UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ANATOMIA DOS ANIMAIS
DOMÉSTICOS E SILVESTRES

JOÃO MARCOS LEITE SANTOS

**Estruturação de uma plataforma de ensino referente à constituição anatômica do
Sistema Nervoso Central do Macaco-prego (*Cebus apella*)**

SÃO PAULO

2019

JOÃO MARCOS LEITE SANTOS

**Estruturação de uma plataforma de ensino referente à constituição anatômica do
Sistema Nervoso Central do Macaco-prego (*Cebus apella*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Departamento de Cirurgia

Área de concentração:

Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Maria Angelica Miglino

SÃO PAULO

2019

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 3806
FMVZ

Santos, João Marcos Leite
Estruturação de uma plataforma de ensino referente à constituição anatômica do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego (*Cebus apella*) / João Marcos Leite Santos. – 2019.
85 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, São Paulo, 2019.

Programa de Pós-Graduação: Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres.

Área de concentração: Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Angelica Miglino.

1. Sistema Nervoso Central. 2. Macaco-prego. 3. Plataforma de ensino. 4. Multidisciplinaridade. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Caracterização e descrição do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego (*Cebus apella*) para o estudo e ensino da neuroanatomia veterinária e comparada", protocolada sob o CEUA nº 9493070218 (ID 004735), sob a responsabilidade de **José Roberto Kfoury Júnior e equipe; João Marcos Leite Santos** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 14/03/2018.

We certify that the proposal "Characterization and description of the Central Nervous System of the Tufted capuchin (*Cebus apella*) for the study and teaching of veterinary and comparative neuroanatomy", utilizing 20 Brazilian wild species (males and females), protocol number CEUA 9493070218 (ID 004735), under the responsibility of **José Roberto Kfoury Júnior and team; João Marcos Leite Santos** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 03/14/2018.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de **02/2018** a **02/2020**

Área: **Anatomia dos Animais Domésticos E Silvestres**

Origem: **Amostras biológicas estocadas**

Espécie: **Espécies silvestres brasileiras**

sexo: **Machos e Fêmeas**

idade: **01 a 24 meses**

N: **20**

Linhagem: **Macaco-prego**

Peso: **100 a 4000 g**

Registro IBAMA/Sisbio/Etc: **Não se aplica pois o material pertence ao setor de anatomia veterinária e as lâminas já estão prontas.**

Método de Captura: **Não se aplica**

Local do experimento: **Setor de Anatomia - FMVZ-USP**

São Paulo, 03 de junho de 2019

Prof. Dra. Anneliese de Souza Traldi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Roseli da Costa Gomes

Secretária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: SANTOS, João Marcos Leite

Título: **Estruturação de uma plataforma de ensino referente à constituição anatômica do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego (*Cebus apella*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

*Aos meu pais Joel e Silmery, minha avó Maria
e a minha irmã Jaqueline.*

AGRADECIMENTOS

Inicio direcionando meus agradecimentos a **Deus**, por ter sido meu principal companheiro e por ter colocado pessoas em minha vida e até mesmo situações, que me direcionaram para a concretização deste tão sonhado momento. Ele também me sustentou em momentos que eu precisei de ajuda e continua me guiando nos caminhos dEle.

Aos meus pais, **Joel e Silmery**, a quem sou infinitamente grato. Eles sempre confiaram e acreditaram em mim, me apoiando desde o início da minha formação. Sou grato por terem me educado, me aconselhado, me corrigido e sempre me motivado para ser uma pessoa melhor. Agradeço por todo o suporte que me foi dado por eles e por todo amor e carinho dedicados a mim. Não consigo expressar em palavras toda a minha gratidão, mas espero poder retribuir em ações todo o amor que me foi dado. Meu muito obrigado pelo amor incondicional!

A minha querida irmã **Jaqueline**, que sempre foi uma companheira e me apoiou em minha formação. Obrigado por todas as trocas de experiência, pelo carinho e cuidado que sempre teve comigo.

Agradeço a pequena **Analú**, que foi um presente que **Deus** nos enviou. Ela veio em um momento especial e trouxe alegria para todos, principalmente para mim, mesmo não estando acompanhando o seu crescimento de perto. Sou grato pela oportunidade de ter me tornado tio de uma princesa tão linda e amável como ela é.

A minha querida avó **Maria**, que sempre me incentivou desde o início quando decidi cursar Medicina Veterinária. Obrigado por todos os conselhos, todas as orações, todo apoio e amor dedicado à mim. Infelizmente a senhora não irá acompanhar a concretização deste sonho, mas a senhora também é parte dele pois sem seu apoio com certeza eu não estaria aqui hoje. Muito obrigado por tudo que a senhora foi e ainda é para mim!

Agradeço a minha orientadora **Profa. Dra. Angelica**, por ter acreditado em mim e por tornar possível a realização deste sonho. Sou grato por todo apoio, pelos conselhos, pelas oportunidades e pela possibilidade de aprender com a senhora, que é uma pessoa que se tornou referência mundial pelo excelente trabalho que faz. Muito obrigado!

Ao **Prof. Dr. Luciano**, por despertar meu interesse de em me tornar um pesquisador e

por ter me incentivado a percorrer este caminho. Muito obrigado!

Aos amigos da **Organização Toca do Estudante** e da **Casa Toca**, por terem me recebido tão bem, pela amizade e pela troca de experiências. Serei sempre grato!

Gostaria de externar os meus agradecimentos também à **Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, que é referência de ensino e pesquisa. Muito obrigado pela oportunidade de realizar a minha dissertação de mestrado. Agradeço também aos meus colegas de trabalho pela troca de experiências e por acrescentarem muitos dias felizes nesta caminhada. Este agradecimento também se estende aos funcionários da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e aos que fazem parte da Anatomia, meu muito obrigado pelo apoio de cada um de vocês!

Agradeço a agência de fomento **CAPES** (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior) pelo apoio à bolsa PROEX, com número do processo 88882.327841/2019-01, concedida para a realização do trabalho. Todo o incentivo que é dado pela agência de fomento acreditando no pesquisador que inicia sua jornada científica é essencial.

Finalmente, gostaria de agradecer ao **Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres**, que permitiu a realização deste trabalho. Tenho muito orgulho em fazer parte desta equipe e aprender com cada profissional e aluno. Fico muito honrado em obter o título de mestre em um Programa de excelência nota 7 CAPES.

“Existem coisas melhores adiante do que qualquer outra que deixamos para trás”

C. S. Lewis

RESUMO

SANTOS, JOÃO MARCOS LEITE. **Estruturação de uma plataforma de ensino referente à constituição anatômica do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego (*Cebus apella*)**. 2019. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

A Anatomia é abordada em uma ou mais disciplinas essenciais para a formação de médicos veterinários, biólogos e outros profissionais da área. Dentre outras especialidades, a neuroanatomia é considerada a mais difícil, sendo assim, necessária a inclusão de novos métodos de ensino e novos materiais didáticos para suprir a necessidade e carência de materiais existente no processo de ensino/aprendizagem. Os primatas não humanos são comumente utilizados como objeto de estudo, incluindo o *Cebus apella* devido ao fácil manuseio, seu pequeno porte e sua semelhança ao ser humano. Este estudo tem como objetivo construir uma plataforma de ensino, mediante a utilização de lâminas que receberam secções transversais do SNC de primatas: Macacos-prego. Para tal, foram coletadas 116 lâminas, preparadas pela técnica de coloração de Pal-Weigert modificada para mielina, pertencentes ao acervo da Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da FMVZ-USP. As lâminas foram organizadas e digitalizadas para identificação e descrição morfológica das estruturas presentes. Foi possível observar que as estruturas apresentaram-se bem demarcadas e todas puderam ser identificadas. Foi elaborado e organizado o conteúdo de uma plataforma de ensino com o objetivo de complementar a formação dos alunos em neuroanatomia comparada. Nesta plataforma foram adicionadas informações sobre as lâminas descritas, além das descrições das estruturas e funções relacionadas a neuroanatomia do Macaco-prego. Por fim foi realizada a correlação das estruturas com as síndromes neurológicas e sinais clínicos da espécie, produzindo então um conteúdo multidisciplinar. Conclui-se que o SNC do Macaco-prego possui estruturas que se assemelham a encontradas em outros primatas, e ao próprio ser humano, os quais embora menos desenvolvidos serve como um excelente modelo para pesquisa para neuroanatomia funcional e comparada. A utilização das lâminas permitiu a identificação das estruturas, bem como a elaboração de um conteúdo para ensino da neuroanatomia, mediante a ideia de uma plataforma virtual interativa multidisciplinar, além de contribuir para a preservação do acervo de lâminas do Laboratório de Neuroanatomia Funcional Comparada.

Palavras-chave: Sistema Nervoso Central. Macaco-prego. Plataforma de ensino. Multidisciplinaridade.

ABSTRACT

SANTOS, JOÃO MARCOS LEITE. **Structuring of a teaching platform related to the anatomical constitution of the Central Nervous System of the Macaco-prego (*Cebus apella*)**. 2019. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Anatomy is addressed in one or more disciplines essential for the training of veterinary practitioners, biologists and other practitioners in the field. Among other specialties, neuroanatomy is considered the most difficult, so it is necessary to include new teaching methods and new teaching materials to meet the need and lack of materials in the teaching / learning process. Non-human primates are commonly used as object of study, including *Cebus apella* due to its easy handling, small size and resemblance to humans. This study aims to build a teaching platform by using slides that received cross sections of the CNS of primates: Macacos-prego. For this, 116 slides, prepared by the Pal-Weigert staining technique modified for myelin, belonging to the collection of the Domestic and Wild Animal Anatomy of FMVZ-USP were collected. The slides were organized and digitized for identification and morphological description of the structures present. It was possible to observe that the structures were well demarcated and all could be identified. The content of a teaching platform was elaborated and organized with the objective of complementing the students' training in comparative neuroanatomy. On this platform were added information on the described slides, besides the descriptions of the structures and functions related to the neuroanatomy of the Monkey-nail. Finally, the structures were correlated with the neurological syndromes and clinical signs of the species, producing a multidisciplinary content. It is concluded that the CNS of the Macaco-prego has structures that resemble those found in other primates, and the human being itself, which although less developed serves as an excellent model for research for functional and comparative neuroanatomy. The use of the slides allowed the identification of the structures, as well as the elaboration of a content for the teaching of neuroanatomy, through the idea of an interactive multidisciplinary virtual platform, in addition to contributing to the preservation of the blade collection of the Laboratory of Comparative Functional Neuroanatomy.

Keywords: Central Nervous System. Tufted capuchin. Teaching platform. Multidisciplinary.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Secção transversal em nível do cérebro à altura do lobo frontal e da parte rostral do lobo temporal. Lâmina correspondente ao intervalo de número 65.....33
- Figura 2 – Corte transversal dos lobos frontal, temporal e uma pequena parte do lobo parietal, na região do núcleo talâmico rostral. Lâmina correspondente ao intervalo de número 85.....35
- Figura 3 – Corte transversal dos lobos frontal, parietal e temporal, na região dos núcleos talâmicos. Lâmina correspondente ao intervalo de número 90.....36
- Figura 4 – Corte frontal passando pelos corpos mamilares. Lâmina correspondente ao intervalo de número 92.....37
- Figura 5 – Corte transversal dos lobos frontal, parietal e temporal na região da parte caudal do terceiro ventrículo. Lâmina correspondente ao intervalo de número 97.....38
- Figura 6 – Corte transversal passando pela região do pedúnculo cerebral. Lâmina correspondente ao intervalo de número 100.....39
- Figura 7 – Corte transversal na região do colículo caudal. Lâmina correspondente ao intervalo de número 102.....40
- Figura 8 – Corte transversal do cerebelo. Lâmina correspondente ao intervalo de número 110.....40
- Figura 9 – Ilustração esquemática de lâminas seccionais transversais do encéfalo do Macaco-prego enfatizando o córtex cerebral e o centro branco medular.....42
- Figura 10 – Ilustração esquemática de lâminas seccionais transversais do encéfalo do Macaco-prego enfatizando o núcleo caudado e o putâmen. NuCa: núcleo caudado. Pu: putâmen.....43

Figura 11 – Ilustração esquemática de lâminas seccionais transversais do encéfalo do Macaco-prego enfatizando o tálamo e o hipotálamo.....	44
Figura 12 – Ilustração esquemática em secção sagital mediana do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego evidenciando o local acometido na Síndrome Cerebral.....	45
Figura 13 – Ilustração esquemática em secção sagital mediana do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego evidenciando o local acometido na Síndrome Mesencefálica.....	46
Figura 14 – Ilustração esquemática em secção sagital mediana do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego evidenciando o local acometido na Síndrome Pontinobulbar.....	46
Figura 15 – Ilustração esquemática em secção sagital mediana do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego evidenciando o local acometido na Síndrome Vestibular.....	47
Figura 16 – Ilustração esquemática em secção sagital mediana do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego evidenciando o local acometido na Síndrome Cerebelar.....	47
Figura 17 – Ilustração esquemática em secção sagital mediana do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego evidenciando o local acometido na Síndrome Multifocal.....	48
Figura 18 – Organização dos comandos da plataforma de neuroanatomia comparada.....	49
Figura 19 – Página inicial da plataforma de neuroanatomia comparada.....	50
Figura 20 – Página que compreende o conteúdo da neuroanatomia do Macaco-prego na plataforma de neuroanatomia comparada.....	51
Figura 21 – Página contendo fotos das lâminas transversais do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego na plataforma de neuroanatomia comparada.....	52
Figura 22 – Página contendo a descrição das estruturas presentes nas lâminas transversais do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego na plataforma de neuroanatomia comparada.....	52

Figura 23 – Página contendo as estruturas e funções em diferentes secções transversais do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego na plataforma de neuroanatomia comparada.....54

Figura 24 – Página contendo as correlações clínicas das estruturas do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego na plataforma de neuroanatomia comparada.....55

Figura 25 – Organização dos comandos da plataforma de neuroanatomia comparada (Layout para smartphone).56

Figura 26 – Página inicial da plataforma em layout para smartphones (A). Página que compreende o conteúdo do encéfalo do Macaco-prego (B). Página com todas as fotos das lâminas (C).....56

Figura 27 - Página contendo o atlas descritivo (A). Página abordando estruturas e funções (B). Página contendo as correlações clínicas (C).57

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Lâminas de cortes transversais do encéfalo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figuras 1 – 11).....	73
APÊNDICE B – Lâminas de cortes transversais do cerebelo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figura12).....	84
APÊNDICE C – Desenhos esquemáticos dos cortes transversais do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego (Figura 13).....	85

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. JUSTIFICATIVA	20
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	21
3.1 Ensino da anatomia e novas técnicas	21
3.2 Organização do Sistema Nervoso Central e especificidades sobre o Macaco-prego (<i>Cebus apella</i>).....	25
4. OBJETIVOS	28
4.1 <i>Objetivo Geral</i>	28
4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	28
5. MATERIAL E MÉTODO	29
5.1 Lâminas seccionais transversais do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego	29
5.2 Correlações clínicas do Sistema Nervoso Central	31
5.3 Elaboração de uma plataforma como protótipo de website de neuroanatomia do Macaco-prego	31
6. RESULTADOS	32
6.1 Seleção e digitalização das lâminas	32
6.2 Técnica de coloração dos cortes transversais do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego (<i>Cebus apella</i>).....	41
6.3 Correlações anatomoclínicas do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego	41
6.4 Elaboração de uma plataforma como protótipo de website de neuroanatomia animal...	48
7. DISCUSSÃO	58
7.1 Estruturas do Encéfalo e Cerebelo do Macaco-prego.....	58
7.2 Correlações Anatomoclínicas	60
7.3 Métodos complementares de ensino	61
8. CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS	64
APÊNDICES	73

1. INTRODUÇÃO

O conteúdo da anatomia funcional comparada é abordado em uma ou mais disciplinas básicas essenciais para a formação de médicos veterinários, biólogos e outros profissionais da área. Seu conhecimento é essencial para a compreensão das demais disciplinas relacionadas à cursos das grandes áreas de saúde e de ciências agrárias, bem como para a atuação de profissionais das mencionadas áreas. O conjunto de disciplinas relacionadas à anatomia sustenta o entendimento necessário para a atuação na clínica, como por exemplo na realização de punção venosa, na coleta de materiais orgânicos, no exame físico do paciente, dentre outros procedimentos da rotina clínica (ESEONU; CARACHI; BRINDLEY, 2013; PAPA; VACCAREZZA, 2013; CARDINOT et al., 2014).

