	?	1,44
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 127	2	26,9	25,1	19,9	25,1	11,7	14,9	17,3	17,3	13,1	72,9	?	?	1,07
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 148	2	33,8	22,8	13,3	23	18,6	14,9	19,7	14,4	12,3	74,2	?	?	1,48
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 130	3	17,2	17	11,2	17,7	9,3	6,9	11,6	8,2	8,6	77,9	?	?	1,01
Turiasauria indet.	SHN (JJS) 129	3	31,3	25,3	?	24,6	18,7	11,8	17,5	15,2	17,8	72,6	?	?	1,24
Turiasauria indet.	MG 277	3	32,5	27,3	17,3	23,9	20,3	11,5	18,2	13,8	15	75,6	?	?	1,19
Turiasauria indet.	MG 16	3	36,4	19,4	?	21,7	20,3	15,3	19	8,9	15,8	78,1	?	?	1,88
Turiasauria indet.	MG 4832	3	43,4	28,4	19,2	29,4	23,4	19,5	23,4	20,7	15,3	80,3	?	?	1,53
<i>Oplosaurus</i> sp.	NHMK R2565	2	33,4	25,5	15,3	23,2	23,5	9,8	13,9	15,1	?	77,4	?	?	1,31
Turiasauria indet.	NHMK R3377	1	27,1	20,5	16,2	17,8	13,2	13,1	13,8	16,4	?	68,9	0	0	1,32
<i>Cetiosauriscus leedsi</i>	NHMK R3377	1	34,2	25,7	?	24,9	17,6	16,7	18,8	21,7	?	72,5	0	0	1,33
<i>Oplosaurus</i> sp.	NHMK R1610	2	39,6	27,4	22	27	17,2	22,9	26,3	23,4	?	73,6	?	?	1,45

Turiasauria indet.	NHMUK R2565		2	41,4	25,3	19,9	22,6	18,8	21,7	22,7	24,6	?	73	?	?	1,64
Turiasauria indet.	MNHN.F 1961-28		?	?	25,5	15,3	?	?	?	?	?	15,2	?	?	?	?
<i>Oplosaurus armatus</i>	NHMUK R.964		2	52,9	28,2	24	29,1	19,9	31,7	34,6	28	22,3	76,7	?	?	1,88
Macronaria indet.	SHN 122		1	43,2	25,2	?	24,2	24,2	17,9	21	18,4	14,9	74,6	0	0	1,71
Macronaria indet.	SHN 513		1	39,9	28	21,5	27,3	26	12	17,8	14,8	15	75,6	0	0	1,43
Macronaria indet.	SHN 515		?	?	26,6	?	22,7	?	?	?	?	12,4	?	?	?	?
Macronaria indet.	MG 8783		?	?	?	20,2	?	?	?	?	?	18,2	?	?	?	?
Macronaria indet.	SHN 517		?	?	19,1	14,5	20,3	?	?	?	?	11,9	?	?	?	?
Macronaria indet.	SHN 121		2	?	?	?	19,1	?	?	13,2	15	?	?	0	0	?
Macronaria indet.	SHN 541		?	?	17,5	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Macronaria indet.	SHN 540		?	?	11,6	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Macronaria indet.	SHN 518		3	24,8	10,5	?	9,1	19,1	5,9	9	5,4	8,2	73,3	?	?	2,36
Macronaria indet.	SHN 519		2	43,2	23,1	20,5	23,2	28,5	15	18,8	17,8	?	80,3	0	0	1,87
Macronaria indet.	SHN 514		?	?	18	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
<i>Vouivria damparisensis</i>	DAM 1		1	41,5	17,7	14,2	15,3	25,5	10,6	13	11,3	12,8	78,4	4	0	2,34
<i>Vouivria damparisensis</i>	DAM 2		1	47,5	18,9	15,1	15,8	30,4	11,9	14,5	13,3	13,3	78	0	0	2,51
<i>Vouivria damparisensis</i>	DAM 3		2	41,9	16,6	14,3	15,3	31,3	10,2	12,1	12,4	13,3	80	0	0	2,52
<i>Vouivria damparisensis</i>	DAM 4		1	29,2	12,6	10,8	11,6	23,4	5,6	7	7,5	9,6	77	4	0	2,32
<i>Vouivria damparisensis</i>	DAM 5		1	27	12,3	9,8	11,1	18,7	7,4	7,4	9,5	9,8	77,9	4	0	2,20
<i>Amygdalodon patagonicus</i>	MLP 46-XIII-21-1/15		1	25,7	15,5	10,1	14,4	13,4	12,1	9,8	14,8	11,1	76,4	0	0	1,66
<i>Amygdalodon patagonicus</i>	MLP 46-XIII-21-1/12		1	23,5	15,6	7,9	14,3	14	9,6	12	10,1	9,6	82,5	0	0	1,51
<i>Amygdalodon patagonicus</i>	MLP 46-XIII-21-1/13		2	23,7	13,6	9,6	10,1	15,9	7,7	3,8	3,8	9,6	75,5	?	?	1,74
<i>Amygdalodon</i>	MLP 46-XIII-21-1/17		?	?	15,7	13,2	14,4	?	?	?	?	9,9	?	?	?	?

<i>patagonicus</i>																	
<i>Mamenchisarus youngi</i>	ZDM0083	Premaxilar	2	30,5	14,6	11,3	12,5	19	10,5	13,1	8,9	10,3	81,7	0	0	2,09	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V8299.3		2	18,7	8,5	6,4	7,6	9,2	7,9	8,8	7	6,2	80,7	0	0	2,20	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V8299.4		1	17,9	8,6	7	7,5	9,6	7,7	8,6	7,4	5,1	79,7	0	0	2,08	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V8299.6		1	21,5	9,5	7,3	9,4	10,8	10,1	10,9	7,8	5,9	82,2	0	0	2,26	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V8299.7		2	18,5	8	?	7,2	10,9	7,6	8,2	7,1	?	75,7	0	0	2,31	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V17768.12		1	16,6	7,9	5,1	7,7	11,1	5,4	6,9	4,1	5,1	78,5	0	0	2,10	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V17768.13		1	20,8	8,1	6,1	8,1	12,5	8,1	9	7,5	7,2	83,8	0	0	2,57	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V17768.14		1	19,7	8,6	5,1	6,4	14,5	5	5,8	5,4	5,5	81,7	0	0	2,29	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V17768.15		1	13,6	8	?	6,1	7,7	4,8	5,2	5,2	4,5	79,3	0	0	1,70	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V17768.16		2	11,4	5,8	4,4	5,8	7,5	3,5	4,3	4,7	3,4	78,5	?	?	1,97	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V17768.17		1	16,6	7,4	5,9	6,2	10,8	5,4	6,4	5,6	5,5	79	0	0	2,24	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V17768.18		1	11,1	6,3	4,5	6,6	5,5	5,1	6,3	5	3,6	79,1	0	0	1,76	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V17768.19		2	8,2	6	4,3	5,9	4,8	3,5	4,2	3,4	3,1	73,7	2	1	1,37	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V17768.20		3	17,4	7,5	5,8	7,1	10,8	6,1	8	5,1	5,1	83,2	0	0	2,32	
<i>Bellusaurus sui</i>	IVPP V17768.21		2	13	6,4	5	5,2	8,6	3,8	4,9	3,6	4,4	79,8	?	?	2,03	
<i>Bagualia alba</i>	MPEF-PV 11036		2	25,2	19,6	15,2	20,4	9,3	15,6	19,4	12,1	?	79,8	?	?	1,29	
<i>Bagualia alba</i>	MPEF-PV 3176		2	34,6	24,3	18,7	21,3	18,6	15,7	19,8	15	?	74,2	3	2	1,42	
<i>Abydosaurus mcintoshii</i>	DINO 17849	Premaxilar esquerdo	2	21,6	8,6	9,2	6,9	14,1	6,3	7,9	4,3	9,1	79,4	0	0	2,51	
<i>Abydosaurus mcintoshii</i>	DINO 17849	Mandíbula direita	1	17,3	9,9	8,6	8,2	10,1	6,4	8,6	6,8	6,9	76,3	0	0	1,75	
<i>Tazoudasaurus naimi</i>	To2-43		2	24	15,8	11,2	13,1	14,1	9,8	12	10,5	?	76,7	?	?	1,52	
<i>Tazoudasaurus naimi</i>	To1-20		1	18,9	11,8	7,5	10,7	11,7	6,8	7,9	9,2	?	75,4	4	2	1,60	
<i>Tazoudasaurus naimi</i>	To1-223	Mandíbula esquerda	?	?	23,5	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
<i>Fukuititan nipponensis</i>	FPDM-V8468-2		1	30,6	13	10,9	11,7	13	17,2	12,8	19	?	79,1	0	0	2,35	

Sauropoda indet.	NMS G 2004.31.1		2	14,3	8,6	6,4	7,8	9,7	4,3	6,3	5,4	5,2	78,3	?	?	1,66
<i>"Cardiodon rugulosus"</i>	BMNH R1527		2	21,4	12,6	?	11,5	15,1	6,2	8,5	7,8	?	79,3	?	?	1,70
<i>Cetiosauriscus leedsi</i>	BMNH R3377		2	25	18,9	13,3	16,2	14,6	10,5	12,6	13,6	?	75,3	0	0	1,32
<i>Euhelopus</i> sp.	IVPP V15010.1		3	57,4	18,6	17,4	17,9	39,7	15,2	17,6	17	?	83,4	?	?	3,09
<i>Euhelopus</i> sp.	IVPP V15010.2		3	48,5	16,3	11	17	33,2	14,6	16,2	12,8	?	81,8	?	?	2,98
<i>Euhelopus</i> sp.	IVPP V15010.3		3	38,6	20,5	17	18,2	17,4	18,4	15,8	22,9	?	81,4	?	?	1,88
<i>Euhelopus</i> sp.	IVPP V15010.4		3	29,5	16	10,4	15,9	19,5	8,6	8,8	13	?	83,3	?	?	1,84
<i>Euhelopus</i> sp.	IVPP V15010.5		2	28,4	12,9	7,1	12,7	15,8	11,2	12,7	11,9	?	81,8	0	0	2,20
<i>"Asiatosaurus mongoliensis"</i>	AMNH-6264		2	44,6	21,7	?	19,7	26,4	17,2	20,8	17,6	14,7	80	?	?	2,06
<i>Camarasaurus lentus</i>	BYU-9118		1	61,6	28,1	23,3	27,6	38,7	21,5	26	25,5	?	73,3	0	0	2,19
Morfotipo J1	MSNM V5801	Mand. e. /Max. d.	2	22	15,4	10,1	15,5	12,5	8,5	12,9	9,5	7,8	68,9	?	?	1,43
Morfotipo J1	MSNM V5802	Mand. e. /Max. d.	?	?	?	11	?	?	?	?	?	11,1	?	?	?	?
Morfotipo J1	MSNM V5803	Mand. d. /Max. e.	2	31,9	22,2	13,2	18,3	22,4	8,6	13,1	12,7	13	76,4	?	?	1,44
Morfotipo J1	MSNM V6180	Mand. e. /Max. d.	1	23,5	15,6	9,2	12,8	16,3	8,1	8	10,6	8,5	76,6	1	1	1,51
Morfotipo J1	MSNM V6182	Mand. e. /Max. d.	3	22	16,5	9,6	15,9	15,2	7,2	9,7	11,9	10,9	77,3	?	?	1,33
Morfotipo J1	MSNM V6187	Mand. e. /Max. d.	1	18,2	12,4	9,5	?	?	?	?	?	7,4	68	2	2	1,47
Morfotipo J1	MSNM V6188	Mand. e. /Max. d.	1	19,3	13,9	9,9	13,1	12,5	5	9,6	6,5	6,4	63,9	?	?	1,39
Morfotipo J1	MSNM V6214	Mand. e. /Max. d.	1	20,1	12,1	9,2	10,4	12	8,1	9,5	7,6	9,2	78,3	1	1	1,66
Morfotipo J1	MSNM V6218	Mand. d. /Max. e.	3	20,1	14,9	10,8	13,8	12,5	7,2	9,3	11,1	10,3	72,7	?	?	1,35
Morfotipo J2	MSNM V6222	Mand. d.	2	9,3	6,6	4,6	6	6	2,6	4,1	3,7	4	81,1	?	?	1,41

		/Max. e.															
Morfotipo J2	MSNM V6224	Mand. e. /Max. d.	1	10,9	7,3	4,9	6,9	8	3,2	5,5	3,9	4,6	83,6	0	0	1,49	
Morfotipo J2	MSNM V6225	Mand. d. /Max. e.	2	11,9	7,5	5,7	7,3	8,3	3,6	5	4,5	5,1	78,3	?	?	1,59	
Morfotipo J2	MSNM V6226	Mand. e. /Max. d.	2	9,6	6,4	4,1	5,2	5,4	4,3	5	4,6	3,5	74	0	0	1,50	
Morfotipo J3	MSNM V6183	Prem. e. ou Max./Mand. d.	2	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Morfotipo J3	MSNM V6211	Prem. e. ou Max./Mand. d.	1	18,3	11,1	7	9,9	9,9	8,2	9,5	9,9	7,2	76,7	2	0	1,65	
Morfotipo J3	MSNM V6212	Prem. e. ou Max./Mand. d.	1	21,8	8,9	6,9	9,3	10,7	10,9	12	9,5	7,1	80,8	0	0	2,45	
Morfotipo J3	MSNM V6213	Prem. e. ou Max./Mand. d.	1	22,3	14	?	13	13,4	9	10,5	11,5	9,5	72,7	3	0	1,59	
Morfotipo J3	MSNM V6216	Prem. e. ou Max./Mand. d.	1	37,6	16,7	16,1	16,4	21,8	15,6	17,5	15,9	11,5	73,5	2	1	2,25	
Morfotipo J3	MSNM V6219	Mand. e. /Max. d.	1	20	14	11,2	14,2	8,5	11,4	13	10,6	8	72,7	0	0	1,43	
Morfotipo J3	MSNM V6221	Prem. e. ou Max./Mand. d.	1	20,9	10,8	?	10,3	11	9,3	10	11,3	7,7	76,6	1	0	1,94	
Morfotipo J4	MSNM V6184	Mand. e. /Max. d. ou Prem.	1	?	?	?	15,8	?	?	14,7	14,3	?	?	4	2	?	
Morfotipo J4	MSNM V6215	Prem. d. ou Max./Mand. e.	1	30	16,7	13,4	13,3	21,6	9,4	11,8	11	12,4	76,2	0	2	1,80	
Morfotipo J4	MSNM V6181	Mand. d. /Max. e.	1	?	?	?	10,1	?	?	8	9,3	?	?	0	0	?	

Morfotipo J5	MSNM V6190	Mand. e. /Max. d.	2	15,3	8,2	6	7,9	8,8	6,2	7,7	5,8	5,8	78,5	?	?	1,87
Morfotipo J5	MSNM V6223	Mand. d. /Max. e.	3	13,2	8,4	7	7,8	8,6	4,6	5,5	6,1	6,5	74,4	?	?	1,57
Morfotipo J6	MSNM V6185	Mand. e. /Max. d.	1	19	8	6,4	8,3	11,5	6,9	7,8	5,1	6,2	76,3	3	2	2,38
Morfotipo J6	MSNM V6186	Mand. d. /Max. e.	3	19,5	8,8	7,5	8,9	10,2	9,4	10,7	8,8	6,7	82,9	0	0	2,22
Morfotipo J6	MSNM V6189	Mand. e. /Max. d.	?	?	11,3	7,6	?	?	?	?	?	7,1	?	?	?	?
Morfotipo J7	MSNM V6220	Mand. d. /Max. e.	1	19,8	13,5	?	12,2	12,5	7,2	9,4	8,7	8,9	72,7	0	0	1,47
<i>"Neosodon praecursor"</i>	Neos.1		3	52,3	37,4	26,7	36,5	25,4	25,7	27,1	33,9	?	81	?	?	1,40
<i>"Neosodon praecursor"</i>	Neos.2		2	46,7	32,6	22,4	28,9	26,5	23,5	25,4	25,6	?	79,9	?	?	1,43
<i>"Neosodon praecursor"</i>	Neos.3		2	25,5	14,8	9,7	13,6	17,4	9,1	10,2	12,5	?	75,8	0	0	1,72
<i>"Neosodon praecursor"</i>	BHN2R 113		1	51,2	31,9	18,6	32,6	23,7	27,2	33,8	28	?	69,3	0	0	1,61
<i>"Neosodon praecursor"</i>	BHN2R 1101		1	45	31,4	19,9	26,7	31,4	15,3	20	20,5	?	74,9	0	0	1,43
<i>"Neosodon praecursor"</i>	BHN2R 1102		1	45,4	27,3	15,4	28,3	22,2	22,2	27,5	19	?	82,1	0	0	1,66
<i>"Neosodon praecursor"</i>	BHN2R 112		2	36,5	20,6	15,9	21,3	26,9	8,2	9	15,1	?	82,5	?	?	1,77
Euhelopodidae indet.	Euhe.1		2	28,2	16,4	11,5	15,1	18,6	8,8	10,1	12,1	?	79,2	?	?	1,72
Euhelopodidae indet.	Euhe.2		1	18,5	11,1	6,9	9,5	13,7	4,5	5,9	7,1	?	77,2	0	0	1,67
Euhelopodidae indet.	Euhe.3		1	30,1	17,1	16,7	18,3	14,7	15,2	14,1	20,4	?	80,5	0	0	1,76
Euhelopodidae indet.	Euhe.4		1	24,2	13,7	13,7	14,3	10,1	14,1	16,2	12,8	?	75	0	0	1,77
Euhelopodidae	MPZ 97/464		2	21	11,4	8,9	11	11,1	9,7	10,4	8,4	6,8	75,8	?	?	1,84

