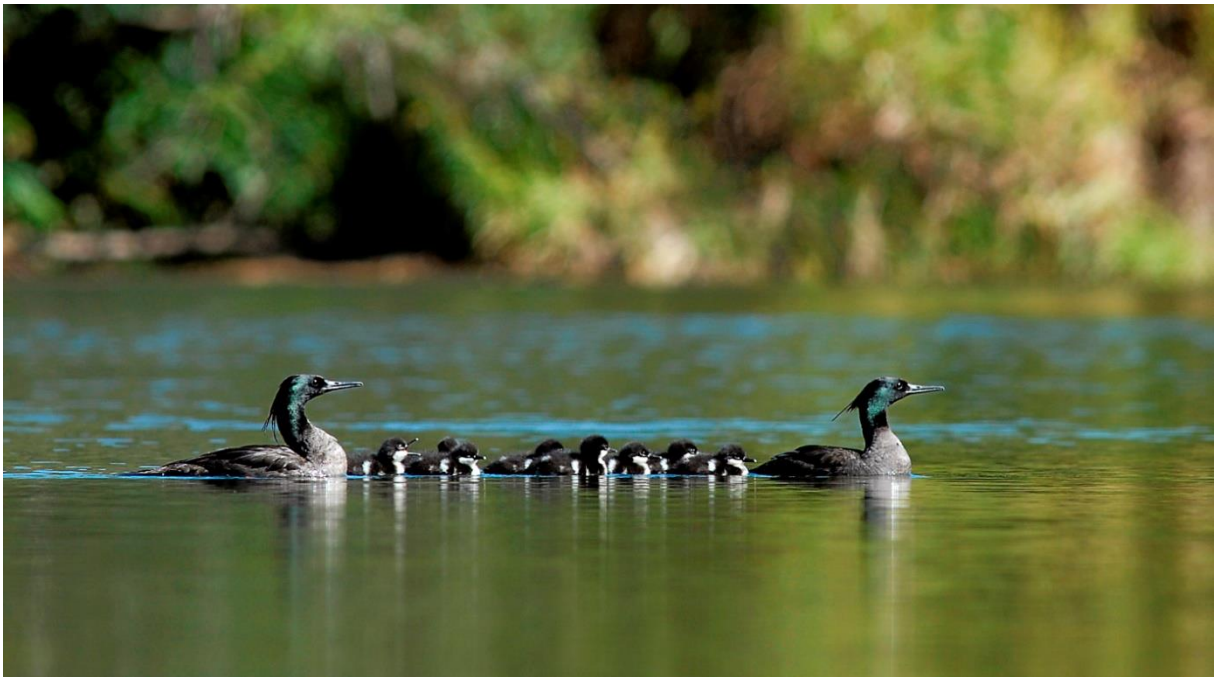


Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre

**Biologia reprodutiva do pato-mergulhão *Mergus octosetaceus* na
região do Parque Nacional da Serra da Canastra,
Minas Gerais, Brasil**



Flávia Ribeiro Silva
Belo Horizonte
2016

Flávia Ribeiro Silva

**Biologia reprodutiva do pato-mergulhão *Mergus octosetaceus* na
região do Parque Nacional da Serra da Canastra,
Minas Gerais, Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Flávio H. G. Rodrigues

**Belo Horizonte
2016**

AGRADECIMENTOS

...tantas pessoas foram importantes para que eu conseguisse chegar até aqui.

Ao professor Flávio Rodrigues, orientador e amigo, que contribuiu com sugestões e discussões ecológicas incríveis e sempre esteve disponível para esclarecer dúvidas, mesmo em feriados, férias e domingos à noite.

Aos professores da banca examinadora, Luís Fábio Silveira e Marcos Rodrigues, por se colocarem sempre acessíveis para ajudar, pelas importantes considerações e por terem se empenhado para estarem presentes na minha defesa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da UFMG que forneceu todo o apoio necessário.

À minha mamadi, Elaine, por ser minha inspiração na vida. Por sempre ter me incentivado a ir além, mesmo quando isso significava estar a quilômetros de distância, e por ser meu porto seguro quando voltava.

