UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Instituto de Biologia

Curso de Ciências Biológicas - Bacharelado

Trabalho de Conclusão de Curso

Análise osteológica comparativa do membro locomotor anterior de três espécies de corujas (Strigiformes)

Aline Richter

Pelotas, 2015

Aline Richter

Análise osteológica comparativa do membro locomotor anterior de três espécies de corujas (Strigiformes)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à aprovação na disciplina de TCC III do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. César Jaeger Drehmer

Co-orientador: Prof. Dr. José Eduardo Figueiredo Dornelles

Pelotas, 2015.

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

R535a Richter, Aline

Análise osteológica comparativa do membro locomotor anterior de três espécies de corujas (Strigiformes) / Aline Richter. – 59f. : il. - Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Pelotas. Instituto de Biologia. Pelotas, 2015. – Orientador César Jaeger Drehmer ; coorientador José Eduardo Figueiredo Dornelles.

1.Biologia. 2.Morfometria. 3.Descrição morfológica. 4.Corujas. 5.*Asio clamator*. 6.*Tyto furcata*. 7.*Bubo virginianus*. I.Drehmer, César Jaeger. II.Dornelles, José Eduardo Figueiredo. III.Título.

CDD: 598.97

Aline Richter

Análise osteológica comparativa do membro locomotor anterior de três espécies de corujas (Strigiformes)

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 16/11/2015

Banca examinadora:

.....

Prof. Dr. César Jaeger Drehmer, Doutor em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

.....

Prof. Dr. Marco Silva Gottschalk, Doutor em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

.....

M.Sc. Camila Cardoso Salomão, mestre em Biologia Animal pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

Agradecimentos

Bem, é quase impossível citar cada um que contribuiu com a minha formação acadêmica e pessoal, mas aqueles que de alguma forma auxiliaram, gostaria de deixar meu muito obrigada! Sem vocês, não teria conseguido vencer essa etapa, em que muito aprendi e espero que tenha conseguido passar algo de mim também! Vou agradecer em especial, aqueles que sempre estiveram ao meu lado me apoiando mais diretamente, lá vai...

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais Fátima e Itamar por ser minha base, apesar da distância de quase 800km sempre estiveram próximos. Obrigada pela liberdade, pela educação, pelo apoio na minha escolha, pelo amparo financeiro e emocional, e principalmente o amor que sempre deram. Essa conquista é nossa em todos os sentidos, amo muito vocês!!

Aos meus familiares, pelo apoio, pelas caronas, pela preocupação, sem vocês eu não estaria onde estou, muito obrigada. À minha Nona Maria, por sempre querer meu bem e pela pergunta de sempre: “depois que tu te formar tu pode vir trabalhar aqui perto, né!?”. Nada fácil ficar longe de vocês!!

A todos os professores que ajudaram a construir meu conhecimento, me fazer pensar e me apaixonar pela Biologia cada semestre. Cada um de seu modo ficara guardado na mente e no coração. Obrigada.

Aos queridos da minha turma, que apesar de termos nos juntado um pouco tarde, queria dizer que foi muito bom ter conhecido e aprendido com vocês, obrigada! Especialmente às eternas Divas Interestelares, pelas bobagens e parcerias!!

Agradeço também aos professores do DEZG, pelos momentos únicos na hora do café, que iam de assuntos altamente científicos e até aqueles que não tinham fundamento. Obrigada ao Rafa e Cris pela ajuda mais que importante nas minhas análises e entendimentos estatísticos e ao Dornelles pelo compartilhamento de seu vasto conhecimento de morfologia, entre outros.

Ao Cris e a Juju, que se tornaram amigos de fora do departamento, junto com o Yureco, agradeço vocês pelas risadas, chopinhos no Bazar e pela parceria, obrigada queridões.

Obrigada ao meu querido orientador César, pelos ensinamentos, conversas, apoio e amizade, e também por ter me aturado por dois anos e

ensinado como se pode ser feliz com corujas mortas hahahaha. Obrigada pelas aulas de “Tópicos avançados de café” que por sinal aprendi muito bem, né!? Com certeza sentirei saudade da minha mesa e da companhia de todos do Laboratório de Zoologia de Vertebrados, em especial da Pri e do Dodô. Obrigada às minhas antecessoras, Nati Porzio e Camilinha, pelas peças preparadas e por ter me auxiliado na preparação das minhas, com certeza foram de grande ajuda!

E enfim gostaria de agradecer às forças do universo por terem conspirado pra eu encontrar vocês gurias: Paula, Tuca, Mari, Marana, Pri e Lulu e Gallo. Paula e Marana, desde o ensino médio me aguentando e apoiando, espero nos próximos agradecimentos colocar os nomes de vocês de novo! A Tutu por dividir a casa e seus conselhos preciosos que muito me ajudaram a me tornar uma pessoa melhor, a Marizinha pelo seu jeito malemolente e parceria, a Pri por ser minha colega de salinha e pela amizade, a Lulu pela parceria de mongolice e a Gallo pela parceria e brincadeiras. A amizade de vocês só me deu alegrias e com certeza vou carregar muito de vocês por onde quer que eu vá e no que eu faça, porque cada uma é de um jeitinho que me completa. Obrigada pelos conselhos, abraços, risadas, brincadeiras e conversas e principalmente por ter me proporcionado um tempo indescritível com vocês, amo muito todas!

Resumo

RICHTER, Aline. **Análise osteológica comparativa do membro locomotor anterior de três espécies de corujas (Strigiformes)**. 2015. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Ciências Biológicas. Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

A morfologia osteológica ainda é muito utilizado para classificação filogenética em Aves, devido as importantes informações evolutivas e anatômicas que os ossos podem conter. As corujas (Strigiformes) possuem padrões de estruturação anatômica e morfológica bem demarcada, e para o grupo, boa parte dos estudos englobam ecologia e descrição de achados fósseis. Com isso nosso objetivo foi fazer a comparação osteológica dos elementos que compõe o braço (úmero, rádio, ulna, carpometacarpo e dígitos), em três diferentes espécies de corujas atuais (*Tyto furcata*, *Bubo virginianus* e *Asio clamator*) habitantes comuns do sul do Rio Grande do Sul, devido à lacuna que ocorre nessa área, contribuindo com dados morfométricos, morfológicos, ecológicos e evolutivos. Foram utilizados 42 indivíduos, vindos do Núcleo de Reabilitação da Fauna Silvestre (NURFS/UFPel), assim como esqueletos da Coleção Ornitológica Cientifica do Museu Carlos Ritter (MCRO). O material foi preparado por maceração biológica e posteriormente incluído no MCRO. Foram realizadas 17 medidas morfométricas comparativas dos elementos do braço, assim como a descrição óssea dos mesmos. Como resultados, através dos dados morfométricos foram geradas tabelas descritivas (média, valores máximos e mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação) para cada espécie, além de uma análise de ordenação (PCA) inferindo sobre o sexo de indivíduos não sexados. Através de ANOVA, verificamos que para a maioria das medidas houve diferença significativa entre o grupo, visto a diferença de tamanho do corpo destas. Entretanto, a comparação par a par, demonstrou que entre *B. virginianus* e *A. clamator* não há significância para algumas estruturas, podendo ser decorrente de fatores filogenéticos. Na descrição foram encontradas diferenças entre elementos do antebraço e da mão que são relevantes, fornecendo dados que servem como ferramenta de análise filogenética e taxonômica ao nível de separação de famílias, além de informações ecomorfológicas do grupo.

Palavras-chave: morfometria; descrição morfológica; *Tyto furcata*; *Asio clamator*; *Bubo virginianus*.

Abstract

RICHTER, Aline. **Comparative osteological analisys of the forelimb in three species of owls (Strigiformes)**. 2015. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Ciências Biológicas. Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

The osteological morphology is most used for the phylogenetic classification in birds, due to the important evolutionary and anatomical information that bones can provie. Owls (Strigiformes) have standard well defined anatomical and morphological structures, and as a group, the majority of the studies includes ecology and the description of fossil finds. In this way, our goal was to perform na osteological comparison of the forearm (=wing) elements (humerus, radius, ulna, carpometacarpus and digits) in three different species of recent owls (*Tyto furcata*, *Bubo virginianus* and *Asio clamator*) common residents in southern Rio Grande do Sul state, due to the absence of studies in this field, contributing morphometric, morphological, ecological and evolutionary data. We used 42 specimens coming from of the rehabilitation nucleus of wildlife (NURFS/UFPel), as well as skeletons of Scientific Ornithological Collection of Carlos Ritter Museum (MRCO). The material was prepared by biological maceration, and later included in MRCO. Were accomplished 17 comparative morphometric masurements of the arm elements, as well as the bone description of each skeletal elements. As a result, through the morphometric data descriptive tables were generated (average, minimum and maximum values, standard deviation and coefficient of variation) for each species, and a Principal Component Analysis (PCA) inferring sex from unsexed individuals. By ANOVA, we found that for most of the measures was no significant difference between the group, since body size difference of these. However, the pairware comparison showed that between *B. virginianus* and *A. clamator* there is no significance to some structures, which may be due to phylogenetic factors. In the description were found differences between forearm and hand elements that are relevant, providing data that serve as phylogenetic analysis tools and taxonomic level families recognition and validation, and ecomorphological information of the group.

Keywords: morphology; morphological description; *Tyto furcata*; *Asio clamator*; *Bubo virginianus*.

Lista de Figuras

Figura 1 Ênfase das medidas realizadas em cada elemento ósseo do braço e crânio, baseado em um exemplar de *Bubo virginianus* (0084). 25

Figura 2 Análise de Componentes Principais (PCA) para as três espécies de corujas. 31

Figura 3 Nomenclatura das estruturas mais importantes anatomicamente para a descrição osteológica em corujas. 34

Figura 4 Imagens comparativas dos elementos ósseos que compõe o braço. Da esquerda para a direita: *Bubo virginianus*, *Asio clamator* e *Tyto furcata*. 42

Figura 5 Detalhe do *foramen pneumaticum* do úmero, mostrado a diferença entre as espécies. 43

Figura 6 Presença do osso sesamóide observado durante o preparo de um exemplar de *A. clamator*. 43

Lista de Tabelas

Tabela 1 Amplitude de variação (mín.-máx.), média, desvio padrão (s) e coeficiente de variação (c.v.) das estruturas analisadas em *T. furcata.* Medidas em milímetros..... 27

Tabela 2 Amplitude de variação (mín.-máx.), média, desvio padrão (s) e coeficiente de variação (c.v.) das estruturas analisadas em *A. clamator*. Medidas em milímetros. 28

Tabela 3 Amplitude de variação (mín.-máx.), média, desvio padrão (s) e coeficiente de variação (c.v.) das estruturas analisadas em *B.virginianus*. Medidas em milímetros. 28

Tabela 4 Proporção de cada segmento do membro locomotor anterior em relação ao comprimento total deste para as três espécies de corujas. 30

Tabela 5 Valores de p para análise de variância (ANOVA) e teste *post-hoc* de Tukey para comparação das espécies. (p=0,05). 32

Lista de Abreviaturas

$\overline{CE}$	Comprimento total do espaço intermetacarpal.
$\overline{CMC}$	Comprimento total do carpometacarpo.
$\overline{CR}$	Comprimento total do rádio.
$\overline{CTC}$	Comprimento total do crânio.
$\overline{CUL}$	Comprimento total da ulna.
$\overline{CUM}$	Comprimento total do úmero.
$\overline{DI}$	Comprimento total do dígito I.
$\overline{DIICFP}$	Comprimento total da falange proximal do dígito II.
$\overline{DIIFD}$	Comprimento total da falange distal do dígito II.
$\overline{DIII}$	Comprimento total do dígito III.
$\overline{DIILFP}$	Largura mediana da falange proximal do dígito II.
$\overline{LADC}$	Largura da articulação distal da região articular do dígito II até ponto de articulação do dígito III do carpometacarpo.
$\overline{LAPC}$	Largura da articulação proximal do processo extensor até a face articular ulnocarpal do carpometacarpo.
$\overline{LC}$	Largura do crânio da margem de um processo zigomático a outro.
$\overline{LMC}$	Largura mediana do carpometacarpo.
$\overline{UAD}$	Largura da articulação distal do processo supracondilar dorsal até o epicôndilo ventral do úmero.
$\overline{UAP}$	Largura da articulação proximal da crista deltapectoral até a crista bicipital do úmero.
MCRO	Coleção Ornitológica do Museu Carlos Ritter.
NURFS/ CETAS	Núcleo de Reabilitação da Fauna Silvestre/ Centro de Triagem de Animais Silvestres
RSD	Reversão do dimorfismo sexual.

Sumário

1 Introdução 12

1.1 Objetivos 14

1.1.1 Objetivo Geral 14

1.1.2 Objetivo Específico 15

2 Revisão da Literatura 16

2.1 Registros Fósseis 16

2.2 Relações Filogenéticas 17

2.3 Descrição Osteológica 18

2.4 Ecomorfologia 20

3 Materiais e Métodos 22

3.1 Procedência do Material 22

3.2 Preparo do Material 22

3.3 Morfometria e Descrição dos Ossos 23

3.4 Análise de Dados 26

4 Resultados 27

4.1 Análise morfométrica 27

4.2 Análise Estatística 32

4.3 Análise Descritiva 33

4.3.1 *Bubo virginianus* (Exemplares 0029, 0078, 0084, 0086, 0087) ... 35

4.3.2 *Asio clamator* (Exemplares 0014, 0016, 0018, 0027, 0081) 37

4.3.3 *Tyto furcata* (Exemplares 0008, 0010, 0012, 0069, 0079) 39

5 Discussão 44

5.1 Análise Morfométrica e Estatística 44

5.2 Análise ecomorfológica 45

5.3 Análise Descritiva 46

6 Conclusão 49

Referências **50**

Apêndices **56**

1 Introdução

O uso da morfologia como chave para estabelecer relações de parentesco entre inúmeros táxons de Aves são descritos desde o século XIX. A análise de semelhanças baseadas no esqueleto, principalmente no sincrânio por apresentar inúmeras variações entre os grupos, foi amplamente difundida pela facilidade com que se observam os dados (PASCOTTO et al, 2006). Com o advento das técnicas em biologia molecular, mais informação se adicionaram à sistemática filogenética, entretanto, em Aves, a morfologia comparativa permanece como base de classificação (LIVEZEY; ZUSI, 2007).