A seu turno, o conhecimento da anatomia se mostra também importante para a medicina diagnóstica, facilitando a interpretação de exames de imagem, tais como a ultrassonografia, a radiografia, a tomografia e a ressonância nuclear magnética. Sendo assim, permite ao profissional distinguir os aspectos normais da anatomia incluindo suas estruturas e funções, identificar alterações físicas, anatômicas e funcionais no paciente, e diferenciar estruturas que estão normais, de estruturas que estão alteradas. Além disso, a anatomia tem relevante papel na aplicação cirúrgica, possibilitando o profissional escolher diferentes formas de acesso cirúrgica por exemplo, apontando os perigos, estruturas vitais e as formas variadas utilizadas para restaurar e até mesmo salvar o paciente. Isso torna o seu conhecimento valioso e insubstituível (PAPA; VACCAREZZA, 2013; CARDINOT et al., 2014)

Através da anatomia os alunos também são introduzidos durante seus cursos de graduação e de pós-graduação à terminologia ou linguagem médica, sendo algo que, agregado ao conteúdo da anatomia, é de extrema importância futura para o curso de disciplinas profissionalizantes (PAPA; VACCAREZZA, 2013; BOYD; CLARKSON; MATHER, 2015).

Assim, com a compreensão do organismo por inteiro, é essencial a visualização das suas estruturas e funções interligadas (COLVILLE e BASSERT, 2010). Por isso a técnica da anatomia seccional alicerça uma maneira de otimizar o processo do ensino e de percepção do aluno. Portanto conhecer o organismo como um todo a partir da compreensão de suas subdivisões, sugere novas formas e possibilidades de transmissão do conhecimento (DIDIO, 1998; KONIG e LIEBICH, 2014; PAZ e SANCHES, 2014).

Apesar de ainda existirem contradições sobre o uso de cadáveres, a utilização dos mesmos é considerada bastante eficaz, mesmo diante do surgimento de novas técnicas

(BIASSUTO; CAUSSA; CRIADO DEL RÍO, 2006; THEORET; CARMEL; BERNIER, 2007; MOON; FILIS; COHEN, 2010; FAZAL-UR-REHMAN; KHAN; YUNUS, 2012; PAPA; VACCAREZZA, 2013).

Existem limitadores que dificultam e influenciam no processo de ensino-aprendizagem da Anatomia Veterinária, como por exemplo: o acesso limitado ao material de estudo, como a livros-texto, a legislação que dificulta ou torna em alguns casos, proibido o acesso a animais para ensino ou pesquisa além da inacessibilidade aos cadáveres (CFMV, 2008). Para os estudantes o aprendizado da anatomia pode ser bastante desafiador, pois quando os mesmos cursam a disciplina, ainda não possuem familiaridade com a nomenclatura, a qual além de complexa estrutura-se por um grande volume de informações (SCHUTTE, 2016).

Com o passar dos anos, surgiram mudanças na educação incluindo reformas curriculares. Elas vieram para suprir as novas demandas dos cursos da área da saúde. Com isso trouxeram alterações tais como a diminuição da carga horária no ensino de anatomia. Surgiu então a necessidade de implementação de novos modelos de ensino-aprendizagem (KLEMT; INFANTOSI, 2000; DRAKE; LOWRIE; PREWITT, 2002; HEIDGER et al., 2002; DRAKE; MCBRIDE; PAWLINA, 2014; CROWTHER; BAILLIE, 2016).

Alguns dos métodos de ensino mais utilizados, com o intuito de melhorar a aprendizagem e desempenho do aluno são: utilização de atlas digitais com imagens reais, assim como a utilização de endereços eletrônicos, modelos anatômicos em resina, materiais de ensino em modelos tridimensionais, além da utilização de tabletes e programas de ensino em anatomia (HEIDGER et al., 2002; BO FOREMAN et al., 2005; LINTON; SCHOENFELD-TACHER; WHALEN, 2005; BIASSUTO; CAUSSA; CRIADO DEL RÍO, 2006; Krontiris-Litowitz, 2008; Pytte; Fienu, 2012; Schoenau; Schoenau, 2013; Estevez; Lindgren; Bergethon, 2013; Machado; Barbosa; Ferreira, 2013; PAPA; VACCAREZZA, 2013; Boyd; Clarkson; Mather, 2015; Fontanelli et al., 2015).

Juntamente com o aparecimento das novas técnicas aplicadas ao ensino, tem surgindo também nos currículos atuais os conceitos de interdisciplinaridade e multidisciplinaridade. Com isso, há uma correlação das disciplinas de ciências básicas com as disciplinas profissionalizantes, promovendo a integração do conhecimento, como por exemplo: anatomia e fisiologia aplicadas à clínica, à cirurgia, à patologia e aos métodos de diagnóstico por imagem. Tal prática torna o ensino da anatomia mais aplicado (Garrutti; Santos, 2004; CAPES, 2010; DE AZAMBUJA MONTES; VIEIRA DE SOUZA, 2010; GONÇALVES; MORAES,

2011; PYTTE; FIENUP, 2012; ESEONU; CARACHI; BRINDLEY, 2013; MACHADO; BARBOSA; FERREIRA, 2013; CROWTHER; BAILLIE, 2016)

Com o passar do tempo e o consequente avanço das pesquisas ainda existe a possibilidade de utilizar os modelos de primatas como animais ideais que podem trazer elementos básicos de conhecimento para o meio científico. De outra parte tais modelos também são relevantes para estudos referentes a forma/função, bem-estar e a preservação das espécies (FONTANELLI et al., 2015).

O acesso facilitado à tecnologia sustenta a possibilidade da adoção de ferramentas tecnológicas aplicadas à criação de novos métodos de ensino, por meio de métodos acessíveis, interativos e que transmitem o conhecimento de maneira clara (FONTANELLI et al., 2015).

Neste contexto, o presente estudo objetivou elaborar um conteúdo que possa ser utilizado como material didático de neuroanatomia, tomando-se como modelo o Macaco-prego, para ser disponibilizado de forma digital, tendo como intenção a futura modelação para diversos formatos digitais, com aplicação direcionada à seleção de conteúdos para Ensino a Distância ou Educação Continuada. Existem referidos na literatura alguns atlas digitais, os quais atualmente que disponibilizam conteúdo sobre neuroanatomia comparada (ANATOMY OF THE BRAIN, 2019; ANIMAL BRAIN MAPPING, 2019; BRAIN BIODIVERSITY BANK, 2019; BRAIN MAPS, 2019; COMPARATIVE MAMMALIAN BRAIN COLLECTIONS, 2019; NEUROANATOMY TUTORIAL, 2019; NEUROSCIENCE EDUCATION, 2019; THE WHOLE BRAIN ATLAS, 2019). Entretanto, apesar de possuírem conteúdo sobre encéfalos de diversas espécies, nenhum deles aborda o Sistema Nervoso Central do Macaco-prego.

A ideia da plataforma de ensino inclui um atlas digital que descreve as estruturas do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego, e que integra informações sobre as suas respectivas estruturas. Este material foi elaborado mediante a utilização de lâminas que contém cortes transversais do Sistema Nervoso Central da espécie. Além disso o conceito de multidisciplinaridade também foi abordado, pois as estruturas foram correlacionadas com as suas funções, trazendo à tona a comparação anatomofuncional. Ademais, foi levantada a correlação das estruturas com as síndromes neurológicas.

Futuramente, serão agrupadas à plataforma o conteúdo de neuroanatomia de várias outras espécies como: gato, bovinos, equinos, ovinos, caprinos, suíno, roedores, dentre outras. Com isso, visando a composição de um material completo, digital e interativo sobre a neuroanatomia funcional comparada.

Este conteúdo poderá ser utilizado tanto para alunos de graduação, quanto para alunos de pós-graduação, onde em seus currículos contenham disciplinas de Anatomia Veterinária ou Anatomia Animal Comparada. Além disso, poderá ser de grande valia para profissionais que atuam na docência em neuroanatomia, ou na área na neurologia ou áreas afins.

2. JUSTIFICATIVA

Tendo em vista que existe um vasto material na literatura descrevendo informações sobre o Macaco-prego (*Cebus apella*), ainda há uma carência de informações detalhadas sobre as estruturas do encéfalo e cerebelo desta espécie que possam ser disponibilizadas para a estruturação de uma plataforma de ensino dedicada à formação de alunos em neuroanatomia comparada. Ademais, com mudanças curriculares e as novas necessidades que tem surgido no âmbito do ensino, faz-se necessária a criação de novas ferramentas de ensino interativas que possam atender à crescente demanda.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Ensino da anatomia e novas técnicas

Uma boa base em conhecimentos sobre anatomia funcional comparada é fundamental para o desempenho em disciplinas profissionalizantes e para a formação profissional, fazendo com que estudantes e profissionais possam desempenhar suas funções com domínio, confiança e de maneira eficaz (ESEONU; CARACHI; BRINDLEY, 2013).

Em muitas universidades o ensino da neuroanatomia funcional comparada é superficial, pois, há casos nos quais, não é considerada a necessidade da inclusão desta disciplina no currículo básico. Quando a mesma é incluída possui pouca carga horária, por isso, muitos profissionais graduam-se com carência de conhecimento desta área (MOXHAM et al., 2015).

Existe um número significativo de materiais complementares disponíveis sobre o ensino de anatomia humana, os quais quando comparados aos vinculados à anatomia veterinária, demonstra a carência que ainda há nesta área. Quando se trata de neuroanatomia funcional e comparada existe um déficit ainda maior de materiais sobre o assunto, disponíveis por plataformas interativas (LINTON; SCHOENFELD-TACHER; WHALEN, 2005).

A carência nesta área se estende desde a falta de professores especializados e detentores de conhecimento sobre a neuroanatomia, até a falta de materiais e de diferentes metodologias para serem utilizadas e disponibilizadas para o ensino (CHANG; MOLNÁR, 2015).

Além dos alunos demonstrarem dificuldade no aprendizado da neuroanatomia, muitas universidades demonstram déficit no ensino desta disciplina. Para tentar suprir tais lacunas, novas metodologias de ensino vêm sendo aplicadas, incluindo o aprimoramento do preparo dos professores, aliado às novas formas de transmissão do conhecimento, adaptado e acessível ao aluno (HALL et al., 2013).

Há indivíduos que demonstram uma certa ansiedade ou medo, antes mesmo de iniciar o estudo da neuroanatomia. O termo que caracteriza este tipo de comportamento denomina-se “neurofobia”, e pode atingir tanto estudantes, quanto profissionais em casos de falta de confiança em atender casos relacionados à neurologia (ZINCHUK et al., 2010; HENNESSY et al., 2016). Dentre todos os tópicos ensinados na anatomia, a neuroanatomia é aquela para a qual os alunos possuem uma maior dificuldade de aprendizado (SOLEY; KRAMER, 2001).

Novas ferramentas têm sido aplicadas ao ensino com o objetivo de suprir as limitações que existem em métodos tradicionais (BOYD; CLARKSON; MATHER, 2015). Mudanças

curriculares nos últimos anos resultaram na diminuição da carga horária da disciplina de anatomia nas universidades, sugerindo a necessidade de incluir novos métodos de ensino se adaptando a esta nova mudança (CROWTHER; BAILLIE, 2016). Essas novas formas de ensino, incluindo a utilização de métodos interativos, são necessárias, pois o perfil do aluno tem mudado tão rápido quanto o surgimento das novas técnicas. Sendo assim, é de grande importância a inclusão das mídias eletrônicas para o ensino (FONTANELLI et al., 2015).

O fato de se ter acesso às plataformas virtuais para ensino da anatomia pode ser extremamente motivador para os estudantes. Além disso, tais técnicas estão se tornando cada vez mais avançadas e, principalmente, mais acessíveis. A melhoria na qualidade do ensino, aliada ao incremento da capacidade dos alunos interagirem com o mundo virtual, tem o potencial de transformar significativamente a educação em anatomia (STEPAN et al., 2017).

A inclusão de novas técnicas ao ensino traz vantagens tais como a flexibilidade de acesso ao material de estudo, no qual o aluno poderá escolher o melhor horário, local, ritmo e qual o processo de aprendizagem que se adeque a ele, além do fato de que o material poderá ser acessado também fora da sala de aula (FAZAL-UR-REHMAN; KHAN; YUNUS, 2012; BOYD; CLARKSON; MATHER, 2015).

Assim, o ensino virtual da anatomia, mediante a utilização de imagens, computadores e tablets é eficaz, estimula o aprendizado, permite expor o material de maneira clara, possibilitando novas formas de estudo para cada aluno individualmente (MACHADO; BARBOSA; FERREIRA, 2013; ALSAID, 2016). Ao seu turno, as novas formas tecnológicas de ensino trazem consigo vantagens, como o fato de favorecer e promover bem-estar animal, já que diminuirá o número de animais que serão utilizados e aumentar a vida útil do material e dos recursos (SCHOENAU; SCHOENAU, 2013; BOYD; CLARKSON; MATHER, 2015).

Quando comparada às técnicas tradicionais, a utilização de ferramentas interativas e fotorrealistas sustenta um método que apresenta um ganho significativo no conhecimento e no rendimento pedagógico. Além disso, a utilização de programas que disponibilizam o conteúdo específico de neuroanatomia é eficaz para sanar a dificuldade encontrada nessa determinada área (LINTON; SCHOENFELD-TACHER; WHALEN, 2005; DE FARIA et al., 2016).