À Livia Lins, por tudo. Pelo envolvimento, parceria, dedicação, cumplicidade, sugestões, mas especialmente, pela amizade. Por permitir que eu conciliasse aulas, provas e escrita com viagens e reuniões de trabalho. E quando tudo isso não era possível, pelas folgas. Por tantas vezes me ouvir e pelas dicas e ideias que contribuíram para a melhoria deste estudo. Por me 'aparelhar para gostar de passarinhos, e ter abundância de ser feliz por isso' (Manoel de Barros).

Àquele que esteve ao meu lado em todos os momentos, que tantas vezes foi trocado por livros e artigos, mas que entendia minha ausência por saber o quanto tudo aquilo era importante para mim. Ao Gambá, Adriano Gambarini, por ser a alma gêmea que a vida me deu de presente.

Ao meu irmão amado, Bruno, por fazer da minha conquista, a dele. Pelo carinho e torcida que sempre me deram força. E não poderiam faltar meu sobrinho Lucca e minha cunhada Larissa, pelos ótimos momentos de descontração.

À querida Soninha Rigueira, por apoiar a ideia de conciliar mestrado e trabalho, mas acima de tudo, por ter me dado a oportunidade de fazer parte da equipe do Instituto Terra Brasilis e juntos nos dedicar ao projeto de conservação do pato-mergulhão, que tanto acredito e que mudou minha vida.

À equipe do Instituto Terra Brasilis, pelo companheirismo e boa energia.

À Renatinha Andrade, Augusto Lima, Vanessa Gomes (Super), Edmar dos Reis (Tico) e Wellington Viana (Tom), ‘equipe brava e valente’, pela parceria nas coletas de dados em campo, sejam nas descidas de caiaque pelos rios afora, nas caminhadas repletas de carrapatos, nos momentos de aperto ou momentos felizes.

À Amanda Alves, pelas boas vindas à ‘turma dos desesperados’, pela troca de experiências e pelos mapas produzidos especialmente para este trabalho.

Ao amigo Rodolfo Antonelli Stumpp, que me ajudou com as análises estatísticas sempre com a maior disposição.

À Lílian Costa, que mesmo na reta final do doutorado, encontrou tempo para discutir comigo as entrelinhas do sucesso reprodutivo de Mayfield.

À amiga Virginie Lambertucci por ter dado um toque britânico ao *abstract*.

Aos amigos da turma do mestrado pelos momentos incríveis e inesquecíveis que vivemos juntos, especialmente ao ‘quarteto fantástico’: Fernanda Figueiredo, Raquel Hosken e Samantha Campos.

Aos amigos que entendem mais de bichos peludos do que com penas, mas são parceiros na luta pela conservação de espécies, ameaçadas ou não, muito ou pouco estudadas, mas com os quais tanto me identifico pela paixão que os movem: Fabiana Rocha, Fernanda Cavalcanti, Frederico Lemos, Ricardo Arrais e especialmente ao Rogério Cunha de Paula que, de longe ou perto, esteve sempre na torcida e que me deu a dica que precisava, na hora certa.

Às amigas Fernanda Marques e Jéssica Elias dos Reis que não desistiram de mim, mesmo quando isso significava ligações não atendidas e encontros desencontrados, mas que tornaram esta jornada mais leve.

A todos os moradores da região da Serra da Canastra que contribuíram com informações e conhecimento sobre o pato-mergulhão, especialmente aos que nos permitiram entrar em suas propriedades tantas vezes durante a madrugada para monitorar ninhos e que ainda ofereciam carinhosamente cafezinhos, quitandas, pencas de banana e uma boa prosa.

E Àquele que alguns chamam de Deus, outros de Luz, outros Energia... a esta Força maior, que direcionou meu caminho para a felicidade...

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	8
MATERIAL E MÉTODOS	10
Área de estudo.....	10
Monitoramento de ninhos e filhotes	11
Caracterização dos ninhos.....	13
Captura e marcação.....	15
Monitoramento de indivíduos marcados	16
Sucesso reprodutivo	16
RESULTADOS	18
Ninhos.....	18
Caracterização dos ninhos	18
Ovipostura	25
Incubação	26
Eclosão dos ovos e saída dos filhotes.....	30
Reutilização dos ninhos	31
Eventos e/ou tentativas de predação.....	33
Sucesso reprodutivo	36
Filhotes e adultos	37
Características dos filhotes e adultos	37
Substituição de parceiros.....	39
Registros de dispersão de jovens.....	40
Idade da primeira reprodução.....	41
DISCUSSÃO	42
Ninhos.....	42
Caracterização dos ninhos	42
Ovipostura	46
Incubação	49