indet.																	
Euhelopodidae indet.	MPZ 97/465		?	?	12,3	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	1,22
Euhelopodidae indet.	MPZ 01/206		1	12,2	6,3	4,1	5,7	8,3	3,9	4,5	4,8	3,7	76,7	0	0	1,94	
Eusauropoda indet.	MPEF-PV 10606		3	23,6	10,7	9,1	9,4	19,9	2,9	5,3	5	9,8	77,6	?	?	2,21	
Lithostrotia indet.	HUE - 685		1	36,7	11,4	9,6	10,4	25,5	10,4	11,9	11,6	6,8	82,1	0	1	3,22	
Lithostrotia indet.	HUE - 1212		2	36,1	11,1	10,6	9,7	26,6	9,1	10,3	10,8	7,3	83,6	0	0	3,25	
Lithostrotia indet.	HUE - 1636		2	32	10,1	9,3	9,4	22,1	9,4	10,6	10,1	5,8	80,7	0	0	3,17	
Lithostrotia indet.	HUE - 2687		2	24,9	5,3	4,3	5	18,4	6	6,3	6,4	3,9	82,4	?	?	4,70	
Lithostrotia indet.	HUE - 4148		2	19,7	5,1	3,4	5	15	4,5	4,9	5,4	3	83	?	?	3,86	
Lithostrotia indet.	HUE - 6942		2	23,7	4,8	3,8	4,3	19,4	4,2	4,8	4,5	3,1	85,9	?	?	4,94	
<i>Yongjinglong datangi</i>	GSGM ZH(08)-04.A		2	81	24,1	26,1	22,5	56	25,4	26,6	27	18,4	88,5	?	?	3,36	
<i>Yongjinglong datangi</i>	GSGM ZH(08)-04.B		2	51	20,3	16,1	18,5	31,4	18,5	18,9	22,4	11,4	80,5	?	?	2,51	
<i>Yongjinglong datangi</i>	GSGM ZH(08)-04.C		3	54,7	19,4	12,8	19,2	29,5	24,9	27,4	21,7	11,4	87,2	?	?	2,82	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (2)	Maxilar izquierdo	1	51,1	29,1	22,2	28	34,4	17,1	22,6	15,5	?	108	0	0	1,76	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (3)	Maxilar izquierdo	2	38,8	22,8	21,4	19,1	29,3	11,6	15,5	11,1	?	113	0	0	1,70	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (4)	Maxilar izquierdo	1	39,9	23,3	19,8	21,1	28,6	13,3	17,4	12	?	111,7	0	0	1,71	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (5)	Maxilar izquierdo	1	40,8	25,7	21,6	27	28,5	10	15,8	12	?	109,1	0	0	1,59	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (6)	Maxilar izquierdo	1	33,8	22,9	16,7	24,9	24,7	9,8	17,9	10,2	?	107,6	0	0	1,48	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (7)	Maxilar izquierdo	1	36,1	23	16,3	21,8	26,3	11,6	17,1	10,2	?	112,2	0	0	1,57	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (8)	Maxilar izquierdo	1	32,3	22,9	15,4	22,9	20,1	9,2	16,2	13,1	?	99,5	0	0	1,41	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (9)	Maxilar izquierdo	1	24	17,8	13,9	17,4	16,5	7,1	12,4	9,3	?	95,3	0	0	1,35	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (1)	Mandíbula	2	59,6	29,5	22,4	26,9	37,3	19,6	22,3	20,1	?	120,5	0	0	2,02	

		direita															
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (2)	Mandíbula direita	2	58,7	27,9	19,9	26,9	35,8	20	26,6	20,9	?	113,5	0	0	2,10	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (3)	Mandíbula direita	3	49,3	20,9	20,1	21,4	30,8	17	20,4	14,2	?	115	0	0	2,36	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (4)	Mandíbula direita	3	48,6	20,9	18,2	24,4	28,9	16,3	20,7	15,9	?	114,5	0	0	2,33	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (5)	Mandíbula direita	1	43,9	22,2	19,7	21,2	29,4	14,2	16,9	15,2	?	112,2	0	0	1,98	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (6)	Mandíbula direita	3	36,9	20,5	15,2	22,8	19,5	16,6	17,5	13,7	?	110,8	0	0	1,80	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (7)	Mandíbula direita	3	35,6	18,1	15,7	24,3	21,9	13,9	18,4	14,7	?	110,6	0	0	1,97	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (8)	Mandíbula direita	1	33,2	21,8	15,4	21,5	20,3	8,3	14,2	11,4	?	112,6	0	0	1,52	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (10)	Mandíbula direita	1	24,6	15,6	12,2	17	14	7,2	11,5	7,4	?	127,8	0	0	1,58	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (11)	Mandíbula direita	1	18	14,2	10,4	14,3	12,1	5	7,2	8,6	?	122,9	0	0	1,27	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (12)	Mandíbula direita	1	21,7	13,6	11,4	15,9	12,6	6,2	9,9	9,2	?	115	0	0	1,60	
<i>Camarasaurus</i> sp.	SMA 0002 (13)	Mandíbula direita	1	18,5	10,8	8,7	10,6	12,4	5,1	7,5	5,3	?	109,4	0	0	1,71	
Mamenchisauridae indet.	SM MD3-53		2	18,7	12	10,4	10,6	12,6	6,6	8,2	8,6	?	65,8	0	0	1,56	
Mamenchisauridae indet.	SM MD3-62		2	21,2	15	11,5	12,5	14,6	6,4	8,7	9,1	?	69,1	0	0	1,41	
Mamenchisauridae indet.	SM MD3-54		2	20,3	14,7	?	11,6	12,8	6,9	9,3	7,8	9	74,8	0	0	1,38	
<i>Euhelopus zdanskyi</i>	PMU.R-182i		2	24,1	11,9	8,9	10,2	15,9	8,2	8,6	9,2	?	81,7	?	?	2,03	
<i>Euhelopus zdanskyi</i>	PMU.R-182g		3	25	14,9	12,4	14,1	14,2	10,8	7,8	13	?	75,3	?	?	1,68	
<i>Euhelopus zdanskyi</i>	PMU.R-182b		3	29	14,1	12,4	11,8	20	9,1	11,7	9,3	?	79,4	?	?	2,06	
<i>Mamenchisaurus fuxiensis</i>	C.1042		1	33,8	14,4	?	10,9	25,6	7,6	9,1	9,2	?	81,3	0	0	2,35	

<i>Mamenchisaurus fuxiensis</i>	C.1042		1	31,1	13,7	9,6	11,9	19,1	12,5	13,3	11,2	?	78,6	0	0	2,27
<i>Mamenchisaurus fuxiensis</i>	C.1042		1	23,5	12,6	9,7	11,1	16,8	6	8,7	6,4	?	73,5	3	0	1,87
Turiasauria indet.	ANG 10-10		1	41	26,5	18,3	21,2	24,8	16,3	19,5	19,6	16,5	73,7	0	0	1,55
Turiasauria indet.	ANG 10-27		1	27,2	25	15,5	21,4	16,8	9,8	14,1	13,7	10	84,4	0	0	1,09
<i>Atlasaurus imelakei</i>	Atla.1		1	46,3	19,7	17,4	18,7	26,9	18,9	19,5	18,3	?	79,2	0	0	2,35
<i>Atlasaurus imelakei</i>	Atla.2		1	42,9	21,4	18,9	19,5	32,9	10,3	12	15,9	?	85,3	0	0	2,00
<i>Camarasaurus lewisi</i>	BYU 9047		1	43,8	30,5	20,4	24,1	34,9	5,3	14,9	10,9	?	71	0	0	1,44
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (364)		1	45,1	22,4	18,1	21,7	30,5	13	17,5	16,4	17,8	77,2	0	0	2,01
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (365)		1	40,6	24,1	19,7	22,5	31,4	7,6	12,5	15,8	19,7	70,6	0	0	1,68
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (362)		1	44,9	25,1	21,1	22,6	33,3	10,8	17	14	18,7	74,6	0	0	1,79
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (360)		1	51,1	28,9	22,4	23,2	39,5	10,3	15,1	15,1	20,3	79,2	0	0	1,77
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (363)		1	47	25,9	20,8	23,5	35,1	10,8	14,6	13,3	19,2	77,6	0	0	1,81
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (361)		1	49,2	27,6	23,5	24,3	35,1	12,2	19,7	11,8	21,1	72,7	0	0	1,78
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (366)		1	35,4	20	14,6	18,2	26,5	7,6	11,3	10,4	?	78,4	0	0	1,77
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (367)		?	?	23,3	19,7	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (368)		1	38,9	23,5	20,8	21,9	30	8,9	14	13,4	?	75,9	0	0	1,66
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (374)		1	39,2	25,4	21,4	25,1	28,1	10	17,8	12,6	?	75	0	0	1,54
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (375)		1	50,6	27,8	25,9	28	31,4	17,6	17,8	25,5	?	67,8	0	0	1,82
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (376)		1	53	28,4	23,5	27,5	34,1	17,8	24,4	17,6	?	78	0	0	1,87
<i>Camarasaurus</i>	GMNH 101 (377)		1	36	24,6	22,4	19	27	7	12,3	10,8	?	76,7	0	0	1,46

<i>grandis</i>																	
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (369)	1	22,5	15,3	13,1	14	14,2	6,4	11	6,7	?	80,2	0	0	1,47		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (370)	1	24,5	16,1	12,5	14,2	17,5	6,1	10,1	7,1	?	80	0	0	1,52		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (371)	1	23,1	12,8	10,6	14	15,6	6,7	9,9	5,6	?	83,8	0	0	1,80		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (372)	1	28,6	16,9	13,3	15,6	19,4	8,3	12	9,6	?	81,3	0	0	1,69		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (373)	1	36,4	23,9	18,3	24,9	21,9	13,6	19,9	12,7	?	81	0	0	1,52		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (358)	1	66,4	30	18,3	31,1	41,9	22	27,5	22,1	?	84,9	0	0	2,21		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (359)	1	?	?	?	34,9	?	?	35,6	18,3	?	?	0	0	?		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (382)	1	43,6	23,9	18,9	25,1	33,9	13,9	8,6	15,4	?	77,5	0	0	1,82		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (383)	1	27,5	15,8	13,1	14,4	16,9	11,4	9,4	11,8	?	78,6	0	0	1,74		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (384)	1	38,6	19,7	16,4	21,4	25	10,8	12,8	19,5	?	73,2	0	0	1,96		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (385)	1	36,1	25,8	22,5	22,9	19,2	16,7	19,8	18,7	?	68,2	0	0	1,40		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (386)	1	48,9	27,8	22,2	27,8	33,9	14,2	19,5	19,3	?	76	0	0	1,76		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (387)	1	37,8	20,3	16,1	20,8	25,6	11,1	15,3	13,9	?	74,6	0	0	1,86		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (390)	1	49,4	22,9	17,6	24,6	29,6	23,4	18,3	17,6	?	71,8	0	0	2,16		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (389)	1	41,7	21,7	15,3	21	28,6	17,3	13,1	12,7	?	80,2	0	0	1,92		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (395)	1	30,3	16,4	15,6	16,4	22	11,6	7	10,8	?	71,7	0	0	1,85		
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (393)	1	38,3	24,4	18,1	22,8	31,7	5,8	11,9	12,8	?	74,6	0	0	1,57		

<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (388)		1	62,2	29,4	24,5	27,4	40,8	19,2	13,2	25,2	?	76,7	0	0	2,12
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (394)		1	45,6	23,1	18,6	23,5	31,9	10,8	14,6	16,9	?	79,9	0	0	1,97
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (391)		1	44,7	25,8	21,4	23,7	32,9	11,1	20,6	11,2	?	77	0	0	1,73
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (396)		1	46,9	25	19,7	25,5	33,6	11,1	10	19,1	?	75,2	0	0	1,88
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (397)		1	35,8	17,2	11,9	18,5	26,4	11,6	6,4	9,6	?	79,4	0	0	2,08
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (398)		1	26,7	15	13,6	14,5	18,3	11,6	6,7	7,1	?	77,7	0	0	1,78
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (400)		1	60,6	26,7	20,6	27,2	35	23,9	21,9	27,8	?	81	0	0	2,27
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (401)		1	46,4	22,5	17,2	22,1	33,9	11,1	12,4	15,4	?	79,3	0	0	2,06
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (402)		1	36,9	20,6	14,2	17,9	28,9	6,4	12,2	8,9	?	84	0	0	1,79
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (407)		1	42,2	20,6	13,6	20,1	33,1	13,6	11,4	9,2	?	83,1	0	0	2,05
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (378)		1	52,2	25	17,8	24,3	34,4	15	20,7	15,8	?	80,4	0	0	2,09
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (379)		1	50	?	?	?	?	?	?	?	21,9	?	?	?	?
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (380)		1	57,8	26,4	22,5	26,2	39,7	16,7	21,7	20,7	?	78,5	0	0	2,19
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (381)		1	50,3	26,7	19,4	26,3	28,9	19,7	24,4	17,7	?	77,7	0	0	1,88
<i>Camarasaurus grandis</i>	GMNH 101 (392)		1	49,2	19,2	18,6	18,1	33,1	13,9	17,5	12,8	?	96,7	0	0	2,56
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d1)	1	45,3	14,8	13,2	12,1	28,1	18,1	17,6	16,4	?	64,6	0	0	3,06
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d2)	1	29,4	13,6	12,1	11,6	21,1	7,7	8,9	9,7	?	57,6	0	0	2,16
<i>Mamenchisaurus</i>	IVPP V10603	Mandíbula	1	42,5	15,7	12	12,5	32,7	9,3	11,1	12,3	?	63,6	0	0	2,71

<i>sinocanadorum</i>		(d3)															
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d5)	1	36,7	14,8	13,1	14,6	23	14,3	15,6	15,1	?	56,6	0	0	2,48	
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d6)	1	38,1	13,9	10,9	13,3	24,8	13,9	14,4	16,1	?	60,6	0	0	2,74	
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d8)	1	33,9	13,6	10,6	12,9	23,7	11,5	12,4	12,8	?	54,3	0	0	2,49	
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d9)	1	32,8	13,6	12,1	13,1	20,7	12,2	13,6	12,7	?	64,1	0	0	2,41	
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d10)	1	25,8	13,4	10,7	13	20,3	4,2	8,1	6,7	?	62,2	0	0	1,93	
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d11)	1	28,5	12,7	10,8	11	17,7	10,5	12,4	11,6	?	58,9	0	0	2,24	
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d13)	1	24,8	12,2	9,5	9,1	19	5,3	6,2	5,8	?	42,7	0	0	2,03	
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d14)	1	?	10,5	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d15)	1	20	9,6	7,5	9,7	13	6,6	9,4	7,2	?	44,8	0	0	2,08	
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d16)	1	17,6	10	7,6	9,8	10,8	6,2	8,5	6,9	?	45	0	0	1,76	
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d17)	1	17,5	8,6	6,9	8	10,8	6	8,3	6,7	?	45	0	0	2,03	
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d18)	1	16,4	8,2	6,8	7,4	10,7	5	7,1	6,1	?	46,4	4	3	2,00	
<i>Mamenchisaurus sinocanadorum</i>	IVPP V10603	Mandíbula (d19)	1	15,5	8,2	6,2	9,4	7,5	7,3	9,9	6,2	?	42	3	0	1,89	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d3)	1	27,2	10,5	9,3	9,4	20,2	7	7,6	10	?	85,3	0	0	2,59	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d4)	1	27,1	13,9	9,2	12	20	7,6	6,8	9,7	?	98,6	0	0	1,95	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda	1	26,7	11,8	8	11,4	16,4	9,4	10	12	?	97,4	0	0	2,26	

		(d5)															
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d6)	1	27,6	11,7	8,3	11,2	14,7	11,7	12	14,2	?	96,6	0	0	2,36	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d7)	1	25,9	10,8	7,8	9,9	17,2	8,5	10,3	9	?	94,2	0	0	2,40	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d8)	1	26,9	11,3	7,5	10,4	16,3	9,2	11,1	11	?	86,7	0	0	2,38	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d10)	1	23	10,2	7	9,7	15,1	6,9	8,7	7,4	?	91,8	0	0	2,25	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d11)	1	22,1	9,6	7,5	8,7	13	8,5	9,1	5,5	?	89,1	0	0	2,30	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d12)	1	18,4	9	6,7	7,4	13,4	4	6,5	4,4	?	90	0	0	2,04	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d13)	1	20,7	10,2	7,2	10,1	13	7,3	8,3	7,9	?	83,3	0	0	2,03	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d14)	1	19,2	8,9	7	8	13,3	3,8	6,9	4,3	?	88,2	6	0	2,16	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d15)	1	18,4	8,6	6,1	6,7	13,7	3,8	5,9	3,9	?	94,5	0	0	2,14	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d16)	1	19,9	9,2	7,2	7,9	14,7	4,6	6,2	6,4	?	82,5	0	0	2,16	
<i>Mamenchisaurus youngi</i>	ZDM 0083	Mandíbula esquerda (d17)	1	?	9,7	?	?	?	?	?	?	?	?	0	0	?	
<i>Mamenchisaurus</i>	ZDM 0126		1	31,8	17,1	14,1	15,6	19,2	11,4	14,4	12	?	77	4	0	1,86	

