



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**INSTITUTO DE BIOLOGIA**

**CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**PROPOSTA DE RECONSTRUÇÃO DA MUSCULATURA APENDICULAR  
PÉLVICA DE *GUAIBASAURUS CANDELARIENSES***

por

**FELIPE DE SENA DIAS URPIA**

**Trabalho de Conclusão do Curso**  
apresentado ao Instituto de Biologia da Universidade  
Federal Bahia como exigência para obtenção do grau  
de Bacharel em Ciências Biológicas

Orientador: André Luis da Cruz  
Coorientador: Alex Christian Rohrig Hubbe

Salvador, BA  
2023

Data da Defesa: 13 de dezembro de 2023

**Banca Examinadora**

---

**André Luis da Cruz**

**Universidade Federal da Bahia**

---

**Marcelo Felgueiras Napoli**

**Universidade Federal da Bahia**

---

**Max Cardoso Langer**

**Universidade de São Paulo**

## RESUMO

Entender o funcionamento dos organismos fósseis tem sido um dos grandes objetivos da paleontologia moderna. As questões levantadas pelos paleontólogos podem ser respondidas através da análise do registro fossilífero. Devido às condições de preservação dos fósseis uma parte significativa dos estudos foca na morfologia funcional dos táxons. No entanto, a alta complexidade dos organismos vivos dificulta análises que permitam entender o animal em sua totalidade em um único estudo. Isso leva os pesquisadores a elaborarem modelos simplificados. Nesse sentido, o presente trabalho tem o objetivo de propor a reconstrução da musculatura pélvica e apendicular posterior de *Guaibasaurus candelariensis*, um terópode antigo do Triássico do sul do Brasil, e analisar as possíveis diferenças entre o modelo muscular encontrado e os propostos para os táxons *Saturnalia tupiniquim* e *Staurikosaurus pricei*. Foi possível reconstruir com sucesso a maior parte da musculatura associada a pélvis e ao fêmur. No entanto, não foi possível reconstruir o arranjo muscular associado com as extremidades proximais e distais da tíbia e da fíbula devido ao estado de preservação dos fósseis nessas regiões. A reconstrução muscular produzida nesse estudo confirma o modelo geral proposto para *Saturnalia tupiniquim* e corroborado por *Staurikosaurus pricei*, reforçando a importância da região sul do Brasil para a paleontologia mundial.

## ABSTRACT

Understanding the functioning of fossil organisms has been one of the major objectives of modern paleontology. The questions raised by paleontologists can be answered through the analysis of the fossil record. Due to preservation conditions of fossils, a significant part of the studies focus on the functional morphology. However, the high complexity of living organisms makes it difficult to analyse the animal in its entirety in a single study. This leads researchers to develop simplified models. In this sense, the present study aims to propose the reconstruction of the pelvic and posterior appendicular muscles of *Guaibasaurus candelariensis*, an old theropod from the Triassic of southern Brazil, and to analyse the possible differences between the muscular model found and those proposed for the *Saturnalia tupiniquim* and *Staurikosaurus pricei*. It was possible to successfully reconstruct most of the muscles associated with the pelvis and femur. However, it was not possible to reconstruct the muscular arrangement associated with the proximal and distal ends of the tibia and fibula due to the state of preservation of these regions. The muscular reconstruction produced in this study confirms the general model proposed for *Saturnalia tupiniquim* and corroborated by *Staurikosaurus pricei*, reinforcing the importance of the southern region of Brazil for global paleontology.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer, primeiramente, aos meus pais, Samuel e Geni, por terem permitido que o sonho de uma criança crescesse e culminasse no trabalho aqui apresentado. Também quero agradecer a todo o corpo docente do Curso de Graduação em Ciências Biológicas da UFBA pelo apoio e suporte ao longo dos últimos anos. Em especial, quero agradecer aos professores André Cruz e Alex Hubbe, por terem aceitado me orientar nesse e em outros trabalhos, ao professor Marcelo Napoli, pelo apoio nos meus primeiros passos na zoologia de vertebrados, a professora Simone Moraes, por me ter aberto as portas da paleontologia na UFBA, e ao professor Max Langer, da USP de Ribeirão Preto, pelo apoio no meu aprendizado sobre anatomia de dinossauros. Sou grato aos meus colegas de graduação, que me apoiaram ao longo da jornada. Por último, mas não menos importante, quero agradecer a Lara, minha companheira que me acompanha e apoia desde antes da graduação. É graças a todos vocês que este trabalho se tornou possível.

# SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
AGRADECIMENTOS .....	i
SUMÁRIO .....	ii
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
OBJETIVOS .....	3
CAPÍTULO 1.....	4
RESUMO .....	5
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	7
3.1. CINTURA PÉLVICA .....	8
3.2 MEMBRO APENDICULAR PÉLVICO .....	12
4. CONCLUSÕES .....	16
5. REFERÊNCIAS .....	18
DISCUSSÃO GERAL.....	20
CONCLUSÕES GERAIS .....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21
APÊNDICES.....	23
ANEXOS.....	24

## INTRODUÇÃO GERAL

Entender o funcionamento dos organismos fósseis tem sido um dos grandes objetivos da paleontologia moderna (Benton e Harper, 2009, p. 150). Aspectos como o voo dos pterossauros e das primeiras aves, a natação dos *Ichtyosaurus*, a corrida do *Tyranosaurus rex* e os comportamentos de caça dos gatos dente-de-sabre foram alguns dos focos dos pesquisadores ao longo dos séculos (Benton e Harper, 2009, p. 150). Todas essas questões podem ser respondidas através da análise do vasto registro fóssilífero, preservado por milhões de anos (Benton e Harper, 2009, p. 2).

Cabe a paleontologia, Ciência que estuda as formas de vida do passado, estudar os fósseis para buscar entender, entre outras coisas, a ecologia e as relações de parentesco entre os organismos, em sua maioria extintos na atualidade (Hildebrand e Goslow, 2006 p. 11). Os dinossauros estão entre os táxons que mais atraem o olhar do grande público (Benton, 2014, p. 19). Entender mais sobre as espécies que participaram da história evolutiva deste grupo nos permite compreender a evolução dos vertebrados terrestres dominantes ao longo do Mesozóico (Benton, 2014, p. 205). Essa compreensão também nos permite mapear melhor a origem de características que levaram ao surgimento das aves no período Jurássico, no caso dos saurísquios, e, mais especificamente, dos terópodes (Agnolin e Martinelli, 2012).

Embora os fósseis preservem diversas evidências da vida no passado do planeta, o processo que leva à preservação dos organismos é considerado uma exceção ao processo natural de decomposição (Benton, 2014, p. 29). O mais comum é que apenas tecidos duros, como ossos, dentes e carapaças, sejam preservados, enquanto a preservação de tecidos moles em sua composição original, como pele, músculos e órgãos internos, são extremamente raras e limitadas a táxons mais recentes. Em táxons mais antigos, como no caso dos dinossauros, a preservação de tecidos moles ocorre em raros casos em que ocorre a preservação da forma do tecido, onde a sua composição biológica original está ausente (Benton, 2014, p. 29).

Devido às condições de preservação dos fósseis citadas anteriormente, uma parte significativa dos estudos das espécies extintas foca na morfologia funcional dos táxons, uma vez que outros tipos de análises, como biomoleculares e bioquímicas, se tornam praticamente inviáveis (Grillo e Azevedo, 2011; Bronzati et al., 2019). A morfologia funcional é um campo de estudos multidisciplinar que, utilizando os conhecimentos da anatomia,

busca entender aspectos biomecânicos, fisiológicos, etológicos e ecológicos das estruturas dos seres vivos (Hildebrand e Goslow, 2006, p.3).

Ainda que lançando mão dos conhecimentos da morfologia funcional, a alta complexidade dos organismos vivos e de seus sistemas dificultam análises que permitam entender o animal em sua totalidade em um único estudo. Isso leva os pesquisadores a elaborarem modelos simplificados. Esses modelos se limitam em aspectos e sistemas específicos do funcionamento dos organismos, reduzindo o número de variáveis a serem trabalhadas em uma única abordagem. Nesse sentido, a criação de tais modelos tem ajudado os cientistas a entenderem aspectos chave de diferentes estruturas dos organismos vivos (Anderson et al., 2012; Hutchinson, 2012).

Em se tratando de análises de modelos morfofuncionais com fósseis de dinossauros, a maioria dos estudos tem focado em aspectos relacionados à biomecânica da locomoção, do movimento e da alimentação (Grillo e Azevedo, 2011; Bates e Falkingham, 2012; Stevens, 2013). Para tanto, é necessário ter um entendimento do funcionamento das interações osso-músculo do ponto de vista da biomecânica.

A biomecânica é um campo das Ciências Biológicas que aplica os princípios do estudo da mecânica aos sistemas vivos. Ela se concentra majoritariamente nos sistemas musculares e esqueléticos, principalmente quando se trata de locomoção (Liem et al., 2013, p.176). Para compreender os princípios mecânicos envolvidos nos sistemas esquelético-musculares e na locomoção, é preciso antes entender como músculo e osso se conectam, formando o sistema responsável por sustentar e locomover o corpo (Liem et al., 2013, p.316).