Eclosão dos ovos e saída dos filhotes	53
Reutilização de ninhos.....	55
Eventos e/ou tentativas de predação.....	56
Sucesso reprodutivo	57
Filhotes e adultos	60
Características dos filhotes e adultos	60
Substituição de parceiros.....	61
Registros de dispersão de jovens.....	62
Idade da primeira reprodução.....	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

RESUMO

O pato-mergulhão (*Mergus octosetaceus*) é classificado como Criticamente em Perigo em nível mundial e figura entre as aves aquáticas mais raras do mundo. As lacunas existentes sobre as informações biológicas e ecológicas básicas da espécie têm sido gradativamente preenchidas, mas na medida em que persistem, dificultam a tomada de decisões relativas à sua conservação. Parâmetros reprodutivos até então desconhecidos da história de vida de *M. octosetaceus* são apresentados neste estudo, a partir de dados coletados entre 2005 e 2015 na região do Parque Nacional da Serra da Canastra, MG. Dezoito ninhos foram caracterizados fisicamente quanto ao sítio de nidificação propriamente dito e ao habitat em que estavam inseridos, o que representa a grande maioria dos ninhos conhecidos da espécie. Todos estavam localizados nas margens dos rios, em cavidades situadas em sua grande maioria na terra ($n = 12$), nos mais variados tipos de vegetação, em diferentes graus de conservação. As aberturas dos ninhos foram significativamente voltadas para o norte ($R = 0,4571$; $p = 0,0209$) e o tamanho médio da postura foi 6,8 ovos ($DP = 0,9$; $n = 29$ ninhadas). O ritmo de incubação das fêmeas foi calculado em três ninhos e a temperatura e umidade de incubação dos ovos foram obtidas por meio de *data-loggers*. O sucesso dos ninhos calculado pelo método de Mayfield foi 75,9%. A taxa de sobrevivência dos filhotes para um período de aproximadamente dois meses foi 53,8% e o sucesso dos descendentes (de ovo a filhote com dois meses de vida) foi 35,9%. A taxa de predação de ninhos foi relativamente baixa, inferior a 10%. Mudanças na composição do casal podem ocorrer em curto período e, provavelmente, acontecem somente após a morte de um dos parceiros. O número de aves sem território parece ser alto e pode refletir a escassez de habitat adequado ao estabelecimento de *M. octosetaceus*. Dois novos registros de dispersão de jovens foram descritos, mas o destino da grande maioria é incerto e permanece desconhecido. Pesquisas futuras devem investigar como a dispersão se dá e qual é o sucesso de estabelecimento destes filhotes em novos territórios, para avaliar as possibilidades de manejo de forma segura e garantir a sobrevivência da espécie.

Palavras-chave: aves aquáticas, dispersão, Mergini, ritmo de incubação, sucesso de ninho, sucesso reprodutivo, tamanho de postura

ABSTRACT

The Brazilian Merganser (*Mergus octosetaceus*) is classified as Critically Endangered and is among the rarest waterfowl in the world. Although knowledge gaps in the species basic biological and ecological parameters have been gradually filled, lack of information persists, further hampering the decision-making related to its conservation. Unknown breeding parameters of *M. octosetaceus* life history are shown in this study, based on data collected between 2005 and 2015 within the Serra da Canastra National Park region, Minas Gerais. Eighteen nests were physically characterized regarding the nest site itself and the habitat in which they were located, representing the majority of known nests for this species. All were located on rivers banks, in cavities mostly located on soil ($n = 12$), in several types of vegetation, in different levels of conservation. The openings to the nests were significantly north-facing ($R = 0,4571$; $p = 0,0209$) e the average clutch size was 6,8 eggs ($SD = 0,9$; $n = 29$ broods). The females incubation rhythm was calculated for three nests and the egg incubation temperature and humidity were obtained from data-loggers. The nest success calculated using the Mayfield method was 75,9%. The offsprings survival rate for a period of approximately two months was 53,8% and the success of the descendants (from egg to two months young) was 35,9%. The nest predation rate was relatively low, less than 10%. Changes in pair composition can arise over a short period of time and likely to only occur following the death of one partner. The number of birds without territories is seemingly high, thus may reflect the scarcity of suitable habitats to establish *M. octosetaceus* territories. Two new young dispersal records have been described, but the fate of the vast majority is uncertain and remains unknown. Future research should attempt to investigate how this dispersion transpires and the success rate of offspring establishment within new territories to accurately evaluate the management possibilities and ensure the species survival.