A dissecação é um método que se mostra bastante eficaz para estimular o aprendizado da anatomia, mas está cada vez mais difícil, devido a crescente indisponibilidade de materiais para esse fim (CHANG; MOLNÁR, 2015).

Assim, a aprendizagem assistida por computador é uma modalidade que poderá ser usada para complementar e melhorar o ensino da anatomia, mas não como forma substitutiva.

Tais métodos podem ser complementares, pois estes não substituem a utilização de cadáveres. O aprendizado da anatomia macroscópica por meio de dissecação continua sendo de grande importância, possibilitando a disponibilização da noção tridimensional para o aluno e até mesmo o primeiro contato com um cadáver (FAZAL-UR-REHMAN; KHAN; YUNUS, 2012; PAPA; VACCAREZZA, 2013; DRAKE; MCBRIDE; PAWLINA, 2014).

Por isso, ferramentas que auxiliam o ensino de forma virtual, são complementares, distinguindo-se como material de grande importância, mas não substitui o ensino prático e presencial, especialmente na área da medicina veterinária. Atualmente, profissionais médicos veterinários que se formam nas modalidades de ensino à distância, com aulas práticas presenciais menores que 80% da carga horária total do curso, não são aceitos para inscrição do CRMV (Conselho Regional de Medicina Veterinária), sendo impedidos de exercerem a profissão. Ademais, os profissionais que se responsabilizam pelos cursos à distância podem sofrer punição ético-disciplinar (DRAKE; MCBRIDE; PAWLINA, 2014; CFMV, 2019).

Entretanto, novos métodos de aplicação e ferramentas de ensino como a utilização de um modelo 3D do osso temporal, dentre os residentes da especialidade neurocirurgia, já vem sendo utilizados, demonstrando resultados satisfatórios, pois o modelo contém estruturas anatômicas precisas, e pode ser utilizado mediante um ambiente virtual e imersivo, permitindo a interação do usuário (MORONE et al., 2019). Para a área de anestesia neuroaxial implementou-se a utilização de modelos anatômicos virtuais interativos, que permitem a visualização de várias perspectivas lombares de interesse anestésico (PRATS-GALINO et al., 2015).

A aplicação dos novos métodos de ensino-aprendizagem na neuroanatomia pode abranger desde alunos de graduação matriculados em cursos da área da saúde, até mesmo profissionais que buscam aprimorar seus conhecimentos. A criação de um simulador “touch” apresenta um grande avanço para a neurocirurgia, por exemplo. Permite o acesso a um modelo 3D que explora cada região e estrutura do cérebro a partir de um toque, no local referente a estrutura, no modelo (PANCHAPHONGSAPHAK; BURBKART; RIENER, 2007).

Existem alguns modelos de plataformas focadas em neuroanatomia humana, as quais disponibilizam modelos 3D das estruturas internas do cérebro, permitindo a comparação com estruturas 2D oriundas de Ressonância Nuclear Magnética. Estas se mostraram extremamente eficazes na percepção dos estudantes de medicina para identificar estruturas em secções do cérebro (DRAPKIN et al., 2015).

A surpreendente avalanche de máquinas e de tecnologia tem sido importante para o estudo multidisciplinar da neuroanatomia, permitindo a possibilidade de um conhecimento mais completo de um sistema tão complexo (DUQUE-PARRA, 2001). Tanto que nos últimos 20 anos houve um avanço considerável da neuroanatomia computacional, permitindo que as estruturas do cérebro pudessem ser avaliadas de maneira mais detalhada e criteriosa. Houve um grande destaque para a avaliação do cérebro mediante de secções transversais, permitindo uma melhor visualização e avaliação das estruturas que se localizam internamente e atuam em funções vitais para o organismo. Pesquisas envolvendo a neuroanatomia são cada vez mais crescentes e complexas, envolvendo até mesmo a inteligência artificial (DAVATZIKOS, 2017).

A seu turno, o ensino da neuroanatomia está também em constante progressão, assim como as reformas curriculares, contudo o processo ocorre de forma lenta, baseado em grande parte na teoria e ideologias educacionais (HAZELTON, 2011).

A interdisciplinaridade e multidisciplinaridade curriculares têm recebido grande destaque nos últimos anos, por serem práticas que auxiliam os alunos e profissionais no aprendizado e, até mesmo, na troca de experiências (RESNICK, 2015). A correlação de disciplinas básicas (ex: anatomia, fisiologia e bioquímica), com disciplinas profissionalizantes (ex: clínica, cirurgia, patologia e imagem), agregam valor na formação profissional, permitindo a aplicação de todo conceito que é aprendido e consequentemente da pesquisa estratégica e tecnológica. Com isso, o aluno pode, por exemplo, ter uma boa base em anatomia e correlaciona-la com as funções das estruturas, aplicação clínica, acessos cirúrgicos e diagnóstico por imagem (ESEONU; CARACHI; BRINDLEY, 2013; MACHADO; BARBOSA; FERREIRA, 2013; CROWTHER; BAILLIE, 2016).

Em outro âmbito, a multi e a interdisciplinaridade contribuem para a percepção pública do valor da ciência. Tópicos de pesquisas que focam os problemas, constituem grandes desafios, os quais têm sido mais atraentes para o público em geral. No ambiente científico a multidisciplinaridade está presente algumas vezes de forma espontânea. Muitos pesquisadores são qualificados em uma determinada área, mas, para o fim da pesquisa acabam se envolvendo com diferentes profissionais de áreas distintas, resultando em um tipo de produção mais eficaz (BLAINEY, 2016; HORWITZ, 2016).

A interdisciplinaridade aborda a relação entre disciplinas, mas pode também abranger as habilidades interpessoais, promover equipes mais produtivas e com relacionamentos fortes, e, até mesmo, obter uma mistura adequada de culturas, disciplinas, idiomas e uma visão compartilhada para gerenciamento de projetos (O'REILLY et al., 2017; PISCHKE et al., 2017).

3.2 Organização do Sistema Nervoso Central e especificidades sobre o Macaco-prego (*Cebus apella*)

A utilização de várias espécies animais em pesquisas científicas ao longo da história tem sido comum, mas agora há um foco nos primatas não humanos, incluindo o *Cebus apella* devido ao seu pequeno porte, o manuseio fácil e a capacidade de se reproduzir bem em cativeiro, além de não integrarem a lista de animais sob ameaça de extinção. São comumente encontrados e utilizados por sua semelhança anatômica com outros animais e principalmente com o ser humano (TEIXEIRA, 2005).

O *Cebus apella* é um animal encontrado por quase todo o Brasil e no Continente Sul-Americano (RIBEIRO, 2002). Além de viver nas matas, ele se adapta bem à vida em cativeiro, podendo apresentar comportamento comum ao observado quando em liberdade, como o hábito de locomoção na maior parte do tempo, interação entre os filhotes e o macho dominante (RIBEIRO, 2002; BARIANI, 2007). Pertence ao gênero *Cebus*, constituído por 1 espécie e 32 subespécies (RYLANDS et al., 2000). Vivem em grupos de 8 a 30 indivíduos, cujos adultos podem pesar até 4 kg (PISSINATTI; SILVA; ANDRADE, 2014). Pertencem à família *Cebidae*, na qual incluem-se primatas de médio porte, que podem estar presentes nas regiões tropicais e subtropicais (RIBEIRO, 2006).

A utilização de primatas não humanos para o estudo da anatomia humana tem sido uma prática comum desde os primeiros estudos nesta área. Os primatas foram também utilizados para estudos na época em que cadáveres humanos eram restritos devido às crenças religiosas. Sendo assim, os macacos eram animais amplamente utilizados pelo fato de serem os que mais se assemelham aos seres humanos (TEIXEIRA, 2005).

A realização de pesquisas com modelos animais da fauna brasileira permite ampliar o conhecimento sobre cada espécie, promover o bem-estar e a preservação das mesmas, já que muitas constam da lista ameaçadas de extinção (TEIXEIRA, 2005).

A demanda por primatas não humanos como modelo na pesquisa científica reforça a importância desses animais. Nesse contexto, podem ser considerados até mesmo insubstituíveis (PISSINATTI; SILVA; ANDRADE, 2014).

Assim como os Parques Zoológicos, os Jardins Botânicos, os Institutos de Pesquisa e os criatórios particulares, as Universidades também tem um papel importante na disponibilidade de materiais e informações para a pesquisa científica visando à preservação da natureza (TEIXEIRA, 2005).

Pelos motivos descritos acima, é necessário focar na disponibilização de dados referentes aos sistemas orgânicos. Assim, o Sistema Nervoso encontra-se dividido, apesar de ser um sistema único. São adotados alguns critérios para que se realizem as divisões convencionais do Sistema, segundo aspectos anatômicos, aspectos funcionais, organização segmentar de algumas de suas partes e desenvolvimento ontogenético (embrionário). Segundo os aspectos anatômicos, é dividido em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP), sendo o Sistema Nervoso Central (SNC) composto pelo encéfalo e pela medula espinhal. Já o Sistema Nervoso Periférico (SNP) é composto por nervos, gânglios e terminações nervosas (KÖNIG e LIEBICH, 2014; PRADA, 2014). Quando ao seu aspecto funcional, considera-se a divisão em: SN Somático e SN Visceral. No SN Somático o componente aferente ou sensitivo realiza a condução dos impulsos captados em receptores periféricos até os centros nervosos, enquanto o componente eferente ou motor é responsável por efetuar movimentos voluntários e automatizados, através da ligação dos centros de comando superiores aos músculos estriados esqueléticos. Já o SN Visceral recebe informações do meio interno e efetua a resposta através da musculatura lisa, cardíaca e estruturas glandulares (PRADA, 2014). Segundo a organização segmentar ou metamérica de algumas de suas partes, o SN se divide em SN Segmentar, composto pela medula espinal e tronco encefálico, e SN Supra segmentar, composto pelo cérebro e cerebelo (PRADA, 2014). Em relação ao desenvolvimento ontogenético (embrionário), o SN é originário embriologicamente do ectoderma. O SNC origina-se do tubo neural e o SNP da crista neural (LORENZ e KORNEGAY, 2006; PRADA, 2014). O SNC é responsável por coordenar as funções do corpo, sejam elas voluntárias, ou autônomas, consequentemente permitindo a sobrevivência do organismo no ambiente (KÖNIG e LIEBICH, 2014).

Analisando macroscopicamente o Sistema Nervoso Central, o que se destaca no cérebro são os hemisférios cerebrais, além do cerebelo, enquanto na medula oblonga é possível visualizar apenas uma parte que está em continuidade à medula espinal. Cada hemisfério cerebral exibe um padrão de elevações, que são denominadas giros, e outro padrão de depressões, que são denominadas sulcos, que são distintos entre as espécies. A configuração superficial do cerebelo é de um tipo que se apresenta de forma mais pronunciada (DYCE, 2010).

O Macaco-prego possui um telencéfalo bem desenvolvido com dois hemisférios divididos pela fissura longitudinal do cérebro e apresentando os lobos frontal, parietal, temporal e occipital evidenciados, além de sulcos bem demarcados (WATANABE; MADEIRA, 1982).

Os primatas, quando comparados a animais do mesmo porte, apresentam o cérebro maior. Ademais, possuem maior quantidade de neurônios corticais em relação a outros mamíferos com cérebro de tamanho equivalente (ROTH; DICKE, 2012).

Watanabe e Madeira (1982) descrevendo e comparando o cérebro do macaco-prego com o do *Callithrix jacchus* com o do ser humano, observaram que em relação a outras espécies, até mesmo de primata, este primeiro é mais desenvolvido, entretanto quando comparado ao humano é primitivo, apesar de apresentar grande semelhança.

Com o surgimento de novas técnicas e desafios no ensino e na ciência, faz-se necessária a realização de pesquisas voltadas para a criação de novas ferramentas de ensino (ESEONU; CARACHI; BRINDLEY, 2013; BOYD; CLARKSON; MATHER, 2015; CROWTHER; BAILLIE, 2016). Além disso, existe uma carência de materiais sobre o encéfalo e o cerebelo do Macaco-prego (PISSINATTI; SILVA; ANDRADE, 2014), sendo fatores que mostram a relevância e necessidade do presente estudo.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Criar uma plataforma como protótipo de website interativo para o estudo e ensino da neuroanatomia funcional comparada, elegendo inicialmente o modelo primata (Macaco-prego), sustentado pela descrição de lâminas de encéfalo e cerebelo da citada espécie.

4.2 Objetivos Específicos

4.2.1. Identificar e descrever as estruturas neuroanatômicas do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego, utilizando lâminas contendo secções transversais de encéfalo e cerebelo.

4.2.2. Correlacionar as estruturas anatômicas do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego com as lesões nas disfunções e síndromes neurológicas da espécie.

4.2.3. Elaborar um protótipo de website como forma de aproveitamento de tecnologias educacionais, aliada às técnicas anatômicas tradicionais para a complementação do ensino da neuroanatomia funcional comparada como uma ferramenta de ensino-aprendizagem em neuroanatomia: forma função.

4.2.4. Preservar o acervo de lâminas de neuroanatomia funcional comparada dos laboratórios de Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

5. MATERIAL E MÉTODO

5.1 Lâminas seccionais transversais do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego

A coleção de lâminas do Sistema Nervoso Central de Mamíferos e Aves do Departamento de Cirurgia, laboratório de Neuroanatomia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP) conta com um total de 5379 lâminas de cortes transversais e sagitais de encéfalo e medula espinal. Este acervo foi preparado para fins didáticos e de pesquisa na década de 70, sendo assim, além de fazer parte do meio científico, este material também é relevante por estar relacionado a um âmbito histórico.

A coleção está organizada em dois armários com gavetas compartimentadas para abrigar lâmina a lâmina, enumeradas seguindo a sequência metamérica de cortes. As gavetas estão separadas por espécie.

O acervo da Anatomia da FMVZ-USP possui lâminas SNC de: Humanos (*Homo sapiens*), Equinos (*Equus caballus*), Bovinos (*Bos taurus*), Ovinos (*Ovis aries*), Caprinos (*Capra aegagrus hircus*), Suínos (*Sus scrofa domesticus*), Caninos (*Canis lúpus familiaris*), Felinos (*Felis catus*), Ratos (*Rattus sp.*), Camundongos (*Mus musculus*), Galos (*Gallus galus domesticus*), Macacos-Prego (*Cebus apella*) e Cobaías (*Cavia Porcellus*). Dentre estas, foram selecionadas 116 lâminas correspondem ao Macaco-prego, com cortes transversais em diferentes secções do Sistema Nervoso Central (encéfalo e cerebelo).