Os ossos podem conter informações importantes como evidências anatômicas sobre homologias, caracteres vestigiais e reversões, podendo ser utilizados em diversas áreas da biologia, como Paleontologia, Evolução, Ecologia em estudos de Ecomorfologia, Sistemática Filogenética, entre outros. O esqueleto das aves apresentam diferenças dos demais grupos devido ao seu caminho evolucionário e ecomorfologia, uma vez que possuem adaptações ao voo (COHEN; SERJEANTSON, 1986). A Paleontologia (Paleornitologia) é bem marcada pela descrição de espécies de aves fósseis, geralmente se concentrando na descrição dos ossos e colocação dos táxons recém-descobertos num contexto filogenético (LIVEZEY; ZUSI, 2007). No que diz respeito ao uso da morfologia na descrição de elementos ósseos de corujas fósseis, sabe-se que já eram empregados desde meados de 1860 quando foram descritos dois fósseis de corujas da França (KUROCHKIN; DYKE, 2011).

O membro locomotor anterior (braço) traz características importantes sobre implicações evolutivas. Alguns estudos como o de Wagner e Gauthier (1999) e Feduccia e Nowicki (2002) buscaram identificar quais são os dígitos presentes nas aves atuais, levando em conta a Embriologia e Paleontologia. A grande fusão dos

ossos do carpometacarpo assim como as pesquisas sobre os ossos do pulso demonstram tendências evolutivas que ligam as aves atuais a uma linhagem de dinossauros Theropoda (BOTELHO et al, 2014). A ausência de alguns ossos também pode ser diagnóstica para diferenciação entre as famílias de Strigiformes, bem a presença de uma estrutura escrita como exclusiva do grupo (BOCK; MCEVEY, 1969).

A ordem Strigiformes, a qual compreende as corujas, mochos e caburés, está dividida em duas famílias atuais. A família Strigidae possui a maioria dos representantes da ordem (cerca de 200 espécies) e são visivelmente distinguidas da outra família, Tytonidae (19 espécies), pelo formato da face, que a segunda apresenta em forma de coração (BURTON, 1973; MOTTA-JUNIOR et al, 2004; MENG, 2015). Também por técnicas moleculares de eletroforese (RANDI et al, 1991), DNA mitocondrial cyt*b* e nuclear RAG-1 (WINK et al, 2009) e anatômicas (EINODER; RICHARDSON, 2007). No Brasil há registro de 23 espécies, dentre elas 22 são representantes de estrigídeos, na qual se incluem as espécies *Bubo virginianus* (Gmelin, 1788) e *Asio clamator* (Vieillot, 1808), e apenas uma dos titonídeos, a conhecida coruja-de-igreja (*Tyto furcata (*Temminck, 1827)) (MENG, 2015). Recentemente uma espécie de Strigidae, endêmica o Brasil, foi declarada como extinta (PEREIRA et al, 2014). Este grupo, que apresenta aparência de fácil distinção dos demais táxons, contam com padrões de comportamento, morfologia e anatomia exclusivos. Possuem grandes olhos com visão binocular, audição aguçada, corpo robusto coberto por penas macias que lhe garantem um voo silencioso, garras e bico curvados e afiados, sendo muitas destas características adaptações para o hábito noturno e/ou predatório, sendo consideradas aves de rapina. Enquanto a distribuição de *B. virginianus* e *A. clamator* é mais neotropical, as espécies do gênero *Tyto* são cosmopolitas, porém *T. furcata* é considerada um gênero ocorrente no novo mundo (CBRO, 2014; MENG, 2015). Ocupam uma vasta gama de nichos, mas preferencialmente são encontradas em ambientes não antropizados como matas, cerrados e campos. Adaptações ao hábito noturno conferem ao grupo a possibilidade de ocupar nichos sobrepostos com outras aves de rapina diurnas, como os Falconiformes (BURTON, 1973; MOTTA-JUNIOR et al, 2004; KÖNIG; WEIK, 2008), ao mesmo tempo, em decorrência desse hábito, sua observação e estudos comportamentais são escassos, o que acaba por dificultar sua conservação (MOTTA-JUNIOR et al, 2004).

Devido à grande variação no tamanho corporal, chegando a 75cm de altura e 4,5Kg em espécies de *Bubo*, ocorrem modificações na dieta, fazendo com que consigam predar répteis, roedores e até outras aves, já dentre as menores está a *Glaucidium brasilianum* com 60g e média de 20cm, que tem uma dieta baseada em insetos e pequenos anfíbios (SICK, 1997; MENG, 2015). Em parte, notam-se diferenças no tamanho corporal quando se compara machos e fêmeas da mesma espécie (EARHART; JOHNSON, 1970), pois nesse grupo ocorre a reversão do dimorfismo sexual, assim como em outras aves de rapina, onde as fêmeas são maiores que os machos, e consequentemente apresentando diferença na morfometria dos ossos.

Nos últimos anos, estudos com corujas estão mais voltados a dados ecológicos de populações e comportamento alimentar. A osteomorfometria está mais confinada a trabalho com descrição de espécies fósseis ou na identificação de indivíduos encontrados com somente o esqueleto (BOCHENSKI; TOMEK, 2000; WÓJCIK, 2002). Com base nisso, este trabalho se justifica pela necessidade de conhecer e descrever a osteologia apendicular de três espécies atuais de Strigiformes neotropicais, contribuindo com dados sobre sua morfologia, morfometria e descrição dos ossos que o compõe. Além de fornecer informações para inferir sobre implicações evolutivas de algumas estruturas, como os dígitos vestigiais, abordar estruturas ósseas que possam determinar diferenças entre as famílias (BOCK; MCEVEY, 1969), e pelo fato dos ossos das asas serem modulados por fatores filogenéticos e de comportamento ecológico (HOLT, 1997; CORBIN; LOWENBERGER; DORKOSKI, 2013).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Realizar uma comparação osteológica dos elementos que compõe o membro locomotor anterior, em três espécies de corujas (*Bubo virginianus*, *Asio clamator* e *Tyto furcata*) de comum ocorrência no sul do Rio Grande do Sul.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar a morfometria e descrição dos ossos que compõe o membro locomotor anterior (úmero, ulna, rádio, carpometacarpo, dígito I, falange proximal e distal do dígito II e dígito III) das três espécies de corujas.
- Comparar morfológica e morfometricamente os dados para as três espécies de corujas (T*. furcata*, *B. virginianus* e *A. clamator*).
- Especular sobre a morfologia de elementos ósseos que possam ser informativos o ponto de vista evolutivo, como estruturas vestigiais.

2 Revisão de Literatura

2.1 Registros fósseis

Muitos estudos já foram publicaram sobre osteologia e descrições anatômicas de corujas fósseis. Trabalhos nessa área são feitos desde meados de 1860 até os dias atuais, pelo encontro de novos registros fossilíferos, como pode ser visto pela recente descoberta de um fóssil da Ásia, datado do Paleoceno (aproximadamente 30 milhões de anos), que supostamente é a documentação mais antiga para a história das corujas (KUROCHKIN; DYKE, 2011).

Walker (1973) apresentou representantes do gênero *Bubo* relacionados ao Eoceno Superior/Oligoceno Inferior. Durante o Pleistoceno os registros de aves fósseis foram muito ricos, e tem-se a aparição do primeiro registro de *Bubo virginianus* da América Central e do Norte, corroborando com Miller (1911), que descreveu espécimes desta espécie encontrados numa caverna na Califórnia. Ainda em Walker, há referência a espécie *Rhinoptynx clamator* (atual *Asio clamator*) do período Holoceno.

Alvarenga (1993) realizou um estudo sobre a origem das aves e seus fósseis. Cita que no Paleógeno, a maioria das aves já apresentava características modernas e com representantes fósseis desse período. Considerou a existência de Strigiformes datando do Paleoceno, que mescla características de Tytonidae e Strigidae. Nesse período, as corujas possuíam grande diversidade, como pode ser visto em Mayr (2009) que descreve para o Eoceno a ocorrência de uma família fóssil conhecida como Protostrigidae (extinta no começo do Oligoceno) que compreendia os gêneros *Eostrix*, *Oligostrix* e *Minerva*.

Míkovský (1998) descreveu uma nova espécie correspondente ao Mioceno Inferior da Bavária, sul da Alemanha, com base no úmero. Ele considerou a

subfamília Tytoninae (não mais aceita) como pertencente à família Strigidae e fez comentários sobre sua história fóssil, datando o mais antigo dos titonídeos para o Eoceno da França. Durante o Oligoceno e Mioceno Inferior, titonídeos se diversificaram pela Europa, mas desapareceram no fim do Mioceno Inferior, quando surgiram ali estrigídeos, só voltando a aparecer mais tarde, já com o moderno gênero *Tyto*. Burton (1973) relatou para o Quaternário que somente representantes do gênero *Tyto* são encontrados, incluindo a *Tyto alba*. Hoje há somente dois gêneros de titonídeos vivos, *Tyto* e *Phodilus*, tendo a subfamília Phodilinae seus representantes datados no Mioceno Inferior.

Cenzio e Reyes (2008) apresentaram o primeiro registro fóssil de *T. alba* para a Argentina e o mais antigo para a América do Sul, pertencendo a uma formação do Pleistoceno Tardio/Holoceno onde encontraram um tarsometatarso, mandíbula e sinsacro. Este último foi encontrado em uma paleotoca junto com restos de sigmodontídeos, relacionando este fato ao comportamento alimentar e paleocológico do indivíduo. Usaram espécies atuais para comparação e pela morfometria puderam observar que as faixas de tamanho dos ossos identificados ficavam na amplitude de variação pertencente a *T. alba*.

No estudo realizado por Chiappe et al (2008) sobre dimorfismo sexual em fósseis de *Confuciusornis sanctus* (Cretáceo, China), fizeram uso de dados morfométricos para avaliar se havia correlação das penas caudais com o dimorfismo do tamanho corporal. Foi tomado o comprimento máximo de ossos dos membros (úmero, ulna, rádio, fêmur e tibiotarso), e com base nos resultados encontrados conseguiram levantar várias hipóteses. Porém eles não encontraram relação entre tamanho corporal e presença/ausência de rectrizes, e consideram que a lacuna encontrada nos tamanhos das classes se deu por diferenças na fase de crescimento da história de vida de *C. sanctus*.

2.2 Relações filogenéticas

Alguns trabalhos são mais relevantes o ponto de vista de classificação filogenética, que está bem estabelecida para a ordem Strigiformes. Randi et al (1991) através de eletroforese de proteínas e relógios moleculares para mostrar o tempo evolutivo de divergência na configuração dessas proteínas, observaram diferenças significativas entre Tytonidae e Strigidae. Em uma comparação com dados fósseis, demonstraram que a separação das famílias se deu há mais de 40

milhões de anos, no Mioceno Inferior. Além disso, puderam concluir que Strigiformes são mais próximos filogeneticamente de Caprimulgiformes do que de Falconiformes, corroborando dados de Sibley et al (1988) para hibridização de DNA. Outros técnicas moleculares foram usados por Wink et al (2009), que usando genes mitocondriais e nucleares construíram um cladograma das famílias e subdivisões. No entanto seus dados não suportaram a maior proximidade da ordem com Caprimulgiformes.

Já Einoder e Richardson (2007), usando como base diferenças morfológicas no mecanismo de travamento do tendão do dígito III do membro locomotor posterior (TLM), separaram as famílias. Houve discrepância entre espécies, porém entre as famílias ocorreram mudanças no grau de expressão do TLM, localização no dígito, e na estrutura e disposição dos elementos de travamento. Observou que titonídeos possuem pequenas área de almofadas pedais do dígito I e que o mecanismo de trancamento se dava na base deste dígito, diferindo de estrigídeos, onde o trancamento ocorre na parte distal. O arranjo das dobras na superfície dos tendões, em Strigidae foi semelhante ao dos Falconiformes, (base larga e espessa afilando na extremidade) enquanto em Tytonidae o ponto de fixação é delgado e com menos dobras, o que pode comprometer o mecanismo de travamento.

2.3 Descrição osteológica, evolutiva e morfométrica

Trabalhos pioneiros em descrição osteológica de corujas foram realizados por Shufeldt (1900) e Pycraft (1902). Ambos realizaram estudos comparativos do esqueleto para diversas espécies do grupo, inclusive do gênero *Bubo*. Pycraft (1902) descreveu as principais diferenças entre corujas e Falconiformes utilizando alguns elementos ósseos da asa, além disso, constatou que curiangos e corujas apresentavam diferença vista pela tuberosidade radial bem desenvolvida e profunda *incisura capitalis* presente nos primeiros.

Quanto os ossos do antebraço (rádio e ulna) alguns trabalhos se destacam como de Bock e McEvey (1969) e Smith, Smith e Holladay (1993). Eles realizaram uma descrição detalhada de duas estruturas importantes, o arco ósseo e um osso sesamoide, sendo a primeira descrita para Strigiformes.

Em relação às diferenças nos segmentos das asas Earhart e Johnson (1970) observaram que além da variação causada pela idade do indivíduo, haviam diferenças no tamanho dos ossos entre os sexos (MCGILLIVRAY, 1985). A reversão

do dimorfismo sexual (RSD) em aves de rapina implica que as fêmeas sejam maiores do que os machos, porém os processos que levam à ocorrência desse fenômeno não são bem claros, existindo diversas hipóteses descritas (MUELLER; MEYER, 1985).

Alguns autores realizaram estudos comparando dados paleontológicos e embriológicos sobre as identidades dos ossos que compões algumas estruturas da mão. Feduccia e Nowicki (2002) analisaram a real composição dos dígitos da mão em aves atuais, como outros vários autores. Experimentos com embrião de avestruz demonstraram que estes dígitos são DII, DIII e DIV enquanto que para dinossauros aviformes são DI, DII e DIII. Um eixo principal é formado pela sequência de aparecimento da ulna – ulnare - carpal IV distal e o digito IV, indicando que esse elemento não poderia ser perdido. Já Wagner e Gauthier (1999) enfatizaram que mudanças de identidade dos dígitos podem ocorrer posteriormente à morfogênese, estando sujeitas a mudanças evolutivas e transformações homeóticas influenciadas por genes *Hox*. Bever et al (2011) defenderam amplamente a FSH (Frame Shift Hypothesis), analisando-a em parâmetros paleontológicos, apresentando uma teoria alternativa, a da perda bilateral, que consiste na perda do V da posição 5, seguida pela perda do DI, restando os dígitos II, III e IV. No estudo de Botelho et al (2014) eles analisaram em conjunto as duas linhas de pensamento, tentando desvendar os ossos que compõe o carpometacarpo e os elementos livres do carpo, considerando os dígitos da mão como I, II e III.

Recentemente trabalhos com morfometria e descrição óssea de corujas analisando comparativamente os ossos do crânio (SALOMÃO, 2011) e membro locomotor posterior (PORZIO, 2014). Foram verificadas faixas de sobreposição entre as espécies estudas, *Athene cunicularia*, *Asio clamator* e *T. alba* para Salomão (2011) e *A. clamator*, *B. virginianus* e *T. alba* para Porzio (2014), e em ambos estudos, ficou evidente uma maior semelhança entre os dados das espécies pertencentes aos estrigídeos em relação a representante titonídea. De modo similar, Rezk (2015) realizou a descrição do esqueleto completo da garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*), fazendo uma comparação de seus resultados com outros trabalhos referentes à espécie e demais grupos de aves.