Keywords: waterfowl, dispersal, Mergini, incubation-rhythm, nest success, breeding success, clutch size

INTRODUÇÃO

O pato-mergulhão (*Mergus octosetaceus*), único representante da tribo Mergini (Anatidae) que ainda é encontrado no hemisfério Sul, é classificado como Criticamente em Perigo em nível mundial (IUCN, 2015) e figura entre as aves aquáticas mais raras do mundo (Bartmann, 1988) com população global estimada em cerca de 250 indivíduos (BirdLife International, 2015). Foi descrito por Vieillot em 1817, a partir de espécimes capturados no Brasil (Berlioz, 1929 *apud* Partridge, 1956; Bartmann, 1988). De acordo com Partridge (1956) até 1947 existiam tão poucos registros da espécie que seu *status* não era conhecido. Por este motivo, alguns autores chegaram a considerá-la como quase extinta, ou mesmo extinta (Phillips, 1929 *apud* Partridge, 1956).

Uma das poucas aves brasileiras adaptadas a rios de regiões montanhosas (Sick, 1997), ocorre em baixas densidades em cursos d'água cristalinos, intercalados por corredeiras e cachoeiras em altitudes que atingem até 1.300 metros, em regiões de floresta subtropical e Cerrado com mata de galeria (Hughes *et al.*, 2006). É uma espécie monogâmica, sedentária e territorialista (Partridge, 1956; Bartmann, 1988), ocupando trechos de rio que variam entre 4 e 10 km em Misiones, Argentina (Giai, 1950) e 5 e 12 km na região do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais (Silveira e Bartmann, 2001).

M. octosetaceus ocorre nas bacias hidrográficas dos rios São Francisco, Tocantins e Paraná e três países, Paraguai, Argentina e Brasil (Collar *et al.*, 1992). Segundo o autor, grande parte dos registros históricos é do centro-sul do Brasil e regiões vizinhas do Paraguai e Argentina, em Misiones. Embora estudo recente tenha indicado uma área de distribuição potencial razoavelmente extensa para a espécie no território brasileiro (Bueno *et al.*, 2012) os registros de sua ocorrência e estudos genéticos revelam um padrão de forte fragmentação e isolamento populacional (Hughes *et al.*, 2006; Vilaça *et al.*, 2011; Bueno *et al.*, 2012). Atualmente sua distribuição está restrita a poucas localidades, como a região do Parque Nacional da Serra da Canastra (Silveira e Bartmann, 2001; Lamas, 2006; Lins *et al.*, 2011), Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (Bianchi *et al.*, 2005) e Parque Estadual do Jalapão (Braz *et al.*, 2003; Barbosa e Almeida, 2010).

É provável que um declínio populacional tenha ocorrido em tempos recentes, em consequência da degradação e perda de habitat ao longo de sua área de ocorrência (BirdLife International, 2015). A espécie é altamente vulnerável à alteração de habitat e pressão humana, sendo a expansão agrícola, a degradação das bacias hidrográficas e a erosão do solo, fatores que afetam seriamente os cursos d'água (Bartmann, 1988). Yamashita e Valle (1990) apontam a construção de hidrelétricas como uma séria ameaça ao habitat da espécie, enquanto Silveira e Bartmann (2001) destacam as atividades de mineração, ocorridas durante 1980 e 1990, como principal ameaça na região da Serra da Canastra, que danificou a mata de galeria, contribuindo para erosão do solo e turbidez dos rios.