<i>honchuanensis</i>																	
<i>Mamenchisaurus honchuanensis</i>	ZDM 0126		1	45,5	18,9	13,7	18,8	24,9	20,5	22,7	23	?	80,3	0	0	2,41	
<i>Mamenchisaurus honchuanensis</i>	ZDM 0126		1	40,4	18,4	13,3	18,4	23,2	16,4	18,5	16,4	?	76,4	6	0	2,20	
<i>Diamantinasaurus matildae</i>	AODF 603	Mandíbula direita	?	?	9,9	?	7,8	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
<i>Diamantinasaurus matildae</i>	AODF 2298	Prem. /Max. direito	1	?	10,3	?	10,4	?	?	13,3	15,8	?	?	0	0	?	
Titanosauria indet.	AODF 963	Mandíbula esquerda	1	31,8	15,1	14,9	14,3	16,2	14,3	15,8	17,1	13,3	76,5	0	0	2,11	
Titanosauria indet.	AODF 1531	Mandíbula direita	1	39,2	13,7	14,2	12,8	22,1	16,2	16,5	19,1	13,9	84,8	0	0	2,86	
Titanosauria indet.	AODF 984	Mandíbula direita	1	41,6	16,2	16,1	14,8	20,8	20,7	21,9	21,5	14,5	76,8	0	0	2,57	
Titanosauria indet.	AODF 985	Mandíbula esquerda	1	42	16,6	16,2	15,1	16,9	25	25,9	25,9	16,1	80,9	0	0	2,53	
Titanosauria indet.	AODF 1285	Mandíbula direita	2	?	?	?	10	?	?	12,8	11,6	?	?	?	?	?	
Titanosauria indet.	AODF 1286	Mandíbula esquerda	1	35,7	11,7	11,3	10,9	21,7	13,7	15,2	13,6	15,3	83,2	0	0	3,05	
Titanosauria indet.	AODF 2291	Mandíbula direita	1	24,3	11,9	11,8	11,4	10,9	13,1	14,1	14,4	9,4	72,4	0	0	2,04	
Titanosauria indet.	AODF 2292	Mandíbula direita	1	34,8	14,8	?	12,1	18,8	15,4	15,8	16,2	11,9	73,9	0	0	2,35	
Titanosauria indet.	AODF 2293	Mandíbula esquerda	2	18,7	8,2	9,6	7,5	9,6	7,8	9,6	9,2	8,2	79	?	?	2,28	
Titanosauria indet.	AODF 2294	Mandíbula direita	1	31,6	12,8	12,9	12	17,1	13,8	15,5	14,5	11,6	78,3	0	0	2,47	
Titanosauria indet.	AODF 2295	Mandíbula direita	2	27,9	12,4	11,6	11,8	13,3	14,5	13,6	17,1	10,2	82,9	?	?	2,25	
Somphospondyli indet.	Sem nº espécime		2	?	8	?	9,7	?	?	10,6	7	?	?	?	?	?	
Somphospondyli	IMCF 959		1	18,5	7,1	6,8	6,3	8,4	10	10,2	10	6,8	75,2	0	0	2,61	

indet.																	
Somphospondyli indet.	IMCF 1122		2	?	5,6	?	5,5	?	?	6,4	7,6	?	?	?	?	?	
Somphospondyli indet.	Sem nº espécime		1	20,2	8,4	8,5	8,4	8,4	11,5	12,8	10,3	6,5	81	0	0	2,40	
Somphospondyli indet.	Sem nº espécime		2	20,5	9,1	8,7	9	10,2	9,8	9,5	11,2	6,3	80,5	?	?	2,25	
<i>Huabeisaurus allocotus</i>	HBV-20001		3	39	13	12,9	12,7	27,2	11	13,3	11,1	11,4	77,7	?	?	3,00	
<i>Huabeisaurus allocotus</i>	HBV-20001		2	37,4	11	10,3	11,4	22,4	14,7	13,5	15,9	9,3	81,7	?	?	3,40	
<i>Sarmientosaurus musacchioi</i>	MDT-PV 2	Maxilar direito (1)	1	34	11,2	9,8	11,4	17,8	16,4	15,2	17,8	?	78,6	0	0	3,04	
<i>Sarmientosaurus musacchioi</i>	MDT-PV 2	Mandíbula direita (1)	1	40,1	15	14	15	21,7	18	19,1	19,6	?	117,1	0	0	2,67	
<i>Sarmientosaurus musacchioi</i>	MDT-PV 2	Mandíbula direita (2)	1	39,9	13	12,7	12,6	20	19	19,7	18,2	?	112,2	0	0	3,07	
<i>Sarmientosaurus musacchioi</i>	MDT-PV 2	Mandíbula direita (3)	?	?	12,6	11,5	11,5	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
<i>Sarmientosaurus musacchioi</i>	MDT-PV 2	Mandíbula direita (4)	1	29,5	11,1	11,6	10,1	19,7	8,8	8,4	11,7	?	109,5	0	0	2,66	
<i>Sarmientosaurus musacchioi</i>	MDT-PV 2	Mandíbula direita (5)	1	31,5	12,6	11,4	12,2	14,4	16,2	18	16	?	106,6	0	0	2,50	
<i>Sarmientosaurus musacchioi</i>	MDT-PV 2	Mandíbula direita	1	34,8	10,1	9	10,5	17,4	17,2	18	15,6	8,8	83,2	0	0	3,45	
<i>Sarmientosaurus musacchioi</i>	MDT-PV 2	Maxilar direito	1	35,3	11,3	9,4	10,6	23,2	11,7	12,3	10	?	81,3	2	0	3,12	
<i>Diamantinasaurus matildae</i>	AODF 0906	Premaxilar esquerdo (1)	1	28,1	11,6	11,5	9,6	12,6	15,5	16,5	15,4	10,4	78,7	0	0	2,42	
Titanosauriformes indet.	MTM PAL 2017.1.1.		?	?	4,6	?	4,6	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
<i>Moabosaurus utahensis</i>	DW 78 402		1	65,7	34,6	20,5	33,6	38,4	26,4	33	27	24,3	76,4	0	0	1,90	
<i>Abydosaurus</i>	DINO 17848	Mandíbula	1	31,1	11,2	11,2	11,1	18,2	12,6	11,3	14,8	?	85,3	0	0	2,78	

<i>mcintoshi</i>		(1)															
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Mandíbula (2)	1	29,9	10,4	10,6	10,7	19,6	9,5	9,6	12,5	?	87,6	0	0	2,88	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Mandíbula (3)	1	30	10,7	10,3	9,6	18,2	10,6	9,9	12,8	?	84,1	0	0	2,80	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Mandíbula (4)	1	28,9	9,8	9,4	9,7	21	7,5	7,7	10,6	?	86,7	0	0	2,95	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Mandíbula (5)	1	27,5	11,1	9,4	10,7	16,6	10,6	11	12,1	?	84,7	0	0	2,48	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Mandíbula (6)	1	34	10,4	10,2	9,8	23,3	10,2	12	11,6	?	75,9	0	0	3,27	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Mandíbula (7)	1	27,6	9,4	9,3	8,4	19,5	7,8	8,4	9,2	?	77,7	0	0	2,94	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Mandíbula (8)	1	29,6	9,3	8,8	9,8	21,2	8,2	10,4	8,9	?	74,9	0	0	3,18	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Mandíbula (9)	1	22,7	9,2	8,4	10,1	15,2	6,6	9,3	6,8	?	82,4	0	0	2,47	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Mandíbula (10)	1	20,2	8,3	7,5	8,5	13,3	6,1	8,7	6,9	?	83	0	0	2,43	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Maxilar (1)	1	20,2	9,5	8,3	9,3	10,9	8	9	8,9	?	82,7	0	0	2,13	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Maxilar (2)	1	25,6	10,5	9,7	10,9	14,9	10	11,6	10,9	?	97	0	0	2,44	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Maxilar (3)	1	24,7	11,9	11	11,5	14,6	9,1	10	11,2	?	100,1	0	0	2,08	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Maxilar (4)	1	26,7	11,9	9,1	11,5	14,1	11,8	13,4	13,1	?	92,8	0	0	2,24	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Maxilar (5)	1	30,5	12,3	11	12,6	15,9	14,2	15,4	15,2	?	100,8	0	0	2,48	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Maxilar (6)	1	23,1	12,6	9,1	12,2	11,4	11	10,1	15,2	?	94,3	0	0	1,83	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Maxilar (7)	1	25,8	11,4	10	11,4	16,9	8	9,8	10,3	?	87	0	0	2,26	
<i>Abydosaurus mcintoshi</i>	DINO 17848	Maxilar (8)	1	31,1	12,5	10,8	13,7	16,5	13	15	15,9	?	90	0	0	2,49	

<i>Caulodon</i> sp.	AMNH 5768		3	53,3	32,2	25,2	26,8	38,3	10,7	17,8	17,7	21,2	71,4	?	?	1,66
<i>Caulodon</i> sp.	AMNH 5768		2	39,8	24,4	15,1	25	27,5	12,6	19,6	15	15,6	83,8	0	0	1,63
<i>Camarasaurus lentus</i>	CM 11338	Mandíbula (3)	1	31,6	14,6	9,4	13,5	18,1	10,9	13,6	11,8	?	89,7	0	0	2,16
<i>Camarasaurus lentus</i>	CM 11338	Mandíbula (4)	2	26,6	12,9	8,9	11,2	16,6	8,1	9,7	9,6	?	92,7	0	0	2,06
<i>Camarasaurus lentus</i>	CM 11338	Mandíbula (5)	1	24,7	11,5	7,6	11,6	13,3	10,5	11,6	10,2	?	90,4	0	0	2,15
<i>Camarasaurus lentus</i>	CM 11338	Mandíbula (6)	1	24,4	11,8	7,4	11,5	16,1	8	8,9	9,6	?	88,8	0	0	2,07
<i>Camarasaurus lentus</i>	CM 11338	Mandíbula (7)	1	21,1	11	7,8	12,3	13,3	7,7	9,6	7,8	?	92,7	0	0	1,92
<i>Camarasaurus lentus</i>	CM 11338	Mandíbula (8)	1	?	?	?	8,1	?	?	8,2	6,8	?	?	0	0	?
<i>Camarasaurus lentus</i>	CM 11338	Mandíbula (9)	1	16,9	9	8,5	9,2	10	5,6	6,6	5,6	?	87,5	0	0	1,88
<i>Camarasaurus lentus</i>	CM 11338	Mandíbula (10)	1	14,2	6,8	5,7	5,4	9,8	2,6	3,7	3	?	93,8	0	0	2,09
<i>Camarasaurus lentus</i>	CM 11338	Mandíbula (11)	1	13,1	6,8	6,4	6,5	8,6	3,7	5	4,6	?	95	0	0	1,93
<i>Camarasaurus lentus</i>	CM 11338	Mandíbula (12)	1	12	7,2	5,2	6,9	7,9	3,6	5,4	4	?	94,9	0	0	1,67
<i>Camarasaurus supremus</i>	AMNH 5768		3	49,2	27,5	26,3	25	30,4	19,1	23,2	21,4	27,6	78,2	?	?	1,79
<i>Camarasaurus supremus</i>	AMNH 5768		1	52,7	30,3	24,9	29,3	28,7	24	26,9	22,6	23,7	82,2	0	0	1,74
<i>Camarasaurus supremus</i>	AMNH 5768		1	40,9	24,3	18,7	26,1	22,7	16,5	18,9	19,1	15,3	77,2	0	0	1,68
<i>Oplosaurus</i> sp.	NHMMUK R.4062		1	32,4	19,7	15,8	18,3	22,7	9,9	12,7	12,7	10,8	73,8	0	0	1,64
" <i>Pelorosaurus</i> sp."	NHMMUK R.2005		1	21,2	15,9	12,3	14,5	12,2	8,7	9,3	12,6	9,6	74,1	0	0	1,33
<i>Oplosaurus</i> sp.	NHMMUK R.2822		2	25,4	21,4	14,4	23,8	14,6	11,9	15,5	17,1	11,6	70,3	0	0	1,19
Titanosauriformes indet.	NHMMUK R.2329		1	25,2	12	8,9	11,4	14,6	10,6	11,7	11,5	?	76,8	0	0	2,10

<i>Cetiosaurus</i> sp.	NHMUK R.4815		1	18	10,3	?	11,4	7,6	10,1	7,2	14	?	67,1	0	0	1,75
Titanosauriformes indet.	NHMUK 10830		1	10,5	4,9	4,4	5	7,8	2,5	2,3	4	?	98,1	0	0	2,14
Eusauropoda indet.	NHMUK R.5565		1	46	21,3	19,7	19,5	28,2	17,4	18,3	20	19,8	78,1	0	0	2,16
<i>"Pleurocoelus valdensis"</i>	NHMUK 3534		1	13,1	7	5,6	6,6	7,2	5,8	6,6	5,6	4,8	78,4	0	0	1,87
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.1		1	57,2	21,5	20,9	18	37,3	17,1	19,5	18,8	18,4	80,1	0	0	2,66
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.4		3	48,8	23	20,8	21,5	31	15,5	20,6	15,8	19,2	77,6	?	?	2,12
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.5		3	54,3	22,7	18,7	20,3	41,5	14,2	17,9	15,3	18,5	73,1	?	?	2,39
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.8		3	49,4	21,3	19,9	18	41,4	5,9	12,5	9,7	16,8	97,4	?	?	2,32
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.9.1-2 (1)		2	38,3	14,3	14,2	12,5	26	11,1	11,2	12,2	?	67,3	?	?	2,68
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.9.1-2 (2)		3	38,1	14,7	15,8	13,4	19,8	10,8	12,6	13,7	?	76	?	?	2,59
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.9.1-2 (3)		3	40,7	18,1	16	16,9	26,8	12	12,9	15,3	?	83,9	?	?	2,25
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.9.1-2 (4)		1	38,3	18,9	15,4	15,5	27,5	11,5	13,2	13,7	?	90,3	0	0	2,03
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.10 (1)		2	53,1	24,5	19,8	22,6	30,1	21,3	18,8	26,9	?	79,6	0	0	2,17
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.10 (2)		3	43,4	23,9	21,9	19,5	34	8,7	14,3	11,4	?	70	?	?	1,82
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.10 (3)		3	41,8	21,4	15,9	17,6	31,9	12,2	14,5	15,2	?	60,1	?	?	1,95
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.12 (1)		1	43,4	20,4	19,7	16,2	37,4	5,1	8,8	10,4	?	115,1	0	0	2,13
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.12 (2)		1	46,1	22,5	21,8	20	30,8	14,9	17,5	17,6	?	81,3	0	0	2,05
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.20.12 (3)		1	48,9	20,8	20,1	17,9	37,9	10,5	13,8	13,3	?	86,7	0	0	2,35
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.21.1		1	52,1	21,6	17,4	17,3	36,2	15,2	19,1	14,4	16,2	89,7	0	0	2,41
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.21.3		1	42,8	18	13,7	15,2	31,4	10,3	12,1	12,1	14,9	68,4	0	0	2,38
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2180.21.4		1	50,8	18,4	15,8	15,8	38,4	12,6	14,2	14,1	13,6	81,9	0	0	2,76
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2181.23.1 (1)		1	55,5	?	18,3	14,1	32,3	20,8	?	?	?	?	0	0	?
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2181.23.1 (2)		2	44,2	15,8	17,5	15,1	31,2	12	12,9	15,5	?	87,6	0	0	2,80
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2181.23.2 (1)		1	35,9	11,1	12,4	8,9	29,9	4,8	6,1	6,7	?	69,1	0	0	3,23

<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2181.23.2 (2)		1	30,6	10,4	11,2	8,6	24,7	5,4	6,4	7	?	68,7	0	0	2,94
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2181.23.4 (1)		2	44,5	14,4	15	12,7	32,2	11,5	14,2	12,5	?	58,4	0	0	3,09
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2181.23.4 (2)		1	39	13,3	14,9	10,1	30	8,9	9,8	8,8	?	51	0	0	2,93
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2181.23.6		2	53,7	16,2	17,7	14,8	39,3	13	15	14,5	14,7	78,6	?	?	3,31
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2181.23.7		1	64,9	18,6	17,3	17,3	40,9	21,4	20,4	23,4	?	80,4	0	0	3,49
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2183		1	30,6	10,6	8,7	10,2	17,7	10,6	10,5	13,1	8,7	85,4	2	0	2,89
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2190		3	35,1	14,1	13,8	12,8	17,2	17,2	18	14,8	12	61,4	?	?	2,49
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R.2219		1	60,8	22,3	23,3	19,6	41	17,9	21,4	19,1	18,2	80,8	0	0	2,73
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R. sem n ^o (1)		3	59,2	29,9	27,7	28	35,7	23	27,1	19,8	?	81	?	?	1,98
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R. sem n ^o (2)		3	71,1	27,5	24	24,5	48,2	23,3	26,1	22,4	?	83,1	?	?	2,59
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R. sem n ^o (3)		1	63,4	24,2	21	23	43	21,3	25,4	19,3	?	80,9	0	0	2,62
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R. sem n ^o (4)		3	45,4	22	19,4	25	25,9	15,9	21,5	15,5	?	72,8	?	?	2,06
<i>Giraffatitan brancai</i>	MB.R. sem n ^o (5)		3	48,8	22,3	17,5	23,4	28,8	17,1	22,3	14,7	?	76	?	?	2,19
Brachiosauridae indet.	MB.R.2115.1		1	34,3	12,8	11,8	11	23,5	10,1	12,5	10,9	10,3	103,3	0	0	2,68
Brachiosauridae indet.	MB.R.2116		3	23	11,1	10,1	9,7	16,8	5,5	7,2	7	9,4	80,6	?	?	2,07
Brachiosauridae indet.	MB.R.2120		1	16,7	8	7,2	6,5	13,2	3	3,4	4,4	6,4	82,3	0	0	2,09
Brachiosauridae indet.	MB.R.2125		2	41,8	17,7	?	16,3	25,5	15,7	16,5	19,3	14,7	112,7	0	0	2,36
Brachiosauridae indet.	MB.R.2132		1	27,9	12,6	12,2	10,5	18,5	9,7	8,9	10,9	10,6	56	0	0	2,21
<i>Camarasaurus grandis</i>	YPM 1907 (?)		2	53,2	28,1	25,9	26,8	37,9	14	19,4	16,6	22,7	74,6	0	0	1,89
<i>Camarasaurus grandis</i>	YPM 1907 (?)		1	57	25,3	20,3	22,1	40,5	16,7	20,3	21,5	20,3	81,9	0	0	2,25
<i>Camarasaurus grandis</i>	YPM 1907 (?)		1	21,8	13,8	10,2	13,4	13,3	6,7	10,5	5,8	9,2	78,6	0	0	1,58
<i>Camarasaurus grandis</i>	YPM 1136		3	33,4	27,1	22,1	32,1	9	24,7	27,9	21,7	14,8	73,8	?	?	1,23

<i>Omeisaurus tianfuensis</i>	T5705 (A)	Maxilar	1	51,5	25,5	19	25	32,7	18,7	22,1	20,7	?	79,5	12	4	2,02
<i>Omeisaurus tianfuensis</i>	T5705 (B)	Maxilar	1	61,2	26	14,9	24,9	38,4	22,2	19	25,6	?	83,2	2	16	2,35
<i>Omeisaurus tianfuensis</i>	T5705 (C)	Maxilar	1	26,3	16,8	10,6	15,9	18,2	7,7	9,6	12,3	?	80	8	0	1,57
<i>Shunosaurus lii</i>	T5402 (A)	Premaxilar	2	35,3	10,5	8,3	10,2	23,7	11,3	10,7	12,6	?	81,8	?	?	3,36
<i>Shunosaurus lii</i>	T5402 (B)	Maxilar	2	31,1	13,7	9,1	11,9	17,8	13,3	15,1	15,1	?	78,6	?	?	2,27
<i>Shunosaurus lii</i>	T5402 (C)	Maxilar	3	24,8	11,4	7,9	9,1	17,9	7,4	8,4	8,3	?	76,8	?	?	2,18
<i>Shunosaurus lii</i>	T5402 (D)	Mandíbula	3	20,4	7,1	5	6,2	14	6,1	6,7	6,7	6,1	83,8	?	?	2,87
<i>Shunosaurus lii</i>	T5402 (E)	Mandíbula	1	19,9	7,2	5,4	6,6	12,6	7,5	8,2	7,6	?	79,8	4	3	2,76
<i>Camarasaurus lentus</i>	YPM 1905 (?)		1	56	25,7	18,3	26	31,4	24,6	27,1	21,8	19,6	76,8	0	0	2,18
<i>Camarasaurus lentus</i>	YPM 1905 (?)		2	52,9	26	20,7	24,9	38,8	14,9	18,8	17,8	19,6	77,7	?	?	2,03
<i>Camarasaurus lentus</i>	YPM 1905 (?)		1	25,7	14,2	10,2	13	18,5	7,2	8,9	8,5	10	75,1	0	0	1,81
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH UUVP 2002 (1)		1	50	24,9	19,2	19,4	40,4	7	12,5	11,2	?	59,4	0	0	2,01
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5857 (2)		1	40,6	22,8	18,9	22,9	27,1	11,9	12,1	20,1	?	83,1	0	0	1,78
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5870 (3)		1	53	27,2	22,9	22,3	45,2	8,4	14,4	12,4	?	58,1	0	0	1,95
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5869 (4)		1	49,8	26,7	18,1	24,3	36,3	13	18,5	17,2	?	77,9	0	0	1,87
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (5)		1	31,5	17	12,3	19,7	19,7	9,9	16	8,9	?	105,8	0	0	1,85
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5874 (6)		1	?	26,1	?	22,2	?	?	17,3	14	?	?	0	0	?
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH UUVP 1973 (7)		1	37	23,7	20,2	19,6	25,6	11,4	15,2	13,4	?	92,9	0	0	1,56
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH UUVP 1942 (8)		2	23,6	15,1	12,3	15,2	19,2	4,3	9,8	7,7	?	121,5	0	0	1,56
<i>Camarasaurus</i>	UMNH VP5879 (9)		1	34,7	23,7	?	19,4	26,7	7,6	12,5	12,1	?	108,1	0	0	1,46