2.4 Ecomorfologia

No que diz respeito à ecomorfologia do membro locomotor anterior em Strigiformes, poucos trabalhos foram encontrados. Holt (1997) faz uma revisão sobre a influência do manejo florestal sobre *Asio otus* na América do Norte. Em relação a ecomorfologia, ele observou que morfologias de voo similares são vistas em ambientes também similares, por exemplo, corujas de ambientes abertos possuem asas mais pontiagudas que proporcionam mais agilidade, enquanto corujas florestais têm asas curtas e largas, que propiciava uma maior manobrabilidade entre a vegetação.

Usando Passeriformes como modelo, Calmaestra e Moreno (2000) verificaram se havia existência de padrões ecomorfológicos do membro locomotor anterior e posterior que relacionasse a morfologia com comportamento migratório. Usaram aves migratórias e não migratórias e realizaram as medidas máximas e mínimas dos ossos que compõe os membros. Pelos resultados obtidos, puderam perceber um padrão que ligava à morfologia com o comportamento migratório, sendo que nesse grupo de aves o esterno era mais alongado e com quilha profunda.

Já para os ossos da asa não houve diferença significativa entre os migratórios e não migratórios, embora ossos alongados da asa sejam úteis para migração, eles sofrem maior influência de traços filogenéticos e biomecânicos.

Em Nudds (2007) foi verificado a relação alométrica do comprimento dos ossos da asa em aves com a massa corpórea. Seus resultados demonstraram uma relação de alometria positiva entre envergadura da asa e massa corpórea, isto é, aves grandes possuem ossos compridos nas asas. Também relacionaram o comprimento das asas com o comportamento de voo, com batidas de asa rápidas ou lentas, entretanto, não conseguiram definir um mecanismo que explicasse claramente o porquê de seus resultados.

Usando diferentes grupos de Pelecaniformes, Simons (2010); Simons et al (2011) avaliou a variação morfológica dos elementos da asa, de acordo com o modo de voo (planeio, batida continua e batida com planeio). Verificou uma relação alométrica positiva da ulna em relação ao tamanho do corpo, além de que duas medidas do carpometacarpo são importantes para separar os diferentes modos de voo dos grupos. Este elemento é local de ancoragem das rêmiges primárias, e dependendo de suas medidas pode dar um maior controle de voo (manobrabilidade)

ou mais aceleração. Nesse contexto, Corbin et al (2013), usando Passeriformes, também constatou adaptações morfológicas de acordo com os diferentes tipos de comportamento de forrageio. A configuração esqueletal do aparato de voo em aves que tinham um forrageio passivo (“sentar e esperar”) apresentava a configuração dos elementos distais do braço mais estreita e longa, o que garante maior manobrabilidade. Enquanto aquelas que forrageiam ativamente tem um incremento na aceleração, através da redução da distância de corda e úmero alongado. Evidenciaram como os tamanhos dos ossos possuem ligação com o comportamento ecológico e com restrições filogenéticas.

3 Materiais e Métodos

3.1 Procedência do material

Os indivíduos de estudo são procedentes do Rio Grande do Sul, do município de Pelotas e arredores, originários do Núcleo de Reabilitação da Fauna Silvestre (NURFS/CETAS) da UFPel e/ou esqueletos já pertencentes à Coleção Científica de Ornitologia do Museu Carlos Ritter (MCRO). Todos se encontram preparados e tombados no livro do MCRO, compreendendo 42 exemplares, sendo 16 de *Tyto furcata* (0008, 0009, 0010, 0011, 0012, 0067, 0068, 0069, 0070, 0071, 0072, 0074, 0079, 0080, 0082, 0083), nove de *Asio clamator* (0013, 0014, 0015, 0016, 0017, 0018, 0027, 0076, 0081) e 17 de *Bubo virginianus* (0020, 0021, 0022, 0023, 0024, 0026, 0028, 0029, 0031, 0032, 0033, 0075, 0078, 0084, 0085, 0086, 0087).

Os indivíduos provenientes do NURFS/CETAS são aqueles que vieram a óbito mesmo após tentativas de reabilitação quando, só então, foram encaminhados ao Laboratório de Zoologia de Vertebrados (IB, Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética, Institutos de Biologia, da Universidade Federal de Pelotas) onde permaneceram em congelamento até seu preparo. O material com esta procedência foi preparado como complemento aos espécimes já tombados, buscando-se igualar os números amostrais entre as espécies de interesse.

3.2 Preparo do material

Após os indivíduos serem descongelados, foi realizada a biometria padrão para aves (BALDWIN et al, 1931; SICK, 1997), onde foi mensurado o comprimento total (da cabeça até a extremidade das rectrizes), altura e largura do bico, envergadura das asas e comprimento da asa fechada, comprimento do tarsometatarso e do dígito III com e sem garra, sendo essas duas últimas realizadas

na perna direita e esquerda, além da visualização, se possível, do sexo do animal e sua pesagem.

Efetuadas as mensurações, os espécimes foram submetidos ao processo de descarne mecânico das partes moles como músculos, vísceras e gordura (SILVEIRA et al, 2008) com auxílio de um bisturi cirúrgico e pinças. Posteriormente, a carcaça ficou emersa em um balde com água corrente onde ocorreu a maceração biológica da parte orgânica restante (SALOMÃO, 2011; PORZIO, 2014). O tempo de preparo dependeu do grau de descarne e do tamanho do animal. Ao fim do processo de maceração, os ossos são removidos da água e emersos em hipoclorito 10% por aproximadamente uma hora para eliminar a gordura, após isso, os ossos secos foram acondicionados e incluídos no livro tombo do MCRO ficando disponíveis para uso científico.

3.3 Morfometria e descrição dos ossos

A mensuração dos elementos ósseos que compõe o membro locomotor anterior foi realizada com o uso de um paquímetro de metal Mitutoyo® de 200mm (precisão de 0,05mm). As medidas tomadas seguem conforme citado abaixo, e correspondem a três medidas de úmero ($\overline{CUM}$, $\overline{UAD}$, $\overline{UAP}$), cinco do carpometacarpo ($\overline{CMC}$, $\overline{CE}$, $\overline{LMC}$, $\overline{LAPC}$, $\overline{LADC}$), duas da falange proximal do dígito II ($\overline{DIICFP}$, $\overline{DIILFD}$) e duas cranianas ($\overline{CTC}$, $\overline{LC}$), sendo que nos demais ossos onde só foi mensurado o comprimento ($\overline{CUL}$, $\overline{CR}$, $\overline{DI}$ $\overline{DIIFD}$, $\overline{DIII}$). A figura 1 ilustra a forma como foram obtidas as 17 medidas morfométricas de todos os ossos que compõe o membro locomotor anterior assim como as medidas cranianas, tendo como modelo o exemplar de *B. virginianus* (0084).

As nomenclaturas de descrição morfológica seguem conforme sugerido por Baumel (1993), que escreveu um importante livro para compilação da nomenclatura anatômica *(Nomina Anatomica Avium)* de estruturas ósseas em Aves. Seguimos o que foi proposto por Botelho et al (2014) quanto à identidade dos dígitos que compõe a mão das aves atuais, adotando como sendo dígito I,II e III, e também nova nomenclatura para alguns elementos do pulso.

Pelo fato de ocorrer a reversão do dimorfismo sexual (RSD) nesse grupo (EARHART; JONHSON, 1970), foi feita a distinção de indivíduos por sexo, escolhendo um para tomar como referência e padronizar as medidas, evitando que

ocorram vieses amostrais. Utilizou-se fêmeas como indivíduos base para as mensurações de comparação estatística, devido ao maior número de espécimes disponíveis na coleção do MCRO. Indivíduos jovens/subadultos identificados foram removidos das amostras por apresentarem diferenças no tamanho dos elementos ósseos, como visto por Pycraft (1902), com diferentes estágios de *Speotyto*, e Piratelli et al (2001) com a morfometria de espécies de aves do sub-bosque no Mato Grosso do Sul, podendo ocasionar vieses nos dados.

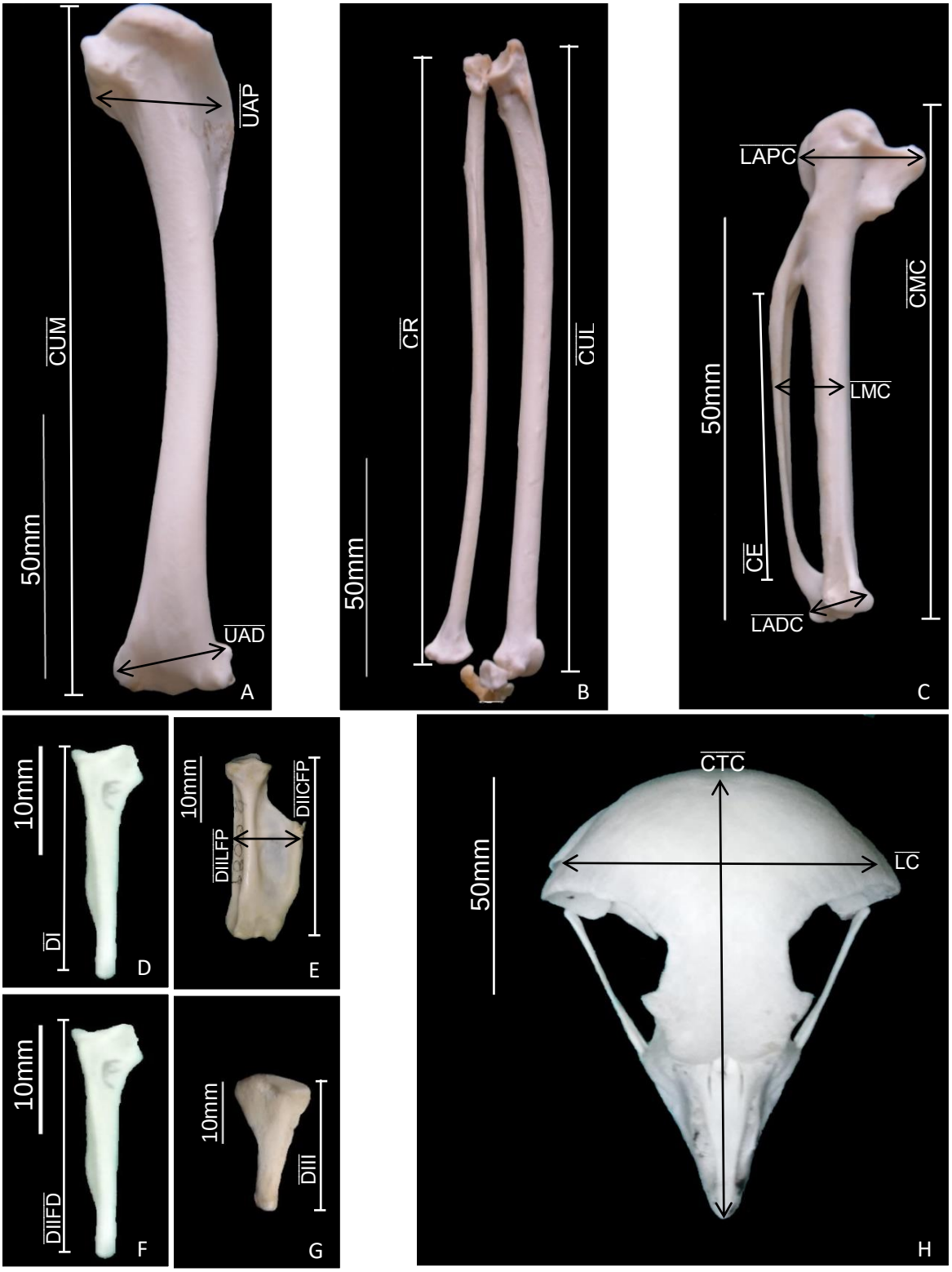

Figura 1 – Ênfase das medidas realizadas em cada elemento ósseo do braço e crânio, baseado em um exemplar de *Bubo virginianus* (0084). A) Úmero, face caudal. B) Ulna (direita) e rádio (esquerda), face ventral. C) Carpometacarpo, face dorsal. D) Dígito I face dorsal. E) Falange proximal do dígito II, face dorsal. F) Falange distal do dígito II, face dorsal. G) Dígito III, face dorsal. H) Crânio, face dorsal.

3.4 Análises de dados

Os dados morfométricos brutos foram organizados em tabelas Excel e separados por número da coleção e espécie, como pode ser visto no apêndice A, B e C. Com eles também se organizou tabelas com valores máximos e mínimos, média, desvio padrão e coeficiente de variação, para cada amostra mensurada, que posteriormente foram base para comparações interespecíficas.

Testes estatísticos foram executados para verificar se existiam diferenças significativas entre os dados. Um cálculo da razão do comprimento do crânio pelo comprimento total dos ossos foi feito para atribuir proporcionalidade aos dados, e gerar uma porcentagem do tamanho dos ossos da asa em relação ao tamanho do crânio para comparações posteriores. Dados de medidas cranianas foram usados devido à presença dessa estrutura em todos os exemplares amostrados. Se os valores dos testes estatísticos não estiverem contidos no intervalo de confiança de 95% ($p<0,05$), constata-se a existência de diferença significativa entre os valores.

Os testes foram rodados em um software estatístico (Past 3.06) e usou-se ANOVA, para analisar a variância das amostras dentro o grupo, seguido pelo teste *post-hoc* t de Tukey para verificar a existência de diferenças significativas entre os grupos. Usou-se também a Análise de Componentes Principais (PCA) para que pudéssemos inferir sobre a sexagem de indivíduos da coleção, onde o sexo não havia sido determinado no momento do preparo (DEL MAR DELGADO; PENTERIANI, 2004). Essa análise agrupa os indivíduos com base nos dados morfométricos dos ossos, que diferem entre os sexos.

4 Resultados

4.1 Análise morfométrica

Com os dados tabelados, foi feita a estatística descritiva para cada medida em cada espécie, considerando valores máximos e mínimos de tamanho, a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Na tabela 1 encontram-se os valores descritivos para a espécie *T. furcata*.

Tabela 1 - Amplitude de variação (mín.-máx.), média, desvio padrão (s) e coeficiente de variação (c.v.) das estruturas analisadas em *T. furcata*. Medidas em milímetros.