A região da Serra da Canastra destaca-se como uma área chave para a conservação do pato-mergulhão, pois abriga a maior e melhor conhecida população da espécie. Lamas e Santos (2004) localizaram o segundo ninho conhecido de *M. octoetaceus* em fenda de paredão rochoso no Parque Nacional da Serra da Canastra, quase meio século após o primeiro registro de um ninho em oco de árvore em Misiones (Partridge, 1956). Esta região vem se consolidando como importante sítio de pesquisas sobre a ecologia da espécie (Silveira e Bartmann, 2001; Lamas, 2006; Bruno *et al.*, 2006; Ribeiro *et al.*, 2011), especialmente a partir de 2005, quando novos ninhos foram registrados, a maioria deles localizados em cavidades em terra (Bruno *et al.*, 2010; Lins *et al.*, 2011). Embora estes registros tenham sido fundamentais para ampliação do conhecimento sobre a biologia reprodutiva de *M. octoetaceus*, diversos outros aspectos relacionados a este tema, como o sucesso reprodutivo, ainda são pouco ou totalmente desconhecidos.

O estudo da biologia reprodutiva de uma espécie permite conhecer vários dos principais atributos de sua história de vida (Bennet e Owens, 2002). Por ser uma família cosmopolita, diversos parâmetros da biologia reprodutiva de anatídeos variam amplamente, como a seleção do habitat de nidificação – desde cavidades em árvores ou fendas em rocha, a campos abertos e vegetação sobre a água – a cronologia de nidificação, a idade mínima para reprodução e o potencial de renidificação (Baldassarre e Bolen, 2006). O tamanho das posturas varia de dois ovos em algumas espécies de gansos (Tribo Anserini) e cisnes (Tribo Cygnini) a 18 ovos em determinada espécie de pato (Tribo Aythini; Johnsgard, 2010a). Da mesma

forma, os representantes da tribo Mergini exibem grande variação nas suas estratégias reprodutivas (Mallory, 2015).

Em 2006, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) publicou o Plano de Ação para a Conservação do Pato-mergulhão, que apresenta informações sobre a biologia da espécie, identifica seus principais fatores de ameaça e propõe uma série de medidas para implementação em diversas áreas temáticas, identificando atores potenciais e seguindo uma escala de prazos e prioridades, com o principal objetivo de conservar a espécie em longo prazo (Hughes *et al.*, 2006). As lacunas existentes sobre as informações biológicas e ecológicas básicas de *M. octosetaceus* têm sido gradativamente preenchidas, mas, na medida em que ainda persistem, dificultam a tomada de decisões relativas à sua conservação, agravando a situação da espécie (ICMBio, 2014).

Diante dessas lacunas e da crescente pressão antrópica que o habitat de *M. octosetaceus* vem sofrendo, o estudo da sua biologia reprodutiva auxiliará na elaboração de estratégias de manejo adequadas, que garantam a sobrevivência da espécie. Com o intuito de ampliar o conhecimento sobre *M. octosetaceus* e fornecer informações que possam contribuir para implementação destas estratégias, este estudo apresenta alguns parâmetros reprodutivos até então desconhecidos da história de vida da espécie, coletados entre 2005 e 2015 na região da Serra da Canastra.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi conduzido no Parque Nacional da Serra da Canastra e entorno, nos municípios de São Roque de Minas e Vargem Bonita, entre 2005 e 2015. O Parque está localizado no sudoeste do estado de Minas Gerais, Brasil (20°18'16" S e 46°35'56" W; Figura 1) e abrange uma variedade de formações vegetais típicas do domínio fitogeográfico do Cerrado. As formações campestres estão distribuídas em uma extensa área e englobam o campo limpo, campo sujo e campo rupestre. Em menores proporções, há também formações savânicas (cerrado *sensu strictu*) e formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata de encosta, mata seca e cerradão; IBAMA, 2005).