O músculo esquelético é aquele cuja contrações são controladas por impulsos nervosos voluntários, sendo o tipo muscular mais comum no corpo dos vertebrados (Liem et al., 2013, p.316). Eles geralmente estão associados a elementos ósseos, onde as extremidades ligantes são chamadas de origem e inserção. A origem geralmente permanece fixa durante a contração muscular, enquanto a inserção se move junto com o elemento ao qual está ligada. Quando tratamos da musculatura apendicular, geralmente a origem é a ligação proximal do músculo, enquanto a inserção é a ligação distal (Liem et al., 2013, p.319).

Ao unir os conhecimentos a respeito dos padrões de organização muscular de diferentes táxons com os conhecimentos da biomecânica, os paleontólogos são capazes



de realizar análises morfofuncionais capazes de responder questões evolutivas. Uma dessas respostas, por exemplo, pode nos ajudar a entender quando surgiram características consideradas tipicamente avianas, como o bipedalismo e a adoção de posturas de repouso utilizadas até hoje pelas aves modernas, ajudando assim, a preencher as lacunas evolutivas dentro do grupo (Hutchinson, 2006; Agnolin e Martinelli, 2012). Para além disso, o uso de táxons extintos para análises de reconstrução muscular e biomecânicas permitem que os pesquisadores testem seus modelos, aumentando a sua sensibilidade e validação, principalmente quando modelos criados se mostram válidos também para táxons vivos (Anderson et al., 2012).

Para se chegar as análises de biomecânica de locomoção de dinossauros bípedes a reconstrução da musculatura apendicular pélvica é imprescindível. Algumas propostas de foram feitas ao longo do século XXI, com estudos para os táxons *Tyrannosaurus rex* (Carrano e Hutchinson, 2002), *Saturnalia tupiniquim* (Langer, 2003) e *Staurikosaurus pricei* (Grillo e Azevedo, 2011), sendo os últimos dois táxons dinossauros Triássico do sul do Brasil. Neste sentido, *Guaibasaurus candelariensis*, outro dinossauro pertencente ao Triássico do sul do Brasil, se mostra como um excelente candidato a receber a terceira proposta de reconstrução da musculatura apendicular pélvica brasileira, uma vez que o táxon apresenta um bom nível de preservação dos ossos que compõem a cintura pélvica e, ílio, púbis e ísquio, como também uma boa preservação de parte dos ossos do membro apendicular pélvico, fêmur, tíbia e fíbula (Langer et al., 2010).

## **OBJETIVOS**

O presente estudo possui como objetivo geral propor a reconstrução da musculatura pélvica e apendicular posterior do dinossauro *Guaibasaurus candelariensis* Bonaparte, Ferigolo e Ribeiro, 1999, do Triássico brasileiro no Rio Grande do Sul, bem como analisar as possíveis diferenças entre o modelo de musculatura apendicular encontrado para *Guaibasaurus candelariensis* e os apresentados para táxons *Saturnalia tupiniquim* Langer, Abdala, Richter e Benton 1999 e *Staurikosaurus pricei* Colbert, 1970.

## CAPÍTULO 1

### PROPOSTA DE RECONSTRUÇÃO DA MUSCULATURA APENDICULAR PÉLVICA DE *GUAIBASAURUS CANDELARIENSES*

Felipe de Sena Dias Urpia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, R. Barão de Jeremoabo, s/n - Ondina, 40170-115 Salvador, BA, Brasil

Palavras-chave: *Guaibasaurus*, morfologia funcional, músculo, reconstrução, *Saturnalia*, *Staurikosaurus*.

#### MUSCULATURA DE *GUAIBASAURUS CANDELARIENSES*

Paleontologia

Correspondência para: Felipe de Sena Dias Urpia

e-mail: [urpia.felipe@gmail.com](mailto:urpia.felipe@gmail.com)

Anais da Academia Brasileira de Ciências

Homepage: <https://www.scielo.br/j/aabc/>

## RESUMO

A reconstrução de estruturas musculares através de inferências topológicas tem tornado possível trazer luz a respeito das capacidades biomecânicas de táxons extintos. Esse método permite que os pesquisadores testem seus modelos, aumentando a sua sensibilidade e validação, principalmente quando eles também se mostram válidos para táxons viventes. Seguindo essa linha, *Guaibasaurus candelariensis*, um terópode antigo relativamente completo oriundo do Triássico Superior do sul do Brasil, se mostra como um bom modelo para análises e propostas de reconstrução muscular. Neste estudo, foram analisadas estruturas possivelmente relacionadas à origem e à inserção muscular na superfície lateral do ílio e os ossos púbis, ísquio, fêmur, tíbia e fíbula a fim de propor um modelo de arranjo da musculatura pélvica para *Guaibasaurus candelariensis*. Foi possível reconstruir com sucesso, a maior parte da musculatura associada à pélvis e ao fêmur. No entanto, não foi possível reconstruir o arranjo muscular associado às extremidades proximais e distais da tíbia e da fíbula devido ao estado de preservação dessas regiões. A reconstrução muscular produzida nesse estudo confirma o modelo geral proposto para *Saturnalia tupiniquim* e corroborado por *Staurikosaurus pricei*, abrindo novas possibilidades para estudos envolvendo *Guaibasaurus candelariensis*.

## 1. INTRODUÇÃO

A reconstrução de estruturas musculares através de inferências topológicas tem ganhado bastante destaque no Séc. XXI (Carrano & Hutchinson 2002, Langer 2003, Grillo & Azevedo 2011, Bates & Falkingham 2012, Bishop et al. 2021). Através delas é possível trazer luz a respeito das capacidades biomecânicas de determinados táxons, como a força de mordida do *Tyranosaurus rex* (Bates & Falkingham 2012), ou de seus hábitos de alimentação, como no caso dos saurópodes (Stevens 2013).

Ao unir os conhecimentos a respeito dos padrões de organização muscular de diferentes táxons, os paleontólogos são capazes de realizar análises morfofuncionais com capacidade de responder questões evolutivas. Um desses entendimentos pode ser, por exemplo, o de quando

surgiram características consideradas tipicamente avianas, ao longo da evolução dos arcossauros e, mais especificamente, dos dinossauros (Hutchinson 2006, Agnolin & Martinelli 2012).

Adicionalmente, o uso de táxons extintos para análises de reconstrução muscular permite que os pesquisadores testem seus modelos, aumentando a sua sensibilidade e validação, principalmente quando eles também se mostram válidos para táxons viventes (Anderson et al. 2012).

Diante do exposto, *Guaibasaurus candelariensis* Bonaparte, Ferigolo & Ribeiro, 1999, um dinossauro oriundo do Triássico Superior do sul do Brasil (Langer et al. 2010), se mostra como um bom modelo para análises e propostas de reconstrução muscular. O táxon apresenta um bom nível de preservação dos ossos que compõem a cintura pélvica, ílio, púbis e ísquio, como também uma boa preservação de parte dos ossos do membro apendicular pélvico, fêmur, tíbia e fibula (Langer et al., 2010). Ele representado por quatro espécimes, MCN PV2355, o holótipo, MCN PV2356, MCN PV10112 e UFRGS PV0725T, e possui uma descrição anatômica detalhada feita por Langer et al. (2010).

Por se tratar de um táxon próximo a origem dos dinossauros, o seu posicionamento filogenético se mostrou um desafio ao longo dos últimos anos, sendo posicionado como um terópode basal por Langer et al. (2010).

No Brasil, apenas duas outras espécies de dinossauros do Triássico, *Saturnalia tupiniquim* Langer, Abdala, Richter e Benton, 1999 e *Staurikosaurus pricei* Colbert, 1970, já receberam propostas de reconstrução muscular do membro apendicular pélvico (Langer 2003, Grillo & Azevedo 2011) a partir de comparações osteológicas com crocodilos e aves modernas, os únicos táxons viventes de arcossauros.

*Saturnalia tupiniquim* é um sauropodomorfo que guarda diversas características normalmente associadas com terópodes, como um porte mais esguio, postura bípede e um comportamento mais ativo, possivelmente relacionado a insetivoria (Langer 2003, Bronzati et al.

2019). *Staurikosaurus pricei*, por sua vez, é um saurísquio antigo associado aos herrerasaurídeos da Argentina (Grillo & Azevedo 2011). Os estudos feitos com estes táxons permitem que os paleontólogos tenham um entendimento mais aprofundado a respeito do movimento, biomecânica e locomoção desses animais.

Assim, a partir da descrição mais recente feita de *Guaibasaurus candelariensis* por Langer et al. (2010), esse estudo tem o objetivo de propor a terceira reconstrução muscular para membro pélvico de um dinossauro no Brasil, utilizando como principal base as reconstruções propostas para *Saturnalia tupiniquim* (Langer 2003) e *Staurikosaurus pricei* (Grillo & Azevedo 2011).

**Abreviações de Instituições:** MCN, Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil; UFRGS, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram analisadas estruturas relacionadas à origem e à inserção muscular na superfície lateral do ílio e os ossos púbis, ísquio, fêmur, tíbia e fibula dos espécimes MCN PV2355 e UFRGS PV0725T de *Guaibasaurus candelariensis* com base na descrição feita por Langer et al. (2010). Na sequência, a partir das propostas de organização muscular feitas para *Saturnalia tupiniquim* (Langer 2003) e *Staurikosaurus pricei* (Grillo e Azevedo 2011), foi feita a observação de estruturas homólogas entre os três táxons e então elaborada a reconstrução da musculatura de *Guaibasaurus candelariensis*. A nomenclatura anatômica segue o disposto em ‘The Dinosauria’ (Weishampel et al. 2004).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A descrição da reconstrução muscular proposta seguirá do íleo a tíbia e fibula. As hipóteses propostas para *Saturnalia tupiniquim* e *Staurikosaurus pricei* serão discutidas juntamente com as

conclusões obtidas para *Guaibasaurus candelariensis*. A reconstrução final será apresentada nas figuras 1 a 4.