<i>lentus</i>																	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5897 (10)		1	33,4	19,8	?	18,1	22,2	10,1	11,1	14,9	?	85,3	0	0	1,69	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (11)		1	29	19,7	14,4	21,1	13,2	15,3	10,2	19	?	59,8	0	0	1,47	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH UUVP 5625 (12)		1	39,2	20	?	16,8	27,3	12	12,5	16,3	?	92,4	0	0	1,96	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH UUVP 1861 (13)		1	?	23	?	17,6	?	?	13,6	15,3	?	?	0	0	?	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5893 (14)		2	?	25,2	?	23,5	?	?	14,3	13,7	?	?	0	0	?	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5859 (15)		1	30,3	21,9	?	21,3	19,3	7	15,6	11,3	?	88,5	0	0	1,38	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH UUVP 1959 (16)		1	41,5	20,1	17,6	19,7	28,9	12,4	15,8	14,3	?	88	0	0	2,06	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH UUVP 1944 (17)		1	34,7	19,4	16,7	19,1	20,7	14,5	16,9	12,8	?	89,5	0	0	1,79	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (18)		1	31,3	15,2	16,7	17,1	17,5	13	14,6	10,8	?	75,3	0	0	2,06	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5858 (19)		1	29,9	15,8	12	17,1	19,8	10,4	13,6	9,2	?	74,4	0	0	1,89	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5896 (20)		1	44,8	21,6	17	20,8	33,9	10,6	17,1	12,7	?	79,9	0	0	2,07	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH UUVP 5675 (21)		1	38,4	26,4	22,1	26,2	25	14,1	22,6	13,6	?	67,7	0	0	1,45	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (22)		1	51,9	25,9	?	25,8	36,6	14,8	17,6	19,4	?	94	0	0	2,00	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5885 (23)		1	49,7	25,6	17,6	26,1	33	17,5	16,2	22,8	?	82	0	0	1,94	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (24)		1	61,2	26,1	20,9	26,3	43,4	17	19,4	22,4	?	79,2	0	0	2,34	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5899 (25)		1	50,1	27	?	25,2	28,3	21,1	24,2	22,5	?	78,2	0	0	1,86	
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (26)		2	33,6	19,4	14,7	18,9	29,9	3,1	10	9,8	?	74,1	?	?	1,73	

<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5882 (27)		1	41,9	27,1	?	23,6	25,2	16,4	19,4	19,8	?	77,6	0	0	1,55
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (28)		1	?	23,9	?	?	?	?	?	?	?	?	0	0	?
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (29)		1	54,5	26,7	19,1	27,1	39,3	14,9	21,3	18,3	?	80,7	0	0	2,04
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (30)		2	58,6	28,3	21,8	28,3	38,1	20,9	20,1	25,2	?	79,7	0	0	2,07
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (31)		2	52,3	27,4	20,9	28,7	38	14,3	21,5	17,2	?	68,1	0	0	1,91
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (32)		1	45,2	29,3	24	27,1	28	16,4	23	19	?	85,6	0	0	1,54
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP11390 (33)		1	56,8	28,9	?	25,5	37,4	17,9	22,3	21,7	?	78,2	0	0	1,97
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP5873 (34)		1	56,8	31	?	28,1	33,5	23,7	27	21,5	?	80	0	0	1,83
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP21933 (35)		1	42,8	27,1	23,5	26,2	25,6	17,7	16	22,2	?	61,6	0	0	1,58
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (36)		1	56,2	28,4	19,1	25,7	36,6	18,8	22,4	22,3	?	72,5	0	0	1,98
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (37)		1	75,8	34,1	24,8	33,5	42,6	33,4	33,8	30,9	?	96,1	0	0	2,22
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (38)		1	62,7	30,8	21,1	26,6	41,8	18,6	22,2	20,8	?	76,9	0	0	2,04
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH VP7377 (39)		1	67,5	33,1	22,1	33,4	44	24,3	29,5	23,8	?	91,3	0	0	2,04
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (40)		1	54,1	26,5	20,6	24,5	32,3	19,8	21,8	23,6	?	88,5	0	0	2,04
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (41)		1	51	28,4	20,6	26,8	32	19,7	23,2	21,4	?	80,8	0	0	1,80
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (42)		1	57,6	24,2	19,3	26,6	31,3	25,6	26,9	22,9	?	86	0	0	2,38
<i>Camarasaurus lentus</i>	UMNH (43)		1	67,7	23,3	23,7	22,8	36,4	30,3	32,5	30,9	?	79,9	0	0	2,91
<i>Lapparentosaurus</i>	MAA 173		2	13,3	10,1	7,3	9	8,7	4,8	6,5	5,7	6,9	74,6	0	0	1,32

sp.																	
<i>Lapparentosaurus</i> sp.	MAA sem nº		3	17,3	11,4	7,8	10,3	11,5	5,6	8,5	7,1	6,7	79,3	?	?	1,52	
<i>Spinophorosaurus</i> <i>nigerensis</i>	NMB-1698-R	Mandíbula	1	26,3	14	7,5	13,4	16,2	9,9	11,1	12,3	?	84,4	0	0	1,88	
<i>Barapasaurus</i> <i>tagorei</i>	ISIR 717		2	24,1	13,7	9,3	12,7	13,4	10,8	11,7	12,9	11,4	80,1	4	2	1,76	
<i>Barapasaurus</i> <i>tagorei</i>	ISIR 722		2	27,8	14,9	8,8	14,6	14,5	13,4	12,1	15,3	?	81,6	?	?	1,87	
<i>Barapasaurus</i> <i>tagorei</i>	ISIR 721		3	21,2	15,7	10,6	14,9	12,8	7,4	10,4	10	?	76,4	?	?	1,35	
<i>Barapasaurus</i> <i>tagorei</i>	ISIR 720		3	18,7	15,8	14,9	15	9,5	8,8	11,9	10,1	?	71,9	?	?	1,18	
<i>Barapasaurus</i> <i>tagorei</i>	ISIR 719		3	16	12,2	8,4	12	11,7	3,9	6,7	7,7	?	80,3	?	?	1,31	
<i>Barapasaurus</i> <i>tagorei</i>	ISIR 718		?	?	?	5,4	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Turiasauria indet.	RAJ/JAIS/CVQS001		2	28,6	18,6	11,6	19,2	14,8	13,8	16	13,1	8,8	79,2	0	0	1,54	
Turiasauria indet.	ANG11-873	Maxilar esquero (posterior)	1	19,7	17,4	11,5	18,1	11,2	8,5	13,3	11,4	8,9	77,6	0	0	1,13	
Turiasauria indet.	ANG15-R905	Maxilar esquero	1	34	26,2	17	25	19,9	14	18,7	17,9	14,6	78	0	0	1,30	
Turiasauria indet.	ANG13-2330	Maxilar esquero	1	38,6	27	22,8	26,6	18,7	19,9	21,4	24,8	17	68,7	0	0	1,43	
Turiasauria indet.	ANG14-R289	Premaxilar esquero	1	47,7	30,8	20,3	29,4	25	22,6	25,8	27,1	17,2	73,6	0	0	1,55	
Turiasauria indet.	ANG14-3495	Mandíbula	1	51,4	29,6	20,6	35	16,2	35,7	41,2	25,8	16,3	111	0	0	1,74	
Turiasauria indet.	ANG14-R435	Mandíbula esquerda	3	52,3	36,9	25	36	24,1	28,9	33,8	26,6	21,3	76,5	?	?	1,42	
Macronaria indet.	ANG R-1732	Maxilar	1	33,3	15,3	10,1	15,3	22	11,9	14,7	10,8	6,7	82,9	0	0	2,18	
Sauropoda indet.	MHNDPal 2003-397		1	20,6	12,9	8,5	13,1	8,7	11,5	12,7	12,7	?	81,7	5	0	1,60	
Sauropoda indet.	MHNDPal 2003-397		3	20,2	13,7	9,7	13,5	8,3	12,2	13,3	13,1	?	78,9	?	?	1,47	

Anexo II - Suplementário da PCA do cenário 1

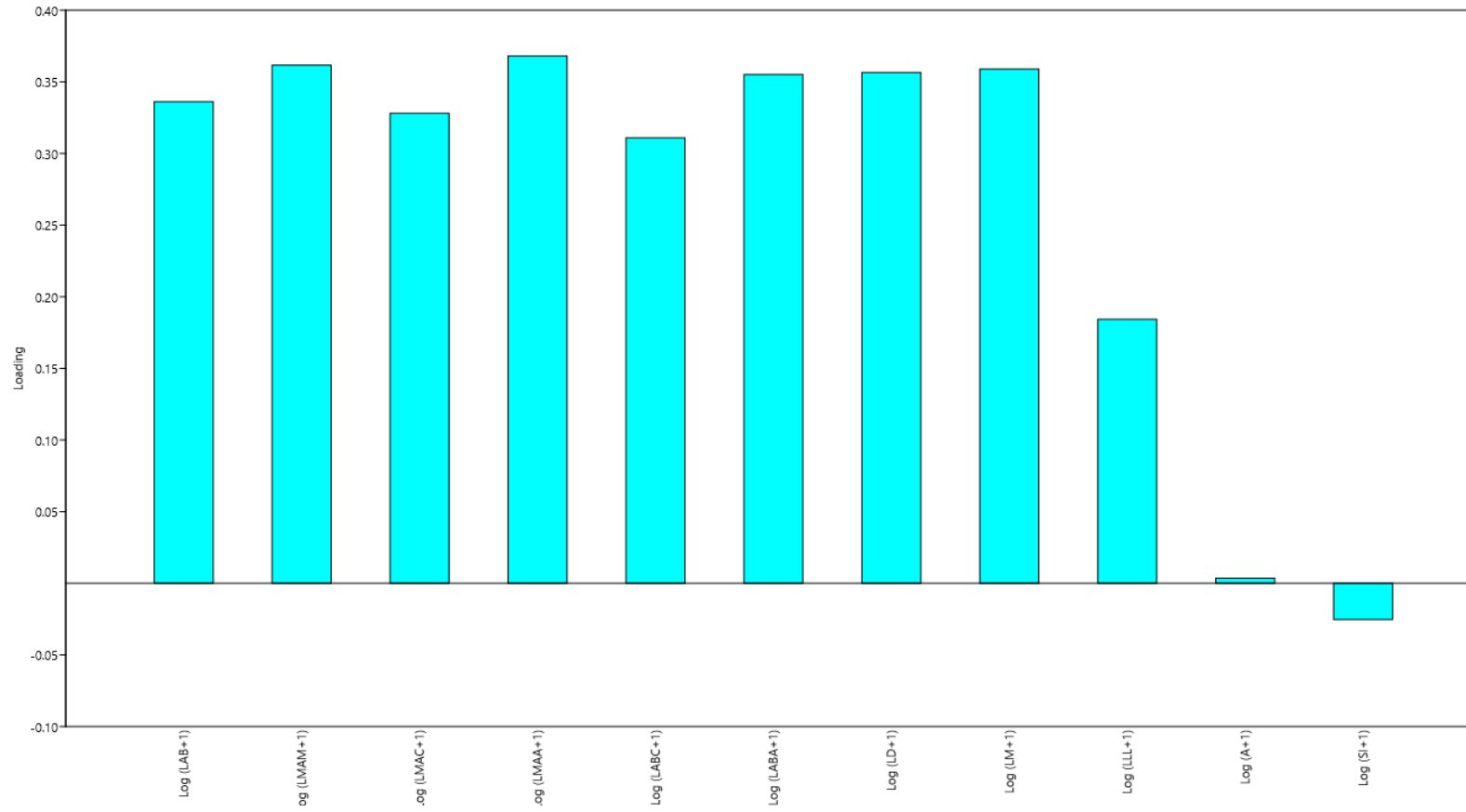
Anexo II. I – Sumário

PC	Eigenvalue	% variance
1	0,21999	76,386
2	0,0216043	7,5015
3	0,0203926	7,0808
4	0,00821734	2,8532
5	0,00464431	1,6126
6	0,00397892	1,3816
7	0,00355998	1,2361
8	0,00229099	0,79548
9	0,00200364	0,69571
10	0,00098353	0,3415
11	0,000333634	0,11585

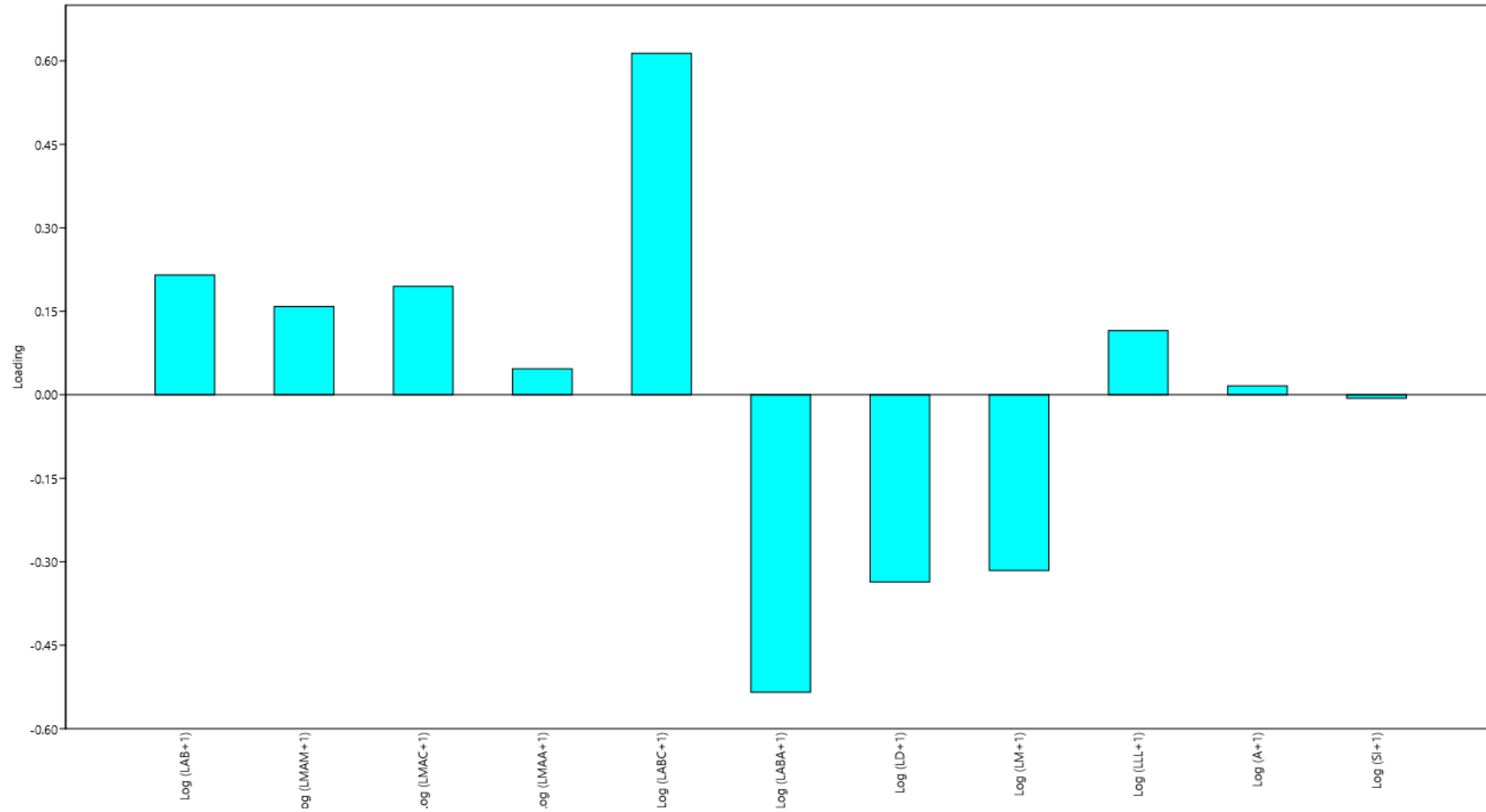
Anexo II. II - “Loadings”

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PC 8	PC 9	PC 10	PC 11
Log (LAB+1)	0.33609	0.21513	0.34939	-0.044558	0.020057	0.019736	-0.039533	-0.14799	0.024275	0.016179	-0.83162
Log (LMAM+1)	0.36162	0.15857	-0.40963	-0.15545	0.018394	-0.18417	-0.060914	0.027245	0.3721	0.6879	0.041765
Log (LMAC+1)	0.32808	0.19489	-0.17354	0.12569	-0.39331	0.71809	0.27049	0.23935	- 0.025652	- 0.064454	0.053467
Log (LMAA+1)	0.36799	0.046767	-0.40927	-0.21745	0.20971	-0.22785	-0.036569	0.19121	0.20825	-0.68476	- 0.039357
Log (LABC+1)	0.31092	0.61348	0.39798	-0.15158	0.027759	-0.11282	-0.098262	-0.20993	-0.17394	- 0.069324	0.49327
Log (LABA+1)	0.35508	-0.53455	0.27179	0.024106	- 0.068743	0.15657	- 0.0034467	-0.47041	0.456	- 0.093815	0.21553
Log (LD+1)	0.35645	-0.3364	0.026132	-0.065423	0.46881	0.27157	-0.39541	0.22055	-0.47629	0.16147	0.058062
Log (LM+1)	0.35891	-0.31557	0.10793	0.0056281	-0.41689	-0.49993	0.37207	0.20435	-0.38957	0.061136	0.022309
Log (LLL+1)	0.18421	0.11521	- 0.094703	0.93267	0.20103	-0.16858	-0.022272	- 0.055364	0.011736	- 0.027243	0.026063
Log (A+1)	0.0034989	0.015847	0.051471	-0.094026	0.59371	0.083035	0.78407	- 0.073972	- 0.013236	0.088225	0.025686
Log (SI+1)	-0.025258	- 0.0062681	0.50627	0.064689	0.09276	- 0.043477	-0.022548	0.72057	0.44699	0.03919	0.085265