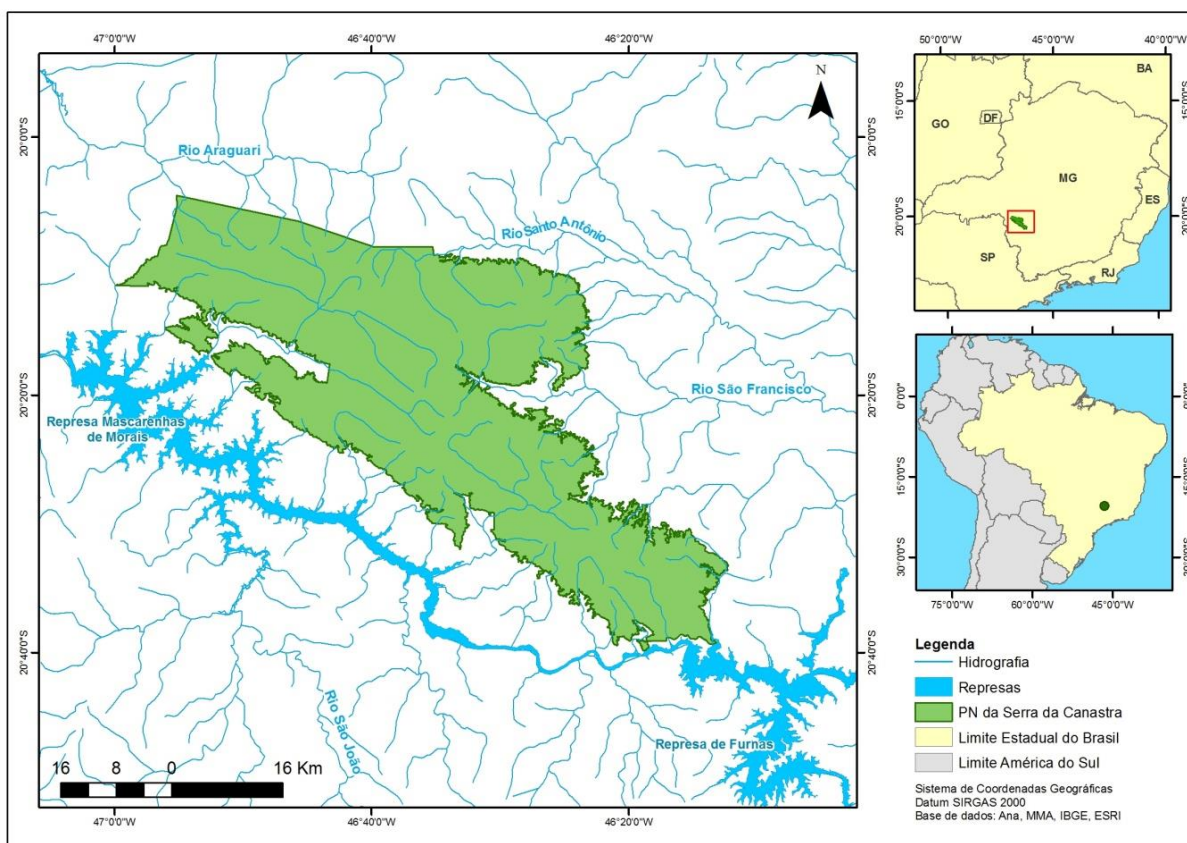


Figura 1. Localização do Parque Nacional da Serra da Canastra, em Minas Gerais, Brasil. Mapa produzido pelo Instituto Terra Brasilis.

A característica mais marcante da região é a densa rede de drenagem com inúmeros tributários e centenas de nascentes que abastecem os diversos cursos d'água, abrangendo parte das cabeceiras de duas importantes bacias, dos rios São Francisco e Paraná (IBAMA, 2005). A temperatura média anual oscila entre 22 e 23°C e a precipitação média anual varia entre 1.200 e 1.800 mm, sendo que no período de maio a setembro os índices pluviométricos mensais são bastante reduzidos, podendo chegar a zero (IBAMA, 2005). O clima da região é o subtropical úmido do tipo Cwa e Cwb da classificação de Köppen-Geiger (Alvares *et al.*, 2013).

Monitoramento de ninhos e filhotes

Entre 2005 e 2015 foram realizadas buscas contínuas por ninhos de *Mergus octosetaceus* durante a estação reprodutiva, entre meados de maio até o final de julho. Os sítios de nidificação eram localizados a partir da observação de um único indivíduo (macho) e posterior saída da fêmea do ninho ou por meio de informações de terceiros. Os ninhos encontrados foram georreferenciados com o auxílio de um

GPS, fotografados, medidos e descritos (ver abaixo). Ninhos foram considerados ativos em determinada estação reprodutiva quando localizados durante fase de postura dos ovos, incubação ou mesmo quando encontradas cascas de ovos e plumas após saída dos filhotes, independente do sucesso. Ninhos foram considerados inativos quando não foi observada nenhuma das situações acima descritas.