### 3.1. CINTURA PÉLVICA

#### 3.1.1. ÍLIO

**Músculo iliofemorale (IFC e IFE)** – O músculo iliofemorale possui dois ramos, iliofemoralis cranialis (IFC) e iliofemoralis externus (IFE) as quais Langer 2003 e Grilo & Azevedo 2011 discutem quanto ao posicionamento das suas origens. Ambos os trabalhos concordam que uma cavidade subtriangular dorsal a crista supra acetabular serve como uma das possíveis origens, sendo que Langer 2003 atribui essa estrutura apenas a origem do IFC, enquanto Grilo & Azevedo 2011 atribui a origem dos dois ramos a essa estrutura sendo o IFE caudal ao IFC. Langer 2003, por sua vez, pondera sobre possíveis origens para o IFE, uma delas sendo carnuda e a outra sendo a borda dorsal do acetábulo, caudal a crista supra acetabular.

Como não é possível identificar marcas de inserção muscular na borda dorsal do acetábulo através das fotos e dos desenhos esquemáticos, nem há menção da sua presença em *Guaibasaurus candelariensis* (Langer et al. 2010), este estudo irá adotar a conformação proposta por Grilo & Azevedo 2011 para a musculatura iliofemoral (Figura 1A).

**Músculo iliotibialis (IT)** – A reconstrução do M. iliotibialis de *Saturnalia tupiniquim* e *Staurikosaurus pricei* propõem a origem dessa musculatura na superfície craniodorsal da asa ilíaca, se estendendo caudalmente ao longo da crista ilíaca, apresentando apenas uma leve divergência quanto ao ponto de origem das diferentes cabeças do músculo (Langer 2003, Grillo & Azevedo 2011). Tanto o holótipo quanto os parátipos de *Guaibasaurus candelariensis* não possuem a crista ilíaca preservada, o que dificulta a

corroboração da reconstrução propostas por Langer et al. 2010, o que torna o posicionamento proposto para *Saturnalia tupiniquim* e *Staurikosaurus pricei* mais provável a acomodar as demais musculaturas propostas para o íleo (Figura 1A).

**Músculo flexor tibialis (FTE e FTI)** – Tanto o M. flexor tibialis externus (FTE) quanto o M. flexor tibialis internus (FTI) estão posicionados na superfície lateral da porção dorsocaudal da asa ilíaca pós-acetabular nas reconstruções propostas para *Saturnalia tupiniquim* e *Staurikosaurus pricei*, sendo o FTI caudal em relação ao FTE (Langer 2003, Grillo & Azevedo 2011).

Langer et al. 2010 propõe que uma área rugosa na lateral da porção caudal da asa pós-acetabular de *Guaibasaurus candelariensis* seria um ponto de origem tanto para IT quanto para o M. flexor tibialis, no entanto isso posicionaria a musculatura iliotibial de forma caudal as reconstruções de *Saturnalia tupiniquim* e *Staurikosaurus pricei*, o que, juntamente com a área reduzida dessa superfície rugosa, faz com que seja mais provável que essa região marque o ponto de origem apenas da musculatura flexora tibial (Figura 1A).

**Músculo caudofemoralis brevis (CFB)** – Todas as reconstruções feitas para dinossauros do Triássico brasileiro concordam que a origem do M. caudofemoralis brevis está na fossa brevis (Figura 1A) (Langer 2003, Langer et al. 2010, Grillo & Azevedo 2011). Em *Guaiabassaurus candelariensis* essa estrutura é especialmente bem desenvolvida (Langer et al. 2010).

**Músculo iliofibularis (IFB)** – As reconstruções propostas tanto para *Staurikosaurus pricei* quanto para *Saturnalia tupiniquim* (Langer 2003, Grillo & Azevedo 2011) apontam para o hemisfério caudal da crista vertical que se estende na lateral do ílio como ponto de origem do músculo iliofibularis. Essa mesma crista marca, no seu hemisfério

cranial, o limite caudal do IFE. A mesa crista está presente em *Guaibasaurus candelariensis* (Langer et al. 2010) e, embora não seja possível identificar as marcações superficiais da origem desse músculo, é bem provável que essa região esteja relacionada ao IFB (Figura 1A).

**Músculo iliotrocantericus caudalis** – Grillo & Azevedo 2011 descrevem a origem do músculo iliotrocantericus caudalis como pertencente a um conjunto de estriações na borda ilíaca pré-acetabular, cranial ao IFC. Infelizmente essa porção do ílio também não foi preservada em nenhum dos espécimes de *Guaibasaurus candelariensis* (Langer et al. 2010), o que impossibilita determinar a sua posição exata.

### 3.1.2. PUBIS

**Músculo puboischiofemoralis externus (PIFE)** – Tanto Langer 2003 quanto Grillo & Azevedo, 2011 concordam que a primeira cabeça do músculo puboischiofemoralis externus se originaria da porção cranial da diáfise púbica enquanto a segunda cabeça teria como origem a porção caudal (Figura 1C), o que indica que a mesma origem poderia estar presente em *Guaibasaurus candelariensis* apesar da extensa fragmentação do osso (Langer et al. 2010).

**Músculo ambiens (A)** – O tubérculo púbico, localizado na porção dorsocranial do púbis é associado como ponto de origem para o músculo ambiens nos dinossauros do Triássico brasileiro (Langer 2003, Grillo & Azevedo 2011). Em *Guaibasaurus candelariensis*, essa estrutura é bem preservada, juntamente com toda a região dorsocranial do osso (Langer et al. 2010). Isso permite identificar o tubérculo púbico, também conhecido como processo ambiens (Figura 1C), ponto de fixação de origem desse músculo.



### 3.1.3 ISQUIO

**Músculo ischiofemoralis (IF)** – As reconstruções propostas para *Saturnalia tupiniquim* e *Staurikosaurus pricei* concordam que a origem do M. ischiofemoralis está associada ao sulco longitudinal isquiático, localizado na porção dorsomedial do ísquio (Langer 2003, Grillo & Azevedo 2011). Esse mesmo sulco pode ser observado em *Guaibasaurus candelariensis* (Langer et al. 2010), permitindo determinar a origem do músculo (Figura 1B).

**Músculo flexor tibialis internus (FTI)** – A reconstrução proposta para *Saturnalia tupiniquim* associa a origem do músculo flexor tibialis internus a uma expansão dorsoventral acompanhada de uma compressão lateromedial na extremidade distal do ísquio que apresenta várias rugosidades na sua superfície lateral (Langer 2003). Essa mesma estrutura está presente em *Guaibasaurus candelariensis*, inclusive de forma bem semelhante a encontrada em *Saturnalia tupiniquim* (Langer et al. 2010), permitindo associar essa estrutura a origem do FTI (Figura 1B).

**Músculo obturatorius** – Em *Saturnalia tupiniquim*, uma série de estrias que ocupam todo o comprimento da superfície lateroventral do corpo isquiático é associada a origem do músculo obturatorius (Langer, 2003). Embora o corpo isquiático de *Guaibasaurus candelariensis* esteja preservado, Langer et al. 2010 não faz menção a existência dessas estrias, tão pouco é possível identificá-la através das imagens ou desenhos esquemáticos disponíveis, o que dificulta determinar com precisão se essa região do osso abrigava a origem do músculo

**Músculo adductor** – Langer 2003 descreve a origem do ramo dorsal do músculo adductor como pertencente a um ramo lateral que se origina da crista lateral e se estende

ao longo da porção ventral do corpo isquiático. O ramo ventral possui a sua origem atribuída a uma cicatriz subtriangular presente na margem ventral da porção caudal da placa isquiática, posicionada dorsalmente a região onde é formada a parte cranial da sínfise isquiática (Langer 2003). Infelizmente, toda a porção cranial do ísquio de *Guaibasaurus candelariensis* está fragmentada ou danificada demais para que qualquer uma dessas estruturas pudesse ser observada (Langer et al. 2010), o que dificulta determinar a área de origem dessa musculatura.

### 3.2 MEMBRO APENDICULAR PÉLVICO

#### 3.2.1 FÊMUR

**Músculo femorotibialis (FTB)** – As reconstruções propostas para *Saturnalia tupiniquim* e *Staurikosaurus pricei* colocam a linha intermuscular cranial como ponto de origem tanto do músculo femorotibialis externus (FTBE) quanto do músculo femorotibialis internus (FTBI), dois ramos distintos do mesmo músculo (Langer 2003, Grillo & Azevedo 2011). Os limites medial e lateral de origem de cada um deles são marcados pela presença da linha intermuscular caudomedial, no caso do FTBI, e pela presença da linha intermuscular caudolateral, no caso do FTBE (Langer 2003, Grillo & Azevedo 2011). Langer 2003 também menciona que um possível princípio da divisão de um terceiro ramo estaria representada por uma linha tênue que se estende proximalmente a partir do côndilo medial em *Saturnalia tupiniquim*.

É possível identificar tanto a linha intermuscular cranial quanto as linhas intermuscular caudomedial e intermuscular caudolateral em *Guaibasaurus candelariensis*. No entanto, devido a fragmentação na extremidade distal do fêmur, não é possível identificar a linha que marcaria a terceira subdivisão do músculo, identificada por Langer 2003 (Langer et

al. 2010), o que faz com que só seja possível concordar com a reconstrução proposta por Grillo & Azevedo 2011, que também não identificou essa terceira subdivisão (Figura 2).