Medidas	V. máx.	V. mín.	Média	s	c. v.
$\overline{CTC}$	73,3	65,5	71,28	4,05	0,06
$\overline{LC}$	40,8	37,3	39,29	1,76	0,04
$\overline{CUM}$	96,65	83,95	91,44	6,38	0,07
$\overline{UAD}$	14,65	13,3	14,06	0,68	0,05
$\overline{UAP}$	16,2	14,5	15,3	0,85	0,06
$\overline{CUL}$	107,25	98,25	103,99	4,56	0,04
$\overline{CR}$	103,25	94,7	99,96	4,31	0,04
$\overline{CMC}$	49,1	44,05	47,41	2,57	0,05
$\overline{CE}$	33	28,7	31,34	2,57	0,08
$\overline{LCM}$	7,35	6,1	6,81	0,63	0,09
$\overline{LAPC}$	10,9	9,55	10,12	0,68	0,07
$\overline{LADC}$	8,25	6,85	7,48	0,70	0,09
$\overline{DI}$	14,9	12,7	14,1	1,11	0,08
$\overline{DIICFP}$	21,6	19	20,67	1,32	0,06
$\overline{DIILFP}$	7,7	6,45	7,06	0,63	0,09
$\overline{DIIFD}$	20,25	18	19,3	1,13	0,06
$\overline{DIII}$	9,8	8,4	9,08	0,70	0,08

A tabela 2 corresponde aos dados descritivos em relação à *A. clamator* e a tabela 3 são os valores para *B. virginianus.*

Tabela 2 - Amplitude de variação (mín.-máx.), média, desvio padrão (s) e coeficiente de variação (c.v.) das estruturas analisadas em *A. clamator*. Medidas em milímetros.

Medidas	V. máx.	V. mín.	Média	S	c.v.
$\overline{CTC}$	75,5	70,6	72,93	2,45	0,03
$\overline{LC}$	49,8	46,8	47,82	1,53	0,03
$\overline{CUM}$	114,5	98,7	105,88	7,91	0,07
$\overline{UAD}$	18,75	16,1	16,95	1,35	0,08
$\overline{UAP}$	20	17,5	18,84	1,25	0,07
$\overline{CUL}$	125	113,2	118,31	5,92	0,05
$\overline{CR}$	120,6	108,8	113,87	5,92	0,05
$\overline{CMC}$	54,9	51,3	52,88	1,80	0,03
$\overline{CE}$	32,5	28,5	31,02	2,02	0,07
$\overline{LCM}$	9,3	8,4	8,72	0,46	0,05
$\overline{LAPC}$	11,9	11,1	11,46	0,40	0,03
$\overline{LADC}$	9,5	8,55	9,1	0,48	0,05
$\overline{DI}$	18,9	17,65	18,28	0,63	0,03
$\overline{DIICFP}$	23,5	21,6	22,35	0,96	0,04
$\overline{DIILFP}$	8,2	7,4	7,83	0,40	0,05
$\overline{DIIFD}$	23,8	17,3	18,97	3,38	0,18
$\overline{DIII}$	10,1	8,4	9,22	0,85	0,09

Tabela 3 - Amplitude de variação (mín.-máx.), média, desvio padrão (s) e coeficiente de variação (c.v.) das estruturas analisadas em *B.virginianus*. Medidas em milímetros.

Medidas	V. máx.	V. mín.	Média	S	c.v.
$\overline{CTC}$	95	76,3	88,77	9,52	0,11
$\overline{LC}$	65,9	56,1	64,16	5,23	0,08
$\overline{CUM}$	138,7	123,8	132,51	7,49	0,06
$\overline{UAD}$	23,95	20,85	22,42	1,55	0,07
$\overline{UAP}$	27,5	21,5	25,07	3,02	0,12
$\overline{CUL}$	158,5	133,75	149,59	12,54	0,08
$\overline{CR}$	159,1	132,85	146,45	13,13	0,09
$\overline{CMC}$	69,85	61,8	69,07	4,44	0,06
$\overline{CE}$	39,8	34,3	38,1	2,82	0,07
$\overline{LCM}$	12	9,85	11,03	1,08	0,10
$\overline{LAPC}$	15,7	13,45	14,8	1,13	0,08
$\overline{LADC}$	12,65	11,2	11,75	0,73	0,06
$\overline{DI}$	23,65	20,1	21,84	1,78	0,08
$\overline{DIICFP}$	29,6	25	27,54	2,30	0,08
$\overline{DIILFP}$	11,2	9,5	10,17	0,86	0,08
$\overline{DIIFD}$	24,1	16,9	22,44	3,77	0,17
$\overline{DIII}$	12,8	9,9	12	1,50	0,12

Os dados mostram que as médias aumentam de *T. furcata* para *A. clamator,* atingindo os maiores valores em *B. virginianus*. Os coeficientes de variação demonstram uma pequena variação dos dados, indicando certa homogeneidade. Nessas tabelas estão contidas as informações tanto pra machos quanto pra fêmeas, o que pode explicar o maior grau de variação do desvio padrão e consequentemente, do coeficiente de variação, uma vez que para as espécies de estudo, as fêmeas apresentam maior tamanho em relação aos machos.

Através do método de PCA foi observado o agrupamento de indivíduos por espécie e daqueles que não possuíam determinação do sexo, os quais tiveram maiores correlações com as fêmeas. As medidas usadas para realização da PCA foram $\overline{CTC}$, $\overline{LC}$, $\overline{CUM}$, $\overline{CUL}$, $\overline{CR}$, $\overline{CMC}$, $\overline{CE}$, $\overline{LAPC}$, $\overline{LAD}$, $\overline{DIICFP}$, $\overline{DIILFP}$. O gráfico demonstrando os resultados da análise exploratória por PCA para *B. virginianus*, *A. clamator* e *T. furcata* estão representado na figura 2. Como pode ser visto, o componente 1 (eixo x), que por determinação do método normalmente está ligado ao tamanho da estrutura, é quem está separando os grupos tanto por espécie quanto por sexo, sendo que ele explica quase 97% da variação. Já o componente principal 2 (eixo y), normalmente relacionado a forma, acaba não influenciando na separação dos grupos, mas é de importância para a separação de espécimes dentro de *A. clamator*.

Também foram realizadas PCAs para cada espécie separadamente de modo a ter uma maior visualização da separação entre indivíduos machos e fêmeas. Mesmo havendo um número reduzido de machos identificados nas amostras o método, através das medidas usadas, conseguiu discriminar entre os sexos. Podemos então inferir que os espécimes 0023 e 0031 são machos e os indivíduos 0021, 0022, 0084, 0085, 0086 e 0087 são fêmeas para *B. virginianus*, sendo que uma das fêmeas aparece agrupada com os machos, podendo ser um indivíduo jovem. Para *A. clamator* o único indivíduo indiferenciado (0076) se agrupa como fêmea, enquanto que para *T. furcata* dos sete indiferenciados, somente dois agruparam com machos (0067 e 0072), os demais (0009, 0068, 0069, 0070 e 0080) com as fêmeas. Nessa espécie também ocorreu o aparecimento de uma fêmea (0010) no agrupamento de machos. Com esses resultados pode-se usar os indivíduos atribuídos como fêmeas para análise estatística, aumentando assim o número amostral.

Uma proporção foi realizada levando em consideração o tamanho de cada segmento (braço/úmero, antebraço/rádio e ulna e mão/carpometacarpo e falanges) em relação ao comprimento total do membro locomotor anterior (Tabela 4). Para as três espécies o antebraço foi o segmento com maior proporção, seguido pelo braço e mão como o menor segmento em *A. clamator* e *B. virginianus*, enquanto que em *T. furcata*, a mão teve maior representatividade do que o braço.

Tabela 4 – Proporção de cada segmento do membro locomotor anterior em relação ao comprimento total deste para as três espécies de corujas.

Espécie	Braço (Úmero)	Antebraço (Ulna e Rádio)	Mão (Carpometacarpo e Dígito II)
Asio clamator	24,01%	26,32%	23,33%
Bubo virginianus	24,31%	27,15%,	21,38%
Tyto furcata	23,22%	25,91%	24,90%

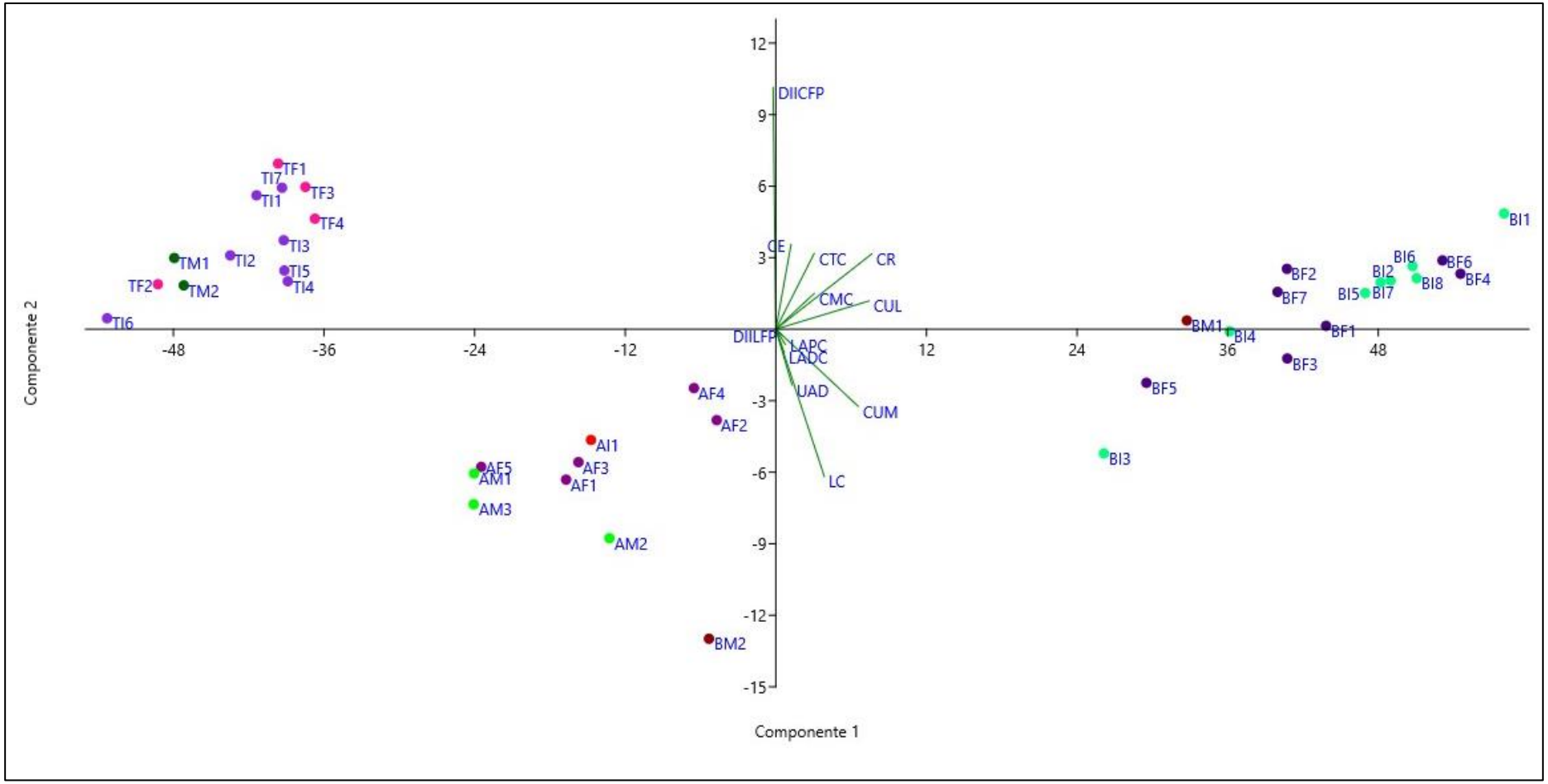

Figura 2 - Análise de Componentes Principais (PCA) para as três espécies de corujas. Legenda – A: *A. clamator;* B: *B. virginianus;* T: *T. furcata*; I: indiferenciados; F: fêmeas; M: machos.

4.2 Análise estatística

Para a comparação entre as espécies foi utilizada uma ANOVA de cada medida tomada; quando houve significância (p<0,05), testes *post-hoc* para comparação par-a-par forma analisados. Os valores encontrados para ANOVA e o teste de Tukey encontram-se na tabela 5. Para realização dos testes estatísticos, primeiramente foi obtido um valor, expresso pela razão do comprimento do crânio pelo comprimento total do osso analisado, de modo a respeitar a proporcionalidade dos dados, já que *B. virginianus* é relativamente maior que as outras duas espécies.

Tabela 5 - Valores de p para análise de variância (ANOVA) e teste post-hoc de Tukey para comparação das espécies. (p=0,05).

MEDIDAS	ANOVA (*p*)	TUKEY'S (*p*)		
		T. furcata X *A. clamator*	*T. furcata* X *B. virginianus*	*B. virginianus* X *A. clamator*
$\overline{CTC}$	$8{,}8X10^{-18}$	0,2932	0,0001	0,0001
$\overline{LC}$	$5{,}5x10^{-13}$	0,0001	0,0001	0,0007
$\overline{CUM}$	$1{,}12x10^{-6}$	0,0003	0,0001	0,4245
$\overline{UAD}$	$9{,}1x10^{-13}$	0,0001	0,0001	0,0090
$\overline{UAP}$	$7{,}4x10^{-13}$	0,0001	0,0001	0,0100
$\overline{CUL}$	$7{,}9x10^{-8}$	0,0002	0,0001	0,1463
$\overline{CR}$	$9{,}2x10^{-9}$	0,0001	0,0001	0,0400
$\overline{CMC}$	$9{,}3x10^{-6}$	0,0010	0,0002	0,3785
$\overline{CE}$	0,16			
$\overline{LCM}$	$1{,}8x10^{-12}$	0,0001	0,0001	0,2142
$\overline{LAPC}$	$6{,}9x10^{-10}$	0,0001	0,0001	0,0060
$\overline{LADC}$	$1{,}2x10^{-10}$	0,0001	0,0001	0,0300
$\overline{DI}$	0,00937	0,0300	0,0300	0,9986
$\overline{DIICFP}$	0,002907	0,0508	0,0090	0,7181
$\overline{DIILFP}$	$1{,}9x10^{-6}$	0,005	0,0001	0,0600
$\overline{DIIFD}$	0,2317			
$\overline{DIII}$	0,4691			

Somente para as medidas do espaço intermetacarpal, comprimento da falange distal do dígito II e dígito III não houve diferença significativa entre as três espécies. Para as medidas $\overline{CUM}$, $\overline{CUL}$, $\overline{CMC}$, $\overline{LCM}$, $\overline{DI}$, $\overline{DIICFP}$ e $\overline{DIICFP}$ não foi observada diferença significativa das medidas morfométricas entre as espécies *B.*

virginianus e *A. clamator* e somente para as medidas de $\overline{CTC}$ e $\overline{DIICFP}$ não houve diferença entre *T. furcata* e *A. clamator*.