Os ninhos localizados nos primeiros anos do período de estudo eram monitorados por até 12 h por dia, de cinco a sete vezes por semana. Com a descoberta de novos ninhos, em anos posteriores, o monitoramento foi realizado de forma a acompanhar o maior número possível de ninhos e manter o esforço de procura. O monitoramento ocorreu nos estágios de ovipostura e/ou incubação, de acordo com a fase em que eram encontrados. O acesso aos ninhos variou quanto ao grau de dificuldade, sendo que em quatro deles foi necessário utilizar o método de descensão vertical (rapel).

As médias mensais de pluviosidade da região, entre 2006 a 2015, foram comparadas com o número total de oviposturas de *M. octosetaceus* neste mesmo período. Os dados pluviométricos foram provenientes de uma estação meteorológica localizada no município de Vargem Bonita e estão disponíveis em Agritempo - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. A temperatura e umidade de incubação foram obtidas nas estações reprodutivas de 2014 e 2015 (n = 3 ninhos) por meio de um *data logger* (modelo *Egg Temp-RH; MadgeTech*) inserido na câmara oológica nos primeiros dias de incubação e mantido durante atividade do ninho. O *data logger* foi programado para coletar dados a cada cinco minutos com um alcance de temperatura entre 0 e 60° C e umidade entre 0 e 95%. Estes dados foram avaliados de quatro maneiras: (i) período de permanência da fêmea no ninho, incluindo dados referentes às saídas e os primeiros 30 minutos após entrada da mesma (incubação com intervalos); (ii) período de permanência da fêmea no ninho, excluindo dados referentes às saídas e os primeiros 30 minutos após entrada da mesma (incubação sem intervalos); (iii) período em que a fêmea se encontrava fora do ninho (intervalos); (iv) primeiros 30 minutos após a fêmea entrar no ninho (entrada).

O comprimento e largura (maior diâmetro) dos ovos (n = 3 ninhos) foram medidos na estação reprodutiva de 2015, com o auxílio de um paquímetro digital

com resolução de 0,01 mm. Os ovos ($n = 2$ ninhos) foram também pesados antes e após o início da incubação (pesagem semanal) com o auxílio de uma balança eletrônica com graduação de 1 g. Eles foram marcados com números e cores distintas utilizando caneta marcadora permanente atóxica, na região central e na extremidade oposta à câmara de ar. Estes ovos foram submetidos à ovoscopia semanalmente após iniciada a incubação, com o intuito de verificar a fertilidade, o estágio de desenvolvimento e os sinais vitais do embrião e tiveram volume calculado de acordo com a equação de Hoyt (1979). Armadilhas fotográficas (*cameras trap*) foram instaladas próximas à entrada de ninhos ($n = 2$) em 2013 e 2015, para o monitoramento dos mesmos, e levando em consideração a vulnerabilidade à predação e/ou vandalismo, com programação de nove fotografias a cada acionamento.

O monitoramento dos filhotes após a saída do ninho se deu de forma não sistemática e por período variável, apenas nos rios do Peixe e São Francisco, incluindo tributários, uma vez que a dificuldade de acesso aos demais cursos d'água e de localização dos filhotes inviabilizava o acompanhamento das famílias. A localização e observação dos indivíduos foi feita com binóculo 10 x 42.

Caracterização dos ninhos

Os ninhos foram caracterizados fisicamente quanto ao sítio de nidificação propriamente dito e ao habitat em que estavam inseridos. Os dados do ninho encontrado por Lamas e Santos (2004) na área de estudo em questão foram incorporados àqueles coletados entre 2005 e 2015, a fim de aumentar o tamanho amostral.

A caracterização dos ninhos foi realizada após atividade dos mesmos, durante a estação seca. Foram tomadas as seguintes medidas: altura e largura da abertura, profundidade total, profundidade da câmara oológica e altura interna (medida na câmara oológica). Estas medidas foram obtidas com uma trena flexível de 5 m. Além das dimensões, foram medidas a altura do ninho em relação à lâmina d'água e a altura total do talude onde o mesmo estava inserido. Considerou-se como altura do talude a porção de terra e/ou rocha imediatamente perpendicular ao leito do rio, em que a inclinação se manteve basicamente a mesma. A porção que sofreu mudança abrupta na inclinação foi desconsiderada. Estas medidas foram feitas

utilizando de um telêmetro a laser (modelo *Forestry Pro; Nikon*). Um modelo linear generalizado (GLM) foi construído para comparar a profundidade da câmara oológica com a profundidade total da cavidade e a altura do ninho em relação à lâmina d'água, utilizando o *software* R (versão 3.2.1).