**Músculo adductor (ADD)** – A reconstrução proposta por Grillo & Azevedo 2011 posiciona a inserção do músculo adductor na face caudal do fêmur, entre a linha intermuscular caudomedial e a linha intermuscular caudolateral. O posicionamento proposto por Langer 2003, por outro lado, leva em consideração a subdivisão distal do FTBE e coloca a origem do musculo no espaço entre a linha caudolateral e o quarto trocâter. Como não foi possível identificar a subdivisão do FTBE em *Guaibasaurus candelariensis*, esse estudo irá adotar o posicionamento proposto para *Staurikosaurus pricei* (Grillo & Azevedo 2011) quanto a inserção do músculo adductor.

**Músculo iliotrocantericus (ITC)** – Langer 2003 identifica a face lateral do trocâter maior como o ponto de inserção do músculo iliotrocantericus em *Saturnalia tupiniquim*, onde esse acidente ósseo possui um formato crescente, localizado na margem laterocaudal da cabeça femoral. O trocâter maior está preservado em *Guaibasaurus candelariensis*, possuindo um formato muito semelhante ao descrito em *Saturnalia tupiniquim* (Langer 2003, Langer et al. 2010), permitindo a identificação do ponto de inserção do ITC (Figura 3).

**Músculo iliofemoralis cranialis (IFC) e Músculo iliofemoralis externus (IFE)** – O IFC e o IFE se inserem, respectivamente no trocâter menor e na plataforma trocantérica tanto em *Saturnalia tupiniquim* quanto em *Staurikosaurus pricei* (Langer 2003, Grillo & Azevedo 2011). Ambas as estruturas estão presentes no fêmur de *Guaibasaurus candelariensis* (Langer et al. 2010), o que permite atribuí-las a inserção da musculatura iliofemoral (Figura 2).

**Músculo caudofemoralis brevis (CFB)** – Langer 2003 propõe que a inserção do músculo caudofemoralis brevis está situada na superfície mediocaudal do quarto trocânter, a partir da observação de cicatrizes musculares no fêmur de *Saturnalia tupiniquim*. Grillo & Azevedo 2011, por sua vez, propõe que a inserção desse músculo estaria localizada na superfície caudolateral do fêmur, entre o quarto trocânter e a linha intermuscular caudolateral. No entanto, é mencionado que não foi possível observar cicatrizes musculares que corroborassem a proposta no fêmur de *Staurikosaurus pricei*, sendo essa uma inferência aproximada da inserção muscular.

Considerando tudo o que foi disposto anteriormente, aliado ao que parecem ser cicatrizes de inserção muscular na superfície medial do quarto trocânter de *Guaibasaurus candelariensis*, presentes nas imagens de Langer et al. 2010, mas não representadas nos desenhos esquemáticos ou mencionadas na descrição do fêmur, este estudo irá seguir o proposto por Langer 2003 quanto a inserção do CFB (Figura 2).

**Músculo gastrocnemius** – Langer 2003 atribui a origem do músculo gastrocnemius a margem distal do quarto trocânter, onde é possível observar cicatrizes na sua inflexão distal em *Saturnalia tupiniquim*. Infelizmente, o quarto trocânter de *Guaibasaurus candelariensis* não apresenta a borda do quarto trocânter preservados em nenhum dos espécimes (Langer et al. 2010) o que impede a determinação da origem do gastrocnemius neste táxon ou sequer confirmar se o formato geral dessa estrutura seria semelhante ao encontrado em *Saturnalia tupiniquim*.

**Músculo caudofemoralis longus (CFL) e Músculo puboischiofemoralis internus pars medialis (PIFIM)** – Tanto Langer 2003 quanto Grillo & Azevedo 2011 apontam a fossa do caudofemoralis longus como ponto de inserção do CFL. A mesma estrutura está preservada em *Guaibasaurus candelariensis*, permitindo identificar o ponto de

inserção dessa musculatura (Figura 3B). Nessa mesma região, a borda craniodistal da fossa do caudofemoralis longus é marcada por uma crista, identificada por Langer 2003 como ponto de inserção para o PIFIM. Essa estrutura também está visível em *Guaibasaurus candelariensis* (Langer et al. 2010), permitindo a identificação do ponto de inserção do músculo (Figura 3B).

**Músculo ischiofemoralis.** – Não foi possível identificar o ponto de inserção do músculo ischiofemoralis, tanto pela incerteza da sua localização (Langer 2003), quanto por não ser possível encontrar no fêmur de *Guaibasaurus* um sulco proximal a plataforma trocântérica, na superfície próximo-lateral do fêmur (Langer et al. 2010; Grillo & Azevedo 2011).

**Músculo flexordigitorum longus e Músculo flexor cruris lateralis** – Tanto o músculo flexordigitorum longus quanto o flexor cruris lateralis possuem a sua origem associada a extremidade distal do fêmur de *Saturnalia tupiniquim* (Langer 2003). Infelizmente nenhum dos espécimes de *Guaibasaurus candelariensis* apresenta a extremidade distal do fêmur preservada, o que impossibilita a determinação dos pontos de origem desses músculos no táxon.

### 3.2.2 TÍBIA

A maior parte da musculatura associada a região proximal da tíbia se baseia em inserções ou origens musculares associadas a crista cnemial, que está presente em *Guaibasaurus candelariensis* (Langer 2003, Langer et al. 2010). No entanto, em todos os espécimes encontrados essa estrutura está fragmentada em alguma proporção, bem como as cicatrizes de origem e inserção desses músculos parece não ter sido preservada na superfície óssea das porções da crista que puderam ser identificadas.

Tanto Langer 2003 quanto Grillo & Azevedo 2011 apontaram a crista cnemial da tíbia como uma importante estrutura para a musculatura do membro pélvico. Na sua superfície medial, estaria localizada a origem do músculo gastrocnêmio, enquanto na sua superfície lateral estariam localizadas as origens dos músculos tibialis cranialis, extensor digitorum longus (Langer 2003) e as inserções dos músculos iliotibialis, ambiens e femorotibialis (Grillo & Azevedo 2011).

Outra estrutura fragmentada e deteriorada na extremidade proximal dos espécimes de *Guaibasaurus candelariensis* é o côndilo interno, onde na superfície mediocaudal estariam a origem do músculo plantaris e a inserção dos músculos puboischiotibialis e flexor tibialis externus (Langer 2003). Por fim, cicatrizes na superfície próximo-medial da tíbia poderiam indicar a inserção dos músculos flexor tibialis internus e flexor tibialis externus, como observado em *Staurikosaurus pricei* (Grillo & Azevedo 2011).

### 3.2.3 FÍBULA

A fíbula de *Guaibasaurus candelariensis* apresenta os mesmos danos nas porções proximais e distais da tíbia, sendo apenas possível observar o ponto de inserção do músculo iliofibularis (IF), que está associada a uma dobra na superfície lateral do corpo da fíbula (Figura 4), denominada como inserção do iliofibularis (Langer et al. 2010). Essa região também é apontada como ponto de inserção para esse músculo em *Saturnalia tupiniquim* (Langer 2003).

## 4. CONCLUSÕES

No geral, *Guaibasaurus candelariensis*, apresentou um arranjo muscular apendicular pélvico bastante semelhante ao proposto tanto para *Saturnalia tupiniquim* quanto para *Staurikosaurus pricei*, concordando, em sua maior parte, com os trabalhos de Langer 2003 e Grillo & Azevedo 2011. As divergências encontradas ocorreram pela não preservação de

algumas estruturas e acidentes ósseos (Tabela 1). Elas ocorreram na inserção do CFB, que concordou com a proposta de Langer 2003 e na origem do IFE e FTB, que concordaram com a proposta de Grillo & Azevedo 2011.

No caso do CFB, a concordância com Langer 2003, ocorreu pela presença do que parecem ser cicatrizes de inserção muscular na superfície medial do quarto trocânter, que também ocorrem em *Saturnalia tupiniquim*. A origem do IFE, por sua vez, concordou com o proposto por Grillo & Azevedo 2011, por não ser possível observar nenhuma das opções propostas por Langer 2003 nos fósseis de *Guaibasaurus candelariensis*. Ademais, a origem do FTB concorda mais com o proposto por Grillo & Azevedo, 2011 por não ser possível observar se a terceira subdivisão do músculo, mencionada Langer 2003 também ocorre em *Guaibasaurus candelariensis*.

É importante destacar que não foi possível encontrar todas os pontos de origem e inserção musculares indicados nas propostas anteriores devido às condições de preservação do holótipo e parátipos de *Guaibasaurus candelariensis*, o que torna imprescindível a busca por novos espécimes, que possam apresentar estruturas mais bem preservadas.

Outro ponto importante de se destacar é que, esse estudo se baseou em uma descrição morfológica, sem ter acesso aos fósseis. Apesar da qualidade das imagens presentes em Langer et al. 2010, elas não se igualam a visualização direta do material. Com isso, é possível que certas estruturas que poderiam indicar pontos de origem e inserção muscular que estão presentes nos materiais tombados não tenham sido observados.