4.3 Análise descritiva

Para a descrição dos espécimes foi usado, para cada espécie, cinco exemplares que se mostravam em melhor estado de preparo ou que continham todas as estruturas ósseas analisadas. Para determinar se o osso era longo ou curto utilizamos as faixas de variação (valores máximos e mínimos), sendo estas informações encontradas nas tabelas 1, 2 e 3. As nomenclaturas mais importantes para a descrição óssea neste trabalho estão na figura 3.

Figura 3 – nomenclatura das estruturas mais importantes anatomicamente para a descrição osteológica em corujas. Úmero face caudal (A) e cranial (B) – CDP: crista deltapeitoral; CB: crista bicipital; FPT: fossa pneumotricipital; PSD: processo supracondilar dorsal; FO: fossa olecraniana; CD: côndilo dorsal; CV: côndilo ventral; FMB: fossa músculo braquial. Rádio e ulna face ventral (C) e dorsal (D) – OL: olecrano; PCD: processo cotilar dorsal; IB: impressão braquial; AO: arco ósseo; PR: papilas das rêmiges; SI: sulco intercondilar; Es: escafolunar; Pi: pisiforme . Carpometacarpo face dorsal (E) e ventral (F) – PA: processo alular; PE: processo extensor; PI: processo intermetacarpal; PP: processo pisiforme; EI: espaço intermetacarpal; MMj: metacarpal maior; MMi: metacarpal menor. Falange proximal do Dígito II face dorsal (G) – PC: *Pila cranialis*; SE: sulco extensor; LC: lâmina cranial. O úmero, ulna, rádio e falange proximal do dígito II são de *B. virginianus* (0084) e o carpometacarpo é de *T. furcata* (0010).

4.3.1 *Bubo virginianus* (Exemplares 0029, 0078, 0084, 0086, 0087):

Úmero: osso alongado e robusto, com extremidades dilatadas (Figura 4A). Apresenta crista deltopeitoral delgada e curva, a impressão coracobraquial não é bem evidente, porém o sulco do ligamento transverso é aprofundado e conspícuo. A crista *bicipitalis* é pronunciada e na face caudal dela observar-se o forame pneumático (Figura 5A) de formato variado, indo de triangular a arredondado (aproximadamente 5,2mm de diâmetro) e nessa espécie têm aparência auricular. Acima deste, na face caudal observa-se o tubérculo ventral conspícuo, e a *incisura capitis* bem evidente. No corpo do osso há presença de um forame medial, visto pela face cranial. A articulação distal é alargada e levemente achatada em sentido crânio-caudal, apresentando impressões da fossa *m. branchialis* bem evidentes. O processo supracondilar dorsal é pronunciado, sendo que em um dos espécimes ele não é bem distinto (0078), podendo ser devido ao preparo do material. O côndilo dorsal e o ventral são pronunciados e é possível observar a incisura intercondilar; o epicôndilo ventral é arredondado. Na vista caudal o processo flexor não é muito protuberante e pode-se ver um sulco pouco aprofundado ovalado (fossa olecraniana), que se continua em direção à articulação proximal por duas linhas estriadas.

Ulna: osso alongado, não muito robusto (Figura 4B), com a extremidade proximal mais larga que a distal. Em face ventral a crista intercotilar não é pronunciada, apresenta o olécrano e o processo cotilar dorsal é proeminente. Ao lado da impressão *braquialis* é possível observar uma maior projeção do tubérculo do ligamento colateral ventral. As papilas ventrais das rêmiges secundárias estão ausentes ou pouco evidentes. Distalmente é possível observar a tubérculo carpal, com bordas afiladas e arredondadas, e o sulco intercondilar e côndilo dorsal ulnar é levemente conspícuo.

Rádio: é longo, retilíneo e fino, na articulação proximal a face articular com a ulna é bem marcada e há uma depressão onde ocorre inserção de ligamento. Na articulação distal, pela face ventral, ocorre uma depressão onde também se inserem ligamentos, não sendo muito diferenciada. Também há presença de arco ósseo, sendo ele delgado e achatado látero-lateralmente, sem projeções pontiagudas, porém no exemplar fotografado (0084) esta estrutura estava ausente (Figura 4B). Constatou-se presença do osso sesamóide (Figura 6), um pequeno elemento ósseo

em forma de folha que se liga aos tendões próximos à articulação carpal, sendo que essa estrutura pode ser facilmente perdida durante o preparo do material.

Carpometacarpo: é um osso complexo formado pela fusão de alguns metacarpais, porém essa fusão já está completa em indivíduos adultos. De tamanho relativamente pequeno, apresenta-se mais alargado na extremidade proximal. Na vista dorsal é possível observar numa depressão na articulação do osso metacarpal alular (Figura 4C) e em alguns espécimes pode ocorrer um pequeno forame nessa região (0084, 0078); o processo extensor é alongado e bem evidenciado visto ventralmente, e o processo alular conspícuo. Ainda em vista ventral o processo pisiforme é bem evidente, a fossa intratroclear é marcada, assim como a fóvea carpal cranial. O osso *metacarpal minus* está plenamente fusionado, delgado, não muito curvo e com uma leve projeção na porção mais proximal. Na extremidade distal, pela vista dorsal, é possível ver um sulco em formato de gota bem evidenciado onde ocorre uma projeção no local de articulação com o dígito III. O osso escafolunar ou *Os carpi radiale* é mais compacto, achatado craniocaudalmente e bicôncavo. Já o pisiforme ou *Os carpi ulnare* tem formato de foice, com extremidades arredondadas, esse osso ainda pode ser chamado de cuneiforme segundo alguns autores.

Dígito I: alongado, também em formato piramidal, como visto na figura 4E Apresenta uma quilha afilada na vista cranial, formada pelo sulco de inserção das penas da álula. A extremidade distal apresenta uma leve curvatura em alguns espécimes. Nas faces não há muitas reentrâncias ou impressões.

Dígito II, Falange Proximal: osso curto e robusto, apresentando uma lâmina óssea cranial delgada, sem afilamento na borda com leve arqueamento, quando comparado à *A. clamator*, que começa mais contínua com a articulação proximal. Em alguns espécimes há uma perfuração arredondada na primeira concavidade (0029 e 0086). Na extremidade da articulação proximal há uma projeção conspícua e em face dorsal (Figura 4D) a *pila cranialis* é retilínea e a segunda concavidade é bem demarcada.

Dígito II, Falange Distal: elemento alongado, mais largo na base proximal e afilando para a extremidade distal. Apresenta o local de inserção das rêmiges primárias bem demarcado, formando um sulco na extensão do osso (Figura 4F). Na extremidade proximal há uma leve depressão bem marcada. Em vista ventral é

possível observar uma depressão profunda e côncava, deixando as margens retilíneas e afiladas.

Dígito III: osso encurtado e achatado dorsoventralmente, fazendo com que uma das extremidades proximais fique levemente proeminente; a extremidade distal é afilada e arredondada e não é possível observar marcas de impressões bem evidentes (Figura 4G). Na vista ventral também sofre uma leve curvatura medial.

4.3.2 *Asio clamator* (Exemplares 0014, 0016, 0018, 0027, 0081):

Úmero: é um osso robusto, razoavelmente longo, de extremidades alargadas. Na face cranial, ocorre variação da crista deltopeitoral, indo de mais curvo externamente e curto na base a retilínea-alongada. A impressão *coracobrachialis* não é bem demarcada, ocorrendo apenas uma leve depressão, já o *sulcus transversus*, onde ocorre à inserção do ligamento acrocoracohumeral, é conspícuo e o tubérculo dorsal não é muito proeminente (Figura 4A). A incisura *capitis* é bem marcada e o tubérculo ventral é amplamente visível, o corpo do osso é levemente recurvado. Posteriormente ao tubérculo ventral ocorre um forame circular (*foramen pneumaticum*) (Figura 5B) de aproximadamente 3,9mm de diâmetro na fossa *pneumotricipitalis*. Na região da articulação distal do úmero, face cranial, localiza-se a fossa *musculo-braquialis*, evidente em alguns espécimes, com aspecto oval-alongado, mas nem tanto em outros, onde se assemelha a um triângulo; o côndilo dorsal e o côndilo ventral são bem desenvolvidos e próximos entre si, desta forma a incisura *intercondylaris* não é muito profunda; o processo supracondilar dorsal encontra-se próximo à extremidade lateral, não sendo muito saliente. O processo flexor é um pouco projetado, porém bem nítido, enquanto que caudalmente o epicôndilo ventral tem uma leve projeção, mas é reduzido. Não é observado a impressão do sulco *scapulotricipitalis*.

Ulna: osso alongado e delgado, ligeiramente recurvado no seu terço proximal, apresentam as impressões de inserção das papilas das rêmiges secundárias pouco demarcadas (Figura 4B). Na face ventral da articulação proximal, pode-se observar que a impressão braquial não é muito profunda, onde ocorre a articulação com o úmero, mais especificamente no olécrano, uma estrutura sub-quadrangular. Na extremidade proximal da ulna há prolongamento das extremidades formando bordas bem demarcadas, como por exemplo, o processo cotilar dorsal. Na articulação distal, o sulco intercondilar é bem marcado, porém a depressão radial é incospícua. O

côndilo dorsal ulnar é arredondado e afilado, enquanto que o tubérculo carpal é conspícuo. Na porção mais anterior da diáfise há um pequeno forame que pode estar ausente em alguns exemplares (0014 e 0081).

Rádio: é um osso extremamente delgado e longo, mais curto do que a ulna, como pode ser observado na figura 4B, além de possuir uma pequena curvatura no terço mais distal. Pela vista ventral o processo bicipital radial é bem evidente e há uma depressão onde ocorre a inserção do músculo bíceps braquial; na linha intermuscular é possível observar um arco ósseo, composto por um ligamento ossificado delgado (como em 0081) e nele observa-se uma ponta mais afilada projetada caudalmente. Essa estrutura é passível de ser perdida durante o preparo dos espécimes. Na extremidade distal ocorre um leve afilamento na diagonal e não há demarcações de sulcos ou incisuras. Em três dos espécimes escolhidos foi possível encontrar um osso sesamóide conhecido como *os. prominens* (Figura 5), descrito somente para espécies da família Strigidae e alguns Falconiformes.

Carpometacarpo: é um osso curto e robusto, apresenta um arco ósseo tênue formado pelo *metacarpale minus*, que na face dorsal é recurvado e possui uma pequena projeção na extremidade proximal, ficando mais retilíneo na porção médio-distal (Figura 4C). As trócleas carpais são arredondadas e o processo extensor é protuberante. Ainda em vista dorsal, existe uma fossa ovalada pouco profunda no osso metacarpal alular e o processo alular é conspícuo. O osso *metacarpale majus* é cilíndrico (assemelhando-se a um metacarpal genérico de Tetrapoda) e mais próximo a sua extremidade distal pode-se observar uma leve depressão correspondente ao sulco *tendineus*. O processo intermetacarpal não ocorre ou ele é vestigial. Pela face ventral observa-se o processo extensor e sua projeção proeminente. O processo pisiforme é bem evidente e pontiagudo, a fóvea cranial carpal e a fossa intratroclear estão bem marcadas. Na extensão do *metacarpale minus* há uma projeção mais afilada que é onde ocorre a articulação com o dígito III. A sínfise distal dos metacarpais não é visível. O espaço intermetacarpal basicamente é estreitado, sendo que suas extremidades são arredondadas. Há presença de dois ossos carpais não fusionados ao carpometacarpo conhecidos como elementos livres do carpo, que fazem a articulação do pulso. Os elementos livres do carpo são similares à descrição referida para a espécie anterior (*B. virginianus*).

Dígito I: osso relativamente longo e robusto, local de inserção das penas da álula (Figura 4E). Possui formato piramidal, sendo a base proximal mais larga afilando até a extremidade distal; na face dorsal observa-se uma linha média centralizada ou lateralizada que termina medialmente, formando uma quilha afilada. A porção articular é mais pronunciada medialmente. Já na vista ventral a face é retilínea.

Dígito II, Falange Proximal: não é muito longa, formato aproximadamente retangular, possui uma lâmina cranial delgada, que lhe confere certa largura (Figura 4D). Esta lâmina parece possuir duas concavidades, não muito bem separadas, podendo apresentar-se íntegra ou com perfuração oval/redonda na concavidade anterior. A lâmina se inicia a partir do segundo terço do osso, possuindo uma leve projeção pontiaguda na margem proximal, estendendo-se por todo comprimento da falange. Pela face dorsal observa-se uma linha proeminente conhecida como sulco extensor, localizado na base da lâmina.

Dígito II, Falange Distal: apresenta-se mais larga na articulação proximal, afilando até a extremidade; é relativamente longa e delgada. Na vista dorsal observa-se uma linha média pronunciada que começa centralizada, mas se estende lateralmente até a porção mediana do osso ou seguindo até a extremidade (Figura 4F). Na face ventral observa-se uma reentrância mais proximal e na extremidade distal há uma impressão da inserção de rêmiges primárias. A margem lateral pode apresentar-se levemente conspícua.

Dígito III: osso diminuto e achatado dorsoventralmente. Tem formato triangular, sendo mais largo na base proximal e assumindo uma ponta com formato cilíndrico na extremidade (Figura 4G). Na vista ventral apresenta uma leve curvatura, não apresenta impressões.

4.3.3 *Tyto furcata* (Exemplares 0008, 0010, 0012, 0069, 0079):

Úmero: osso relativamente longo e robusto (Figura 4A). Na face caudal, a crista deltopeitoral é mais delgada variando de retilínea a mais recurvada e atinge a parte medial do corpo do osso, enquanto que nas outras duas espécies ela é mais lateralizada. A impressão *coracobrachialis* (face cranial) é bem marcada, assim como o sulco do ligamento transverso. Na extremidade distal há forte demarcação da fossa do *m. brachialis*, possuindo variações dentre os espécimes de mais piramidal chegando até a base dos côndilos ou com duas demarcações visíveis mais

triangulares. O côndilo dorsal é bem proeminente enquanto o ventral é mais achatado em comparação as outras espécies descritas. O processo supracondilar dorsal é menos conspícuo do que nas outras espécies. Pela face caudal a *incisura capitis* é bem evidente, e o tubérculo ventral proeminente. Há presença da uma fossa *pneumotricipitalis*, com um forame pneumático (com média de 4mm) (Figura 5C). O corpo do osso é levemente recurvado e ocorre um pequeno forame lateral e mediano. Na extremidade distal o processo flexor não é muito proeminente, a fossa olecraniana é larga e bem demarcada e o epicôndilo dorsal saliente.