Sendo assim, as 116 lâminas de encéfalo e cerebelo do Macaco-prego, pertencentes ao acervo do laboratório de Neuroanatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da FMVZ-USP, foram utilizadas conforme aprovação na Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, sob o número 9493070218. Estas foram separadas, contabilizadas, tendo sido enumeradas de 1 a 116 seguindo a sequência metamérica. As lâminas foram preparadas pela técnica de coloração de Pal-Weigert modificada para coloração das bainhas de mielina (RODRIGUES, 2010), nas quais

[...] os cortes são hidratados após a retirada da parafina, se for o caso, e, a seguir, colocados em solução aquosa de alúmen de ferro a 4% durante dois ou três minutos. Retira-se o excesso de alúmen com passagem rápida em água, corando-os depois na seguinte solução:

Carbonato de lítio.....	80 ml
Água destilada.....	1 g
Solução alcoólica a 10% de hematoxilina.....	20 ml

Quando imersos na solução corante, os cortes cobrem-se com espessa placa que se desfaz deixando a substância cinzenta mais escura do que a branca. Eles devem permanecer nessa solução por um período entre cinco e vinte minutos, conforme a inclusão e a espessura do corte. Examinando-se o corte contra a luz repetidas vezes, pode-se acompanhar essas modificações até o ponto em que a substância cinzenta se torna clara e transparente e a substância branca mais escura. Conclui-se o processo com várias lavagens em água, desidratação, diafanização e montagem. A permanência dos cortes na solução corante por um tempo muito longo (fase três) costuma ocasionar uma diferenciação excessiva, podendo-se, nesse caso, reiniciar-se o processo a partir da fase um. A solução alcoólica de hematoxilina a 10% pode ser fresca ou de estoque, mas a solução corante é usada imediatamente após o preparo, já que sofre alterações depois de vinte e quatro ou trinta e seis horas. Essa solução, no entanto, poderá ser usada para grande número de cortes. Resultados: bainhas de mielina em azul negro; células nervosas, amarelo palha e cinzentas; nucléolos e eritrócitos, negros. O fundo é transparente e praticamente incolor, tendo-se a também a opção de usar o carmim, o picrocarmim, a safranina, o cresil violeta etc. Usando-se alúmen e ácido na proporção de 19/1 obtém-se cortes de S.N.C. com uma coloração tricrômica que permite evidenciar, além das estruturas acima descritas, os corpos de Nissl em vermelho, acromática nuclear em azul violeta e as particularidades estruturais dos núcleos da glia. Essa coloração também pode ser usada nas musculaturas estriada e cardíaca. A estriação em azul escuro torna-se bem visível sobre o fundo pálido e descorado.

Na primeira fase da pesquisa, foi feita a higienização e restauração das lâminas com o objetivo de remover resíduos ou sujidades que se acumularam em decorrência do tempo de armazenamento e da falta de manutenção do material. Após a realização das etapas acima, as lâminas foram fotografadas sobre negatoscópio, com câmera Canon modelo EOS 60D e lente 18-135mm.

As imagens foram transferidas para o computador e ajustes foram feitos para facilitar a visualização das estruturas. As lâminas foram também foram organizadas em sequência metamérica de cortes. Todas as lâminas foram identificadas, entretanto dentre elas, foram selecionados cortes representativos de cada região dos hemisférios cerebrais e cerebelo, e foram demarcadas as áreas e cada estrutura presente, para facilitar o estudo e a visualização.

As estruturas identificadas nas lâminas seccionais transversais do sistema nervoso central do macaco-prego seguiram as características neuroanatômicas conforme o avanço dos cortes no sentido rostrocaudal.

Para os diferentes intervalos de lâminas foram escolhidos cortes representativos das regiões nas diferentes localizações dos cortes, onde foi possível estabelecer uma referência de localização de maneira a ilustrar quais estruturas estão presentes em cada sequência de cortes, servindo de guia para as demais lâminas que compõem o intervalo.

As estruturas neuroanatômicas foram identificadas e descritas através da consulta de literaturas sobre neuroanatomia e neurologia comparada (GETTY, 1986; ERHART, 1965; EVANS; DE LAHUNTA, 1994; DE LAHUNTA; GLASS, 2009; MACHADO, 2010; THOMSON; HAHN, 2012; EVANS; DELAHUNTA, 2013; PRADA, 2014; UEMURA, 2015; DEWEY; DA COSTA, 2016) e também pelo website “BrainInfo”, um atlas sobre neuroanatomia da Universidade de Washington. A nomenclatura foi fundamentada na Nômina Anatômica Veterinária e, para algumas estruturas, utilizou-se também a Nômina Anatômica Humana, pois alguns termos não contém na veterinária.

5.2 Correlações clínicas do Sistema Nervoso Central

Realizou-se uma consulta na literatura envolvendo a neuroanatomia e a neurologia clínica (GETTY, 1986; ERHART, 1965; EVANS; DE LAHUNTA, 1994; DE LAHUNTA; GLASS, 2009; MACHADO, 2010; THOMSON; HAHN, 2012; EVANS; DELAHUNTA, 2013; PRADA, 2014; UEMURA, 2015; DEWEY; DA COSTA, 2016) para que pudesse ser criada a parte contendo as correlações clínicas das estruturas do Sistema Nervoso Central com as alterações clínicas. Com isso, foi descrita e acrescentada ao material a associação entre o local da lesão e os possíveis sinais clínicos. Tendo então, esse tópico, o objetivo de incluir as relações anatomoclínicas. Foram criados desenhos representativos às estruturas abordando as suas respectivas funções.

5.3 Elaboração de uma plataforma como protótipo de website de neuroanatomia do Macaco-prego

Para a realização desta etapa de elaboração de uma plataforma como protótipo de website, foi utilizado o software *Adobe Experience Design CC (Beta)*, o qual permitiu a execução desta tarefa sem a necessidade de utilizar códigos e programação. Nele é possível ser disponibilizado, em uma interface simples, todo o material, permitindo inserir fotografias, esquemas representativos e textos abrangendo o conteúdo. Ademais, com a utilização deste software é possível a elaboração de vários layouts para serem utilizados em diferentes computadores, tablets e até mesmo celulares. Este software também permite que conteúdos possam ser acrescentados à plataforma futuramente, para que então todo o conteúdo sobre neuroanatomia funcional e comparada possa ser abrangido e disponibilizado.

6. RESULTADOS

6.1 Seleção e digitalização das lâminas

A primeira etapa do projeto foi a seleção e digitalização das lâminas para o computador. Dentre todo o material de Sistema Nervoso Central, as lâminas que correspondem ao Macaco-prego eram no total 127. No momento da seleção do acervo, o total de 11 lâminas se encontravam destruídas, o que impossibilitou a digitalização e identificação das estruturas presentes. Com isso, foram separadas 116 lâminas que foram digitalizadas, as quais era possível a visualização das estruturas. Estas foram organizadas em uma sequência metamérica de cortes transversais e enumeradas de 1 a 116 para posterior descrição. Apesar de todas as lâminas terem sido descritas, foram selecionadas lâminas representativas de determinados intervalos, pois muitas delas apresentavam as mesmas estruturas em vários cortes. Sendo assim, foram selecionadas as lâminas de cada intervalo à medida que alguma estrutura deixava de ser observada no corte e então outras estruturas iam surgindo. Sendo assim, todas as lâminas tiveram suas estruturas identificadas e descritas, e as representativas de cada intervalo puderam ser também descritas no texto.

Para a descrição das estruturas presentes no Sistema Nervoso Central do Macaco-prego, foi utilizada a Nomenclatura Anatômica Veterinária, mas, em algumas situações, foi utilizada também a Nomenclatura Anatômica Humana, pelo fato de que algumas estruturas que estão presentes no encéfalo e cerebelo do Macaco-prego não se encontram nos demais animais domésticos e estão presentes no ser humano. Os termos que foram utilizados da Nomenclatura Anatômica Humana, foram adaptados para termos utilizados na Nomenclatura Anatômica Veterinária. Com isso, termos como “anterior” e “posterior” foram substituídos por “rostral” e “caudal” respectivamente, além disso, termos como “superior” e “inferior” foram substituídos por “dorsal” e “ventral” respectivamente.

Apesar de muitos autores utilizarem para primatas os termos comuns àqueles utilizados para referenciar estruturas presentes nos seres humanos, neste trabalho foi feita a escolha de utilizar os termos adaptados para a forma com que são descritos na Nomenclatura Anatômica Veterinária. Mesmo que o Macaco-prego seja um animal que apresente a bipedia, ela é denominada “bipedia facultativa”.

Em cortes transversais tomando-se como referência o lobo frontal e parte rostral do lobo temporal, foi possível observar o sulco lateral bem demarcado, assim como a fissura

longitudinal do cérebro, a qual separa os dois hemisférios cerebrais. Neste corte apareceu um largo espaço entre eles. Os giros frontais dorsais localizavam-se na região dorsal do cérebro. Ventralmente à estes foram identificados os giros do cíngulo, separados pelo sulco do cíngulo dorsalmente. O núcleo caudado foi bem evidenciado e posicionado dorsomedialmente à cápsula interna e lateralmente aos ventrículos laterais. A cápsula interna por sua vez encontrava-se bem demarcada. Seguia um trajeto ventro-medial desde o centro branco medular, na região ventral à coroa radiada, até se relacionar, na sua extremidade ventral, com a comissura rostral. Neste trajeto ela separava o núcleo caudado dorsomedialmente do putâmen ventrolateralmente.

O claustró foi identificado bem caracterizado relacionando-se com a cápsula extrema em sua borda lateral e com a cápsula externa em sua borda medial. Observou-se também os ventrículos laterais que se estendiam desde a parte ventral do corpo caloso até a região dorsal da comissura rostral. Medialmente apareciam as colunas do fórnix (Figura 1).

Figura 1: Secção transversal em nível do cérebro à altura do lobo frontal e da parte rostral do lobo temporal. Lâmina correspondente ao intervalo de número 65.

Fonte: SANTOS (2019).

A região preóptica foi identificada medioventralmente à comissura rostral. Medianamente observou-se uma pequena abertura do terceiro ventrículo. Ventralmente o quiasma óptico foi bem evidenciado. Verificou-se a presença do giro temporal dorsal e ventral separados pelo sulco temporal dorsal e ventral na região ventral do cérebro. O giro temporal dorsal direcionava-se dorsalmente, sobrepondo-se à ínsula. Notou-se ainda o giro

occipito-temporal localizado medioventralmente ao giro temporal ventral. O corpo amigdalóide foi identificado dorsalmente ao giro occipito-temporal (Figura 1).

Em corte feito entre os lobos frontal e temporal e uma pequena parte do lobo parietal, na região do núcleo rostral do tálamo, verificou-se a presença do giro do cíngulo, localizado na região dorsal ao corpo caloso, ventralmente ao giro frontal dorsal, separado deste pelo sulco do cíngulo. O corpo caloso apresentou-se bem caracterizado, permitindo comunicação entre os dois hemisférios cerebrais.

O corpo do fórnix apareceu na região ventral do corpo caloso, relacionando-se lateralmente com os ventrículos laterais. Estes, por sua vez, encontravam-se com tamanho reduzido, mas bem demarcados. Observou-se o núcleo caudado deslocando-se dorsolateralmente, relacionando-se ventralmente com a cápsula interna, separando este do putâmen. Neste corte identificou-se o corpo estriado que é composto pelo núcleo caudado, a cápsula interna, o putâmen e o globo pálido, estando todos bem demarcados e de fácil visualização.

O globo pálido encontrou-se bem evidenciado e dividido em seus segmentos interno e externo pela lâmina medular medial. Este, em seu aspecto lateral, relacionava-se com o putâmen, sendo separado pela lâmina medular lateral, formando uma estrutura denominada núcleo lentiforme a qual foi visualizada com clareza.

Os núcleos talâmicos rostrais puderam ser visualizados dispostos um de cada lado ventralmente à coluna do fórnix. A cápsula externa, extrema e o claustró apareceram a este nível de uma forma menos demarcada, mas ainda de possível identificação.

O terceiro ventrículo foi observado agora maior e com maior extensão na região medial do cérebro. Em sua extremidade ventral notou-se o infundíbulo da hipófise em formato de funil e alongado, onde em suas laterais e ventral aos globos pálidos em ambos os lados está o trato óptico bem demarcado e de fácil visualização. Os giros temporais puderam ser observados e se encontravam bem delimitados pelos seus respectivos sulcos. Medial aos giros temporais observou-se nesse corte a presença do hipocampo (Figura 2).

Figura 2: Corte transversal dos lobos frontal, temporal e uma pequena parte do lobo parietal, na região do núcleo talâmico rostral. Lâmina correspondente ao intervalo de número 85.

Fonte: SANTOS (2019).

Em corte transversal dos lobos frontal, parietal e temporal, na região dos núcleos talâmicos observou-se os núcleos caudados em ambos os antímeros de tamanho menor, relacionando-se lateralmente com a cápsula interna e medialmente com os ventrículos laterais. A cápsula interna pôde ser vista em trajeto ventromedialmente, apresentando-se larga e com suas fibras sem continuidade na região do putâmen e do núcleo caudado. As colunas do fórnix puderam ser observadas na extremidade ventral da cápsula interna, em ambos os antímeros. O núcleo lentiforme apresentou-se com suas divisões ainda mais evidentes e bem demarcadas. A cápsula extrema e a cápsula externa estavam bem evidenciadas e bem demarcadas, assim como o claustro. Abaixo do corpo do fórnix, foi possível identificar o núcleo rostral do tálamo e ventralmente a ele observou-se o núcleo medial do tálamo. Já o núcleo lateral do tálamo foi observado com tamanho maior que os demais núcleos e lateral ao núcleo talâmico medial, sendo que em sua extremidade posterior identificou-se o fascículo mamiló-hipotalâmico como uma estrutura pequena e escura, mas bem caracterizada.

Na região central do corte, pudemos observar o terceiro ventrículo como um pequeno filete, sendo que ventralmente a ele se encontra o infundíbulo da hipófise. O trato óptico apresentou-se grande e bem demarcado, localizando-se lateral ao infundíbulo e dorsal ao hipocampo (Figura 3).

Diagrama de uma seção coronal do cérebro humano, mostrando as seguintes estruturas anatômicas:

- Corpo caloso
- Globo pálido (lâmina medular medial)
- Lâmina medular lateral
- Cápsula externa
- Putame + Globo pálido = Núcleo lentiforme
- Claustro
- Cápsula extrema
- Trato óptico
- Coluna do fórnix
- Corpo do fórnix
- Núcleo caudado
- Núcleo rostral do tálamo
- Núcleo medial do tálamo
- Núcleo lateral do tálamo
- Fascículo mamilohipotalâmico
- III ventrículo
- Infundíbulo da hipófise
- Hipocampo

Em corte transversal através dos corpos mamilares pôde-se observar tanto o núcleo rostral do tálamo, quanto o medial e o lateral bem evidenciados. A cápsula interna apresentou-se bem demarcada e com suas fibras em continuidade, separando o núcleo caudado do putâmen. Este último, por sua vez, foi bem evidenciado e separado do globo pálido pela lâmina medular lateral. Já o globo pálido apresentou seus dois segmentos bem evidenciados e separados pela lâmina medular medial.