Por fim, este estudo abre novas possibilidades para estudos envolvendo *Guaibasaurus candelariensis*. Eles podem envolver estudos relacionados à locomoção que utilizem modelos biomecânicos digitais, semelhantes aos realizados com *Tyrannosaurus rex* (Hutchinson 2005) e pesquisas que busquem entender a evolução de diferentes características

relacionadas à morfologia funcional ao longo da linhagem dos dinossauros, como a possibilidade de o táxon ser capaz de adotar uma postura de repouso aviana (Agnolin 2012).

## 5. REFERÊNCIAS

- AGNOLIN F, MARTINELLI AG. 2012. *Guaibasaurus candelariensis* (Dinosauria, Saurischia) and the early origin of avian-like resting posture. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, v. 36, n. 2, p. 263-267.
- ANDERSON PSL et al. 2012. Models in palaeontological functional analysis. *Biology letters*, v. 8, n. 1, p. 119-122.
- BATES KT, FALKINGHAM PL. 2012. Estimating maximum bite performance in *Tyrannosaurus rex* using multi-body dynamics. *Biology Letters*, v. 8, n. 4, p. 660-664.
- BISHOP PJ, CUFF AR, HUTCHINSON JR. 2021. How to build a dinosaur: Musculoskeletal modeling and simulation of locomotor biomechanics in extinct animals. *Paleobiology*, v. 47, n. 1, p. 1-38.
- BRONZATI M, MÜLLER RT, LANGER MC. 2019. Skull remains of the dinosaur *Saturnalia tupiniquim* (Late Triassic, Brazil): With comments on the early evolution of sauropodomorph feeding behaviour. *PloS one*, v. 14, n. 9, p. e0221387.
- CARRANO MT, HUTCHINSON JR. 2002. Pelvic and hindlimb musculature of *Tyrannosaurus rex* (Dinosauria: Theropoda). *Journal of Morphology*, v. 253, n. 3, p. 207-228.
- GRILLO ON, AZEVEDO SAK. 2011. Pelvic and hind limb musculature of *Staurikosaurus pricei* (Dinosauria: Saurischia). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 83, p. 73-98.
- HUTCHINSON JR. et al. 2005. Analysis of hindlimb muscle moment arms in *Tyrannosaurus rex* using a three-dimensional musculoskeletal computer model: implications for stance, gait, and speed. *Paleobiology*, v. 31, n. 4, p. 676-701.
- HUTCHINSON JR. 2006. The evolution of locomotion in archosaurs. *Comptes Rendus Palevol*, v. 5, n. 3-4, p. 519-530.
- LANGER MC. 2003. The pelvic and hind limb anatomy of the stem-sauropodomorph *Saturnalia tupiniquim* (Late Triassic, Brazil). v. 23, n. 2.
- LANGER MC, BITTENCOURT JS, SCHULTZ CL. 2010. A reassessment of the basal dinosaur *Guaibasaurus candelariensis*, from the Late Triassic Caturrita Formation of south Brazil. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, v. 101, n. 3-4, p. 301-332.
- WEISHAMPEL DB, DODSON P, OSMÓLSKA H. 2004. *The Dinosauria*. 2nd. University of California Press. 880 p.



## 8. LEGENDA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1. *Guaibasaurus candelariensis* (MCN PV2355), desenhos esquemáticos dos ossos da cintura pélvica e seus respectivos pontos de origem muscular: (A) Ílio direito em vista lateral; (B) par isquiático em vista dorsal; (C) pubes pareados em vista cranial. Abreviações: AO = origem do ambiens; CFBO = origem do caudofemoralis brevis; FTEO = origem do flexor tibialis externus; FTIO = origem do flexor tibialis internus; IFBO = origem do iliofibularis; IFCO = origem do iliofemoralis cranialis; IFEO = origem do Iliofemoralis externus; IFO = origem do ischiofemoralis; ITO = origem do iliotibialis; PIFEO = origem do puboischiofemoralis externus. Modificado de Langer et al., 2010.

Figura 2. *Guaibasaurus candelariensis* (MCN PV2355), desenhos esquemáticos do fêmur direito e seus respectivos pontos de origem e inserção muscular: (A) vista cranial; (B) vista medial; (C) vista caudal; (D) vista lateral. Abreviações: ADDI = inserção do adductor; CFBI = inserção caudofemoralis brevis; FTBEO = origem do femorotibialis externus; FTBIO = origem do femorotibialis internus; IFCI = inserção do Iliofemoralis cranialis; IFEI = inserção do Iliofemoralis externus. Modificado de Langer et al., 2010.

Figura 3. *Guaibasaurus candelariensis*, desenho esquemático da região proximal do fêmur e seus respectivos pontos de origem muscular: (A) vista medial do fêmur esquerdo de MCN PV2355; (B) vista cranial do fêmur direito de UFRGS PV0725T. Abreviações: ITCI = inserção do iliotrocantericus; CFLI = Inserção do caudofemoralis longus; PIFIMI = inserção do puboischiofemoralis internus pars medialis. Modificado de Langer et al., 2010.

Figura 4. *Guaibasaurus candelariensis* (MCN PV2355), desenho esquemático da fibula direita em vista lateral e seus respectivos pontos de inserção muscular. IFI = insecção do iliofibularis. Modificado de Langer et al., 2010.

## **DISCUSSÃO GERAL**

A execução deste estudo de reconstrução muscular não seria possível, sem a descrição feita por Langer et. al. (2010), uma vez que a Bahia ainda não possui fósseis de dinossauros catalogados em seus museus e não foi possível o deslocamento até o museu onde o holótipo e parátipos de *Guaibasaurus* estão armazenados. Isso enfatiza a necessidade da realização e publicação de estudos de descrição e revisão morfológicas, que facilitem o acesso de outros pesquisadores a dados cruciais para as suas pesquisas.

Como este estudo utilizou a descrição morfológica e as imagens produzidas por Langer et al. (2010) para a suas análises, pode haver cicatrizes de inserção muscular não observadas que eventualmente poderiam ser notadas se o material fosse avaliado presencialmente.

Este estudo contribui para os estudos de paleontologia no cenário brasileiro ao gerar um modelo de arranjo muscular que poderá ser utilizado em futuras análises com modelos tridimensionais do esqueleto de *Guaibasaurus* que tragam abordagens biomecânicas para responder questões relacionadas a locomoção e etologia do táxon em questão, como as apresentadas em Agnolin e Martinelli (2012).

## **CONCLUSÕES GERAIS**

A reconstrução muscular produzida nesse estudo confirma o modelo geral para dinossauros basais proposto por Langer (2003), com algumas ressalvas relacionadas, principalmente, a preservação de estruturas ósseas relacionadas a inserção ou origem de músculos.

Esse estudo é o terceiro do seu tipo realizado no Brasil e um dos poucos realizados no mundo (Carrano e Hutchinson, 2002; Langer, 2003; Grillo e Azevedo, 2011), demonstrando como ainda há espaço para o campo da morfologia funcional na paleontologia moderna.

Isso é especialmente verdadeiro quando olhamos para achados recentes da paleontologia brasileira como os táxons *Gnathovorax cabreirai* e *Spectrovenator ragei*, dois dinossauros bastante completos do Triássico e Cretáceo, respectivamente (Pacheco et al., 2019; Zaher et al., 2020) que ainda não receberam propostas de reconstrução da

musculatura apendicular pélvica. Estes dois táxons são excelentes candidatos a se tornarem objetos de estudo em futuros trabalhos no campo da morfologia funcional por apresentarem condições de preservação semelhantes às observadas em *Guaibasaurus candelariensis*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGNOLIN, Federico; MARTINELLI, Agustín G. *Guaibasaurus candelariensis* (Dinosauria, Saurischia) and the early origin of avian-like resting posture. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, v. 36, n. 2, p. 263-267, 2012.
- ANDERSON, Philip S. L. et al. Models in palaeontological functional analysis. *Biology letters*, v. 8, n. 1, p. 119-122, 2012.
- BATES, Karl T.; FALKINGHAM, Peter L. Estimating maximum bite performance in *Tyrannosaurus rex* using multi-body dynamics. *Biology Letters*, v. 8, n. 4, p. 660-664, 2012.
- BENTON, Michael J.; HARPER, David A. T. *Introduction to Paleobiology and the Fossil Record*. Wiley-Blackwell. 1<sup>st</sup> Edition. 2009
- BENTON, Michael J. *Vertebrate Paleontology*. Wiley-Blackwell. 4<sup>th</sup> Edition. 2014
- BISHOP, Peter J.; CUFF, Andrew R.; HUTCHINSON, John R. How to build a dinosaur: Musculoskeletal modeling and simulation of locomotor biomechanics in extinct animals. *Paleobiology*, v. 47, n. 1, p. 1-38, 2021.
- BRONZATI, Mario; MÜLLER, Rodrigo T.; LANGER, Max C. Skull remains of the dinosaur *Saturnalia tupiniquim* (Late Triassic, Brazil): With comments on the early evolution of sauropodomorph feeding behaviour. *PloS one*, v. 14, n. 9, p. e0221387, 2019.
- CARRANO, Matthew T.; HUTCHINSON, John R. Pelvic and hindlimb musculature of *Tyrannosaurus rex* (Dinosauria: Theropoda). *Journal of Morphology*, v. 253, n. 3, p. 207-228, 2002.
- GRILLO, Orlando N.; AZEVEDO, Sergio A. K. Pelvic and hind limb musculature of *Staurikosaurus pricei* (Dinosauria: Saurischia). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 83, p. 73-98, 2011.
- HILDEBRAND, Milton; GOSLOW, George. E. Jr. *Análise da Estrutura dos Vertebrados*. Atheneu Editora São Paulo. 2<sup>a</sup> edição. 2006.
- HUTCHINSON, John R. The evolution of locomotion in archosaurs. *Comptes Rendus Palevol*, v. 5, n. 3-4, p. 519-530, 2006.
- HUTCHINSON, John R. On the inference of function from structure using biomechanical modelling and simulation of extinct organisms. *Biology letters*, v. 8, n. 1, p. 115-118, 2012.