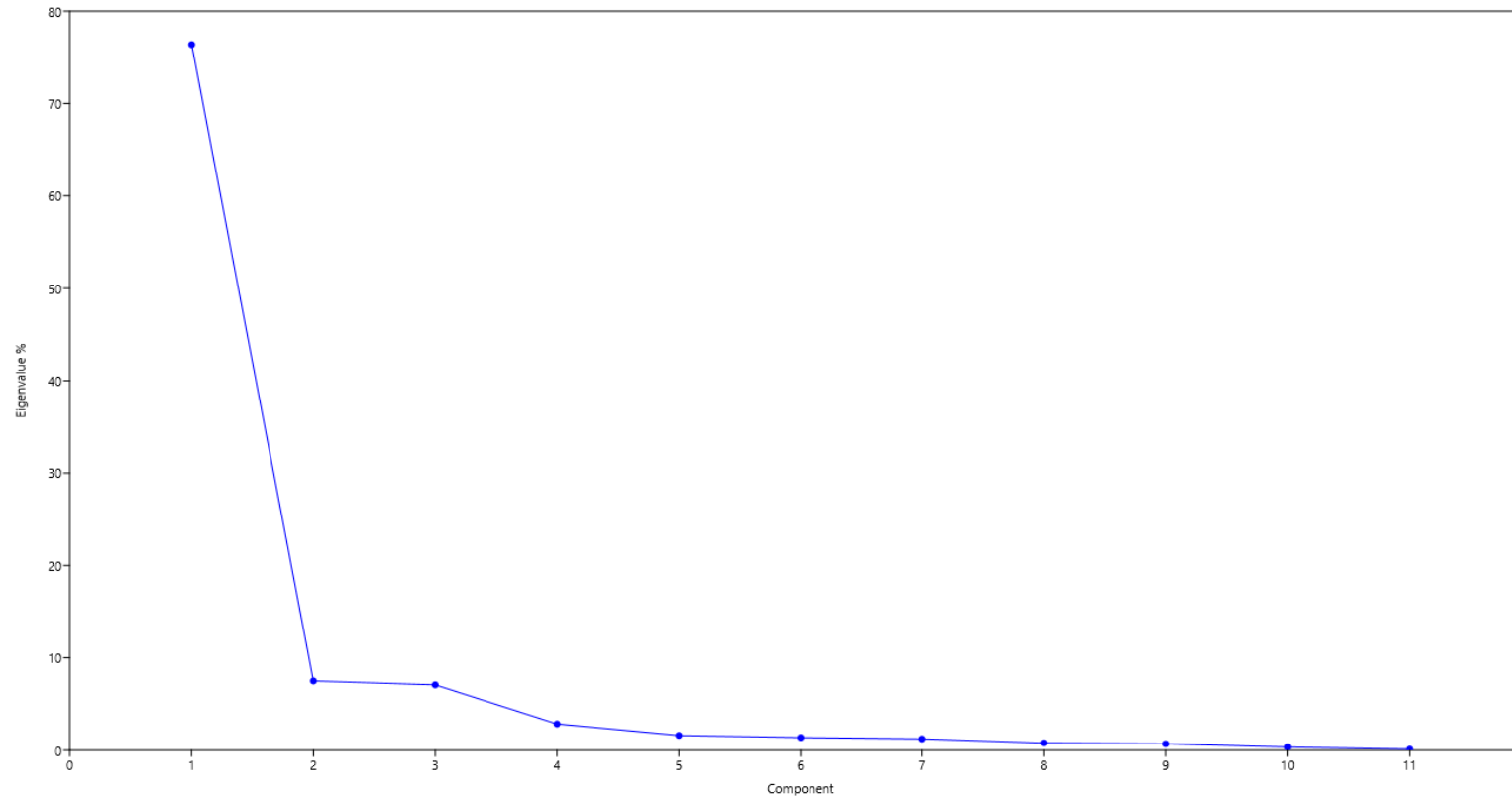
Anexo II. III - "Loadings plot" do PC1



Anexo II. IV - "Loadings plot" do PC2



Anexo II. V - "Scree plot"



Anexo III – Suplementário da PCA do cenário 2

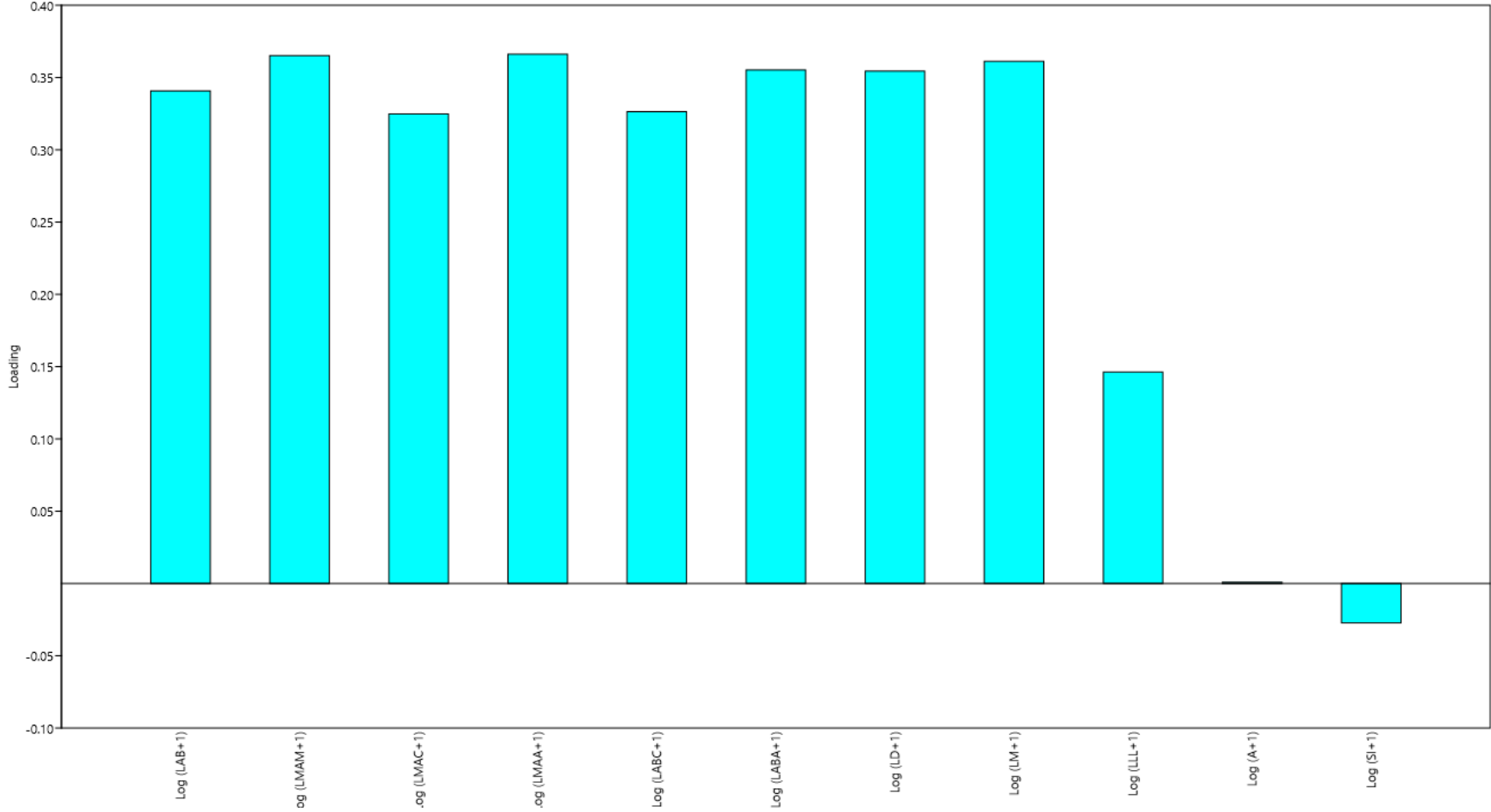
Anexo III. I – Sumário

PC	Eigenvalue	% variance
1	0.219648	77.44
2	0.023996	8.4601
3	0.0160214	5.6486
4	0.00732414	2.5822
5	0.00530451	1.8702
6	0.00431556	1.5215
7	0.00331107	1.1674
8	0.00175238	0.61782
9	0.00130408	0.45977
10	0.000470409	0.16585
11	0.00018936	0.066761

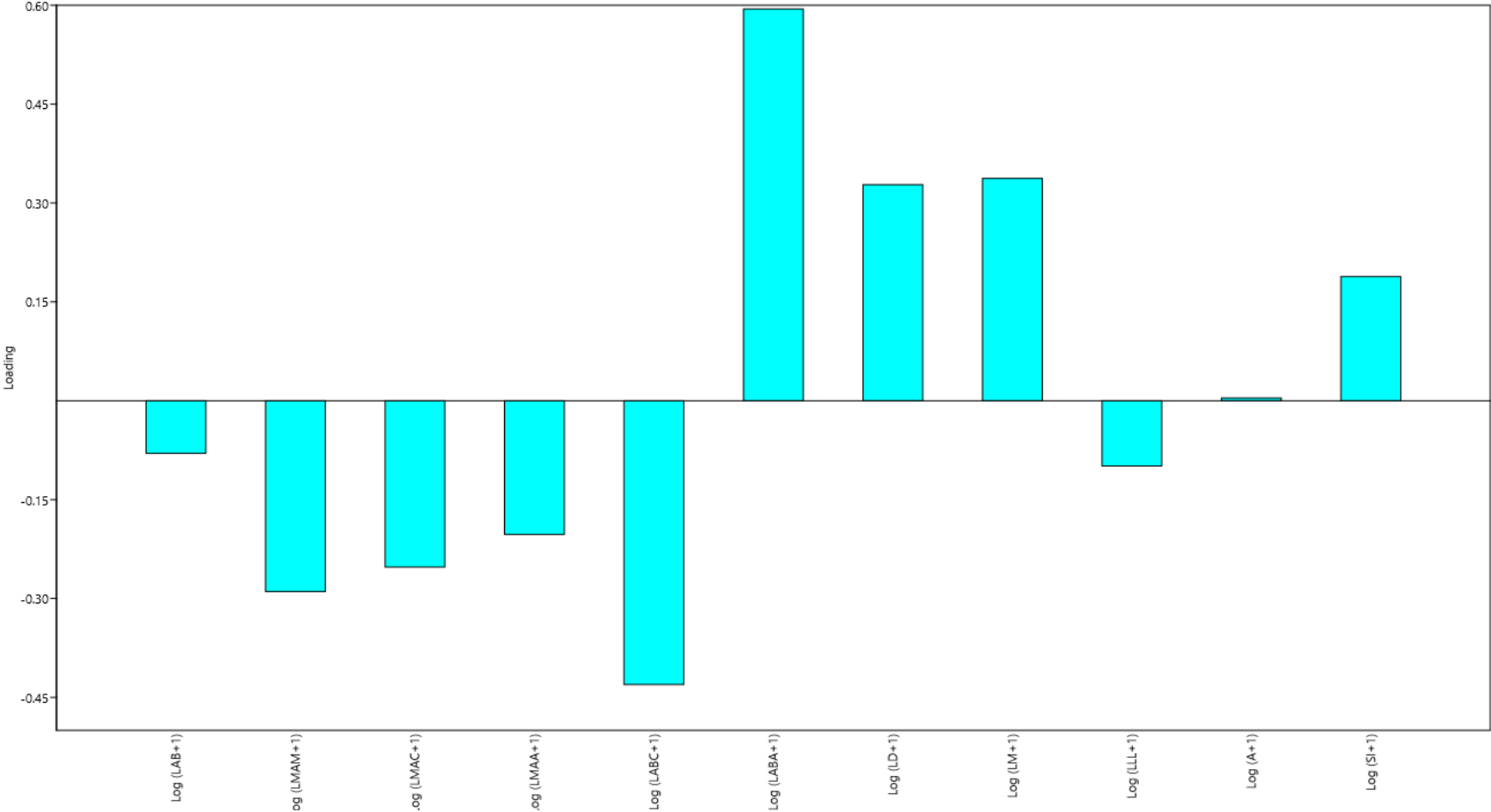
Anexo III. II - “Loadings”

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PC 8	PC 9	PC 10	PC 11
Log (LAB+1)	0.34077	-0.079812	0.3867	-0.080632	0.027886	-0.042431	-0.038612	-0.053209	-0.093338	0.01439	-0.84003
Log (LMAM+1)	0.3652	-0.28951	-0.31686	-0.078543	-0.0045418	0.0031831	-0.20074	-0.01681	0.10949	0.78821	0.048652
Log (LMAC+1)	0.32484	-0.25227	-0.12369	0.039698	-0.23136	0.063681	0.86555	-0.0051818	-0.004935	-0.072219	0.043954
Log (LMAA+1)	0.3661	-0.2027	-0.36332	-0.11318	0.12019	0.028648	-0.25416	-0.12321	0.53957	-0.54093	-0.035806
Log (LABC+1)	0.3264	-0.4304	0.5788	-0.14087	0.032258	-0.056037	-0.18399	-0.047866	-0.22915	-0.13667	0.49178
Log (LABA+1)	0.35526	0.59446	0.04671	-0.019705	-0.034732	-0.023195	0.032434	-0.6948	-0.052703	0.06131	0.16048
Log (LD+1)	0.35441	0.32777	-0.11207	-0.047442	0.4646	-0.51078	0.105	0.48257	-0.15011	-0.036371	0.087478
Log (LM+1)	0.36119	0.33725	0.0019598	0.038463	-0.43846	0.52115	-0.20118	0.48158	-0.094964	-0.074897	0.058824
Log (LLL+1)	0.14629	-0.09891	0.029228	0.96938	0.13154	0.0042034	-0.091052	-0.046431	-0.013739	-0.017396	0.0016564
Log (A+1)	0.00086721	0.0041733	0.02259	-0.086965	0.70864	0.67606	0.15076	-0.029483	-0.079598	0.050938	0.012732
Log (SI+1)	-0.027246	0.18838	0.50163	0.041423	0.037586	-0.0088518	0.16433	0.16977	0.77122	0.22006	0.09946

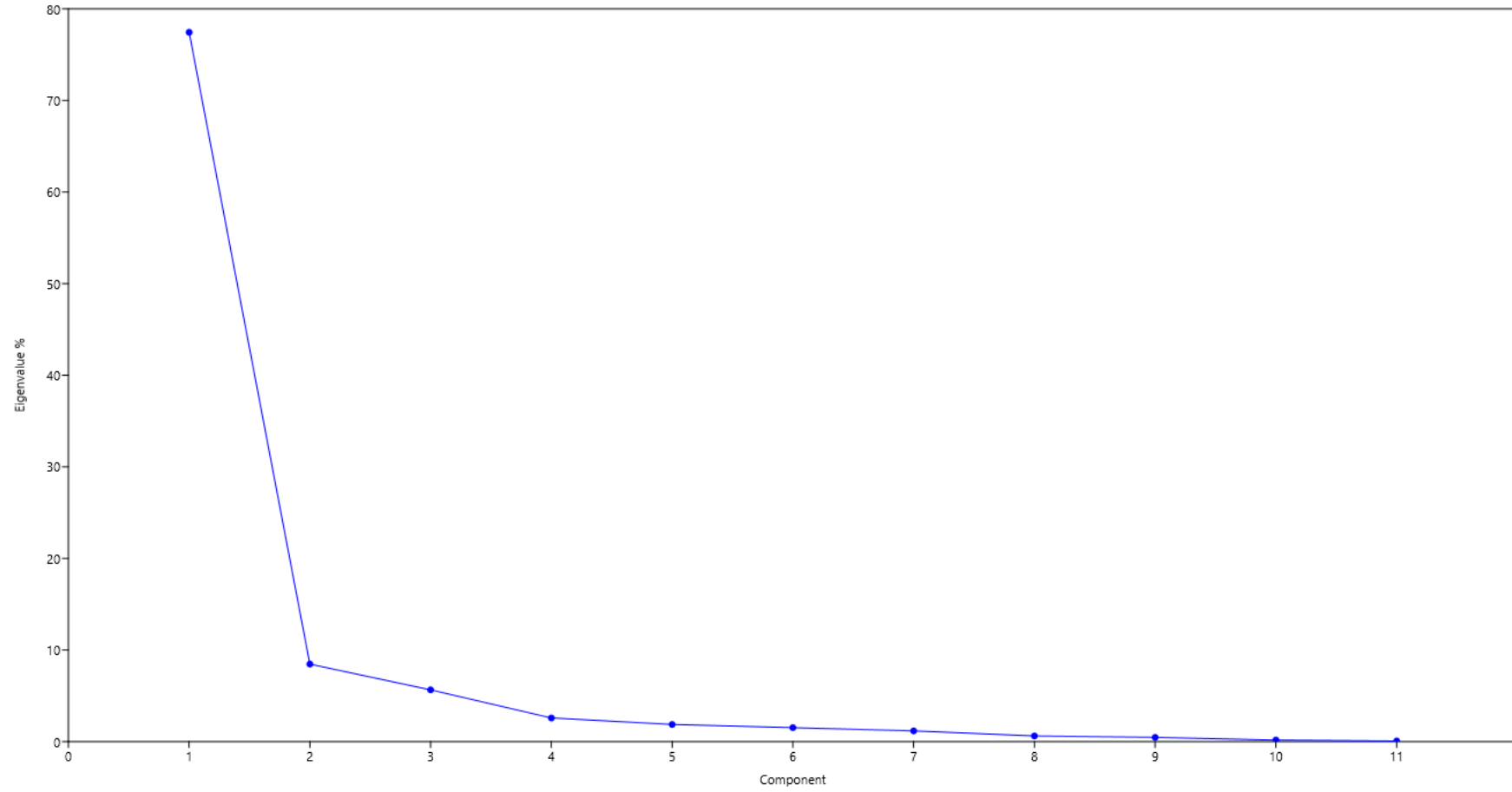
Anexo III. III - "Loadings plot" do PC1



Anexo III. IV - "Loadings plot" do PC2



Anexo III. V - "Scree plot"