Ulna: osso longo e robusto, na face ventral, a impressão *brachialis* é bem evidente e a margem não apresenta projeções (Figura 4B). O olécrano é arredondado e convexo. O corpo do osso é mais retilíneo, as papilas das rêmiges estão ausentes e na extremidade distal a depressão radial é mais marcada em dois exemplares (0012 e 0079). O sulco intercondilar é aprofundado e logo acima da incisura do tubérculo carpal há uma projeção conspícua.

Rádio: osso delgado e longo. Pela face ventral podemos observar que o tubérculo bicipital radial é bem desenvolvido e no decorrer da linha intermuscular há presença do arco ósseo (Figura 4B), assim como nas demais espécies de corujas, se apresentando como uma ossificação muito delgada e sem projeções. Em um dos espécimes (0012) essa ossificação foi perdida no preparo. Na parte distal a depressão do ligamento forma um aprofundamento côncavo. Na face dorsal o tubérculo *aponeurosis ventralis* é pouco projetado. Para nenhum dos exemplares foi encontrado a presença dos ossos sesamóides.

Carpometacarpo: osso robusto. Pela face ventral a fossa supratroclear não é marcada, a fóvea *carpalis caudalis* é mais aprofundada que nas espécies de *B. virginianus* e *A. clamator*. Na região de articulação do metacarpal alular, há uma depressão que varia de pouco a bem demarcada. O processo extensor é conspícuo. Em direção da extremidade distal há presença do sulco *tendineus* que começa no terço proximal, terminando com uma depressão côncava bem proeminente. Há presença do processo intermetacarpal, mesmo que pouco projetado (Figura 4C). O *metacarpale minus* é delgado e alargado e curvado na porção proximal, assim como o de *A. clamator*. Na face dorsal o processo pisiforme é protuberante e em alguns exemplares se observa a presença de um pequeno forame na fossa intertroclear. Já na extremidade distal as faces de articulação com as dígitos II e III são menos proeminentes do que nas duas outras espécies. Os elementos livres o carpo são

compactos, sendo o pisiforme em formato de "U" com algumas impressões bem demarcadas e o escafolunar é comprimido dorsoventralmente.

Dígito I: osso longo, delgado (Figura 4E). Na face ventral, a quilha é proeminente com uma leve projeção pontiaguda na parte proximal e a extremidade distal pode ou não ser curvada. A face dorsal proximal possui uma leve concavidade mediana.

Dígito II, Falange Proximal: osso curto e retangular. A lâmina cranial apresenta o centro bem delgado, sendo que podem ocorrer duas perfurações circulares (Figura 4D) e em dois espécimes (0008 e 0069) não há perfurações. A lâmina começa concomitantemente na articulação proximal e cresce sutilmente, diferente das demais, onde o aparecimento é mais brusco. Na parte distal há uma leve projeção saliente. O sulco extensor é profundo.

Dígito II, Falange Distal: relativamente logo, apresenta sulcos bem evidentes (Figura 4F), e uma leve projeção lateral delgada. A extremidade distal é afilada. Na face dorsal há uma concavidade que forma uma emarginação lateral.

Dígito III: relativamente longo, sendo mais afilado do que em *B. virginianus* e *A. clamator*, onde este é mais achatado e diminuto (Figura 4G).

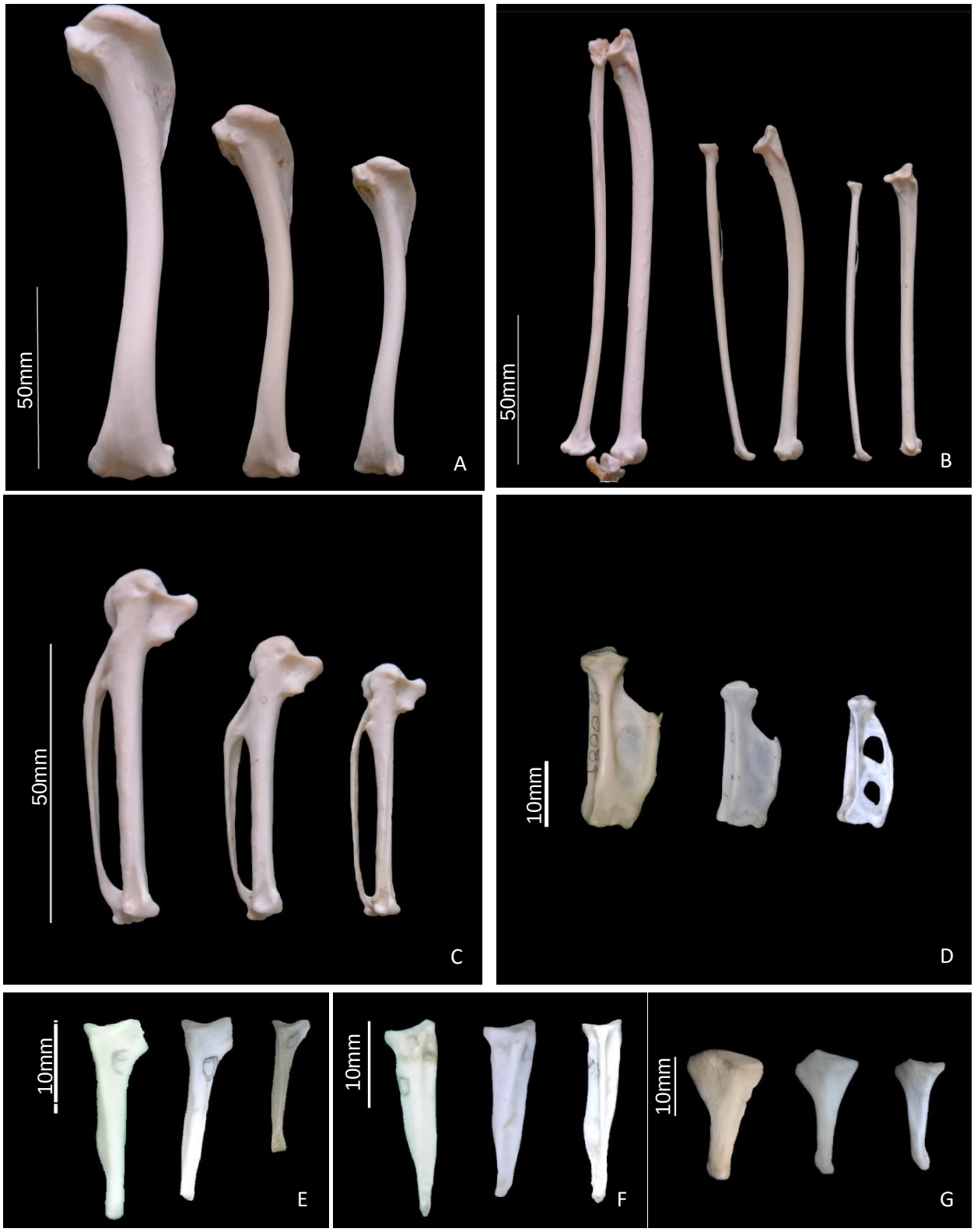

Figura 4 – imagens comparativas dos elementos ósseos que compõe o braço. Da esquerda para a direita: *Bubo virginianus*, *Asio clamator* e *Tyto furcata*. A) Úmero, face caudal. B) Ulna (direta) e rádio (esquerda), face ventral. C) Carpometacarpo, face dorsal. D) Falange proximal do dígito II, face dorsal. E) Dígito I, face dorsal. F) Falange distal do dígito II, face dorsal. G) Dígito III.

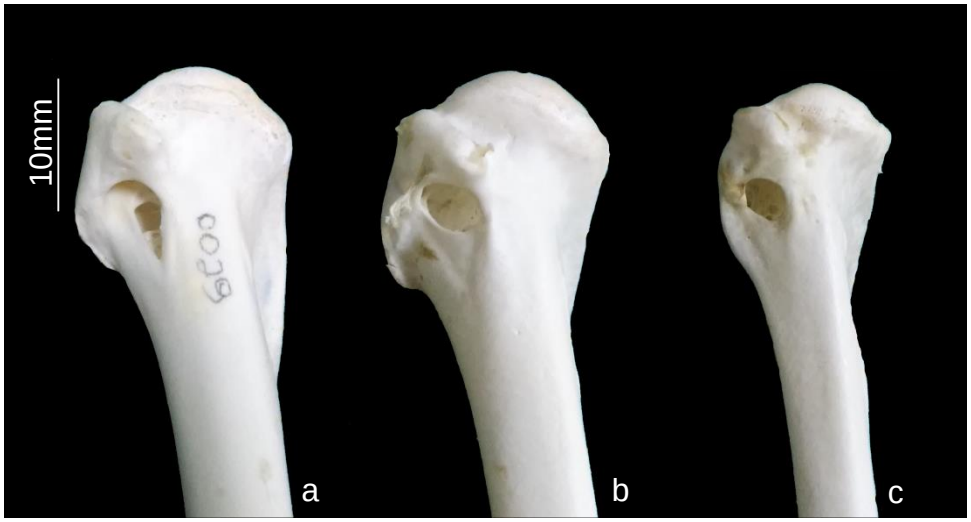

Figura 5 – Detalhe do *foramen pneumaticum* do úmero, mostrado a diferença entre as espécies. a) *B. virginianus* b) *A. clamator* c) *T. furcata*.

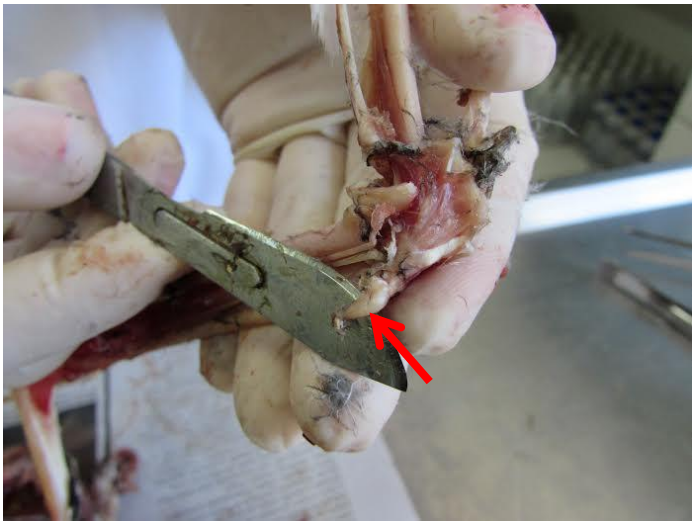

Figura 6 – Presença do osso sesamóide observado durante o preparo de um exemplar de *A. clamator*. Seta vermelha indica a localização da estrutura.

5 Discussão

5.1 Análise morfométrica e estatística

Quanto à morfometria, podemos observar que há maior tamanho dos ossos para *Bubo virginianus*, seguida por *Asio clamator* e *Tyto furcata* respectivamente, para todas as medidas analisada, sendo os valores médios eram mais próximos entre *A. clamator* e *T. furcata*, mesmo elas sendo de famílias diferentes. Esse padrão também foi observado para os ossos que compõe o membro locomotor posterior no trabalho de Porzio (2014). Essa maior semelhança entre as mensurações de *T. furcata* e *A. clamator* se deve ao porte das duas espécies que são similares (SICK, 1997).

Na análise estatística, podemos observar que para a maioria das medidas houve diferença significativa quando se compara entre os grupos, somente para $\overline{CE}$, $\overline{DIIFD}$, $\overline{DIII}$ que os valores de *p* deram maiores que 0,05 no teste com ANOVA. Já para a análise par a par, ou testes *post hoc*, para todas as medidas com significância, houve também diferenças significativas quando comparamos *T. furcata* com *B. virginianus*. Entre *T. furcata* e *A. clamator*, somente nas medidas de comprimento craniano e de comprimento da falange proximal do dígito II não foi obtida diferença. As medidas $\overline{CUM}$, $\overline{CUL}$, $\overline{CMC}$, $\overline{LCM}$, $\overline{DI}$, $\overline{DIICFP}$, $\overline{DIILFP}$ no entanto, foram as que não apresentaram níveis e significância estatística entre seus valores para as espécies da família Strigidae. Quando observamos os testes estatísticos para o membro locomotor posterior, houve também uma diferença entre as medidas de *T. furcata* e as duas espécies da família Strigidae (PORZIO, 2014).

Esses resultados sugerem corroboração com os dados filogenéticos de separação das espécies em duas famílias como visto por Randi et al (1991) e Einoder e Richardson (2007). Apesar de *T. furcata* ser mais semelhante em tamanho

corporal com *A. clamator*, a segunda ainda possui mais semelhanças morfométricas com *B. virginianus* que é relativamente maior. Isso pode estar baseado na estrutura morfológica dos ossos e fatores filogenéticos, como citado por Randi et al (1991) que demonstra uma diferença na genética entre as famílias de Strigiformes e no trabalho de Sant'ana e Diniz-Filho (1997) analisando a autocorrelação filogenética para o tamanho do corpo de corujas da América do Sul, que cita quase 69% da variação no tamanho corporal pode ser atribuído à padrões hereditários e restrições evolutivas. Porém, diferenças entre os dois estrigídeos, no que diz respeito à morfometria da asa devem ser focadas nas porções proximais e distais do úmero, no comprimento do rádio, nas larguras do carpometacarpo e na largura da falange proximal do dígito II.

Interessante observar que nas estatísticas descritivas os maiores coeficientes de variação para as duas espécies de estrigídeos foram o comprimento da falange distal do dígito II (17% para *B. virginianus* (Tabela 2), e 18% para *A. clamator*, (Tabela 3)). Mesmo que o dimorfismo sexual possa estar influenciando estes elevados coeficientes de variação, a constatação de que uma estrutura vestigial apresenta maior variação é de extrema importância e relevância evolutiva e merece uma investigação mais aprofundada. Já para *T. furcata*, embora os maiores coeficientes de variação sejam bem menores que os dos estrigídeos (9%), eles estão nas larguras do caropometacarpo, e na largura da falange proximal do dígito II. Estruturas vestigiais, rudimentares e atávicas podem ser mais informativas, do ponto de vista evolutivo, do que estruturas completas e plenamente funcionais (DREHMER, 2006).