LANGER, Max C. The pelvic and hind limb anatomy of the stem-sauropodomorph *Saturnalia tupiniquim* (Late Triassic, Brazil). v. 23, n. 2, 2003.

LANGER, Max C.; BITTENCOURT, Jonathas S.; SCHULTZ, Cesar L. A reassessment of the basal dinosaur *Guaibasaurus candelariensis*, from the Late Triassic Caturrita Formation of south Brazil. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, v. 101, n. 3-4, p. 301-332, 2010.

LIEM, Karel F. et al. *Anatomia funcional dos vertebrados: Uma Perspectiva Evolutiva*. CENGAGE Learning. 3ª edição. 2013.

PACHECO, Cristian et al. *Gnathovorax cabreirai*: a new early dinosaur and the origin and initial radiation of predatory dinosaurs. *PeerJ*, v. 7, p. e7963, 2019.

STEVENS, Kent A. The articulation of sauropod necks: methodology and mythology. *PLoS One*, v. 8, n. 10, p. e78572, 2013.

ZAHER, Hussam et al. An Early Cretaceous theropod dinosaur from Brazil sheds light on the cranial evolution of the *Abelisauridae*. 2020.

## APÊNDICES

Região	Osso	Músculo	Táxon		
			<i>Guaibasaurus candelariensis</i>	<i>Saturnalia tupiniquim</i>	<i>Staurikosaurus pricei</i>
Cintura pélvica	Ílio	Iliofemoralis externus (IFE)	Origem na cavidade subtriangular dorsal à crista supra acetabular, caudal a IFC	<p>Pondera sobre possíveis origens para o IFE, podendo ser carnuda ou atrelado a borda dorsal do acetábulo, caudal a crista supra acetabular</p> <p>Não foi possível observar nenhuma dessas possibilidades em <i>Guaibasaurus candelariensis</i></p>	Concorda com o proposto para <i>Guaibasaurus candelariensis</i>
Membro apendicular pélvico	Fêmur	Femorotibialis internus (FTBI)	A origem do musculo é marcado cranialmente pela linha intermuscular cranial e medialmente pela linha intermuscular caudomedial	<p>Propõe uma possível subdivisão, gerando um terceiro ramo, representada por uma linha tênue que se estende proximalmente a partir do côndilo medial</p> <p>A fragmentação da extremidade distal do fêmur de <i>Guaibasaurus candelariensis</i> não permite identificar essa subdivisão</p>	Concorda com o proposto para <i>Guaibasaurus candelariensis</i>
		caudofemoralis brevis (CFB)	A inserção está associada ao que aparentam ser cicatrizes de inserção muscular na superfície medial do quarto trocânter	Concorda com o proposto para <i>Guaibasaurus candelariensis</i>	Propõe que a inserção desse musculo estaria localizada na superfície caudolateral do fêmur, entre o quarto trocânter e a linha intermuscular caudolateral

Tabela 1. Tabela comparativa com as diferenças no arranjo da musculatura apendicular pélvica encontradas entre os táxons *Guaibasaurus candelariensis*, *Saturnalia tupiniquim* e *Staurikosaurus pricei*.

## ANEXOS

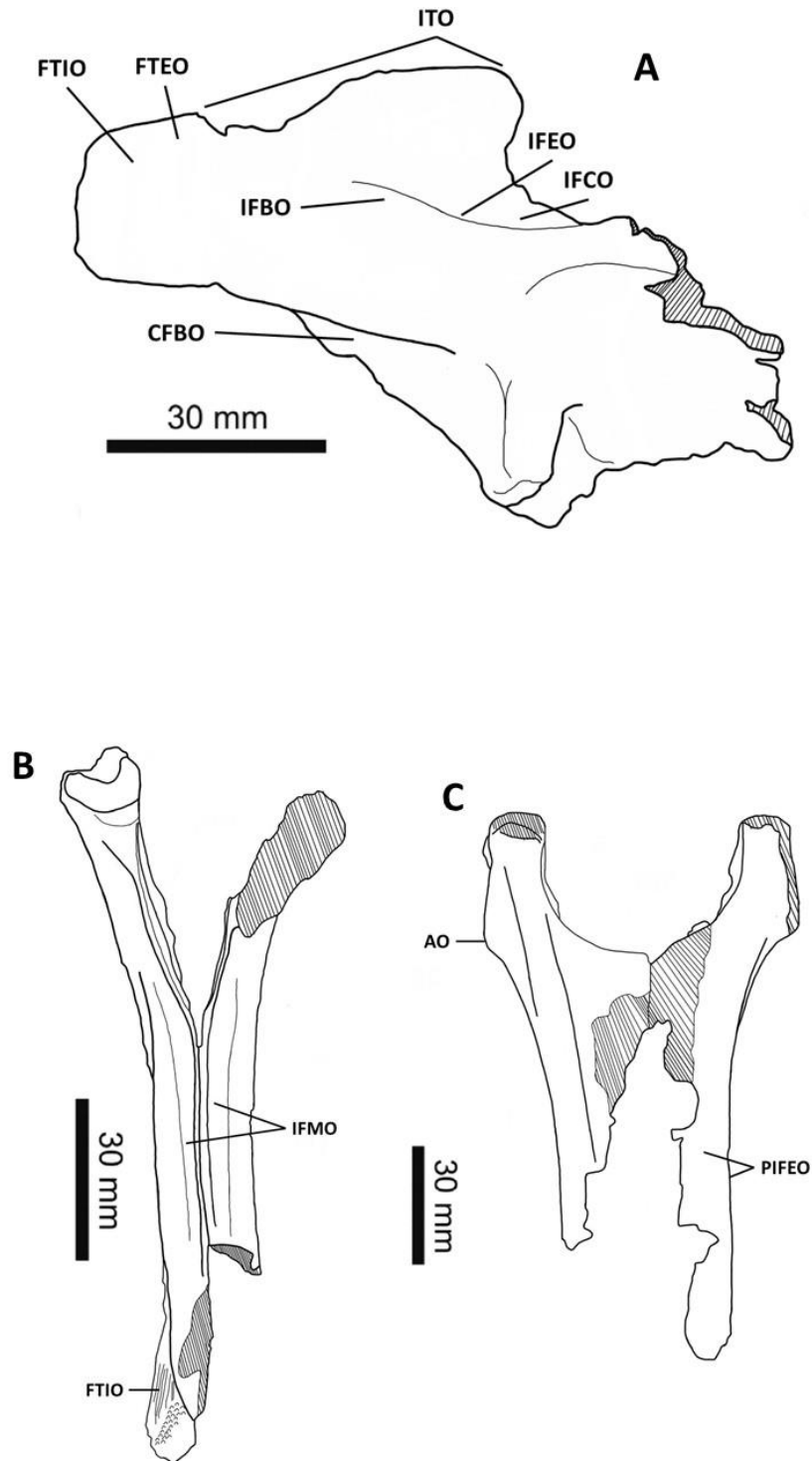


Figura 1. *Guaibasaurus candelariensis* (MCN PV2355), desenhos esquemáticos dos ossos da cintura pélvica e seus respectivos pontos de origem muscular: (A) Ílio direito em vista lateral; (B) par isquiático em vista dorsal; (C) pubes pareados em vista cranial. Abreviações: AO = origem do ambiens; CFBO = origem do

caudofemoralis brevis; FTEO = origem do flexor tibialis externus; FTIO = origem do flexor tibialis internus; IFBO = origem do iliofibularis; IFCO = origem do iliofemoralis cranialis; IFEO = origem do iliofemoralis externus; IFMO = origem do ischiofemoralis; ITO = origem do iliotibialis; PIFE0 = origem do puboischiofemoralis externus. Modificado de Langer et al., 2010.