Os corpos mamilares puderam ser notados e se apresentaram como duas estruturas bem demarcadas em formato oval, entre o trato óptico que por sua vez apresentou-se bem evidenciado e de possível identificação. Ventralmente ao trato óptico está o hipocampo, bem evidente e nele pode-se observar a fissura hipocampal dividindo o úncus na região dorsal (Figura 4).

Figura 4: Corte frontal passando pelos corpos mamilares. Lâmina correspondente ao intervalo de número 92.

Fonte: SANTOS (2019).

Em corte transversal, através dos lobos frontal, parietal e temporal na região da parte caudal do terceiro ventrículo observaram-se os giros do cíngulo bem caracterizados e demarcados pelo sulco do cíngulo, que se localiza dorsalmente ao giro. O corpo do núcleo caudado apresentou-se de tamanho reduzido e aparecendo lateralmente, relacionando-se medialmente com os ventrículos laterais. Na região medial do corte, notou-se a presença do tálamo posicionado ventralmente ao fórnix, sendo que em sua extremidade dorsal está localizada a estria medular do tálamo.

O putâmen encontrou-se bem caracterizado e evidente, enquanto o globo pálido não estava muito bem evidenciado e apresentou-se de tamanho reduzido. O trato óptico e o hipocampo também foram observados, sendo que o trato óptico encontrava-se deslocado lateralmente.

O terceiro ventrículo apresentou-se como uma pequena abertura situada na parte central do corte. Neste corte o lobo temporal não se apresentou bem demarcado como nos demais, e seus sulcos e divisões não puderam ser observadas. A base do pendúnculo cerebral foi observada e apresentava em continuidade com a cápsula interna. O hipocampo foi observado, nele identificando-se também a fissura hipocampal. Dorsolateralmente ao hipocampo notou-se o núcleo caudado relacionando-se lateralmente com a borda medial do centro branco medular (Figura 5).

Figura 5: Corte transversal dos lobos frontal, parietal e temporal na região da parte caudal do terceiro ventrículo. Lâmina correspondente ao intervalo de número 97.

Fonte: SANTOS (2019).

Em corte transversal passando pela região da ponte e do pedúnculo cerebral observou-se o corpo caloso bem evidenciado com suas fibras comissurais fazendo a comunicação dos hemisférios cerebrais. O corpo do núcleo caudado encontrava-se de tamanho reduzido e deslocado lateralmente, relacionando-se medialmente com os ventrículos laterais. Ventralmente a ele observou-se a região do pulvinar do tálamo bem evidenciada e posicionando-se dorsalmente ao corpo geniculado medial que se encontrava bem demarcado e relacionando-se medialmente com o lemnisco lateral.

A cauda do núcleo caudado foi observada bem demarcada e ventralmente a ela observou-se o hipocampo bem evidenciado, em sua extremidade medial notou-se o úncus. Entre o hipocampo e a cauda do núcleo caudado, notou-se a presença do corno inferior do ventrículo lateral. Na região central do corte identificou-se o aqueduto mesencefálico, sendo contornado pela substância cinzenta periaquedutal que se encontrava bem demarcada. Dorsalmente a estas estruturas está a comissura rostral que pode ser identificada neste corte. Dorsalmente a esta comissura encontra-se a glândula pineal bem demarcada e de fácil visualização. Ventralmente a essas estruturas e na região central do corte observou-se o fascículo longitudinal medial.

Neste corte, foi possível identificar o núcleo pulvinar medial que se encontrava relacionado lateralmente com o corpo geniculado medial. O núcleo rubro foi observado em ambos os lados e posicionado ventralmente ao fascículo longitudinal medial. A substância

negra assim como o pedúnculo cerebral estavam presentes e localizados na região ventral ao núcleo rubro (Figura 6).

Figura 6: Corte transversal passando pela região do pedúnculo cerebral. Lâmina correspondente ao intervalo de número 100.

Fonte: SANTOS (2019).

Em corte transversal na região do colículo caudal identificou-se o aqueduto mesencefálico na região central, contornado pela substância cinzenta periaquedutal, e posicionado ventralmente a comissura do colículo caudal. Ventralmente à substância cinzenta periaquedutal notou-se o fascículo longitudinal medial. Nas laterais da região dorsal, observou-se o colículo caudal como uma estrutura grande e arredondada, notando-se lateralmente a ele o lemnisco lateral como uma faixa escurecida e, na região ventral, observou-se ainda a presença do lemnisco medial.

Verificou-se a presença do nervo trigêmeo posicionado ventralmente à substância cinzenta central. Identificou-se também a decussação do pedúnculo cerebelar rostral situada ventral ao fascículo longitudinal medial, bem demarcada e como uma estrutura arredondada de coloração mais clara. Na extremidade ventral do corte identificou-se a base do pedúnculo cerebral (Figura 7).

Figura 7: Corte transversal na região do colículo caudal. Lâmina correspondente ao intervalo de número 102.

Fonte: SANTOS (2019).

Neste corte observou-se uma secção transversal do cerebelo, em que, em sua disposição central, verificamos a substância branca do cerebelo, com disposição arboriforme. Suas ramificações apresentavam-se bem demarcadas e contornadas em sua borda pela substância cinzenta do cerebelo (Figura 8).

Figura 8: Corte transversal do cerebelo. Lâmina correspondente ao intervalo de número 110.

Fonte: SANTOS (2019).

Na região central da substância branca do cerebelo, notou-se o núcleo denteado com contorno irregularmente pregueado e medialmente a ele, o núcleo globoso. Ainda na região medial observou-se uma pequena porção do declive.

Ventralmente a ele observamos a úvula bem demarcada e localizada na região central do corte. Na região lateral de dorsal para ventral, observamos na sequência o lóbulo quadrangular, o lóbulo simples, o lóbulo ansiforme com o pilar rostral e caudal e o lóbulo paramediano (Figura 8).

6.2 Técnica de coloração dos cortes transversais do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego (*Cebus apella*)

As lâminas utilizadas no trabalho pertencem a um acervo que contém um total 5379 lâminas de Sistema Nervoso Central de diferentes espécies de animais domésticos, silvestres e também do ser humano. Esse material foi preparado na década de 70 e desde então pertence ao laboratório de Anatomia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP). As lâminas foram preparadas e coradas pela técnica de Pal-Weigert modificada coloração das bainhas de mielina.

Nessa técnica, a substância branca, ou centro branco medular, contendo axônios de neurônios mielinizados, é corada em azul escuro. Enquanto a substância cinzenta, que contém os corpos de neurônios, o núcleo lentiforme e o putâmen, foi evidenciada em coloração predominantemente cinza. Com isso, foi possível observar que a coloração encontrada nas lâminas de Sistema Nervoso Central usadas no presente estudo, foi a mesma que é descrita pela técnica de Pal-Weigert.

6.3 Correlações anatomoclínicas do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego

Para a descrição das síndromes neurológicas e associação com o local das lesões foram criadas ilustrações esquemáticas de secções transversais medianas do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego. Em cada ilustração foram destacadas estruturas relacionadas a cada síndrome citada (Figuras 9 a 17).

Foi identificada e demarcada a região do córtex cerebral, denominada também como substância cinzenta, onde estão presentes estruturas como os corpos de neurônios

desmielinizados. Quando acometida por lesões, esta região apresenta alterações e manifestações clínicas relacionadas ao comportamento alterado, depressão, convulsões, alterações de marcha e déficit postural, este último geralmente apresenta-se contralateral à lesão.

Alterações nos hemisférios cerebrais, nos núcleos da base, no bulbo olfatório, nos pedúnculos cerebrais, nos lobos piriformes e no hipocampo podem se manifestar clinicamente através de déficits visuais e cegueira, depressão, convulsões, déficits posturais na região contralateral e déficits sensoriais também contralaterais.

Figura 9: Ilustração esquemática de lâminas seccionais transversais do encéfalo do Macaco-prego enfatizando o córtex cerebral e o centro branco medular.

Fonte: SANTOS (2019).

O tálamo e o hipotálamo estão presentes na região do diencéfalo. O tálamo está relacionado diretamente com as funções sensitivas, com exceção dos impulsos olfatórios, todos os impulsos sensitivos passam pelo tálamo antes de chegar ao córtex cerebral. Além disso, suas funções também estão ligadas à motricidade, ao comportamento emocional e com a ativação do córtex. Quando o tálamo e o hipotálamo são acometidos por lesões, estes apresentam manifestações clínicas como comportamento alterado, alterações na resposta à estímulos

sensoriais, depressão, convulsões, disfunções endócrinas e autônomas, além de déficit locomotor e postural os quais apresentam-se contralateral à lesão.

O tronco encefálico é formado pelo mesencéfalo, pela ponte e pelo bulbo. Quando ocorre alguma lesão nestas estruturas citadas, as manifestações clínicas são descritas como: depressão, estupor ou coma, alteração na resposta à estímulos sensoriais, déficit motor do bulbo ocular, (lesão mesencefálica), déficit postural e de propriocepção (podendo ser ipsilateral ou contralateral), déficit locomotor e incoordenação ou espasticidade (lesões na ponte).

No aparelho vestibular estão presentes o bulbo (ou medula oblonga), o pedúnculo cerebelar e o cerebelo. Em casos de lesões nas estruturas citadas, as manifestações clínicas são observadas como depressão (em casos de lesões focais), inclinação ou rotação lateral da cabeça, incoordenação e déficits posturais, incoordenação, espasticidade e ataxia. Quando ocorrem lesões do cerebelo, ocorrem manifestações clínicas de incoordenação e espasticidade, dismetria, ataxia, tremores, nistagmo e déficits posturais e de reação a ameaça.

Figura 10: Ilustração esquemática de lâminas seccionais transversais do encéfalo do Macaco-prego enfatizando o núcleo caudado e o putâmen. NuCa: Núcleo Caudado. Pu: Putâmen.

Fonte: SANTOS (2019).

Figura 11: Ilustração esquemática de lâminas seccionais transversais do encéfalo do Macaco-prego enfatizando o tálamo e o hipotálamo.

Fonte: SANTOS (2019).

Quando ocorre o acometimento de mais de uma região do Sistema Nervoso Central, as alterações manifestadas podem ser características de Síndromes Neurológicas, as quais também apresentam alterações neurológicas.

Na Síndrome Cerebral pode-se notar a manifestação de anormalidades locomotoras, que podem ser discretas, o estado mental e comportamento podem se apresentar como depressão, pode ocorrer também a respiração irregular, cegueira, pressão da cabeça contra obstáculos e andar em círculos em casos de lesões unilaterais (Figura 12).

Em casos de Síndrome Mesencefálica, pode apresentar alterações na formação reticular, nos núcleos dos nervos cranianos III e IV e no núcleo rubro, que se manifestam através de sinais clínicos como anormalidades locomotoras, alteração no estado mental, midríase não responsiva ou miose, e estrabismo (Figura 13).

Estruturas como a ponte, a medula oblonga e a formação reticular podem ser afetadas em conjunto, caracterizando a Síndrome Pontinobulbar. As manifestações clínicas apresentadas nesta síndrome estão relacionadas a anormalidades locomotoras, alteração nos nervos cranianos e alteração no estado mental (Figura 14).

Na Síndrome Vestibular Central, as estruturas acometidas por lesões podem ser a ponte, o núcleo rubro, o cerebelo e os pedúnculos cerebelares. Quando ocorrem afecções nestas estruturas, as manifestações clínicas apresentam-se como nistagmo horizontal, rotacional,

vertical ou posicional, déficits no V, VI e VII pares de nervos cranianos, podendo ainda ocorrer sinais cerebelares, perda de equilíbrio, quedas, rotação de cabeça e estrabismo (Figura 15).

Alterações no diencéfalo, na medula oblonga e no cerebelo podem ser característicos de Síndrome Cerebelar e as manifestações clínicas apresentadas são: tremores de intenção na cabeça, anormalidades locomotoras (podendo apresentar hipermetria), nistagmos, alteração na resposta de ameaça visual, aumento da área de sustentação do corpo (em ampla base) (Figura 16).

Quando lesões acometem múltiplas estruturas e múltiplos locais no Sistema Nervoso Central caracteriza-se como Síndrome Multifocal. Esta por sua vez reconhecida pela presença de sinais clínicos que representam mais de uma síndrome (Figura 17).

Figura 12: Ilustração esquemática em secção sagital mediana do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego evidenciando o local acometido na Síndrome Cerebral.

Fonte: SANTOS (2019).

Figura 13: Ilustração esquemática em secção sagital mediana do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego evidenciando o local acometido na Síndrome Mesencefálica.

Fonte: SANTOS (2019).

Figura 14: Ilustração esquemática em secção sagital mediana do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego evidenciando o local acometido na Síndrome Pontinobulbar.

Fonte: SANTOS (2019).

Figura 15: Ilustração esquemática em secção sagital mediana do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego evidenciando o local acometido na Síndrome Vestibular.

Fonte: SANTOS (2019).

Figura 16: Ilustração esquemática em secção sagital mediana do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego evidenciando o local acometido na Síndrome Cerebelar.

Fonte: SANTOS (2019).

6.4 Elaboração de uma plataforma como protótipo de website de neuroanatomia animal

Figura 17: Ilustração esquemática em secção sagital mediana do Sistema Nervoso Central do Macaco-prego evidenciando o local acometido na Síndrome Multifocal.

Fonte: SANTOS (2019).

Foi criado um protótipo de website para a elaboração da plataforma de ensino em neuroanatomia animal, através do software Adobe Experience Design CC. Com este software é possível prototipar plataformas, sites e aplicativos, quem podem ser adaptados a qualquer formato e sem a necessidade de utilizar códigos de programação. Com isso, facilita o uso e possibilita a criação sem precisar ter um conhecimento prévio sobre programação. Ao abrir o software, existe a possibilidade de criar um conteúdo que pode ser acessado em computadores, tablets ou celulares, sendo totalmente personalizado de acordo com as necessidades ou objetivo do projeto. Para isso foram elaborados modelos para uso em computadores, tablets e celulares, possibilitando ser acessado em qualquer dispositivo e facilitando então o contato com o conteúdo.

Para que todas as páginas pudessem interagir entre si, foi necessário ligá-las através de comandos dentro do software. Este processo é realizado a partir da seleção de uma página, ou aba, e então o cursor é ligado até a página que deve ser executada a ação.

Quando se clica em um determinado item, automaticamente a plataforma será direcionada para a página que foi previamente selecionada para execução do comando. Sendo assim, torna-se possível a interação com todos os diferentes conteúdos que estão presentes dentro da plataforma de forma objetiva (Figura 18).

A organização da plataforma foi realizada em algumas divisões relacionadas ao processo de execução do projeto. Nela foram criadas diferentes páginas e segmentos contendo diferentes informações e conteúdos.