Anexo IV - Suplementário da DFA do cenário 1

Anexo IV. I - "Loadings"

	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6	Axis 7	Axis 8	Axis 9	Axis 10	Axis 11	Axis 12	Axis 13
Log (LAB+1)	3.091	14.458	7.3741	-1.3098	5.9354	-8.852	16.459	-4.3263	-27.792	15.306	-6.0931	22.231	3.5588
Log (LMAM+1)	-5.5887	-8.0076	3.2752	1.5773	14.917	-10.979	-5.9898	-4.3074	6.8644	9.0348	0.63438	-3.3191	-1.0425
Log (LMAC+1)	1.0659	4.4596	-0.56881	4.1476	0.79442	-0.35489	-5.5924	10.426	-0.82694	-5.8124	-5.1771	-0.81396	0.84456
Log (LMAA+1)	-8.6329	4.8894	-10.874	-2.3289	-9.7848	2.644	10.308	-0.96101	-3.8387	-12.908	2.2346	5.3594	-0.90473
Log (LABC+1)	0.20666	-3.7673	-5.9995	-3.3256	-6.6358	10.264	-9.3175	1.7092	16.691	-3.4629	4.6264	-14.054	-5.6955
Log (LABA+1)	-1.0526	-3.8534	-1.2172	0.45226	0.5671	1.2206	0.88583	-0.16536	2.0418	-6.0296	1.3137	-12.203	-12.88
Log (LD+1)	1.2442	-2.5315	1.9473	-0.23561	-2.6964	3.21	-0.075952	0.44854	5.452	5.383	-5.8136	-4.9927	11.792
Log (LM+1)	4.5646	-1.9803	6.4884	3.5056	-1.9605	3.9382	-4.3733	1.213	5.6827	0.22419	6.0982	8.5675	2.4628
Log (LLL+1)	-0.53032	0.5771	4.2721	-6.6374	-0.15185	0.30438	-2.8624	-3.6908	-2.8628	-4.1422	3.4122	-3.1796	2.4536
Log (A+1)	-1.0552	4.2186	-1.5556	8.8743	4.36	1.6481	-0.89401	1.8335	-3.1031	1.8265	10.025	-5.5934	3.908
Log (NDM+1)	1.3799	-0.85059	0.93317	-2.4898	-1.8745	-2.807	1.9721	5.068	0.61573	1.7626	3.0328	-1.1688	-0.29668
Log (NDD+1)	0.57678	-2.082	-2.8032	-1.2068	8.6692	6.7738	0.50775	-1.2562	-2.093	-2.3769	-2.4763	2.6889	1.9324
Log (SI+1)	2.0245	4.0959	-4.8852	0.93318	6.6856	-9.1548	0.99886	-2.1398	9.2527	-10.193	-1.0176	0.43067	4.3959

Anexo IV. II - "Classifier"

Point	Given group	Classification	Jackknifed
MNHN MAJ 423	1	2	2
MAP-6013	1	1	1
MAP-6019	1	1	1
CPT-1262	1	7	7
CPT-3941	1	1	1
MAP-6032	1	1	1
MAP-6035	1	1	1
MAP-6036	1	1	1
MAP-6038	1	1	1
MAP-6039	1	1	1
MAP-6034	1	1	1
MAP-6021	1	1	1
MAP-6014	1	1	1
MAP-6015	1	1	1
MAP-6016	1	1	1
MAP-6017	1	1	1
MAP-6018	1	1	1
MNS 2001/122	3	3	3
DBGI 95	1	7	7
DBGI 60	1	2	2
DBGI 27	1	1	1
CPT-1213	1	1	1
CPT-1215	1	1	1
CPT-1217	1	1	1
BYU 20818	1	1	1
BYU 14327	1	1	1
BYU 18172	1	1	1
ML 368	1	1	1
SHN (JJS) 140	1	1	1
SHN (JJS) 142	1	1	1
SHN (JJS) 132	1	1	1
SHN (JJS) 133	1	1	1
SHN 501	1	1	1
SHN (JJS) 147	1	1	1

SHN 508	1	1	1
SHN 144	1	1	1
SHN 138	1	1	1
SHN 512	1	11	11
SHN 145	1	1	1
SHN 503	1	1	1
SHN (JJS) 141	1	1	1
SHN (JJS) 139	1	1	1
SHN (JJS) 146	1	1	1
SHN 137	1	1	1
SHN (JJS) 149	1	1	1
SHN (JJS) 131	1	1	1
SHN 152	1	9	9
SHN (JJS) 127	1	1	1
SHN (JJS) 148	1	1	1
SHN (JJS) 130	1	1	1
SHN (JJS) 129	1	1	1
MG 277	1	1	1
MG 16	1	7	7
MG 4832	1	1	1
NHMUK R2565	1	1	1
NHMUK R3377	1	1	1
NHMUK R3377	1	1	1
NHMUK R1610	1	1	1
NHMUK R2565	1	1	1
MNH.N.F 1961-28	1	1	1
NHMUK R.964	1	1	1
SHN 122	2	1	1
SHN 513	2	7	7
SHN 515	2	1	1
MG 8783	2	3	3
SHN 517	2	2	2
SHN 121	2	2	2
SHN 541	2	2	2
SHN 540	2	2	14
SHN 518	2	3	3

SHN 519	2	2	7
SHN 514	2	2	2
DAM 1	3	11	11
DAM 2	3	3	3
DAM 3	3	3	3
DAM 4	3	11	11
DAM 5	3	11	11
MLP 46-XIII-21-1/15	4	4	4
MLP 46-XIII-21-1/12	4	9	9
MLP 46-XIII-21-1/13	4	7	7
MLP 46-XIII-21-1/17	4	3	3
ZDM0083	5	4	4
IVPP V8299.3	4	4	4
IVPP V8299.4	4	13	13
IVPP V8299.6	4	4	4
IVPP V8299.7	4	8	8
IVPP V17768.12	4	13	13
IVPP V17768.13	4	6	6
IVPP V17768.14	4	4	4
IVPP V17768.15	4	15	15
IVPP V17768.16	4	10	10
IVPP V17768.17	4	13	13
IVPP V17768.18	4	10	10
IVPP V17768.19	4	10	10
IVPP V17768.20	4	13	13
IVPP V17768.21	4	10	10
MPEF-PV 11036	4	1	1
MPEF-PV 3176	4	12	12
DINO 17849	3	3	3
DINO 17849	3	13	13
To2-43	4	4	4
To1-20	4	12	12
To1-223	4	1	1
FPDM-V8468-2	6	6	6
NMS G 2004.31.1	4	10	10
BMNH R1527	1	15	15

BMNH R3377	4	1	1
IVPP V15010.1	6	3	3
IVPP V15010.2	6	3	3
IVPP V15010.3	6	6	6
IVPP V15010.4	6	2	2
IVPP V15010.5	6	5	5
AMNH-6264	6	1	1
BYU-9118	7	7	7
MSNM V5801	9	9	2
MSNM V5802	9	2	2
MSNM V5803	9	1	1
MSNM V6180	9	12	12
MSNM V6182	9	9	9
MSNM V6187	9	9	13
MSNM V6188	9	15	15
MSNM V6214	9	12	12
MSNM V6218	9	9	9
MSNM V6222	10	10	10
MSNM V6224	10	10	10
MSNM V6225	10	10	13
MSNM V6226	10	10	10
MSNM V6183	11	2	2
MSNM V6211	11	11	11
MSNM V6212	11	6	6
MSNM V6213	11	11	11
MSNM V6216	11	11	12
MSNM V6219	11	15	15
MSNM V6221	11	11	11
MSNM V6184	12	12	14
MSNM V6215	12	12	12
MSNM V6181	12	4	4
MSNM V6190	13	13	4
MSNM V6223	13	13	10
MSNM V6185	14	14	12
MSNM V6186	14	13	13
MSNM V6189	14	14	5

MSNM V6220	15	15	13
Neos.1	1	1	1
Neos.2	1	1	1
Neos.3	1	9	9
BHN2R 113	1	1	1
BHN2R 1101	1	1	1
BHN2R 1102	1	1	1
BHN2R 112	1	7	7
Euhe.1	6	2	2
Euhe.2	6	5	5
Euhe.3	6	2	2
Euhe.4	6	11	11
MPZ 97/464	6	4	4
MPZ 97/465	6	2	2
MPZ 01/206	6	10	10
MPEF-PV 10606	4	3	3
HUE - 685	6	12	12
HUE - 1212	6	6	3
HUE - 1636	6	6	6
HUE - 2687	6	6	6
HUE - 4148	6	14	14
HUE - 6942	6	14	14
GSGM ZH(08)-04.A	6	3	3
GSGM ZH(08)-04.B	6	6	6
GSGM ZH(08)-04.C	6	6	6
SMA 0002 (2)	7	7	7
SMA 0002 (3)	7	7	7
SMA 0002 (4)	7	7	7
SMA 0002 (5)	7	7	7
SMA 0002 (6)	7	7	7
SMA 0002 (7)	7	7	7
SMA 0002 (8)	7	7	7
SMA 0002 (9)	7	7	7
SMA 0002 (1)	7	7	7
SMA 0002 (2)	7	7	7
SMA 0002 (3)	7	7	7

SMA 0002 (4)	7	7	7
SMA 0002 (5)	7	7	7
SMA 0002 (6)	7	7	7
SMA 0002 (7)	7	7	7
SMA 0002 (8)	7	7	7
SMA 0002 (10)	7	7	7
SMA 0002 (11)	7	7	7
SMA 0002 (12)	7	7	7
SMA 0002 (13)	7	7	7
SM MD3-53	5	15	15
SM MD3-62	5	15	15
SM MD3-54	5	15	15
PMU.R-182i	6	4	4
PMU.R-182g	6	4	2
PMU.R-182b	6	3	3
C.1042	5	3	3
C.1042	5	5	5
C.1042	5	11	11
ANG 10-10	1	1	1
ANG 10-27	1	1	1
Atla.1	4	3	3
Atla.2	4	7	7
BYU 9047	7	7	7
GMNH 101 (364)	7	2	2
GMNH 101 (365)	7	2	2
GMNH 101 (362)	7	7	7
GMNH 101 (360)	7	7	7
GMNH 101 (363)	7	7	7
GMNH 101 (361)	7	7	7
GMNH 101 (366)	7	7	7
GMNH 101 (367)	7	15	15
GMNH 101 (368)	7	7	7
GMNH 101 (374)	7	7	7
GMNH 101 (375)	7	2	2
GMNH 101 (376)	7	7	7
GMNH 101 (377)	7	7	7

GMNH 101 (369)	7	2	2
GMNH 101 (370)	7	2	2
GMNH 101 (371)	7	2	2
GMNH 101 (372)	7	2	2
GMNH 101 (373)	7	7	7
GMNH 101 (358)	7	7	7
GMNH 101 (359)	7	2	2
GMNH 101 (382)	7	7	7
GMNH 101 (383)	7	2	2
GMNH 101 (384)	7	2	2
GMNH 101 (385)	7	1	1
GMNH 101 (386)	7	7	7
GMNH 101 (387)	7	2	2
GMNH 101 (390)	7	2	2
GMNH 101 (389)	7	7	7
GMNH 101 (395)	7	2	2
GMNH 101 (393)	7	7	7
GMNH 101 (388)	7	7	7
GMNH 101 (394)	7	7	7
GMNH 101 (391)	7	7	7
GMNH 101 (396)	7	7	7
GMNH 101 (397)	7	7	7
GMNH 101 (398)	7	2	2
GMNH 101 (400)	7	7	7
GMNH 101 (401)	7	7	7
GMNH 101 (402)	7	7	7
GMNH 101 (407)	7	7	7
GMNH 101 (378)	7	7	7
GMNH 101 (379)	7	3	3
GMNH 101 (380)	7	7	7
GMNH 101 (381)	7	7	7
GMNH 101 (392)	7	3	3
IVPP V10603	5	6	6
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	3	3
IVPP V10603	5	5	5

IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	2	2
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	14	14
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	12	12
IVPP V10603	5	5	11
ZDM 0083	5	3	3
ZDM 0083	5	3	3
ZDM 0083	5	6	6
ZDM 0083	5	6	6
ZDM 0083	5	6	6
ZDM 0083	5	6	6
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	4	4
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	11	11
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	14	14
ZDM 0126	5	11	11
ZDM 0126	5	6	6
ZDM 0126	5	11	11
AODF 603	6	8	8
AODF 2298	6	8	8
AODF 963	6	6	6
AODF 1531	6	6	6
AODF 984	6	6	6
AODF 985	6	6	6
AODF 1285	6	6	12

AODF 1286	6	6	6
AODF 2291	6	6	6
AODF 2292	6	6	6
AODF 2293	6	8	8
AODF 2294	6	6	6
AODF 2295	6	6	6
no specimen number	6	3	14
IMCF 959	6	6	6
IMCF 1122	6	8	8
no specimen number	6	6	6
no specimen number	6	6	6
HBV-20001	6	3	3
HBV-20001	6	6	6
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	3	3
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	5	5
AODF 0906	6	6	6
MTM PAL 2017.1.1.	8	8	6
DW 78 402	1	1	1
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	5	5
DINO 17848	3	5	5
DINO 17848	3	6	8
DINO 17848	3	6	6

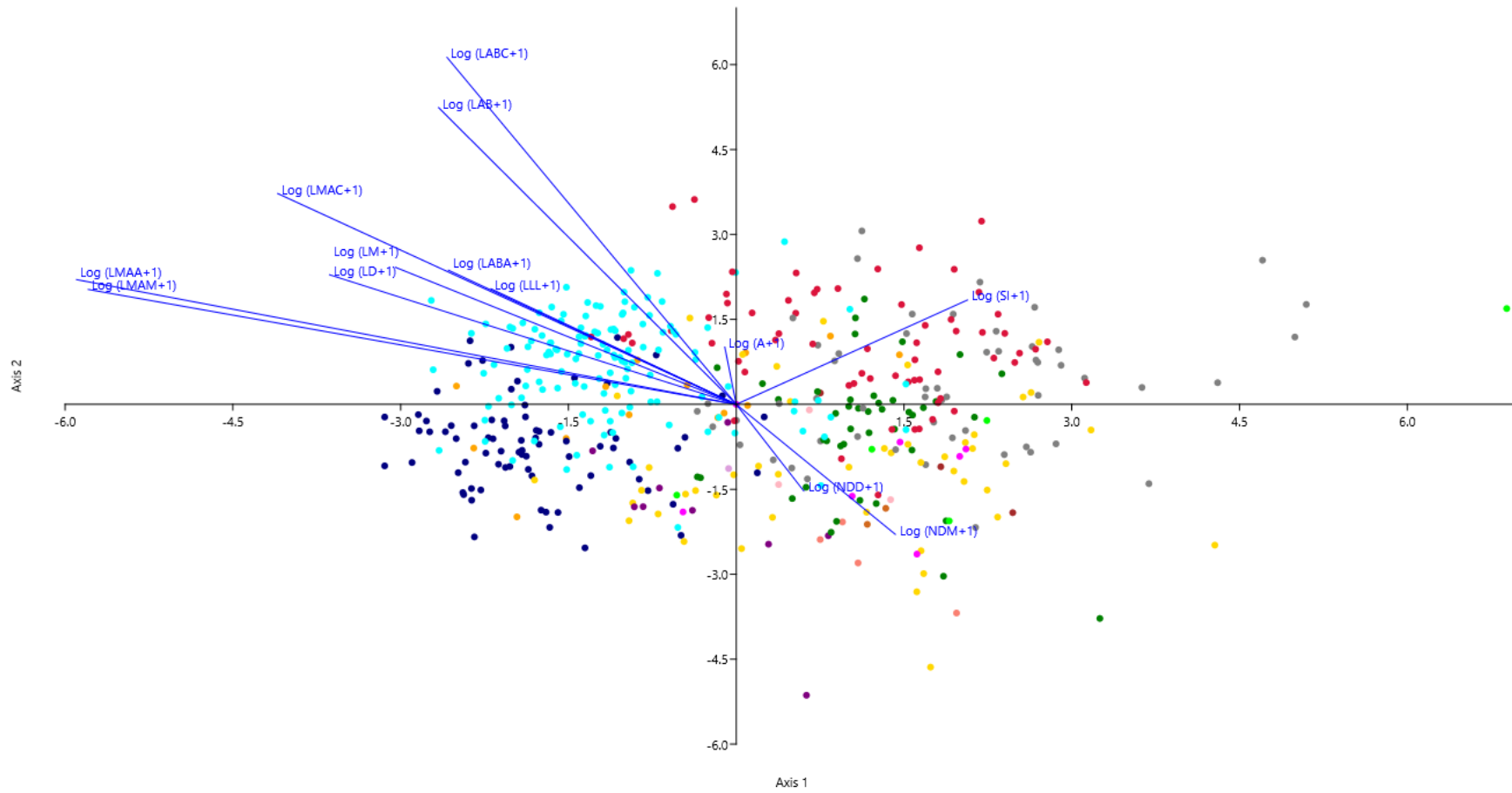
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	8	8
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	6	6
AMNH 5768	7	7	7
AMNH 5768	7	7	7
CM 11338	7	6	6
CM 11338	7	4	4
CM 11338	7	4	4
CM 11338	7	5	5
CM 11338	7	2	2
CM 11338	7	12	12
CM 11338	7	4	4
CM 11338	7	3	3
CM 11338	7	8	8
CM 11338	7	13	13
AMNH 5768	7	1	1
AMNH 5768	7	1	1
AMNH 5768	7	2	2
NHMUK R.4062	2	2	2
NHMUK R.2005	8	15	15
NHMUK R.2822	2	1	1
NHMUK R.2329	8	5	5
NHMUK R.4815	4	8	8
NHMUK 10830	8	8	4
NHMUK R.5565	4	3	3
NHMUK 3534	8	13	13
MB.R.2180.20.1	3	3	3
MB.R.2180.20.4	3	2	2
MB.R.2180.20.5	3	3	3
MB.R.2180.20.8	3	3	7
MB.R.2180.20.9.1-2 (1)	3	3	3
MB.R.2180.20.9.1-2 (2)	3	3	3
MB.R.2180.20.9.1-2 (3)	3	3	3