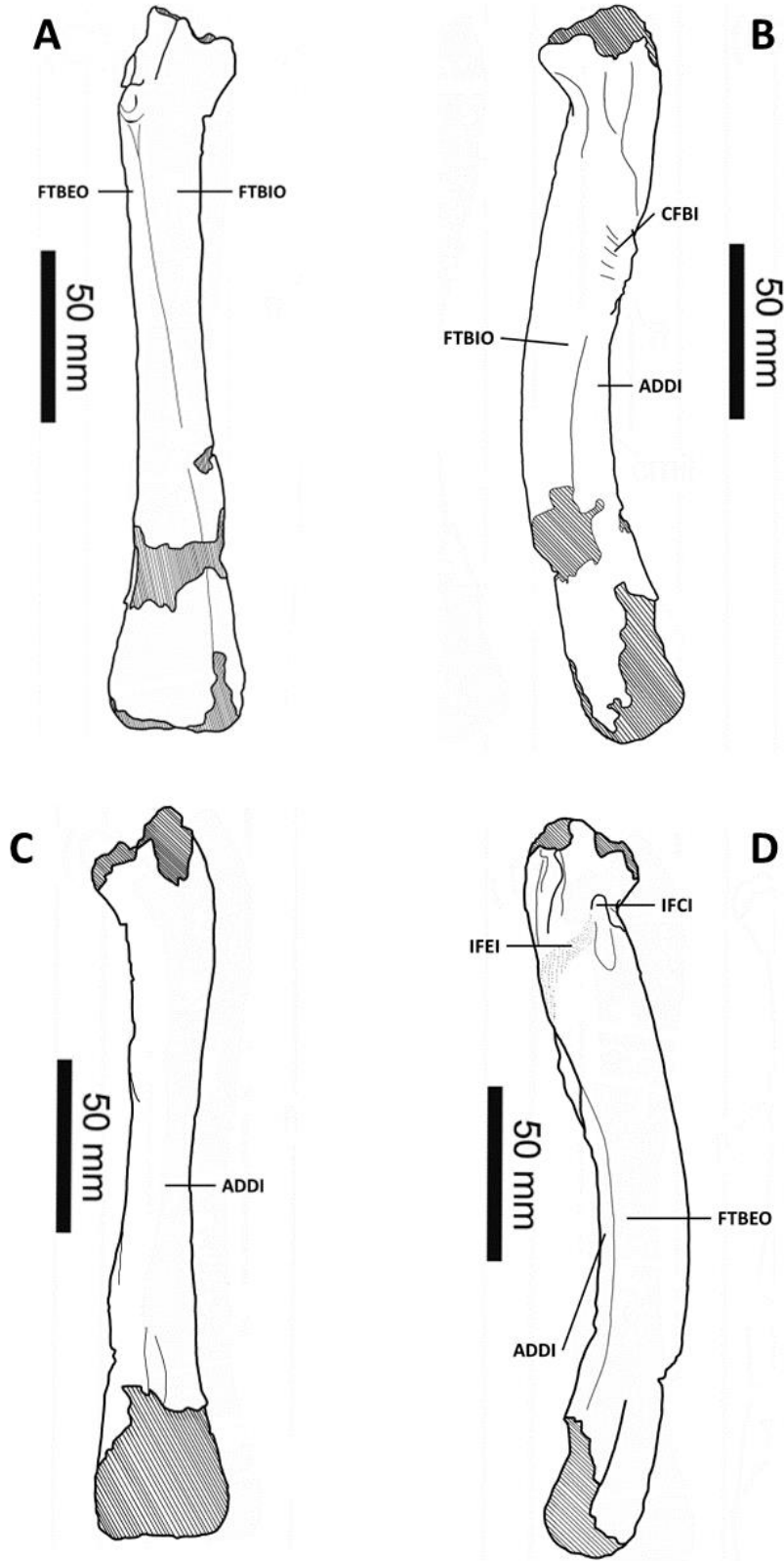


Figura 2. *Guaibasaurus candelariensis* (MCN PV2355), desenhos esquemáticos do fêmur direito e seus respectivos pontos de origem e inserção muscular: (A) vista cranial; (B) vista medial; (C) vista caudal; (D) vista lateral. Abreviações: ADDI = inserção do adductor; CFBI = inserção caudofemoralis brevis; FTBEO = origem do femorotibialis externus; FTBIO = origem do femorotibialis internus; IFCI = inserção do Iliofemoralis cranialis; IFEI = inserção do Iliofemoralis externus. Modificado de Langer et al., 2010.

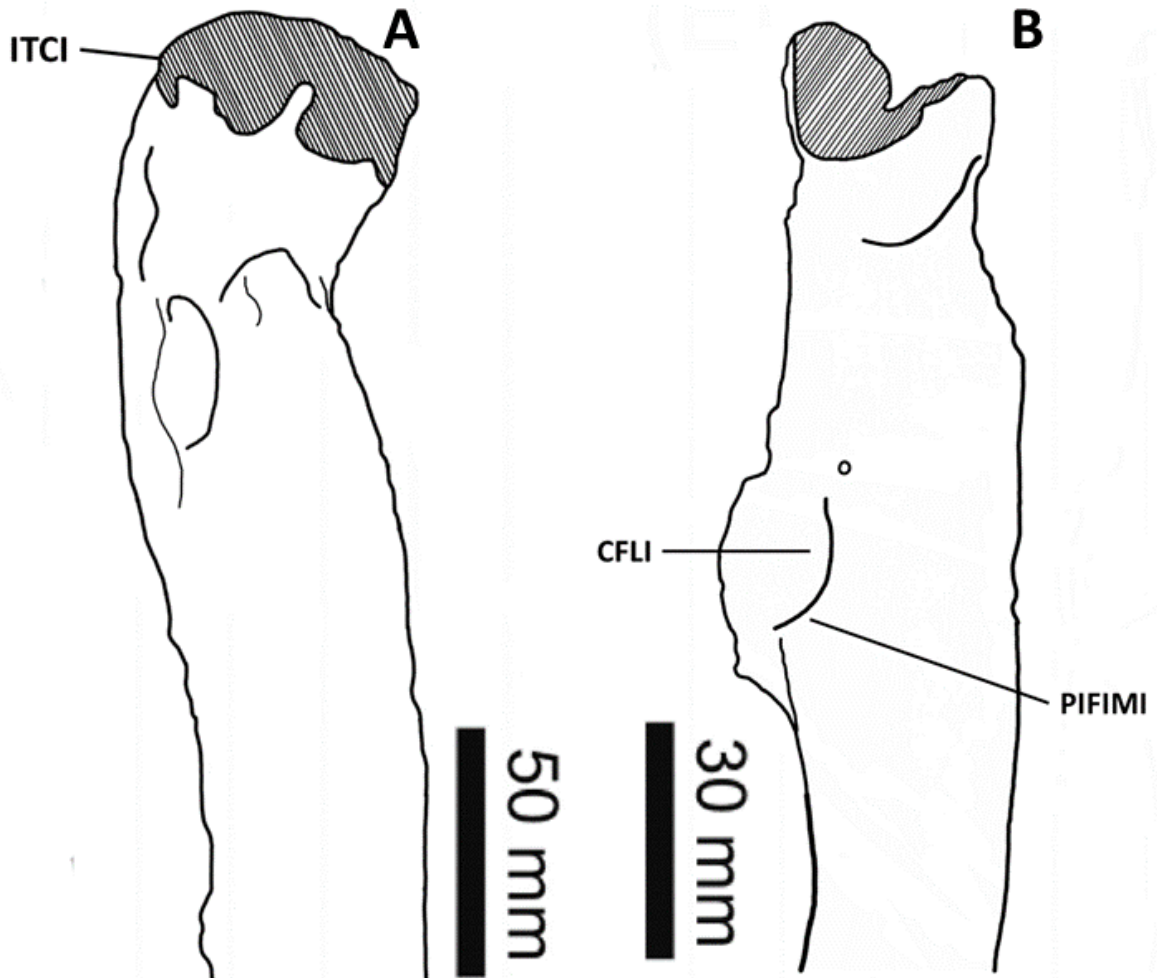


Figura 3. *Guaibasaurus candelariensis*, desenho esquemático da região proximal do fêmur e seus respectivos pontos de origem muscular: (A) vista medial do fêmur esquerdo de MCN PV2355; (B) vista cranial do fêmur direito de UFRGS PV0725T. Abreviações: ITCI = inserção do iliotrocantericus; CFLI = Inserção do caudofemoralis longus; PIFIMI = inserção do puboischiofemoralis internus pars medialis. Modificado de Langer et al., 2010.



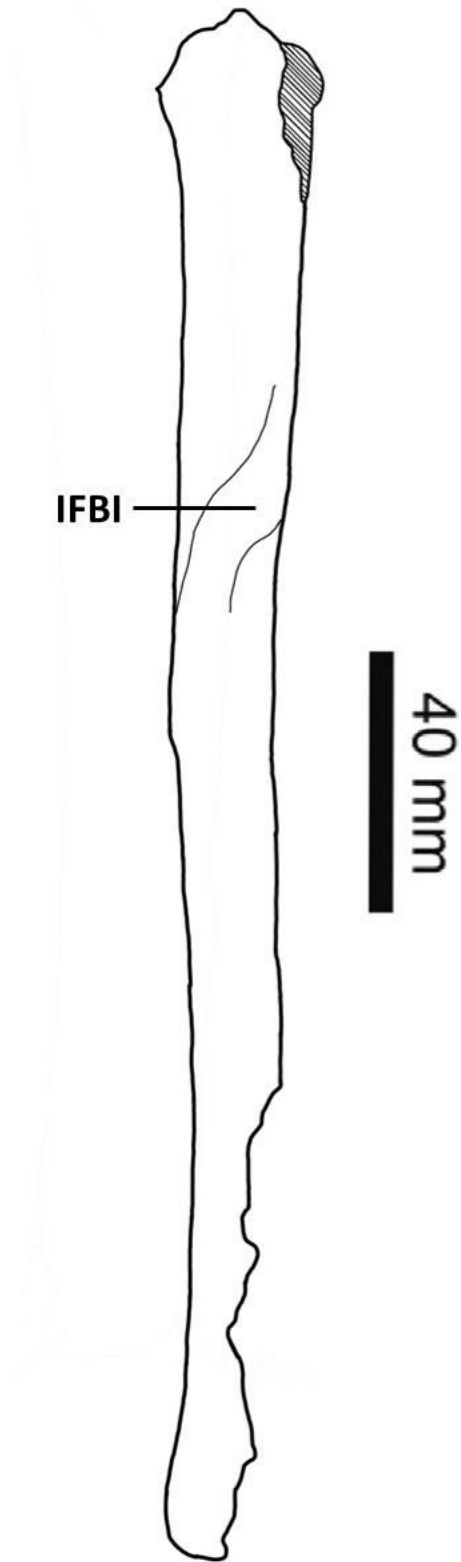


Figura 4. *Guaibasaurus candelariensis* (MCN PV2355), desenho esquemático da fíbula direita em vista lateral e seus respectivos pontos de inserção muscular. IFBI = ineseção do iliofibularis. Modificado de Langer et al., 2010.