Figura 18: Organização dos comandos da plataforma de neuroanatomia comparada.

Fonte: SANTOS (2019).

No layout da página inicial foram acrescentadas informações sobre a equipe que compõe o projeto de neuroanatomia comparada e foram descritas informações a respeito da origem do material (lâminas de Sistema Nervoso Central), sendo pertencentes ao laboratório de Neuroanatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Ademais, foi destaca a importância desse material, que pode ser considerado até mesmo um patrimônio nacional. Apesar de no presente trabalho ter sido realizada a descrição e criação de conteúdo utilizando o modelo de primata (Macaco-prego), foram criadas seções separadas dentro da página inicial da plataforma, para que futuramente as demais espécies que vem sendo estudadas e descritas (felinos, bovinos, equinos,

ovinos, caprinos, suínos e roedores) possam também ser acrescentadas e assim completar todo o conteúdo de neuroanatomia comparada.

Uma lâmina de corte transversal do encéfalo, contendo as identificações das estruturas mediante diferentes partes coloridas, foi selecionada para servir como logotipo e botão “home” da plataforma. Este botão “home” foi adicionado no canto superior esquerdo e quando ele é clicado, mesmo que em qualquer página da plataforma, executa a ação de direcionar para a página inicial (Figura 19).

Figura 19: Página inicial da plataforma de neuroanatomia comparada.

Fonte: SANTOS (2019).

Na parte esquerda da página inicial da plataforma, existe um item denominado “Macaco-prego”. Ao clicar neste ícone, a plataforma é direcionada para a página que compreende o conteúdo de neuroanatomia do Macaco-prego. Nesta página, existem três ícones contendo diferentes opções. O primeiro foi denominado “Atlas Descritivo”, o segundo “Estruturas e Funções” e o terceiro “Correlações Anatomoclínicas”. Abaixo de cada ícone foi adicionada uma imagem representativa do material que cada um irá abordar. Ao clicar em cada ícone ou imagem, a plataforma será direcionada para a página com o conteúdo referente (Figura 20).

Figura 20: Página que compreende o conteúdo da neuroanatomia do Macaco-prego na plataforma de neuroanatomia comparada.

Fonte: SANTOS (2019).

O primeiro, dos três itens sobre a neuroanatomia do Macaco-prego, denominado “Atlas Descritivo”, oferece acesso à descrição de todas as lâminas que foram utilizadas no projeto. Para acessar esse conteúdo, basta clicar no item ou na imagem abaixo dele. Feito isso, inicialmente, se abre uma página contendo fotos de todas as lâminas, sem a descrição das estruturas. A primeira página que é aberta, tem como objetivo a disponibilização de todas as lâminas, para que o usuário possa escolher qual deve ser explorada ou, para que possa visualizá-las em sequência. A organização dessas imagens foi feita de forma metamérica e, da mesma maneira, foram apresentadas na plataforma (Figura 21).

Ao rolar a página para baixo, pode-se então ter acesso à todas as fotos e, ao clicar em cada imagem, a lâmina correspondente a determinada foto clicada se abre e nela contém todas as estruturas presentes descritas (Figura 22). A opção de clicar no botão “home” se encontra presente nas diferentes páginas ou ambientes da plataforma, dando assim a possibilidade para usuário retornar à página inicial a qualquer momento da navegação. Nesta página originada do item “Atlas Descritivo” contém ainda, na parte superior, as opções de acesso ao conteúdo de “Estruturas e Funções” e “Correlações Anatomoclínicas”.

Figura 21: Página contendo fotos das lâminas transversais do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego na plataforma de neuroanatomia comparada.

Fonte: SANTOS (2019).

Figura 22: Página contendo a descrição das estruturas presentes nas lâminas transversais do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego na plataforma de neuroanatomia comparada.

Fonte: SANTOS (2019).

Tendo sido identificadas e descritas as estruturas de todas as lâminas no item “Atlas Descritivo” da plataforma, foram selecionados cortes representativos dos diferentes intervalos das secções do encéfalo e cerebelo. Para isso, observou-se em cada lâmina as estruturas presentes. Sendo assim, a medida que novas estruturas puderam ser observadas na sequência das secções, novas lâminas foram selecionadas e então inseridas no item denominado “Estruturas e Funções”, na plataforma.

Para disponibilização do material neste item, as estruturas foram identificadas por contornos que demarcavam toda a área correspondente a ela em cada secção diferente. Cada contorno foi identificado conforme uma cor e descrito em legenda. Desta forma, se tornou possível observar a mudança nos aspectos morfológicos de cada estrutura, conforme a localização da secção realizada no encéfalo e cerebelo. Isto é, toda a área ocupada por cada estrutura foi demarcada e identificada com uma cor, possibilitando então, que a variação nos aspectos morfológicos de uma determinada estrutura seja observada desde quando esta começa a surgir na sequência de lâminas, até quando ela não puder mais ser identificada, seguindo a sequência metamérica dos cortes transversais.

Nas lâminas presentes neste item da plataforma, além das estruturas demarcadas, foram acrescentados textos expondo a função das estruturas respectivas a cada imagem selecionada. Nesta parte da plataforma também existe a opção de voltar para a página inicial, clicando no botão “home” e na parte superior, contém as opções de acesso ao conteúdo de “Atlas Descritivo” e “Correlações Clínicas” (Figura 23).

Figura 23: Página contendo as estruturas e funções em diferentes secções transversais do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego na plataforma de neuroanatomia comparada.

Fonte: SANTOS (2019).

O item denominado “Correlações Clínicas”, pode ser acessado clicando na aba de mesmo nome, que está disponível tanto no item “Atlas Descritivo” quanto no “Estruturas e Funções”. Do mesmo modo, o conteúdo dos outros itens pode ser acessado a qualquer momento apenas clicando na aba contendo o nome do conteúdo desejado. Neste terceiro item (Correlações Clínicas) foi acrescentada a parte das relações ou das correlações anatômicas da presente dissertação. Para elaboração deste material, as estruturas das lâminas foram identificadas conforme a relação que existe entre elas e as funções que cada uma delas é responsável. Com isso, foram descritas as lesões que podem acomete-las e, além disso, os sinais clínicos que podem estar presentes em cada tipo alteração. Este conteúdo foi escrito baseado em literaturas que abordam o conteúdo de neuroanatomia e neurologia clínica (GETTY et al, 1986; ERHART, 1965; HAINES, 1991; BAGLEY, 2005; LORENZ e KORNEGAY, 2006; MAYHEW, 2009; DE LAHUNTA e GLASS, 2009; THOMSON e HAHN, 2012; MACHADO, 2013; PRADA, 2014). Cada imagem contém as estruturas identificadas, com a respectiva legenda e, na parte inferior, são descritas as estruturas da imagem e feita a correlação clínica, abrangendo as lesões e os sinais clínicos (Figura 24).

Figura 24: Página contendo as correlações clínicas das estruturas do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego na plataforma de neuroanatomia comparada.

Fonte: SANTOS (2019).

Com a utilização do software Adobe Experience Design CC, também foi possível criar um layout para que o conteúdo possa ser acessado em smartphones. A elaboração deste conteúdo seguiu a mesma metodologia utilizada na plataforma elaborada para computadores. Os ícones e abas permaneceram os mesmos e com suas respectivas funções, mas foram adaptados para o formato da tela dos smartphones.

A elaboração dos comandos foi realizada igual descrito anteriormente para layout em computadores, através da ligação entre as abas e ícones até a página que irá executar ação. Com isso, vários comandos são executados a partir de todas as páginas da plataforma, permitindo o usuário ter acesso a diversos conteúdos. (Figura 25).

Figura 25: Organização dos comandos da plataforma de neuroanatomia comparada (Layout para smartphone).

Fonte: SANTOS (2019).

A página inicial no layout da plataforma para smartphones, contém também em sua parte lateral esquerda, os itens para serem adicionadas futuramente novas espécies e o principal comando, que é para ter acesso ao material da neuroanatomia do Macaco-prego. Ainda na

Figura 26: Página inicial da plataforma em layout para smartphones (A). Página que compreende o conteúdo do encéfalo Macaco-prego (B). Página com todas as fotos das lâminas (C).

Fonte: SANTOS (2019).

Figura 27: Página contendo o atlas descritivo (A). Página abordando estruturas e funções (B). Página contendo as correlações clínicas (C).

7. DISCUSSÃO

7.1 Estruturas do Encéfalo e Cerebelo do Macaco-prego

A fissura longitudinal do cérebro apresentou-se bem demarcada e separando os hemisférios cerebrais até a região do corpo caloso, assim como descrito por Watanabe e Madeira (1982) na mesma espécie, por Machado (2010) no ser humano e por Geist (1930) no macaco Rhesus.

O corpo caloso, em todos os cortes observados, apresentou-se bem evidenciado e fazendo a comunicação entre os dois hemisférios cerebrais, semelhante ao observado por Geist (1930) no Rhesus, por Watanabe e Madeira (1982) no *Cebus* e por Machado (2010) no ser humano. Esta estrutura apresentou características morfológicas semelhantes ao descrito no Chimpanzé (PHILLIPS; KAPFENBERGER; HOPKINS, 2009).

O núcleo caudado observado no presente estudo apresentou características morfológicas semelhantes ao encontrado por Watanabe e Madeira (1982) na mesma espécie, sendo que em cortes na região frontal o núcleo caudado apresentou-se bem evidenciado e na sequência de cortes foi identificado deslocado lateralmente e com sua área menos demarcada, assim também observado por Geist (1930) no Rhesus e por Machado (2010) no ser humano.

A cápsula interna do Macaco-prego é bem evidenciada, se assemelhando ao identificado por Machado (2010) no ser humano, enquanto no Rhesus, como observado por Geist (1930) apesar de também ser bem evidenciada apresenta-se como uma estrutura não muito larga, mas também separando o núcleo caudado do putâmen.

No *Cebus apella*, a cápsula externa juntamente com o claustro e a cápsula extrema estende-se da região do centro branco medular, localizada na parte dorsal do encéfalo, e se encontram em sua extremidade ventral com o centro branco medular na região dos lobos temporais, como também foi observado e descrito por Machado (2010) para o ser humano, por Watanabe e Madeira (1982) no *Cebus* e por Geist (1930) no Rhesus. Apenas em secções na extremidade frontal do cérebro, pegando apenas a parte frontal dos lobos temporais não se observou esta continuidade.

Existe uma diferença morfológica entre o claustro do Macaco-prego e o do Sagui, sendo que no *Cebus* há uma extensão dorsolateral do claustro insular e este aspecto não está presente no Sagui (RESER et al., 2014).

O núcleo medial do tálamo e o núcleo rostral do tálamo, observados no Macaco-prego apresentaram-se proporcionalmente menores que o descrito por Geist (1930) no Rhesus e assemelhando-se ao descrito por Machado (2010) para o ser humano.

O hipocampo pôde ser observado nos cortes seriados utilizados neste estudo, em que comparado ao do Rhesus, apresenta a mesma arquitetura e organização (GUERREIRO-DINIZ et al., 2010).

Os corpos mamilares encontrados no Macaco-prego são aparentemente maiores e mais evidentes quando comparados aos observados no Rhesus por Geist (1930), mas encontram-se semelhantes ao descrito por Machado (2010) para o ser humano e por Watanabe e Madeira (1982) para o *Cebus*.

Na secção à altura do quiasma óptico, o globo pálido foi observado bem demarcado, mas sem suas divisões. Nos cortes mais caudais foi possível constatar que no *Cebus apella* este demonstra-se bem caracterizado e bem dividido em seus dois segmentos, separados pela lâmina medular lateral e medial. Essas estruturas são bem evidentes e de fácil visualização e identificação.

A ínsula no Rhesus, descrita por Geist (1930) apresenta-se mais proeminente, insinuando-se lateralmente em direção ao sulco lateral, o que também pôde ser observado no estudo de Watanabe e Madeira (1982) para o ser humano. Neste caso, a ínsula apresentava-se mais projetada lateralmente, embora no *Cebus*, esta não demonstrasse grande proeminência, ainda mantendo discreta insinuação lateral.

O lobo temporal, observado nas secções transversais do cérebro, apresentou seus giros bem caracterizados e bem demarcados pelos seus sulcos, assemelhando-se ao descrito para o ser humano por Machado (2010), enquanto no Rhesus, observado por Geist (1930), os giros apresentam-se menos demarcados, mas ainda assim podendo ser identificados.

Nas secções em que era possível observar o fascículo mamiló-hipotalâmico, este apresentava-se bem demarcado e de fácil visualização, identificado como uma estrutura de coloração escura e em formato alongado. Essa mesma estrutura foi observada por Geist (1930), apresentando-se também escura, pequena e alongada.

O trato óptico apresentou-se semelhante ao observado por Geist (1930) no Rhesus, por Watanabe e Madeira (1982) no *Cebus* e por Machado (2010) para o ser humano.

Os colículos caudais identificados nas lâminas do presente estudo apresentaram-se como estruturas bem definidas e demarcadas, assemelhando-se com aqueles encontrados no do

ser humano, como observado por Marques (2005) e Watanabe e Madeira (1982) na mesma espécie, e por Hines (1933) no Rhesus.

No ser humano, como descrito por Carpenter (1978) e em outros primatas, e também por Gerhard e Olszewski (1969), o fascículo longitudinal medial é visível, o que foi observado no *Cebus apella*, no presente estudo.

O lemnisco lateral apresentou-se bem caracterizado e com aspecto semelhante ao encontrado por Marques (2005) no *Cebus* e por Carpenter (1978) no ser humano.

A decussação das fibras que compõem pendúnculo cerebelar rostral apresentou-se semelhante aos achados de Marques (2005) e Watanabe e Madeira (1982) na mesma espécie, por Carpenter (1978) e Machado (2010) para o ser humano.

O aspecto arbóreo do cerebelo, o núcleo denteado e o núcleo globoso foram observados e descritos por Oliveira et al. (2007) e apresentaram aspectos semelhantes aos encontrados e descritos no presente estudo. O cerebelo apresentou estruturas comuns às do ser humano, diferindo apenas na forma e tamanho. Demonstrou ainda ser bem desenvolvido, como o observado por Oliveira et al. (2007). O seu desenvolvimento está relacionado, dentre outros fatores, com a maior lobulação. Assim, concordamos com Oliveira et al. (2007), que tal estrutura está relacionada com as atividades realizadas pelo macaco-prego, tais como a capacidade de realizar movimentos mais complexos e delicados, além de usar ferramentas, abrir e fechar torneiras e trincos de portões e ainda conseguir se posicionar em postura ereta, como aquela encontrada no ser humano.