5.2 Análise ecomorfológica

Alguns autores fizeram estudos sobre a conformação morfológica das asas (ecomorfologia) relacionada ao modo de voo (CALMAESTRA e MORENO, 2000; SIMONS, 2010; CORBIN et al, 2013). Dentre eles, destacamos Holt (1997) e Peters e Dobbins (2012), que estudaram espécies de corujas observando o modo de voo e as consequentes modificações dos ossos que compõe a asa, eles citam asas estreitas e longas minimizam efeitos sonoros e garantem uma maior aceleração durante o ataque a presa. Já asas com formatos mais arredondados (ditas elípticas) e com maior distância de corda, dão maior controle de manobras durante o voo, esse tipo é mais encontrado em aves de interior de matas. Considerando que *T.*

furcata é mais de ambientes abertos e que as duas estrigídeas são mais de interior de mata, as medidas morfométricas tomadas podem ajudar a esclarecer a ecomorfologia ocorrente nessas aves, visto que foi constatado claramente que as duas espécies de estrigídeos possuem (na proporção) o antebraço mais longo que o braço, e depois a mão, enquanto que *Tyto furcata* também apresenta o antebraço proporcionalmente maior, seguido da mão, e por último o braço (item 4.1). Essas desigualdades podem ter fortes implicações ecológicas e estarem correlacionadas com a RSD (FERGUSON-LEES e CHRISTIE, 2001) devido ao fato do dimorfismo ser maior em aves que tem uma dieta mais especializada do que naquelas generalistas. O fator dieta é apenas uma dentre as hipóteses que podem explicar a ocorrência de reversão do dimorfismo em rapinantes (MUELLER e MEYER, 1985).

Análises morfométricas dos elementos do aparato de voo, juntamente com medidas cranianas e peso corporal, são boas ferramentas para avaliação do grau de dimorfismo sexual (MCGILLIVRAY, 1985). Como nas corujas ocorre a reversão do dimorfismo, nas fêmeas esses elementos são maiores, exceto para medidas de largura do crânio citado por esse mesmo autor e pelo que foi encontrado na morfometria das três espécies de interesse deste estudo. O comprimento do úmero ou da ulna pode servir como bons estimadores de tamanho corporal, com isso Del Mar Delgado e Penteriani (2004) identificaram o comprimento do braço como uma importante medida de dimorfismo entre espécies de *Bubo bubo* e através de análises de ordenação estabeleceram diferenças entre os sexos, sendo que essa medida é fácil de ser tomada e apresenta baixa variação. O conhecimento da RSD em aves da rapina, aliada a métodos como PCA, podem servir em coleções osteológicas para identificação dos sexos, mesmo em espécimes que já não têm tecidos vivos (gônadas ou análise por DNA), assim como caracteres morfológicos externos dimórficos.

5.3 Análise descritiva

A descrição osteológica serve como meio de comparação entre as espécies analisadas, também para determinar estruturas que contenham caráter/potencial informativo filogenético e evolutivo. Esta ferramenta pode ajudar a inferir sobre mecanismos (padrões e/ou processos) evolutivos que levaram certas estruturas a assumirem o modo como se apresentam, como no caso dos dígitos vestigiais, as fusões ósseas, ou ainda a ausência ou redução de determinados elementos.

Dentre os elementos descritos, podemos observar maior diferenciação dos exemplares de *T. furcata* em relação à *B. virginianus* e *A. clamator*, o que corresponde às diferenças taxonômicas, sendo elas mais evidentes no carpometacarpo, falange proximal do dígito II e no dígito III, corroborando as diferenças métricas referidas anteriormente. O carpometacarpo de *T. furcata* apresenta uma maior projeção do processo intermetacarpal em relação às outras espécies onde este é vestigial ou não ocorre e também um maior aprofundamento da fóvea *carpalis caudalis*. Há variação no arqueamento do metacarpal *minus*, que fica mais retilíneo em *T. furcata*. A falange proximal do dígito II se mostra variável tanto entre os espécimes quanto entre as espécies. Varia na forma da lâmina óssea, que pode ser contínua, iniciada no primeiro terço do osso sem projeção ou com uma projeção marginal, observada em *A. clamator* (Figura 3D). Já o dígito III se mostra mais largo na base proximal para as duas espécies estrigídeas, enquanto que para *T. furcata*, ele é mais fino e delgado. Nos demais elementos, a forma e estruturas contidas são mais similares, podendo ocorrer variação de curvaturas, mais demarcações de sulcos e fossas nos espécimes de *T. furcata*, e modificações de forames. Para as corujas ocorre apenas um forame arredondado no úmero, sendo que para algumas espécies, como as gaivotas, há um forame adicional (BAUMEL, 1993). Em *B. virginianus* este forame se apesenta mais aprofundado, em formato de orelha e é possível a visualização de duas bifurcações, enquanto que para as outras duas espécies o forame é mais externalizado e sem bifurcações (Figura 5).

O rádio e ulna nas três espécies se assemelham bastante, a ulna de *T. furcata* apresenta um *olecranon* mais arredondado, enquanto nas outras espécies a articulação é mais achatada e quadrática. Esta estrutura é um importante ponto de ancoragem de músculos e tendões e têm importância taxonômica e ecológica para Mammalia (SARGIS; DAGOSTO, 2008), enquanto em aves esta estrutura pode estar ausente ou reduzida, havendo em seu lugar um elemento sesamóide (BARNETT; LEWIS, 1958). Em *T. furcata* não foi possível a visualização do *os. prominens,* mesmo durante a preparação do material osteológico, como já observado nos trabalhos de Pycraft (1902), Bock e McEvey (1969) e Smith et al (1993), mas para os espécimes de estrigídeos, esta estrutura pode ser observada, como na figura 6 que mostra o sesamoide de *A. clamator*. O estudo de Bock e McEvey (1969) merece destaque, pois redescreve os ossos do braço de Strigiformes em geral, em especial do rádio, citando a presença do sesamóide e o arco ósseo.

Quanto a este último, em *A. clamator* ocorre uma variação em relação às demais, pois há uma projeção pontiaguda.

Segundo Pycraft (1902) o membro locomotor das corujas pode ser muito semelhantes ao dos Falconiformes, porém diferem quanto a largura da crista deltapeitoral e nas fusões dos metacarpais. As descrições ósseas corroboram com as vistas nas espécies descritas para este trabalho, sendo que ocorrem variações na nomenclatura osteológica e da sistemática das famílias. Esse mesmo autor cita que os ossos do membro locomotor anterior não possuem importância na sistemática, entretanto esses elementos podem ter caracteres com implicações evolutivas como os dígitos vestigiais, a presença do arco ósseo e do *os. prominens*, que podem auxiliar na classificação filogenética de separação dentro e entre o grupo Strigiformes.

Quanto aos elementos distais, há muita discussão em torno da identidade dos ossos que se fundem para formar o carpometacarpo, e interligado a isso, a composição dos dígitos vestigiais. Duas grandes correntes de pensamento abordam essa discussão, uma paleontológica e outra embriológica, podendo haver divergência na rotulação dos ossos (BOTELHO et al, 2014). A FSH (embriológica) proposta por Wagner e Gauthier (1999) surge como uma solução para a origem da mão das aves atuais, porém este assunto ainda é muito discutida em biologia evolutiva (BEVER et al, 2011). Várias outras hipóteses vem tentando elucidar essa questão através de estudos integrativos, como a de Botelho et al (2014) que associa dados paleontológicos e embriológicos sobre o desenvolvimento dos elementos do pulso e mão. Assim como nesse trabalho, ele adota a identidade dos dígitos como I, II e III, devido à conformação dos elementos carpais distais. Também sugere que o *ulnare* (cuneiforme) é perdido no início o desenvolvimento, contradizendo dados paleontológicos, e o carpal livre é formado por um osso sesamóide que origina o pisiforme.

6 Conclusão

Apesar da grande variação corporal aparente entre as três espécies tratadas nesse estudo, averiguou-se que entre *T. furcata* e *A. clamator* houve diferença significativa dos dados, enquanto que entre *B. virginianus* e *A. clamator*, para algumas estruturas não foi observado essas diferenças. Esses resultados, mesmo não sendo esperados, podem estar reforçando a colocação dessas espécies em famílias distintas, estando ligadas por caracteres morfológicos.

Cabe ressaltar que os elementos que compõe o membro locomotor anterior das aves são uma importante chave para auxiliar na explicação da reversão do dimorfismo sexual. Isso se deve à sua grande capacidade morfométrica de diferenciar indivíduos por sexo, além de estar correlacionada com fatores ecológicos e filogenéticos que possuem ligação com processos que podem levar ao desenvolvimento desse fenômeno, constituindo assim uma importante fonte de estudos futuros.

Como resultado da análise descritiva, a maioria dos caracteres variou pouco entre as espécies. Entretanto aqueles que se diferenciaram, podemos salientar o sesamoide que varia na presença entre as famílias e outros três elementos (carpometacarpo, falange proximal do dígito II e dígito III) que podem explicar variações adaptativas para cada espécie. Além disto, esses ossos comportam marcas evolutivas, filogenéticas e ecomorfológicas, sendo capaz de auxiliar na elucidação de como ocorreu a moldagem dessas estruturas até o padrão atual.

Com isso, podemos ratificar a importância desse estudo, visto a imensa lacuna que há na área morfológica atualmente. Além disso, se incrementados com estudos de outras áreas como a biologia molecular, ecologia e paleontologia, servem como base para o aumento da robustez de matrizes filogenéticas estáveis em Strigiformes.

Referências

ALVARENGA, Herculano M. F. A origem das aves e seus fósseis, In: ANDRADE, Marco Antonio de. **A vida das aves**. Belo Horizonte, Littera Maciel, p.128, 1993.

BALDWIN, S. P.; OBERHOLSER, H. C.; WORLEY, L. G. **Measurement of birds**. Cleveland, Ohio.Scientific Publications of the Cleveland Museum of Natural History, v.II, p.165, 1931.

BARNETT, C. H.; LEWIS, O. J. The evolution of some traction epiphyses in birds and mammals. **Journal of Anatomy**, v.92, n.4, p.593–601, 1958.

BAUMEL, J.J. (ed). et al. **Handbook of Avian Anatomy:** *Nomina Anatomica Avium*. 2 ed. Cambridge: Nuttal Ornithological Club, p.779, 1993.

BEVER, G. S.; GAUTHIER, J. A.; WAGNER, G. P. Finding the frame shift: digit loss, developmental variability, and the origin of the avian hand. **Evolution & Development**, v.13, n.3, p.269–279, 2011.

BOCHENNSKI, Z. M.; TOMEK, T. Identification of Bones of Galliform Hybrids. **Journal of Archaeological Science**, v.27, p.691–698, 2000.

BOCK, W.J.; McEVEY, A. The Radius and Relationship of Owls. **The Wilson Bulletin**, v.81, n.1, p.55-68, 1969.

BOTELHO, J. F. et al. New developmental evidence clarifies the evolution of wrist bones in the dinosaur–bird transition. **Plos Biology**, v.12, n. 9, p.1-13, 2014.

BURTON, John A. **Owls of the world:** their evolution, structure and ecology. 1ed. Itália: Milão, LIBREX, p.216, 1973.

CALMAESTRA, R. G.; MORENO, E. Ecomorphological patterns related to migration: a comparative osteological study with passerines. **Journal of Zoology**, v.252, p.495-501, 2000.

CENZIO, M. M.; REYES, L. M. Primeiros registros de *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Strigiformes, Aves) em el pleistoceno médio-tardío de la província de Buenos Aires (Argentina) y sus implicancias tafonómicas. **Revista del Museo Argentino de Ciências Naturales**, v.10, n.2, p.199-209, 2008.

CHIAPPE, L. M.; MARUGÁN-LOBÓN, J.; JI, S. ZHOU, Z. Life history of a basal birds: morphometrics of the early cretaceous *Confuciusornis*. **Biology Letters**, v.4, n.6, p.719-723, 2008.

COHEN, A.; SERJEANTSON, D. **A manual for identification of birds bones from archaeological sites**. Alan Cohen, Londres, 1986.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. Lista de aves do Brasil. 11ª ed. Disponível em: <http://www.crbo.org.br>. Acesso em: 26 nov. 2015.

CORBIN, C. E; LOWENBERGER, L. K.; DORKOSKI, R.P. The Skeleton Flight Apparatus of North American Bluebirds (Sialia): Phylogenetic Thrushes or Functional Flycatchers? **Journal of Morphology**, v.274, p.909–917, 2013.

DEL MAR DELGADO, M.; PENTERIANI, V. Gender determination of Eurasian Eagle-owls (*Bubo bubo*) by morphology. **Journal of Raptor Research**, v.38, n.4, p.375–377, 2004.

DREHMER, César J. Uma revisão dos atavismos em vertebrados. **Neotropical Biology and Conservation**, v.1, n.2, p.72-83, 2006.

EARHART, C. M.; JOHNSON, N. K. Size Dimorphism and Food Habits of North American Owls **The Condor**, v.72, n.3, p.251-264, 1970.

EINODER, L.; RICHARDSON, A. The digital tendon locking mechanism of owls: variation in the structure and arrangement of the mechanism and functional implications. **Emu**, v.107, n.3 p.223-230, 2007.

FEDUCCIA, A.; NOWICKI, J. The hand of birds revealed by early ostrich embryos. **Naturwissenschaften**, v.89, p.391-393, 2002.

FERGUSON-LEES, J.; CHRISTIE, D. A. **Raptors of the World**. Boston, EUA. Houghton Mifflin Harcourt. p.992, 2001.

HOLT, D. W. The long-eared owl (*Asio otus*) and forest management: a review of the literature. **Journal of Raptor Research**, v.31, n.2, p.175-186, 1997.

KÖNIG, C.; WEIK, F (eds). **Owls of the world.** 2 ed. Londres, Christopher Helm, p.528, 2008.

KUROCHKIN, E. N.; DYKE, G. J. The First Fossil Owls (Aves: Strigiformes) from the Paleogene of Asia and a Review of the Fossil Record of Strigiformes. **Paleontological Journal**, v.45, n.4, p.445-458, 2011.

LIVEZEY, B. C.; ZUSY, R. L. Higher-order phylogenetics of modern aves based on comparative anatomy. **Netherlands Journal of Zoology**, v.51, n.2, p.179-205, 2007.

MAYR, Gerald (ed.). Strigiformes (Owls). In: **Paleogene Fossil Birds**. Alemanha, Springer, p.163-166, 2009.

MCGILLIVRAY, W. B. Size, sexual size dimorphism, and their measurement in Great Horned Owls in Alberta. **Canadian Journal of Zoology**, v.63,n.10, p.2364-2372, 1985.

MENG, Willian (2015). **Portal Aves de Rapina do Brasil** - Ordem Strigiformes. Disponível em: <http://www.avesderapinabrasil.com/strigiformes.htm>. Acesso em: 13 out. 2015.

MÍKOVSKÝ, Jiří. A new barn owl (Aves: Strigidae) from the early Miocene of Germany, with comments on the fossil history of the Tytoninae. **Journal of Ornithology**, v.139, p.247-261, 1998.

MILLER, Loye Holmes. .**Avifauna of the Pleistocene cave deposits of California**, v.6, n.16, p.385-400, 1911.

MOTTA-JUNIOR, J. C.; BUENO, A. A.; BRAGA, A. C. R.(2004). Corujas brasileiras. Disponível em < http://www.avesderapinabrasil.com/downloads.htm>. Acesso em: 07 nov. 2014.