## **Normas de formatação da revista Anais da Academia Brasileira de Ciências**

Todas as seções do manuscrito devem possuir espaçamento duplo. Após o aceite, nenhuma mudança será feita no artigo, de modo que as provas de prelo precisem apenas de correções em erros tipográficos. Lembramos que o envio de artigos é feito exclusivamente pelos autores através do nosso sistema de gerenciamento de artigos.

### **Tamanho do artigo**

Os artigos podem ser de qualquer tamanho necessário para a apresentação e discussão concisa dos dados, mas mantendo-se conciso e cuidadosamente preparado tanto em termos de impacto quanto de legibilidade. No entanto, artigos não devem exceder 50 páginas, incluindo todos os itens (figuras, tabelas, referências, etc.), a menos que possua autorização prévia do Editor-Chefe.

### **Página de rosto**

A página de rosto do artigo deve apresentar os seguintes itens: 1. Título do artigo com até 150 caracteres, sem abreviações e com a tentativa de manter o interesse amplo da comunidade científica; 2. Nomes completos de todos os autores. Utilize números sobrescritos para indicar a filiação de cada autor. 3. Endereços profissionais e ORCID de todos os autores, incluindo instituição, departamento, rua, número, CEP, cidade, estado e país; 4. Key words (de 4 a 6 em ordem alfabética e separadas por vírgulas); 5. Running title (versão resumida – e não abreviada - do título com até 50 caracteres, incluindo espaços); 6. Seção dos AABC à qual o artigo pertence; 7. Nome, endereço, telefone e e-mail do autor para correspondência, a quem serão enviadas as mensagens mais relevantes do processo de avaliação. Este autor ou autora deve ser indicado com um asterisco após seu nome.

Não cumprir com qualquer dos requisitos acima fará com que o artigo seja devolvido (unsubmitted) para correções.

### **Abstract**

O abstract deve conter até 200 palavras e apresentar as principais descobertas do artigo, incluindo uma breve introdução, os objetivos do trabalho e uma conclusão baseada nas presentes descobertas. Caso os autores estejam submetendo uma

revisão convidada/autorizada, o abstract deve abordar o principal tema da revisão e explicitar a contribuição de tal revisão à área. O abstract não deve possuir títulos nem citações/referências.

### **Texto do manuscrito**

Todo o texto deve ser escrito com espaçamento duplo utilizando a fonte Times New Roman tamanho 12 ou equivalente, desde que mantida a legibilidade. Por favor, organize seu texto nas seguintes partes sempre que possível: 1. Página de rosto; 2. Abstract (em página separada, 200 palavras ou menos, sem abreviações); 3. Introduction; 4. Materials and Methods; 5. Results; 6. Discussion; 7. Acknowledgments, se aplicável; 8. Author contributions (se o artigo tiver mais de um autor); 9. References; 10. Legendas de figuras e tabelas, se aplicável.

Artigos de algumas áreas, como por exemplo Ciências Matemáticas, devem seguir seu formato padrão. Em alguns casos, pode ser aconselhável omitir a seção (4) e juntar as partes (5) e (6). Quando aplicável, a seção Materials and Methods deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em seres humanos ou as normas seguidas para tratamentos experimentais em animais.

Todos os procedimentos devem ser detalhadamente descritos. Utilize inglês norte-americano para escrever o texto. Nomenclaturas da área de Química devem ser fornecidos de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC). Cepas de organismos também devem estar identificadas. Informe nomes de fornecedores de reagentes e/ou equipamentos. Utilize unidades e símbolos de acordo com o Bureau International des Poids et Mesures (SI) sempre que possível.

### **Acknowledgments**

Devem ser incluídos ao fim do texto, antes das referências. Agradecimentos pessoais devem preceder nomes de instituições e agências. De forma ideal, notas de rodapé devem ser evitadas, mas, quando necessário, devem estar numeradas. Agradecimentos a financiamentos, subsídios, bolsas de estudo e dívidas com outros colegas, bem como menções à origem do artigo (como uma tese, por exemplo), devem estar nesta seção. Favor incluir o nome completo da agência de fomento, país e número do projeto (se aplicável).

## **Abreviações**

Devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto por abreviações padrão e oficiais. Unidades e seus símbolos devem estar em conformidade com as aprovadas pelo Bureau International des Poids et Mesures (SI).

## **Legendas de figuras**

Esta informação deve ser fornecida ao fim do manuscrito, após as referências. Todas as figuras devem conter legenda. A legenda deve possuir uma sentença introdutória que descreve as principais descobertas. Todas as divisões na figura devem ser identificadas com letras minúsculas, quando aplicável (1a, 2a, 2b, 3c, 3d, etc.). Quando for o caso da utilização de barras de erro, favor informar se um número que vem após o símbolo  $\pm$  é um Standard Error Of Mean (SEM) ou standard deviation of mean (SD). Deve ser informado na legenda se o resultado apresentado representa N experimentos individuais.

## **Tabelas**

Cada tabela deve possuir um pequeno título acima da mesma. Notas abaixo das tabelas também podem ser utilizadas. Tabelas devem ser citadas no artigo em algarismos romanos (Table I, Table II, Tables IV and V, etc.). Tabelas devem ser submetidas separadamente em arquivos editáveis, preferencialmente .doc ou .docx.

## **Figuras**

Só serão aceitas figuras de alta qualidade (mínimo de 300 dpi). Todas as ilustrações serão consideradas figuras, incluindo desenhos, gráficos, mapas, fotografias, esquemas, etc. Seu posicionamento tentativo deve ser indicado, assim como todas as figuras devem ser citadas com seu respectivo número ao longo do texto. Figuras devem ser enviadas de acordo com as seguintes especificações: 1. Desenhos e ilustrações devem estar em formato .PS/.EPS ou .CDR (PostScript ou Corel Draw) e

nunca inseridas no texto; 2. Imagens ou figuras em escala de cinza devem estar em formato .TIF e nunca inseridas no texto; 3. Cada figura deve ser enviada em arquivo separado; 4. Figuras devem, a princípio, ser submetidas no tamanho em que espera-se que estejam publicadas no periódico, ou seja, largura de 8cm (uma coluna) ou 16,2cm (duas colunas), com a altura máxima de cada figura e respectiva legenda sendo menor ou igual a 22cm.

As legendas das figuras devem ser enviadas com espaçamento duplo em página separada. Cada dimensão linear dos menores caracteres e símbolos não pode ser menor que 2mm após redução. Figuras coloridas são aceitas tanto como figuras em preto e branco. No entanto, 5 figuras em p/b são sem custo aos autores, enquanto cada figura colorida na versão impressa será cobrada dos autores, com a comunicação sendo feita durante a fase de produção (após o processo de avaliação). De modo a padronizar a contagem e cobrança de figuras preto e branco, tabelas que ocupem dois terços da página ou que tenham mais que 12 colunas ou 24 colunas serão consideradas figuras p/b. Manuscritos de Matemática, Física ou Química podem ser redigidos em TEX, AMS-TEX ou LaTeX, desde que o arquivo .BIB seja enviado junto. Manuscritos sem fórmulas podem ser enviados em .RTF ou doc/docx para Windows.

## **Referências**

Os autores são responsáveis pela exatidão das referências, bem como suas respectivas citações. Artigos publicados ou ainda 'In press' podem ser incluídos. Comunicações pessoais (Smith, personal communication) devem ser autorizadas por escritos pelos envolvidos. Referências a teses, abstracts de encontros (não publicados em jornais indexados) e manuscritos em preparação ou apenas submetidos, mas não ainda aceitos, devem ser citados no texto no formato (Smith et al., unpublished data) e NÃO devem ser incluídos na lista de referências.

Referências devem ser citadas no texto no formato a seguir sem a aspa simples, 'Smith 2004', 'Smith & Wesson 2005' ou, quando há 3 ou mais autores, 'Smith et al. 2006'. Quando houver dois ou mais artigos cujo nome do primeiro autor e ano de publicação são idênticos, as referências devem ser diferenciadas por letras minúsculas, como em 'Smith 2004a', 'Smith 2004b', etc.

As referências devem ser listadas alfabeticamente de acordo com o nome do primeiro autor, sempre na ordem SOBRENOME XY, sendo X e Y as iniciais. Se há mais de 10 autores na referência, usar SOBRENOME XY ET AL., sem listar os demais autores. Referências devem conter também o título do artigo. Os nomes dos periódicos devem estar abreviados sem itálico, pontos ou vírgulas. Para as abreviações corretas, verifique listas das maiores bases de dados nas quais o periódico está indexado, ou consulte a World List of Scientific Periodicals. A abreviação a ser usada em referências dos Anais da Academia Brasileira de Ciências é An Acad Bras Cienc. Os seguintes exemplos devem servir de guias para sua lista de referências em nossa revista:

## REFERENCES

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P & LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the areas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

### *Livros e capítulos de livros*

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science. Thinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5., Philadelphia. Proceedings ... , Philadelphia: J. B. Lippincott, p. 97-104.