MB.R.2180.20.9.1-2 (4)	3	3	3
MB.R.2180.20.10 (1)	3	6	6
MB.R.2180.20.10 (2)	3	7	7
MB.R.2180.20.10 (3)	3	5	5
MB.R.2180.20.12 (1)	3	3	7
MB.R.2180.20.12 (2)	3	7	7
MB.R.2180.20.12 (3)	3	3	3
MB.R.2180.21.1	3	3	3
MB.R.2180.21.3	3	3	3
MB.R.2180.21.4	3	3	3
MB.R.2181.23.1 (1)	3	3	3
MB.R.2181.23.1 (2)	3	3	3
MB.R.2181.23.2 (1)	3	3	3
MB.R.2181.23.2 (2)	3	3	3
MB.R.2181.23.4 (1)	3	3	3
MB.R.2181.23.4 (2)	3	3	3
MB.R.2181.23.6	3	3	3
MB.R.2181.23.7	3	6	6
MB.R.2183	3	11	11
MB.R.2190	3	6	6
MB.R.2219	3	3	3
MB.R. no number (1)	3	7	7
MB.R. no number (2)	3	3	7
MB.R. no number (3)	3	7	7
MB.R. no number (4)	3	7	7
MB.R. no number (5)	3	7	7
MB.R.2115.1	3	3	6
MB.R.2116	3	3	3
MB.R.2120	3	4	4
MB.R.2125	3	6	6
MB.R.2132	3	5	5
YPM 1907 (?)	7	7	7
YPM 1907 (?)	7	3	3
YPM 1907 (?)	7	2	2
YPM 1136	7	1	1
T5705 (A)	5	12	12

T5705 (B)	5	12	12
T5705 (C)	5	11	11
T5402 (A)	4	6	6
T5402 (B)	4	6	6
T5402 (C)	4	5	5
T5402 (D)	4	6	6
T5402 (E)	4	12	12
YPM 1905 (?)	7	2	2
YPM 1905 (?)	7	7	7
YPM 1905 (?)	7	2	2
UMNH UUVP 2002 (1)	7	7	7
UMNH VP5857 (2)	7	7	7
UMNH VP5870 (3)	7	7	7
UMNH VP5869 (4)	7	7	7
UMNH (5)	7	7	7
UMNH VP5874 (6)	7	1	1
UMNH UUVP 1973 (7)	7	7	7
UMNH UUVP 1942 (8)	7	7	7
UMNH VP5879 (9)	7	7	7
UMNH VP5897 (10)	7	7	7
UMNH (11)	7	1	1
UMNH UUVP 5625 (12)	7	7	7
UMNH UUVP 1861 (13)	7	5	5
UMNH VP5893 (14)	7	1	1
UMNH VP5859 (15)	7	7	7
UMNH UUVP 1959 (16)	7	7	7
UMNH UUVP 1944 (17)	7	2	2
UMNH (18)	7	2	2
UMNH VP5858 (19)	7	2	2
UMNH VP5896 (20)	7	7	7
UMNH UUVP 5675 (21)	7	2	2
UMNH (22)	7	7	7
UMNH VP5885 (23)	7	7	7
UMNH (24)	7	7	7
UMNH VP5899 (25)	7	1	1
UMNH (26)	7	7	7

UMNH VP5882 (27)	7	1	1
UMNH (28)	7	1	1
UMNH (29)	7	7	7
UMNH (30)	7	7	7
UMNH (31)	7	7	7
UMNH (32)	7	7	7
UMNH VP11390 (33)	7	1	1
UMNH VP5873 (34)	7	1	1
UMNH VP21933 (35)	7	2	2
UMNH (36)	7	7	7
UMNH (37)	7	7	7
UMNH (38)	7	7	7
UMNH VP7377 (39)	7	7	7
UMNH (40)	7	7	7
UMNH (41)	7	7	7
UMNH (42)	7	7	7
UMNH (43)	7	6	6
MAA 173	4	13	13
MAA no number	4	13	13
NMB-1698-R	4	4	5
ISIR 717	4	12	12
ISIR 722	4	4	4
ISIR 721	4	1	1
ISIR 720	4	15	15
ISIR 719	4	9	9
ISIR 718	4	5	5
RAJ/JAIS/CVQS001	1	1	1
ANG11-873	1	9	9
ANG15-R905	1	1	1
ANG13-2330	1	1	1
ANG14-R289	1	1	1
ANG14-3495	1	1	1
ANG14-R435	1	1	1
ANG R-1732	2	2	7
MHNDPal 2003-397	4	4	11
MHNDPal 2003-397	4	4	3

Anexo IV. III – “Biplot”



Anexo V - Suplementário da DFA do cenário 2

Anexo V - “Loadings”

	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6	Axis 7	Axis 8	Axis 9	Axis 10	Axis 11	Axis 12	Axis 13
Log (LAB+1)	-5.7521	-12.233	-12.668	14.016	-0.83644	16.331	-26.118	-1.7183	-9.2947	29.22	20.6	-25.999	19.154
Log (LMAM+1)	12.113	24.127	-1.0123	1.3604	10.6	-14.704	-18.292	-8.1664	16.101	0.48513	-5.2403	-2.0825	-5.3247
Log (LMAC+1)	-3.6379	-3.7404	-4.4957	-6.9895	1.5123	6.1723	4.6624	-8.7414	-1.1088	-7.9716	-0.48448	-1.9649	0.075144
Log (LMAA+1)	9.5213	-20.388	8.8891	-5.512	-8.2525	4.0818	2.2131	11.352	-14.93	-4.9006	2.8071	3.9616	9.3383
Log (LABC+1)	-1.1981	-1.3621	9.7822	-2.7293	-1.3909	-7.0432	20.702	2.2375	6.9131	-12.119	-9.443	16.806	-16.752
Log (LABA+1)	3.0097	3.867	3.9258	-3.1639	0.17489	-1.2789	-1.0193	1.2922	-3.415	-6.9705	-2.4716	0.34517	-18.123
Log (LD+1)	-2.5332	3.4562	-0.58565	0.52889	-0.25797	3.4292	10.041	4.7475	9.8066	-1.427	-6.0629	0.026875	4.8847
Log (LM+1)	-6.3388	3.9557	-5.7884	-0.51396	-1.5645	-3.0602	6.7457	-1.2489	-0.034918	2.4252	2.1343	11.839	5.4664
Log (LLL+1)	1.4635	0.66281	-2.2799	9.2129	2.1508	-1.423	1.3384	0.30598	-5.7541	-1.8637	-4.6005	-0.98296	0.53337
Log (A+1)	-0.0068804	-3.4225	-5.2702	-6.3697	2.64	-0.48359	-0.97596	-2.2633	-1.3236	7.1162	-9.2884	1.3893	-2.9952
Log (NDM+1)	-2.0076	0.65097	1.1187	1.466	-4.2928	2.8532	-1.2263	-2.2757	0.3295	0.55516	-2.0873	1.6188	-0.93789
Log (NDD+1)	-0.020021	1.5984	3.9851	-1.5786	9.1844	2.5904	0.48925	0.688	-1.9334	0.62542	1.0632	0.44012	2.2903
Log (SI+1)	-0.52765	-0.55931	1.1234	-6.8353	6.5171	-9.4613	-13.187	2.5354	5.2524	-14.543	-5.7098	4.342	7.3439

Anexo V. I - "Classifier"

Point	Given group	Classification	Jackknifed
MAP-6013	1	1	1
MAP-6019	1	1	1
CPT-1262	1	2	2
CPT-3941	1	1	1
MAP-6032	1	1	1
MAP-6035	1	1	1
MAP-6036	1	1	1
MAP-6038	1	1	1
MAP-6039	1	1	1
MAP-6021	1	1	1
MAP-6015	1	1	1
MAP-6016	1	1	1
MAP-6017	1	1	1
MAP-6018	1	1	1
MNS 2001/122	3	3	3
DBGI 95	1	1	1
DBGI 60	1	2	2
DBGI 27	1	1	1
CPT-1213	1	1	1
CPT-1215	1	1	1
CPT-1217	1	1	1
BYU 20818	1	1	1
BYU 14327	1	1	1
BYU 18172	1	1	1
ML 368	1	1	1
SHN (JJS) 140	1	1	1
SHN (JJS) 142	1	1	1
SHN (JJS) 133	1	1	1
SHN (JJS) 147	1	1	1
SHN 508	1	1	1
SHN 144	1	1	1
SHN 138	1	1	1
SHN (JJS) 146	1	1	1
NHMUK R3377	1	1	1

NHMUK R3377	1	1	1
SHN 122	2	1	1
SHN 513	2	7	7
DAM 1	3	5	5
DAM 2	3	3	3
DAM 4	3	3	5
DAM 5	3	11	11
MLP 46-XIII-21-1/15	4	8	8
MLP 46-XIII-21-1/12	4	2	2
IVPP V8299.4	4	4	4
IVPP V8299.6	4	4	4
IVPP V17768.12	4	4	10
IVPP V17768.13	4	4	4
IVPP V17768.14	4	4	4
IVPP V17768.15	4	15	15
IVPP V17768.17	4	4	4
IVPP V17768.18	4	10	10
DINO 17849	3	4	4
To1-20	4	9	9
FPDM-V8468-2	6	6	6
BYU-9118	7	7	7
MSNM V6180	9	9	9
MSNM V6188	9	9	2
MSNM V6214	9	9	9
MSNM V6224	10	10	9
MSNM V6211	11	11	11
MSNM V6212	11	4	4
MSNM V6213	11	11	11
MSNM V6216	11	11	5
MSNM V6219	11	15	15
MSNM V6221	11	11	11
MSNM V6215	12	12	9
MSNM V6185	14	14	9
MSNM V6220	15	15	8
BHN2R 113	1	1	1
BHN2R 1101	1	1	1

BHN2R 1102	1	2	2
Euhe.2	6	8	8
Euhe.3	6	8	8
Euhe.4	6	11	11
MPZ 01/206	6	10	10
HUE - 685	6	3	3
SMA 0002 (2)	7	7	7
SMA 0002 (4)	7	7	7
SMA 0002 (5)	7	7	7
SMA 0002 (6)	7	7	7
SMA 0002 (7)	7	7	7
SMA 0002 (8)	7	7	7
SMA 0002 (9)	7	7	7
SMA 0002 (5)	7	7	7
SMA 0002 (8)	7	7	7
SMA 0002 (10)	7	7	7
SMA 0002 (11)	7	7	7
SMA 0002 (12)	7	7	7
SMA 0002 (13)	7	7	7
C.1042	5	3	3
C.1042	5	5	5
C.1042	5	5	5
ANG 10-10	1	1	1
ANG 10-27	1	1	1
Atla.1	4	3	3
Atla.2	4	7	7
BYU 9047	7	7	2
GMNH 101 (364)	7	7	7
GMNH 101 (365)	7	7	7
GMNH 101 (362)	7	7	7
GMNH 101 (360)	7	7	7
GMNH 101 (363)	7	7	7
GMNH 101 (361)	7	7	7
GMNH 101 (366)	7	7	7
GMNH 101 (368)	7	7	7
GMNH 101 (374)	7	7	7

GMNH 101 (375)	7	7	7
GMNH 101 (376)	7	7	7
GMNH 101 (377)	7	7	7
GMNH 101 (369)	7	7	7
GMNH 101 (370)	7	7	7
GMNH 101 (371)	7	7	7
GMNH 101 (372)	7	7	7
GMNH 101 (373)	7	2	2
GMNH 101 (358)	7	7	2
GMNH 101 (382)	7	7	7
GMNH 101 (383)	7	8	8
GMNH 101 (384)	7	7	7
GMNH 101 (385)	7	1	1
GMNH 101 (386)	7	7	7
GMNH 101 (387)	7	7	7
GMNH 101 (390)	7	2	2
GMNH 101 (389)	7	7	2
GMNH 101 (395)	7	7	7
GMNH 101 (393)	7	7	7
GMNH 101 (388)	7	7	7
GMNH 101 (394)	7	7	7
GMNH 101 (391)	7	7	7
GMNH 101 (396)	7	7	7
GMNH 101 (397)	7	7	7
GMNH 101 (398)	7	7	7
GMNH 101 (400)	7	7	7
GMNH 101 (401)	7	7	7
GMNH 101 (402)	7	7	7
GMNH 101 (407)	7	7	7
GMNH 101 (378)	7	7	7
GMNH 101 (380)	7	7	7
GMNH 101 (381)	7	2	2
GMNH 101 (392)	7	3	3
IVPP V10603	5	6	6
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	3	3

IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	7	7
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	14	14
IVPP V10603	5	5	5
ZDM 0083	5	3	3
ZDM 0083	5	8	8
ZDM 0083	5	8	8
ZDM 0083	5	6	6
ZDM 0083	5	3	3
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	5	4
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	8	8
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0126	5	11	11
ZDM 0126	5	6	6
ZDM 0126	5	11	11
AODF 963	6	6	6
AODF 1531	6	6	6
AODF 984	6	6	6
AODF 985	6	6	6
AODF 1286	6	6	3
AODF 2291	6	6	6
AODF 2292	6	6	6
AODF 2294	6	6	6

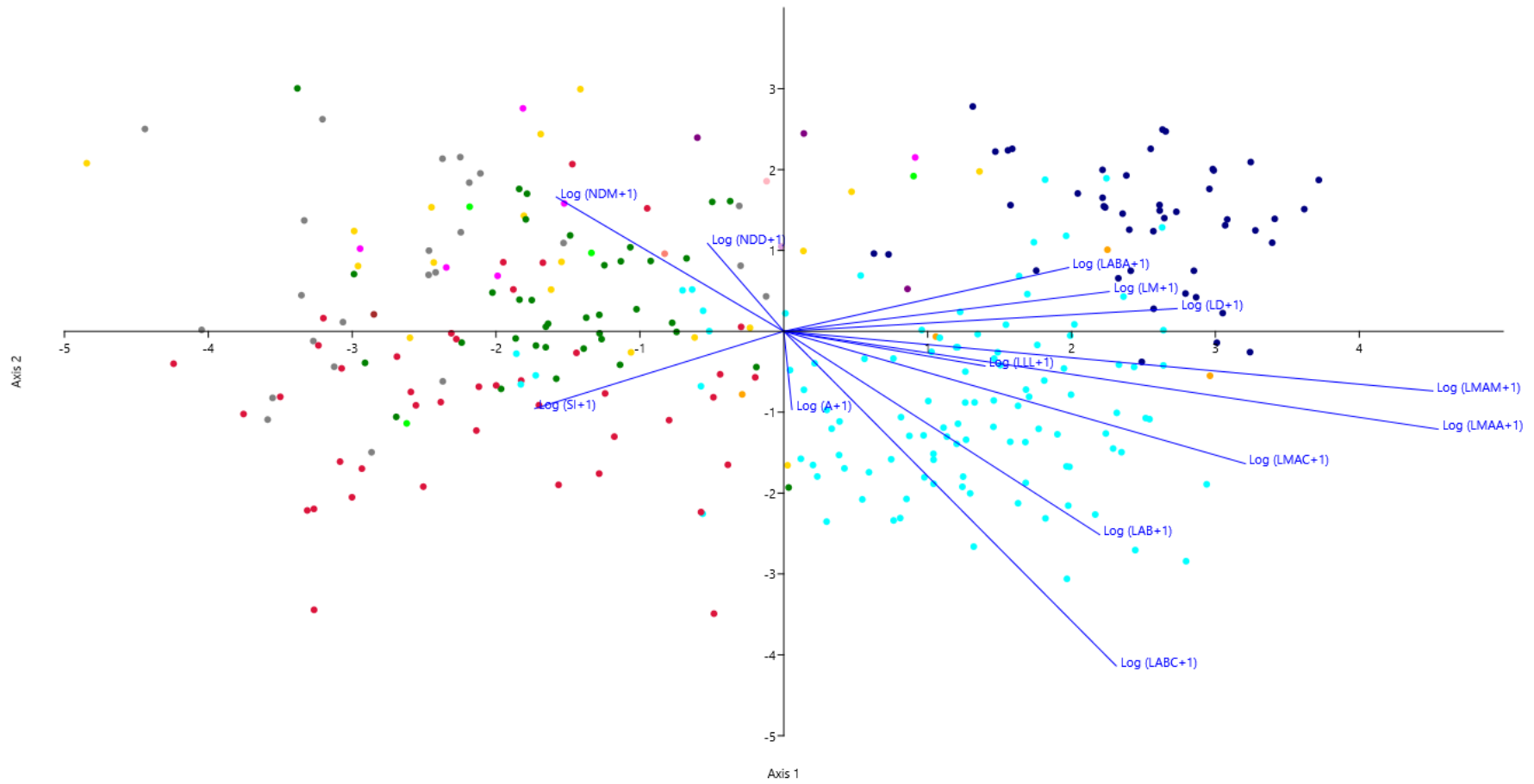
IMCF 959	6	6	6
no specimen number	6	6	6
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	3	3
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	3	3
AODF 0906	6	6	6
DW 78 402	1	1	1
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	3	6
DINO 17848	3	3	8
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	8	8
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	6	6
CM 11338	7	5	5
CM 11338	7	5	5
CM 11338	7	8	8
CM 11338	7	7	7
CM 11338	7	8	8
CM 11338	7	3	3
CM 11338	7	8	8

CM 11338	7	8	8
AMNH 5768	7	1	1
AMNH 5768	7	7	7
NHМУK R.4062	2	2	7
NHМУK R.2005	8	15	15
NHМУK R.2329	8	5	5
NHМУK R.4815	4	8	8
NHМУK 10830	8	8	3
NHМУK R.5565	4	3	3
NHМУK 3534	8	4	4
MB.R.2180.20.1	3	3	3
MB.R.2180.20.9.1-2 (4)	3	3	7
MB.R.2180.20.12 (1)	3	3	3
MB.R.2180.20.12 (2)	3	7	7
MB.R.2180.20.12 (3)	3	3	3
MB.R.2180.21.1	3	3	3
MB.R.2180.21.3	3	5	5
MB.R.2180.21.4	3	3	3
MB.R.2181.23.2 (1)	3	3	3
MB.R.2181.23.2 (2)	3	3	3
MB.R.2181.23.4 (2)	3	3	3
MB.R.2181.23.7	3	3	3
MB.R.2183	3	3	3
MB.R.2219	3	3	3
MB. R. no number (3)	3	7	7
MB.R.2115.1	3	3	3
MB.R.2120	3	3	4
MB.R.2132	3	5	5
YPM 1907 (?)	7	3	3
ypm 1907 (?)	7	2	2
T5705 (A)	5	14	14
T5705 (B)	5	12	12
T5705 (C)	5	11	11
T5402 (E)	4	14	14
YPM 1905 (?)	7	2	2
YPM 1905 (?)	7	2	2