MUELLER, H. C.; MEYER, K. The evolution of reversed sexual dimorphism in size a comparative analysis of the Falconiformes of the western palearctic. In: JOHNSTON, R. F. (ed) **Current Ornithology**. Plenum Publishing Corp., New York. v.11, p.65-101, 1985.

NUDDS, Robert L. Wing-bone length allometry in birds. **Journal of Avian Biology**, v.38, p.515-519, 2007.

PASCOTTO, M. C.; HOFLING, E.; DONATELLI, R. J.. Osteologia craniana de Coraciiformes (Aves). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.23, n.3, p.841-864, 2006.

PEREIRA, G. A. et al. Status of the Globally Threatened forest birds of northeast Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.54, n.14, p.177-194, 2014.

PETERS, S. E.; DOBBINS, C. S. A.comparative study of the mechanics of the pectoralis muscle of the red-tailed hawk and the barred owl. **Journal of Morphology**, v.273, n.3, p.312–323, 2012.

PIRATELLI, J. A.; MELO, F. P. de; CALIRI, R. F. Dados morfométricos de aves de sub-bosque da região leste de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.18, n.2, p.305-317, 2001.

PORZIO, Natália. S. **Descrição anatômica comparada da cintura pélvica e do membro locomotor posterior em três espécies de Strigiformes**. 2014. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em ciências biológicas, Universidade Federal de Pelotas, 2014.

PYCRAFT, W. P.; A.L.S.; F.Z.S. I. A contribution towards our knowledge of the morphology of the owls. Part II. Osteology. **Transactions of the Linnean Society**, v.9, n.1, p.1-48, 1902.

RANDI, E. et al. Allozyme divergence and phylogenetic relationships within the Strigiformes. **The Condor**, v.93, p.295-30, 1991.

REZK, Hamdy M,. Anatomical investigation on the appendicular skeleton of the cattle egret (*Bubulcus ibis*). **Journal of Experimental and Clinical Anatomy**, v.14, n.1, p.5-12, 2015.

SALOMÃO, Camila. **Anatomia sincraniana comparada de três espécies de corujas (Strigiformes: Tytonidae e Strigidae**). 2011. 65f. Trabalho de conclusão de curso - Faculdade de Ciências Biológicas Bacharelado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

SANT'ANA, C. E. R. de; DINI-FILHO, J. A. F. Autocorrelação filogenética para o tamanho do corpo em corujas (Strigiformes) da América do Sul. **Ararajuba**. v.5, n.1, p.39-43, 1997.

SARGIS, E. J.; DAGOSTO, M. (Eds.) **Mammalian Evolutionary Morphology**. A Tribute to Frederick S. Szalay. Springer, Dordrecht. p.439, 2008.

SCHUFELDT, Robert Wilson. On the osteology of the Striges (Strigidae e Bubonidae). **American Philosophical Society**, v.39, n.164, p.665-722, 1900.

SIBLEY, G. C., J. E. AHLQUIST, MONROE, B. L. A classification of the living birds of the world based on DNA-DNA hybridization studies. **The Auk**, v.105, n.3, p.409-423, 1988.

SICK, Helmut. **Ornitologia Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, p.914, 1997.

SILVEIRA, M. J. da; TEIXEIRA, G. M.; DE OLIVEIRA, E. F. Análise de processos alternativos na preparação de esqueletos para uso didático. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.30, n.4, p.465-472, 2008.

SIMONS, Erin L.R. Forelimb skeletal morphology and flight mode evolution in pelecaniform birds. **Zoology**, v.113, p.39-46, 2010.

SIMONS E. L. R.; HIERONYMUS, T. L.; O'CONNOR, P. M. Cross sectional geometry of the forelimb skeleton and flight mode in Pelecaniform birds. **Journal of** Morphology, v.272, p.958–971, 2011.

SMITH, B. J.; SMITH, S.A.; HOLLADAY, S.D. An additional bone in the carpal region of raptorial birds. **Anatomy Histol. Embryol**,. v.22, p.105-113, 1993.

WAGNER, G. P.; GAUTHIER, J. A. 1,2,3 = 2,3,4: A solution to the problem of the homology of the digits in the avian hand. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v.96, p.5111-5116, 1999.

WALKER, C. A. The origin of owls. In: BURTON, John A. **Owls of the world:** their evolution, structure and ecology. 1ed. Itália: Milão, LIBREX, p.216, 1973.

WINK, M. et al. Molecular phylogeny and systematic of owls (Strigiformes). In: KÖNIG, C.; WEIK, F (eds). **Owls of the world.** 2 ed. Londres , A&C Black, p.42-63, 2008.

Wink, M. et al. Molecular phylogeny of owls (Strigiformes) inferred from DNA sequences of the mitochondrial cytochrome b and the nuclear RAG-1 gene. **Arde**, v.97, n.4, p.581-591, 2009.

WÓJCIK, Joanna D. The comparative osteology of the humerus in European thrushes(Aves: Turdus) including a comparison with other similarly sized genera of

passerine birds - preliminary results. **Acta Zoologica Cracoviensia**, v.45, p.369-381, 2002.

Apêndices

Apêndice A – Dados brutos das medidas morfométricas para os exemplares de *T. furcata*, em milímetros. Os números são referentes ao registro no MCRO e as letras são fêmea (F), macho (M), indeterminado (I), individuo jovem (IJ). Aqueles seguidos por asterisco foram os determinados por PCA.

Medidas	*T. furcata*															
	0008 F	0009 I (F*)	0010 F	0011 IJ	0012 M	0067 I (M*)	0068 I (F*)	0069 I (F*)	0070 I (F*)	0071 IJ	0072 I (M*)	0074 M	0079 F	0080 I (F*)	0082 IJ	0083 F
$\overline{CTC}$	73,3	72,6	65,5	67,6	70,3	70	72,6	70,8	72	69,4	69,8	71,7	73,2	71,9	69,8	73
$\overline{LC}$	37,8	37,3	38,3	39,9	38,3	40,8	39,4	40,2	42	35,8	39,4	40,4	39,7	37	36,9	40,2
$\overline{CUM}$	92,2	91,85	88,25	88,2	89,6	90,1	93,45	96,65	93,25	90,65	83,95	89,3	92,35	93,3	89,6	94,5
$\overline{UAD}$	14,3	14,15	13,7	13,95	13,3	13,6	14,5	14,65	14,6	13,3	13,7	13,9	14,45	13,9	13,6	14,05
$\overline{UAP}$	16	15,4	14,6	16,05	15,8	15	16,2	15,7	15,2	14,95	14,95	14,7	15,75	14,5	14,25	15,1
$\overline{CUL}$	105,8	104,9	100,95	98,35	100,85	103,5	105,85	104,9	105,3	103,35	98,25	100,7	107,25	106,55	102,7	107,1
$\overline{CR}$	101,85	101,1	97,1	94,5	96,55	99,7	101,65	100,55	101,1	99,55	94,7	96,55	103,25	102,4	98,55	103,05
$\overline{CMC}$	49,05	47,8	45,85	45,55	45,8	47,45	48	48,25	48,1	47,8	44,05	46	49,1	47,85	47,5	49,1
$\overline{CE}$	33	31,85	30,65	30,5	31,05	31,45	31,1	31,25	31,35	33,4	28,7	30,55	32,55	32,05	32,05	31,9
$\overline{LCM}$	7,35	7	6,5	6,9	6,75	6,65	6,8	6,1	7,35	6,1	6,6	6,75	7,1	6,6	6,35	7
$\overline{LAPC}$	10,45	9,95	9,55	10,2	9,95	9,75	10,1	10,45	10,9	9,45	9,75	10	10,7	10,05	9,65	10
$\overline{LADC}$	7,3	7,4	7	7,45	6,85	7,7	7,6	8	8,25	6,65	7,45	7,05	7,8	7,35	7,1	7,45
$\overline{DI}$	14,15	14,4	13,95	-	13,6	14,55	-	14,55	14	15,4	-	12,7	14,9	13,3	15,3	-
$\overline{DIICFP}$	20,7	20,75	20,55	20,4	21	21	21,6	21,2	21,25	19,1	19	20,1	20,7	20,05	20,4	20,9
$\overline{DIILFP}$	6,75	7,2	7,2	6,9	6,7	7,1	6,9	6,45	7,7	6,45	6,85	7,15	7,6	7	8	7,2
$\overline{DIIFD}$	19,95	18,8	18,85	18,65	19,5	19,6	-	20,25	18,9	18,4	18	20,1	19,2	18,65	20,3	19,8
$\overline{DIII}$	-	-	9,05	9,45	-	9,15	-	8,9	9,8	9	8,4	9,7	8,6	9,5	9,8	8,7

Apêndice B – Dados brutos das medidas morfométricas para os exemplares de *A. clamator* em milímetros. Os números são referentes ao registro no MCRO e as letras são fêmea (F), macho (M), indeterminado (I). Aqueles seguidos por asterisco foram os determinados por PCA.

Medidas	*A. clamator*								
	0013 M	0014 F	0015 M	0016 F	0017 F	0018 F	0027 F	0076 I (F*)	0081 M
$\overline{CTC}$	71,8	73	70,6	74,6	71,6	75,5	73,2	75,1	71
$\overline{LC}$	46,9	47,9	48,1	49,3	46,8	47,2	46,9	49,8	48,4
$\overline{CUM}$	101,8	106,5	114,5	112	106,75	109,6	98,7	102,35	100,8
$\overline{UAD}$	16,4	16,85	16,3	17,15	17,05	17,55	18,75	16,4	16,1
$\overline{UAP}$	17,5	18,45	18,2	19,7	18,65	20	19,25	19,45	18,4
$\overline{CUL}$	113,6	117,45	117,55	124,9	118,7	125	115	119,45	113,2
$\overline{CR}$	108,8	113,05	113,4	120,6	114,45	119,75	110,4	115,15	109,3
$\overline{CMC}$	51,3	52,5	51,7	54,9	52,8	54,8	51,95	54,4	51,6
$\overline{CE}$	31,3	31,25	30,8	32,5	30,4	32,25	28,5	31,65	30,6
$\overline{LCM}$	8,7	8,65	8,45	9	8,65	9,3	8,5	8,85	8,4
$\overline{LAPC}$	11,1	11,2	11,35	11,4	11,75	11,45	11,9	11,2	11,8
$\overline{LADC}$	9,15	8,55	8,85	9,5	8,95	9,15	9,4	9,4	9
$\overline{DI}$	17,65	17,7	18,5	18,7	18,2	18,9	-	18,8	17,85
$\overline{DIICFP}$	22,35	21,6	22,15	23,5	22,25	23,25	21,9	22,45	21,75
$\overline{DIILFP}$	7,4	7,8	7,7	8,2	7,7	8,1	7,8	8,2	7,6
$\overline{DIIFD}$	18,35	18,5	18,5	23,8	17,3	18,65	18,1	19,5	18,1
$\overline{DIII}$	10,1	8,45	9,6	9,3	-	-	10	8,75	8,4

Apêndice C – Dados brutos das medidas morfométricas para os exemplares de *B. virginianus* em milímetros. Os números são referentes ao registro no MCRO e as letras são fêmea (F), macho (M), indeterminado (I). Aqueles seguidos por asterisco foram os determinados por PCA.

Medidas	*B. virginianus*																
	0020 M	0021 I (F*)	0022 I (F*)	0023 I (M*)	0024 M	0026 F	0028 F	0029 F	0031 I (M*)	0032 F	0033 F	0075 F	0078 F	0084 I (F*)	0085 I (F*)	0086 I (F*)	0087 I (F*)
$\overline{CTC}$	88,3	94,4	92,6	95	85	86,8	91,4	82,7	84,6	92,2	87,6	94	76,3	88,3	91,7	90,4	91,7
$\overline{LC}$	65,6	65,6	65,7	65	63	65,5	61,2	64,2	63,6	65,5	63,1	65,5	56,1	64,3	65,2	64,5	65,9
$\overline{CUM}$	126,25	138,4	135,5	136,1	138,7	131,5	128,85	130,5	123,8	137,1	124,5	135,95	132,5	128,15	133,85	133,15	137,9
$\overline{UAD}$	21,9	23,45	22,35	22,5	21,4	22,85	22,25	21,85	21,3	23,3	20,85	23,55	21,3	21,85	22,85	23,7	23,95
$\overline{UAP}$	24,4	25,65	23,85	25,65	24,15	25,95	25,2	25	24,05	26,45	23,35	27,5	21,5	22,7	26,5	27,1	27,35
$\overline{CUL}$	133,75	153,9	154	152,85	138,6	151,85	150,25	150,65	142,5	158,5	143,35	156,6	151,35	147,1	154,1	154,65	149,1
$\overline{CR}$	147,8	159,1	148,4	146,3	143	145,65	145,2	145,2	132,85	152,05	137,35	150,5	147,45	141,5	145,85	148,45	153,15
$\overline{CMC}$	65,15	69,85	66,9	68,1	63,8	66,9	65,1	65,6	61,8	66	62,5	68,35	67	63,9	67,25	66,95	68,15
$\overline{CE}$	38,95	39,4	39,05	39,6	36,35	39,25	37,6	38,35	34,3	38,6	36	38,6	39,8	36,45	38,95	37,9	38,65
$\overline{LCM}$	11	11,35	11,1	11,3	9,85	11,3	11,6	10,35	10,1	11,4	10,6	11,85	10,55	10,3	11,6	11,3	12
$\overline{LAPC}$	14,7	15,45	14,75	15,2	14,4	14,8	14,9	14,15	14	15,4	14,15	15,7	13,45	14,65	14,75	15,7	15,5
$\overline{LADC}$	11,5	12,6	11,55	11,95	11,55	11,45	11,2	11,45	11,5	12	11,3	12,2	11,2	11,8	12,65	11,7	12,2
$\overline{DI}$	-	22,55	-	22,6	20,55	21,9	-	20,1	-	-	20,5	23,65	21,55	20,95	22,5	22,5	22,75
$\overline{DIICFP}$	27,5	29,45	28,05	28,6	25	27,7	27,1	26,5	25,85	28,6	25,3	28,9	26,35	27,55	27,6	28,55	29,6
$\overline{DIILFP}$	9,6	10,35	10,35	11,2	9,5	10,1	10,1	10	9,7	10,65	9,5	10,9	9,65	10,05	10,1	10,4	10,75
$\overline{DIIFD}$	23,4	24,1	22,65	23,45	21,1	22,75	-	21,55	16,9	23,15	21,4	23,7	22,55	22,25	23	23,35	23,85
$\overline{DIII}$	11,55	-	11,2	12,7	10,5	11,2	11,6	11,05	11,4	12,8	10,8	12,7	9,9	11,7	11,85	12,4	12