7.2 Correlações Anatomoclínicas

Acrescentar a correlação anatomoclínica ao estudo da morfologia possibilita aprimorar o conhecimento do assunto em questão, facilitando o processo de aprendizagem e fixação do conteúdo estudado, bem como sua aplicação futura (TUDURY et al., 2004, ESEONU; CARACHI; BRINDLEY, 2013; MACHADO; BARBOSA; FERREIRA, 2013; CROWTHER; BAILLIE, 2016). Este tem sido um método que se tornou crescente devido aos benefícios que traz aos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Autores como Prada (2014), DeLahunta e Grass (2009) e Machado (2010) trazem em seus livros a correlação dos aspectos morfológicos com os aspectos clínicos e funcionais.

Quando a neuroanatomia é abordada de forma individual, ela se torna de difícil compreensão, mas se este tópico for abordado de forma integrada, além de estimular o

aprendizado, se torna mais motivador para os que terão contato com a área (NEUWIRTH; DACIUS; MUKHERJI, 2018). Com isso, a parte das correlações anatomoclínicas foi integrada a esta plataforma. Este é um tópico que tem ganhado um importante destaque nos últimos anos, devido a sua relevância nas diferentes formas de ensino (RESNICK, 2015).

A integração anatomoclínica agrega um importante valor ao trabalho, pois diferentes profissionais ou estudantes de diferentes áreas e realidades poderão ser auxiliados pelo uso da plataforma, uma vez que não foi abordada apenas a neuroanatomia propriamente dita, mas também a neuroanatomia funcional, neurologia e clínica. Sendo assim, além de estimular o aprendizado, os conteúdos contendo aspectos multidisciplinares também são importantes para estimular relações interpessoais, culturais, além de convivência com profissionais de diferentes áreas e troca de experiências (ESEONU; CARACHI; BRINDLEY, 2013; RESNICK, 2015; CROWTHER; BAILLIE, 2016).

7.3 Métodos complementares de ensino

A utilização de livros, atlas e cadáveres têm constituído a forma tradicional de aprendizado da anatomia. Os livros e atlas mais utilizados na Medicina Veterinária são Getty (1986); Evans; De Lahunta (1994), Dyce; Sack; Wensing (2010), Popesko (2012); Evans; De Lahunta (2013) e Konig; Liebich (2014). Nos últimos anos surgiu a necessidade da integração de novos métodos ao ensino da anatomia veterinária. Essa necessidade surgiu devido a mudança do perfil do aluno, mudanças na estrutura curricular, redução da carga horária das disciplinas de anatomia, afetando diretamente o ensino da neuroanatomia (CHANG; MOLNÁR, 2015; FONTANELLI et al., 2015).

Além das reduções citadas, de carga horária por exemplo, a falta de materiais didáticos nas várias universidades, evidencia a importância e a necessidade da inclusão de novos métodos de ensino. A realidade de muitas Universidades do Brasil e do mundo é bem diferente daquela encontrada nos grandes centros de ensino. Muitas delas não possuem o material necessário para o ensino da anatomia, e necessitam de diferentes alternativas para suprir essa carência, como por exemplo disponibilização de meios eletrônicos (KLEMT; INFANTOSI, 2000; DRAKE; LOWRIE; PREWITT, 2002; FOREMAN et al., 2005; BIASUTTO; CAUSSA; CRIADO DEL RÍO, 2006; THEORET; CARMEL; BERNIER, 2007; CORREA; CORREA, 2011; REHMAN; KHAN; YUNUS, 2012; PAPA; VACCAREZZA, 2013; SCHOENAU; SCHOENAU, 2013; ALSAID, 2016).

Grandes questionamentos a respeito do conhecimento adquirido pelos estudantes de graduação ocorre porque o ensino oferecido não supre a necessidade dos alunos, deixando em alguns casos uma lacuna a ser preenchida (BERGMAN et al., 2008).

A utilização de novas técnicas e métodos de ensino pode auxiliar tanto estudantes, quanto profissionais formados, ou até mesmo docentes da área. A criação de novas plataformas de ensino é uma ferramenta que se adequa as necessidades, uma vez que sustenta conhecimento adaptável, constantemente atualizado, tornando-se amplamente acessível ao aluno (HALL et al., 2013).

Para Fontanelli (2015) o perfil do aluno tem mudado tão rápido quando o surgimento das novas técnicas. Atualmente a tecnologia é algo que se tornou muito acessível e os alunos têm apresentado a capacidade de interagir com o mundo virtual, tornando assim, as tarefas a serem realizadas, um simples e divertido processo de aprendizado (STEPAN et al., 2017).

As diferentes maneiras de se ensinar anatomia podem ser expostas mediante formas virtuais e interativas. Assim, o aluno tem acesso a todo o material como uma extensão do seu aprendizado, sendo este adaptado segundo as suas necessidades (FAZAL-UR-REHMAN; KHAN; YUNUS, 2012; BOYD; CLARKSON; MATHER, 2015).

Com a possibilidade de acessar todo o material sem a necessidade de estar em um ambiente universitário, os estudantes podem escolher a velocidade de estudo que eles utilizarão, adaptando-se ao ritmo e processo de aprendizagem, segundo as suas reais necessidades. A oportunidade de acesso contínuo e compartilhado do material estimula os estudantes a utilizarem ele como uma forma eficaz e atrativa de complementar todo o seu aprendizado em sala de aula (FAZAL-UR-REHMAN; KHAN; YUNUS, 2012; BOYD; CLARKSON; MATHER, 2015).

Técnicas tais como a dissecação e o contato com cadáveres, por exemplo, são bastante eficazes e também importantes. Mas, em muitas universidades não existe a possibilidade da realização das mesmas. Com isso, ferramentas virtuais complementares podem suprir e auxiliar estudantes que se encontram nesta realidade, oferecendo a eles a oportunidade de ter acesso a um conteúdo completo e interativo com a possibilidade de complementar o ensino. Em outro caso, estudantes que têm acesso a dissecação e cadáveres para o estudo da anatomia, também podem ter acesso à ferramentas visuais complementares (FAZAL-UR-REHMAN; KHAN; YUNUS, 2012; PAPA; VACCAREZZA, 2013; DRAKE; MCBRIDE; PAWLINA, 2014; BOYD; CLARKSON; MATHER, 2015).

8. CONCLUSÕES

- Com a utilização das lâminas transversais do encéfalo e cerebelo Macaco-prego foi possível identificar e descrever as estruturas neuroanatômicas; o cérebro do *Cebus apella* apresenta muitas características anatômicas semelhantes ao cérebro humano. O SNC do Macaco-prego serve como um excelente modelo para pesquisa em anatomia comparada.
- Com o material do presente trabalho foi possível elaborar uma plataforma multidisciplinar de neuroanatomia incluindo a descrição das estruturas encontradas, as suas funções e a correlação com as síndromes neurológicas e sinais clínicos, que poderá auxiliar estudantes e profissionais da área.
- Este material pode servir como base para a complementação do ensino da neuroanatomia comparada, podendo também ser direcionado para a futura criação de cursos de educação continuada na área de neurologia veterinária.
- Este trabalho contribuiu também para a preservação do acervo de lâminas do laboratório de Neuroanatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Universidade de São Paulo e integração de acervos anatômicos à métodos de ensino modernos e novas técnicas educacionais para o ensino na graduação e em cursos de educação continuada.

REFERÊNCIAS

ALSAID, B. Slide shows vs graphic tablet live drawing for anatomy teaching. **Morphologie**, v. 100, n. 331, p. 210–215, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.morpho.2016.05.003>>.

BARIANI, M. D. Análise Quantitativa do Comportamento de Macacos-Prego (*Cebus apella*) em Cativeiro. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, p. 1–3, 2007.

BERGMAN, E. M.; PRINCE, K. J.; DRUKKER, J.; VAN DER VLEUTEN, C. P.; SCHERPBIER, A. J. How Much Anatomy is Enough? **Anatomical Sciences Education**., v.1, n.4, p. 184-188, 2008.

BIASSUTO, S. N.; CAUSSA, L. I.; CRIADO DEL RÍO, L. E. Teaching anatomy: Cadavers vs. computers? **Annals of Anatomy**, v. 188, n. 2, p. 187–190, 2006.

BLAINEY, P. C. Funding: Interdisciplinary challenges. **Nature Microbiology**, v. 1, n. 8, p. 1–2, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/nmicrobiol.2016.118>>.

BO FOREMAN, K.; MORTON, D. A.; MUSOLINO, G. M.; ALBERTINE, K. H. Design and utility of a web-based computer-assisted instructional tool for neuroanatomy self-study and review for physical and occupational therapy graduate students. **Anatomical Record - Part B New Anatomist**, v. 285, n. 1, p. 26–31, 2005.

BOYD, S.; CLARKSON, E.; MATHER, B. Learning in the third dimension. **The Veterinary record**, v. 176, n. 14, p. 1–2, 2015.

CAPES. A importância da inter(multi)disciplinaridade na pós graduação. In: Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) 2011-2020. **Coordenação de Pessoal de Nível Superior - Brasília: Distrito Federal**, v. 1, p. 133–143, 2010.

CARDINOT, T. M.; PEDROSO JÚNIOR, O. V.; RANGEL-DE-OLIVEIRA, J.; MACHADO, M. A.; MACEDO, M. A. de; MONIZ-DE-ARAGÃO, A. H. B. THE IMPORTANCE OF HUMAN ANATOMY DISCIPLINE FOR NURSING AND PHARMACY STUDENTS OF ABEU UNIVERSITY CENTER OF BELFORD ROXO / RJ. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, v. 13, n. 2, p. 99–106, 2014.

CARPENTER, M. B. **Neuroanatomia Humana**. Rio de Janeiro: Intramericana, p.700, 1978.

COLVILLE, T.; BASSERT, J. M. Anatomia e Fisiologia Clínica para Medicina Veterinária. Elsevier. 2ª ed., Rio de Janeiro, 2010.

CHANG, B. S.; MOLNÁR, Z. Practical neuroanatomy teaching in the 21st century. **Annals of Neurology**, v. 77, n. 6, p. 911–916, 2015.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA (CFMV) **Resolução nº 879, de 15 de fevereiro de 2008**. Dispõe sobre o uso de animais no ensino e na pesquisa e regulamenta as Comissões de Ética no Uso de Animais (CEUAs) no âmbito da Medicina Veterinária e da Zootecnia brasileiras e dá outras providências. 2008. Disponível em http://www.cfmv.org.br/portal/legislacao/resolucoes/resolucao_879.pdf.

CORREA, S. V. M.; CORREA, P. V. Atlas Digital Interativo - Cão. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n.17, 2011.

CROWTHER, E.; BAILLIE, S. A method of developing and introducing case-based learning to a preclinical veterinary curriculum. **Anatomical Sciences Education**, v. 9, n. 1, p. 80–89, 2016.

DAVATZIKOS, C. Computational neuroanatomy using brain deformations: From brain parcellation to multivariate pattern analysis and machine learning. **Med Image Anal**, v. 33, p. 149–154, 2017.

DE AZAMBUJA MONTES, M. A.; VIEIRA DE SOUZA, C. T. Estratégia de ensino-aprendizagem de anatomia humana para acadêmicos de medicina . **Ciências & Cognição** , v. 15, n. 3, p. 2–12, 2010.

DE FARIA, J. W. V.; TEIXEIRA, M. J.; SOUSA JÚNIOR, L. de M.; OTOCH, J. P.; FIGUEIREDO, E. G. Virtual and stereoscopic anatomy: when virtual reality meets medical education. **Journal of Neurosurgery**, v. 125, n. 5, p. 1105–1111, 2016. Disponível em: <<https://thejns.org/view/journals/j-neurosurg/125/5/article-p1105.xml>>.

DE LAHUNTA, A.; GLASS, E. **Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology**. Ed 1. Elsevier, 1934.

DEWEY, C.W.; DA COSTA, R.C. **Practical Guide to Canine and Feline Neurology**, 3ed., Iowa: Wiley Blackwell, 2016.

DIDIO, L. J. A. **Tratado de Anatomia Aplicada**. 11 ed. São Paulo: Editora Póluss. 253 páginas, 1998.

DRAKE, R. L.; LOWRIE, D. J.; PREWITT, C. M. Survey of gross anatomy, microscopic anatomy, neuroscience, and embryology courses in medical school curricula in the United States. **Anatomical Record**, v. 269, n. 2, p. 118–122, 2002.

DRAKE, R. L.; MCBRIDE, J. M.; PAWLINA, W. An update on the status of anatomical sciences education in United States medical schools. **Anatomical Sciences Education**, v. 7, n. 4, p. 321–325, 2014.

DRAPKIN, Z. A.; LINDGREN, K. A.; LOPEZ, M. J.; STABIO, M. E. Development and assessment of a new 3D neuroanatomy teaching tool for MRI training. **Anatomical Sciences Education**, v. 8, n. 6, p. 502–509, 2015.

DUQUE-PARRA, J. E. Functional neuroanatomy: The first daughter of neuroscience and the mother of neural science. **The Anatomical Record**, v. 265, n. 6, p. 250–253, 2001.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária**. 4ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

ERHART, E. A.; **Neuroanatomia**, 3 ed. São Paulo: Atheneu, 1965.

ESEONU, O.; CARACHI, R.; BRINDLEY, N. Case-based anatomy teaching: A viable alternative? **Clinical Teacher**, v. 10, n. 4, p. 236–241, 2013.

ESTEVEZ, M. E.; LINDGREN, K. A.; BERGETHON, P. R. A Novel Three-Dimensional Tool for Teaching Human Neuroanatomy. **Anatomical Sciences Education**, v. 3, n. 6, p. 309–317, 2013.

EVANS, H.E.; DE LAHUNTA, A. **Guia para a dissecação do cão**. 3 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1994.

EVANS, H.E.; DE LAHUNTA, A. **Guia para a dissecação do cão**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 250p.

EVANS, H. E.; DE LAHUNTA, A. **Miller's anatomy of the dog**. 4 ed. Saint Louis Saunders/Elsevier. 2013.

FAZAL-UR-REHMAN; KHAN, S. N.; YUNUS, S. M. Students, perception of computer assisted teaching and learning of anatomy-in a scenario where cadavers are lacking. **Biomedical Research**, v. 23, n. 2, p. 215–218, 2012.

FONTANELLI, G. P. C.; ORÇATI, G. S.; MARIN, D. S.; TEIXEIRA, P. S. K.; CIANCIO, R.; UGOLINI, R. V.; FILHO, R. P. P. F.; SANTOS, F. A. M.; SILVIO, M. M. Mídias eletrônicas como metodologia ativa no ensino de anatomia veterinária. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 13, n. 2, p. 22–27, 2015.

FOREMAN, K. B.; MORTON, D. A.; MUSOLINO, G. M.; ALBERTINE, K. H. **Design and Utility of a Web-Based ComputerAssisted Instructional Tool for Neuroanatomy SelfStudy and Review for Physical and Occupational Therapy Graduate Students**. The Anatomical Record Part B: The New Anatomist v.285, n.1, p.26-31, 2005.

GARRUTTI, É. A.; SANTOS, S. R. dos. A Interdisciplinaridade como forma de superar a fragmentação do conhecimento. **Revista de Iniciação Científica da FFC**, v. 4, n. 2, p. 187–197, 2004. Disponível em: <<http://www.bjis.unesp.br/ojs-2.4.5/index.php/ric/article/view/92/93>>.