UMNH UUVP 2002 (1)	7	7	7
UMNH VP5857 (2)	7	7	7
UMNH VP5870 (3)	7	7	7
UMNH VP5869 (4)	7	2	2
UMNH (5)	7	7	7
UMNH UUVP 1973 (7)	7	7	7
UMNH VP5879 (9)	7	7	7
UMNH VP5897 (10)	7	7	7
UMNH (11)	7	1	1
UMNH UUVP 5625 (12)	7	7	7
UMNH VP5859 (15)	7	2	2
UMNH UUVP 1959 (16)	7	7	7
UMNH UUVP 1944 (17)	7	7	7
UMNH (18)	7	7	7
UMNH VP5858 (19)	7	2	2
UMNH VP5896 (20)	7	7	7
UMNH UUVP 5675 (21)	7	2	2
UMNH (22)	7	2	2
UMNH VP5885 (23)	7	7	7
UMNH (24)	7	7	7
UMNH VP5899 (25)	7	2	2
UMNH VP5882 (27)	7	1	1
UMNH (29)	7	7	7
UMNH (32)	7	7	7
UMNH VP11390 (33)	7	2	2
UMNH VP5873 (34)	7	1	1
UMNH VP21933 (35)	7	2	2
UMNH (36)	7	2	2
UMNH (37)	7	7	7
UMNH (38)	7	2	2
UMNH VP7377 (39)	7	7	7
UMNH (40)	7	7	7
UMNH (41)	7	2	2
UMNH (42)	7	7	7
UMNH (43)	7	6	6
NMB-1698-R	4	8	8

ANG11-873	1	2	2
ANG15-R905	1	1	1
ANG13-2330	1	1	1
ANG14-R289	1	1	1
ANG14-3495	1	1	1
ANG R-1732	2	2	7
MHNDPal 2003-397	4	4	1

Anexo V. III – “Biplot”



Anexo VI - Suplementário da DFA do cenário 3

Anexo VI. I - "Loadings"

	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6	Axis 7	Axis 8	Axis 9	Axis 10	Axis 11	Axis 12	Axis 13
Log (LAB+1)	-9.682	-9.8731	7.4335	-5.5788	34.845	-12.909	2.2138	-19.01	8.5854	-22.772	6.4629	-24.128	-30.01
Log (LMAM+1)	10.024	25.012	-1.7664	3.8054	-4.5169	13.484	5.0264	-11.059	-10.51	-20.69	8.4243	8.3338	6.2198
Log (LMAC+1)	-2.637	-5.6191	-4.9529	-5.777	-4.5049	2.0748	-6.784	-7.1136	7.6468	5.2805	-0.33357	-0.14013	4.5576
Log (LMAA+1)	12.49	-20.018	-1.2742	3.9399	2.8708	-13.719	-11.829	13.932	-0.067077	5.0062	-7.9835	-9.0019	-1.0681
Log (LABC+1)	0.68935	-2.872	-0.58686	6.7935	-16.979	8.5834	4.1976	13.208	-4.0029	19.736	-2.5089	17.71	12.983
Log (LABA+1)	2.5998	2.4723	-2.4538	4.0684	-1.5136	1.5282	-4.1036	-0.95473	-1.0679	1.6526	-8.3538	17.67	1.7348
Log (LD+1)	-3.0881	3.4269	-1.7785	-2.5552	-1.3826	-3.4797	9.9348	1.5515	0.28355	7.5441	3.9379	-3.2044	9.8278
Log (LM+1)	-5.4971	5.6039	3.4812	-6.249	-5.7033	5.1321	-1.4869	8.6075	-1.7703	6.8274	5.2635	-5.142	-2.3763
Log (LLL+1)	4.4675	0.89099	11.306	-1.7891	-4.6549	-2.4852	2.495	-0.73962	1.8761	-1.2176	-5.1789	-0.35314	-0.50246
Log (A+1)	1.2909	-4.3138	-6.4139	-9.7852	-7.3391	-2.6416	3.8265	0.0050742	-1.0958	-3.5025	2.6886	5.1005	-4.0273
Log (NDM+1)	-1.8079	0.53687	1.052	0.99884	-0.2705	-1.4093	-0.35226	2.0319	4.5588	-0.76827	2.949	2.415	-0.19564
Log (NDD+1)	0.34768	1.0989	-0.81737	2.6164	-3.8787	-3.9247	-1.6066	-5.8825	-5.0367	2.6374	0.2398	-2.7841	-1.9426
Log (SI+1)	1.2011	-0.1379	0.98771	-0.25873	-6.9435	0.85392	-10.535	0.1854	-11.753	-12.104	1.8039	-2.2854	15.813

Anexo VI. II - "Classifier"

Point	Given group	Classification	Jackknifed
MAP-6013	16	16	16
MAP-6019	16	16	16
CPT-1262	17	7	7
CPT-3941	17	1	1
MAP-6032	16	16	16
MAP-6035	16	24	24
MAP-6036	16	16	16
MAP-6038	16	16	17
MAP-6039	16	17	17
MAP-6021	16	16	16
MAP-6015	16	16	16
MAP-6016	16	16	16
MAP-6017	16	16	16
MAP-6018	16	16	16
MNS 2001/122	3	20	20
DBGI 95	18	18	7
DBGI 60	18	18	18
DBGI 27	18	17	17
CPT-1213	17	17	17
CPT-1215	17	17	17
CPT-1217	17	17	17
BYU 20818	19	19	19
BYU 14327	19	19	24
BYU 18172	19	19	19
ML 368	1	1	17
SHN (JJS) 140	1	25	25
SHN (JJS) 142	1	1	1
SHN (JJS) 133	1	1	1
SHN (JJS) 147	1	17	17
SHN 508	1	1	1
SHN 144	1	1	16
SHN 138	1	17	17
SHN (JJS) 146	1	1	1
NHMUK R3377	1	1	25

NHMUK R3377	1	1	1
SHN 122	2	1	1
SHN 513	2	23	23
DAM 1	3	5	5
DAM 2	3	3	3
DAM 4	3	3	5
DAM 5	3	11	11
MLP 46-XIII-21-1/15	4	1	1
MLP 46-XIII-21-1/12	4	2	2
IVPP V8299.4	20	20	20
IVPP V8299.6	20	20	20
IVPP V17768.12	20	20	20
IVPP V17768.13	20	20	20
IVPP V17768.14	20	20	20
IVPP V17768.15	20	20	15
IVPP V17768.17	20	20	20
IVPP V17768.18	20	20	20
DINO 17849	3	20	20
To1-20	4	9	9
FPDM-V8468-2	6	6	6
BYU-9118	21	21	21
MSNM V6180	9	9	9
MSNM V6188	9	9	2
MSNM V6214	9	9	9
MSNM V6224	10	10	20
MSNM V6211	11	11	11
MSNM V6212	11	20	20
MSNM V6213	11	11	11
MSNM V6216	11	11	5
MSNM V6219	11	18	18
MSNM V6221	11	11	11
MSNM V6215	12	12	9
MSNM V6185	14	14	9
MSNM V6220	15	15	8
BHN2R 113	1	1	1
BHN2R 1101	1	16	16

BHN2R 1102	1	1	2
Euhe.2	6	8	8
Euhe.3	6	8	8
Euhe.4	6	18	18
MPZ 01/206	6	20	10
HUE - 685	6	20	20
SMA 0002 (2)	22	22	22
SMA 0002 (4)	22	22	22
SMA 0002 (5)	22	22	22
SMA 0002 (6)	22	22	22
SMA 0002 (7)	22	22	22
SMA 0002 (8)	22	22	22
SMA 0002 (9)	22	22	22
SMA 0002 (5)	22	22	22
SMA 0002 (8)	22	22	22
SMA 0002 (10)	22	22	22
SMA 0002 (11)	22	22	22
SMA 0002 (12)	22	22	22
SMA 0002 (13)	22	22	22
C.1042	5	3	3
C.1042	5	5	5
C.1042	5	5	5
ANG 10-10	25	16	16
ANG 10-27	25	16	16
Atla.1	4	21	21
Atla.2	4	23	23
BYU 9047	7	7	2
GMNH 101 (364)	23	23	24
GMNH 101 (365)	23	7	7
GMNH 101 (362)	23	7	7
GMNH 101 (360)	23	7	7
GMNH 101 (363)	23	23	23
GMNH 101 (361)	23	7	7
GMNH 101 (366)	23	7	7
GMNH 101 (368)	23	23	23
GMNH 101 (374)	23	23	23

GMNH 101 (375)	23	23	23
GMNH 101 (376)	23	23	2
GMNH 101 (377)	23	7	7
GMNH 101 (369)	23	7	7
GMNH 101 (370)	23	7	7
GMNH 101 (371)	23	23	23
GMNH 101 (372)	23	21	21
GMNH 101 (373)	23	2	2
GMNH 101 (358)	23	21	21
GMNH 101 (382)	23	23	23
GMNH 101 (383)	23	21	21
GMNH 101 (384)	23	21	21
GMNH 101 (385)	23	25	25
GMNH 101 (386)	23	23	23
GMNH 101 (387)	23	23	23
GMNH 101 (390)	23	23	23
GMNH 101 (389)	23	23	23
GMNH 101 (395)	23	23	23
GMNH 101 (393)	23	7	7
GMNH 101 (388)	23	23	23
GMNH 101 (394)	23	23	23
GMNH 101 (391)	23	7	7
GMNH 101 (396)	23	23	23
GMNH 101 (397)	23	23	23
GMNH 101 (398)	23	23	23
GMNH 101 (400)	23	21	21
GMNH 101 (401)	23	23	23
GMNH 101 (402)	23	7	7
GMNH 101 (407)	23	23	23
GMNH 101 (378)	23	21	21
GMNH 101 (380)	23	21	21
GMNH 101 (381)	23	2	2
GMNH 101 (392)	23	3	3
IVPP V10603	5	6	6
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	3

IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	7	7
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	5	5
IVPP V10603	5	14	14
IVPP V10603	5	5	5
ZDM 0083	5	3	3
ZDM 0083	5	21	21
ZDM 0083	5	8	8
ZDM 0083	5	6	6
ZDM 0083	5	3	3
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	18	18
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	5	8
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0083	5	5	3
ZDM 0083	5	5	5
ZDM 0126	5	11	11
ZDM 0126	5	6	6
ZDM 0126	5	11	11
AODF 963	6	6	6
AODF 1531	6	6	6
AODF 984	6	6	6
AODF 985	6	6	6
AODF 1286	6	3	3
AODF 2291	6	6	6
AODF 2292	6	6	6
AODF 2294	6	6	6

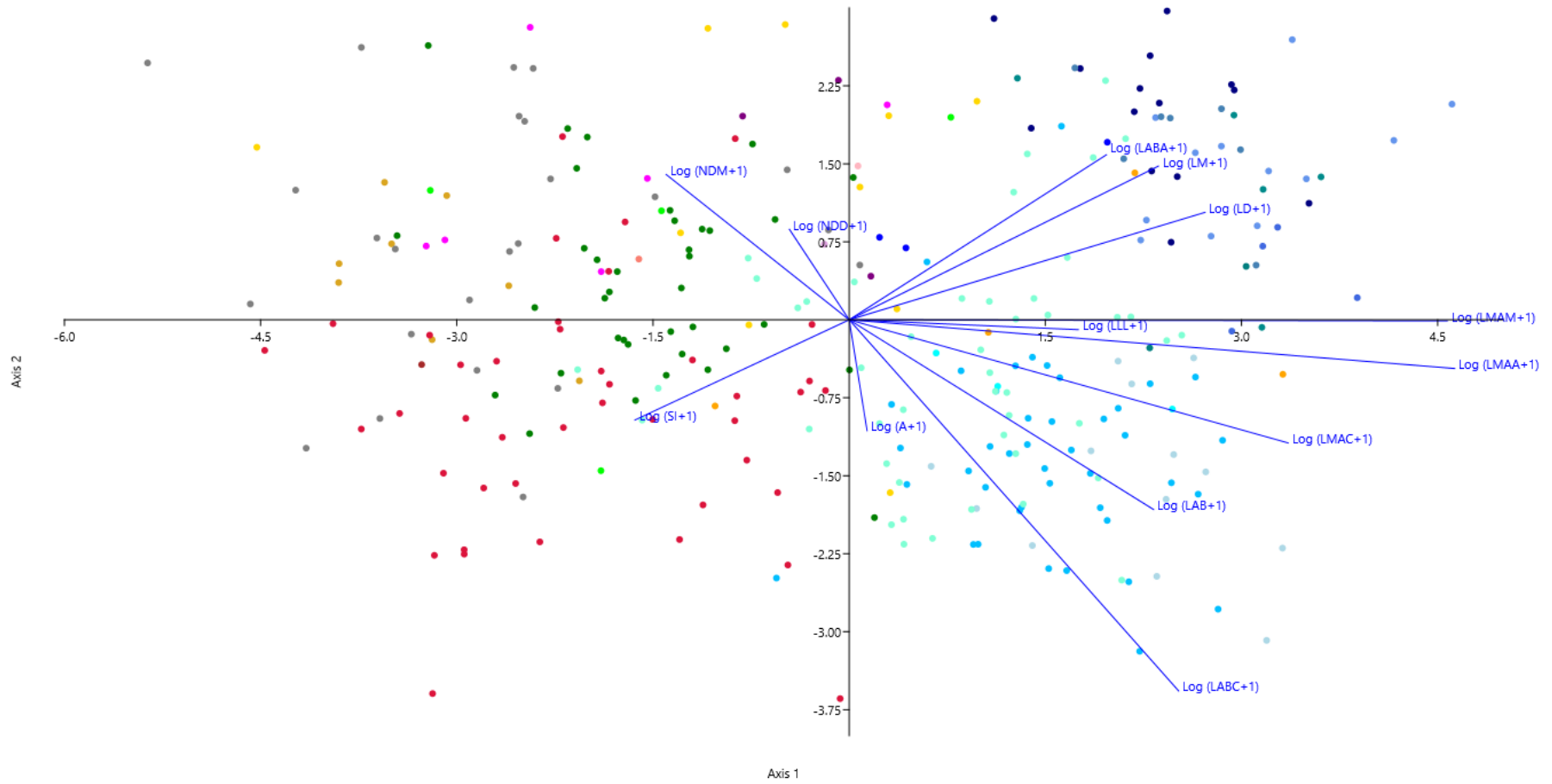
IMCF 959	6	6	6
no specimen number	6	6	20
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	3	3
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	6	6
MDT-PV 2	6	3	3
AODF 0906	6	6	6
DW 78 402	19	19	19
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	3	6
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	8	8
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	6	6
DINO 17848	3	8	8
DINO 17848	3	3	3
DINO 17848	3	6	6
CM 11338	21	21	21
CM 11338	21	5	5
CM 11338	21	8	8
CM 11338	21	21	21
CM 11338	21	8	8
CM 11338	21	3	3
CM 11338	21	8	8

CM 11338	21	8	8
AMNH 5768	24	24	19
AMNH 5768	24	24	23
NHМУK R.4062	2	2	21
NHМУK R.2005	8	15	15
NHМУK R.2329	8	5	5
NHМУK R.4815	4	8	8
NHМУK 10830	8	8	3
NHМУK R.5565	4	24	24
NHМУK 3534	8	20	20
MB.R.2180.20.1	3	3	3
MB.R.2180.20.9.1-2 (4)	3	21	21
MB.R.2180.20.12 (1)	3	7	7
MB.R.2180.20.12 (2)	3	21	21
MB.R.2180.20.12 (3)	3	3	3
MB.R.2180.21.1	3	3	3
MB.R.2180.21.3	3	5	5
MB.R.2180.21.4	3	3	3
MB.R.2181.23.2 (1)	3	3	3
MB.R.2181.23.2 (2)	3	3	3
MB.R.2181.23.4 (2)	3	3	5
MB.R.2181.23.7	3	3	3
MB.R.2183	3	3	6
MB.R.2219	3	3	3
MB. R. no number (3)	3	21	21
MB.R.2115.1	3	3	3
MB.R.2120	3	20	20
MB.R.2132	3	5	5
YPM 1907 (?)	7	21	21
ypm 1907 (?)	7	18	18
T5705 (A)	5	14	14
T5705 (B)	5	12	12
T5705 (C)	5	11	11
T5402 (E)	4	14	14
YPM 1905 (?)	21	19	19
YPM 1905 (?)	21	21	21

UMNH UUVP 2002 (1)	21	7	7
UMNH VP5857 (2)	21	23	23
UMNH VP5870 (3)	21	7	7
UMNH VP5869 (4)	21	21	21
UMNH (5)	21	22	22
UMNH UUVP 1973 (7)	21	15	15
UMNH VP5879 (9)	21	7	16
UMNH VP5897 (10)	21	21	21
UMNH (11)	21	1	1
UMNH UUVP 5625 (12)	21	21	21
UMNH VP5859 (15)	21	7	7
UMNH UUVP 1959 (16)	21	23	23
UMNH UUVP 1944 (17)	21	21	21
UMNH (18)	21	23	23
UMNH VP5858 (19)	21	2	2
UMNH VP5896 (20)	21	23	23
UMNH UUVP 5675 (21)	21	2	2
UMNH (22)	21	21	21
UMNH VP5885 (23)	21	21	21
UMNH (24)	21	23	23
UMNH VP5899 (25)	21	1	1
UMNH VP5882 (27)	21	1	1
UMNH (29)	21	21	21
UMNH (32)	21	2	2
UMNH VP11390 (33)	21	2	2
UMNH VP5873 (34)	21	1	1
UMNH VP21933 (35)	21	23	23
UMNH (36)	21	21	2
UMNH (37)	21	21	21
UMNH (38)	21	21	21
UMNH VP7377 (39)	21	21	21
UMNH (40)	21	21	21
UMNH (41)	21	2	2
UMNH (42)	21	21	21
UMNH (43)	21	6	6
NMB-1698-R	4	21	21

ANG11-873	25	25	15
ANG15-R905	25	25	16
ANG13-2330	25	25	24
ANG14-R289	25	25	1
ANG14-3495	25	24	24
ANG R-1732	2	20	20
MHNDPal 2003-397	4	4	16

Anexo VI. III – “Biplot”



Testar a aplicação da morfometria multivariada para quantificar e classificar a variabilidade morfológica em dentes de dinossáurios saurópodes

Copyright © Mónica Emília Ribeiro Relvas, 2023



A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade de Coimbra têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

The Faculty of Science and Technology and the University of Coimbra have the right, in perpetuity and without geographical limits, to archive and publish this dissertation in printed copies reproduced on paper or digitally, or by any other means known or invented, and to disseminate it through scientific repositories and to allow its copying and distribution for educational or research purposes, not commercial, provided that credit is given to the author and publisher.