GEIST, F. D. The Brain of the Rhesus Monkey. **J. Comp. Neur.** (Am) v. 50, n. 333, 1930.

GERHARD, L.; OLSZEWSKY, J. **Medulla oblongata and pons. Handbook of Primatology**. Karguer, Basel, 1969.

GETTY, R., SISSON, S.; GROSSMAN, J. D. Sisson/Grossman **Anatomia dos Animais Domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. 2 v.

GONÇALVES, H. F.; MORAES, M. G. de. Atlas de Anatomia Vegetal como recurso didático para dinamizar o ensino de Botânica. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 1608–1619, 2011.

GUERREIRO-DINIZ, C.; DE MELO PAZ, R. B.; HAMAD, M. H. S.; FILHO, C. S.; MARTINS, A. A. V.; NEVES, H. B.; DE SOUZA CUNHA, E. D.; ALVES, G. C.; DE SOUSA, L. A.; DIAS, I. A.; TRÉVIA, N.; DE SOUSA, A. A.; PASSOS, A.; LINS, N.; TORRES NETO, J. B.; DA COSTA VASCONCELOS, P. F.; PICANÇO-DINIZ, C. W. Hippocampus and dentate gyrus of the Cebus monkey: Architectonic and stereological study. **Journal of Chemical Neuroanatomy**, v. 40, n. 2, p. 148–159, 2010.

HALL, S.; LEWIS, M.; BORDER, S.; POWELL, M. Near-peer teaching in clinical neuroanatomy. **Clinical Teacher**, v. 10, n. 4, p. 230–235, 2013.

HAZELTON, L. Changing Concepts of Neuroanatomy Teaching in Medical Education. **Teaching and Learning in Medicine**, v. 23, n. 4, p. 359–364, 2011.

HEIDGER, P. M.; DEE, F.; CONSOER, D.; LEAVEN, T.; DUNCAN, J.; KREITER, C. Integrated approach to teaching and testing in histology with real and virtual imaging. **Anatomical Record**, v. 269, n. 2, p. 107–112, 2002.

HENNESSY, C. M.; KIRKPATRICK, E.; SMITH, C. F.; BORDER, S. Social media and anatomy education: Using twitter to enhance the student learning experience in anatomy. **Anatomical Sciences Education**, v. 9, n. 6, p. 505–515, 2016.

HINES, M. The Externarnal morphology of the brain and the spinal cord. In:_____. The Anatomy of The Rhesus Monkey (Macaca mulatta). **New York: Hafner Publishing CO.**, capítulo 14, p.275-87, 1933.

HORWITZ, R. Interdisciplinary Team Science in Cell Biology. **Trends in Cell Biology**, v. 26, n. 11, p. 796–798, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tcb.2016.07.007>>.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomia dos animais domésticos. Texto e atlas colorido.** Porto Alegre: Artmed, 2014.

KLEMT, A.; INFANTOSI, A. F. C. Método de superfície na visualização 3D da dissecção do crânio humano. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 16, n. 1, p. 21–37, 2000.

KRONTIRIS-LITOWITZ, J. Using truncated lectures, conceptual exercises, and manipulatives to improve learning in the neuroanatomy classroom. **Advances in Physiology Education**, v. 32, n. 2, p. 152–156, 2008.

LINTON, A.; SCHOENFELD-TACHER, R.; WHALEN, L. R. Developing and Implementing an Assessment Method to Evaluate a Virtual Canine Anatomy Program. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 32, n. 2, p. 249–254, 2005.

LORENZ, M.D., KORNEGAY, J.N. **Neurologia Veterinária.** São Paulo: Manole. 4a. ed., p467. 2006.

MACHADO, A. B. M. **Neuroanatomia Funcional.** 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2010.

MACHADO, J. A. D.; BARBOSA, J. M. P.; FERREIRA, M. A. D. Student perspectives of imaging anatomy in undergraduate medical education. **Anatomical Sciences Education**, v. 6,

MARQUES, K. V.; PRADA, I. L. S.; SILVA, Z.; LIVERTI, E. A. Estudo anatômico do tronco encefálico do macaco *Cebus apella*. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 8, n. 2, p. 156-163, julho 2005. ISSN 2179-6645.

OLIVEIRA, W. G. et al. Estudo anatômico do cerebelo do macaco-prego (*Cebus apella* Linnaeus, 1758). **Biotemas**. v.20, n.1, p.49-58, 2007.

MORONE, P. J.; SHAH, K. J.; HENDRICKS, B. K.; COHEN-GADOL, A. A. Virtual, 3-Dimensional Temporal Bone Model and Its Educational Value for Neurosurgical Trainees. **World Neurosurgery**, v. 122, p. 1412–1415, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.11.074>>.

NEUWIRTH, L. S.; DACIUS, T. F.; MUKHERJI, B. R. Teaching Neuroanatomy Through a Historical Context. **The Journal of Undergraduate Neuroscience Education**, v. 16, n. 2, p. 26–31, 2018. Disponível em: <www.funjournal.org>.

PANCHAPHONGSAPHAK, B.; BURGKART, R.; RIENER, R. Three-dimensional touch interface for medical education. **IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine**, v. 11, n. 3, p. 251–263, 2007.

PAPA, V.; VACCAREZZA, M. Teaching Anatomy in the XXI Century: New Aspects and Pitfalls. **The Scientific World Journal**, v. 2013, p. 1–5, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2423/2474-1268X1309000000>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

69

PHILLIPS, K. A.; KAPFENBERGER, N.; HOPKINS, W. D. A comparative study of corpus callosum size and signal intensity in capuchin monkeys (*Cebus apella*) and chimpanzees (*Pan troglodytes*). **Neuroscience**, v. 159, n. 3, p. 1119–1125, 2009.

PISCHKE, E. C.; KNOWLTON, J. L.; PHIFER, C. C.; GUTIERREZ LOPEZ, J.; PROPATO, T. S.; EASTMOND, A.; DE SOUZA, T. M.; KUHLBERG, M.; PICASSO RISSO, V.; VERON, S. R.; GARCIA, C.; CHIAPPE, M.; HALVORSEN, K. E. Barriers and Solutions to Conducting Large International, Interdisciplinary Research Projects. **Environmental Management**, v. 60, n. 6, p. 1011–1021, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00267-017-0939-8>>.

PISSINATTI, A.; SILVA, K. S. M. da; ANDRADE, M. C. R. Primatas não humanos para o uso científico. **Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal**, p. 1–72, 2014.

POPESKO, Peter. **Atlas de anatomia topográfica dos animais domésticos**. 5. ed. São Paulo: Manole, 2012.

PRADA, I. L. S. **Neuroanatomia Funcional em Medicina Veterinária com correlações clínicas**. Ed 1. Jaboticabal: Terra Molhada, 2014.

PRATS-GALINO, A.; REINA, M. A.; HARAMIJA, M. M.; PUIGDELLIVOL-SANCHEZ, A.; MÉNDEZ, J. A. J.; ANDRÉS, J. A. de. 3D Interactive Model of Lumbar Spinal Structures of Anesthetic Interest. **Clinical Anatomy**, v. 28, n. 2, p. 205–212, 2015.

PYTTE, C. L.; FIENUP, D. M. Using equivalence-based instruction to increase efficiency in teaching neuroanatomy. **The Journal of Undergraduate Neuroscience Education**, v. 10, n. 2, p. A125–A131, 2012.

RESER, D. H.; RICHARDSON, K. E.; MONTIBELLER, M. O.; ZHAO, S.; CHAN, J. M. H.; SOARES, J. G. M.; CHAPLIN, T. A.; GATTASS, R.; ROSA, M. G. P. Claustrum projections to prefrontal cortex in the capuchin monkey (*Cebus apella*). **Frontiers in systems neuroscience**, v. 8, n. 123, p. 1–10, 2014. Disponível em: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4079979&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>><<http://journal.frontiersin.org/Journal/10.3389/fnsys.2014.00123/full>><<http://journal.frontiersin.org/Journal/10.3389/fnsys.2014.00123/pdf>><<http://journal.frontiersin.org/Journal/10.3389/fnsys.2014.00123/pdf>>.

RESNICK, B. Interdisciplinary education and practice: Where are we with all that? **Geriatric Nursing**, v. 36, n. 3, p. 175–176, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.gerinurse.2015.04.001>>.

RIBEIRO, A. R. Estudo anatômico do plexo braquial do macaco *Cebus apella*. **Dissertação**

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, p. 1–146, 2002.

RIBEIRO, A. R. Aspectos morfológicos da hipófise do macaco *Cebus apella*. Aspectos morfológicos da hipófise do macaco *Cebus apella*. **Tese Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, p. 1–89, 2006.

ROTH, G.; DICKE, U. **Evolution of the brain and intelligence in primates**. 1. ed. [s.l.] Elsevier B.V., 2012. v. 195

REHMAN, F. U.; KHAN, S. N.; YUNUS, S. M. **Students perception of computer assisted teaching and learning of anatomy in a scenario where cadavers are lacking**. *Biomedical Research*, v.23, n.2, p.215-218, 2012.

RYLANDS, A. B.; SCHNEIDER, H.; LANGGUTH, A.; MITTERMEIER, R. A.; GROVES, C. P.; RODRÍGUEZ-LUNA, E. **An Assessment of the Diversity of new World Primates**. *Neotropical Primates*, 2000.

SCHOENAU, L. S. F.; SCHOENAU, W. Produção De Vídeo-Aulas Como Ferramenta De Aprendizagem Para a Disciplina De Anatomia Animal. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 12, n. 12, p. 2560–2567, 2013.

SCHUTTE, A. F. Who is repeating anatomy? Trends in an undergraduate anatomy course. **Anatomical Sciences Education**, v. 9, n. 2, p. 171–178, 2016.

SOLEY, J. T.; KRAMER, B. Student perceptions of problem topics / concepts in a traditional veterinary anatomy course. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 72, n. 3, p. 150–157, 2001.

STEPAN, K.; ZEIGER, J.; HANCHUK, S.; DEL SIGNORE, A.; SHRIVASTAVA, R.; GOVINDARAJ, S.; ILORETA, A. Immersive virtual reality as a teaching tool for neuroanatomy. **International Forum of Allergy and Rhinology**, v. 7, n. 10, p. 1006–1013, 2017.

TEIXEIRA, D. G. **Estudo anatômico descritivo dos órgãos genitais masculinos do macaco-prego (*Cebus apella* Linnaeus, 1758)**. 2005. 191 f. Tese (Doutorado em ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

THEORET, C. L.; CARMEL, E.-N.; BERNIER, S. Why dissection videos should not replace cadaver prosections in the gross veterinary anatomy curriculum: results from a comparative

study. **Journal of veterinary medical education**, v. 34, n. 2, p. 151–6, 2007. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17446641>>.

THOMSON, C.; HAHN, C. **Veterinary neuroanatomy: a clinical approach**. 1ed. London: Saunders/Elsevier, 2012.

TUDURY, E. A.; POTIER, G. M. A.; MESQUITA, L. S.; OLIVEIRA, G. K.; ALBUQUERQUE, V. B.; SOUZA, T. F. B.; SILVA, C. E. L. D.; FONSECA, J. L. A.; ARAUJO, F. P.; ROEHSIG, C.; CHIORATTO, R. Métodos alternativos para aprendizado prático dos conteúdos da disciplina técnica cirúrgica veterinária. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v. 41, 2004.

UEMURA, E. E. **Fundamentals of canine neuroanatomy and neurophysiology**. 1 ed. Iowa: Wiley Blackwell, 2015.

WATANABE, L.; MADEIRA, M. C. THE ANATOMY OF THE BRAIN OF THE TUFTED CAPUCHIN (*Cebus apella* LINNAEUS, 1758). **Rev. Odont. UNESP**, v. 11, n. 2, p. 5–12, 1982.

ZINCHUK, A. V.; FLANAGAN, E. P.; TUBRIDY, N. J.; MILLER, W. A.; MCCULLOUGH, L. D. Attitudes of US medical trainees towards neurology education: “Neurophobia” - a global issue. **BMC Medical Education**, v. 10, n. 49, p. 1–7, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Lâminas de cortes transversais do encéfalo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figuras 1 – 11).

Figura 1- Descrição das lâminas do encéfalo do Macaco-prego na região dos lobos frontais.

APÊNDICE A – Lâminas de cortes transversais do encéfalo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figuras 1 – 11).

Figura 2- Descrição das lâminas do encéfalo do Macaco-prego na região dos lobos frontais.

APÊNDICE A – Lâminas de cortes transversais do encéfalo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figuras 1 – 11).

Figura 3- Descrição das lâminas do encéfalo do Macaco-prego na região dos lobos frontais.

APÊNDICE A – Lâminas de cortes transversais do encéfalo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figuras 1 – 11).

Figura 4- Descrição das lâminas do encéfalo do Macaco-prego na região dos lobos frontais.

APÊNDICE A – Lâminas de cortes transversais do encéfalo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figuras 1 – 11).

Figura 5- Descrição das lâminas do encéfalo do Macaco-prego na região dos lobos frontais.

APÊNDICE A – Lâminas de cortes transversais do encéfalo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figuras 1 – 11).

Figura 6- Descrição das lâminas do encéfalo do Macaco-prego na região rostral dos lobos temporais.

APÊNDICE A – Lâminas de cortes transversais do encéfalo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figuras 1 – 11).

Figura 7- Descrição das lâminas do encéfalo do Macaco-prego na região do quiasma óptico e comissura rostral.

APÊNDICE A – Lâminas de cortes transversais do encéfalo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figuras 1 – 11).

Figura 8- Descrição das lâminas do encéfalo do Macaco-prego na região do quiasma óptico e infundíbulo da hipófise.

APÊNDICE A – Lâminas de cortes transversais do encéfalo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figuras 1 – 11).

Figura 9- Descrição das lâminas do encéfalo do Macaco-prego na região do infundíbulo da hipófise até os corpos mamilares.

APÊNDICE A – Lâminas de cortes transversais do encéfalo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figuras 1 – 11).

Figura 10- Descrição das lâminas do encéfalo do Macaco-prego na região dos núcleos do tálamo até os colículos caudais.

APÊNDICE A – Lâminas de cortes transversais do encéfalo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figuras 1 – 11).

Figura 11- Descrição das lâminas do encéfalo do Macaco-prego na região dos colículos caudais.

APÊNDICE B – Lâminas de cortes transversais do cerebelo do Macaco-prego com estruturas descritas (Figura 12).

Figura 12- Descrição das lâminas do cerebelo do Macaco-prego.

APÊNDICE C – Desenhos esquemáticos dos cortes transversais do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego (Figura 13).

Figura 13- Desenhos dos cortes transversais do encéfalo e cerebelo do Macaco-prego em sequência de cortes rostrais para caudais.