Os ninhos foram classificados quanto à sua origem, formato, tipo de substrato, inclinação interna da cavidade (ascendente, vertical ou horizontal) e orientação da abertura em relação ao nascer do sol, sendo esta última obtida com uma bússola analógica. A orientação da abertura dos ninhos foi analisada por meio de estatísticas circulares e testada para verificar se sua distribuição é não-aleatória (teste de Rayleigh), utilizando-se o *software* PAST (versão 3.1). O talude onde o ninho está inserido também foi categorizado quanto ao tipo de substrato: (i) rocha e terra, predominantemente rochoso (> 50% rocha); (ii) rocha e terra, predominantemente terra (> 50% terra); (iii) rocha; (iv) terra; (v) terra entre blocos de rocha. Taludes de terra e rocha com menos de 5% de rocha foram classificados como constituídos de terra. A inclinação dos taludes foi obtida com o auxílio de um clinômetro.

A caracterização do habitat de diferentes trechos de rio, como o tipo morfológico, corresponde a uma abordagem de escala intermediária, ou seja, de mesohabitat. Com base em protocolos semi-quantitativos propostos por Harding e colaboradores (2009), os tipos morfológicos (tipos de mesohabitat) presentes nas proximidades dos ninhos foram registrados por meio de transectos. Após medir a largura média do rio nas proximidades de cada ninho, a extensão de cada transecto foi calculada multiplicando por cerca de 20 a 40 vezes a largura do rio, conforme recomendado pelos autores em protocolos de amostragem. Os transectos foram iniciados a partir de cada ninho e a largura do rio e a extensão dos tipos de mesohabitat foram obtidas por meio de telêmetro a laser (modelo *Forestry Pro; Nikon*) e/ou com auxílio de trena flexível de 50 m. A classificação e a descrição dos tipos de mesohabitat utilizados neste estudo foi baseada em Maddock (1999): (i) *riffle*, corredeiras rasas, de alta velocidade da correnteza com superfície agitada e obstruções parcialmente submersas; (ii) *run*, área onde a água flui rapidamente, sem agitação da superfície ou presença de ondas; (iii) *pool* (poça), área de velocidade reduzida da água e profundidade variável; (iv) *cascade*, corrente rápida com rochas expostas, alto gradiente e turbulência considerável, consistindo de um série de

degraus (quedas); (v) *glide*, área de águas rasas e calmas, de lenta movimentação, com pouca ou nenhuma turbulência da superfície. A presença de pedra e/ou praia de areia dentro do mesohabitat do ninho foi verificada e, quando este foi localizado em *pool*, o mesmo teve profundidade máxima medida por meio de um sonar portátil (*Fish Finder*).

A vegetação marginal foi classificada quanto ao tipo e estado de conservação, compreendendo uma faixa de até 30 m a partir do talude. Em áreas onde a vegetação nativa foi alterada, foi indicado o uso da terra (conversão em pastagem, resquícios de atividade de garimpo, dentre outros). Quanto ao aspecto, a vegetação foi considerada rala quando as árvores eram esparsas e densa quando as árvores eram muito próximas (vegetação fechada). Faixa de vegetação (largura) igual ou inferior a cinco metros foi considerada estreita.

Captura e marcação

Entre 2008 e 2015 foram realizadas campanhas anuais de captura e marcação de casais/famílias de *M. octosetaceus* na região da Serra da Canastra. As capturas ocorreram no rio do Peixe e no rio São Francisco e tributários, nos meses de setembro e/ou outubro, quando os filhotes possuíam idades entre 60 e 90 dias. Foram utilizadas redes de neblina com malha de 100 mm, de 12 e/ou 18 m de comprimento, de acordo com a largura do curso d'água. Após localização das aves, a rede era estendida transversalmente ao fluxo do rio, em local sombreado e discreto, de modo a obstruir a passagem quando estivessem sobrevoando o mesmo.

Dos 58 indivíduos capturados ao longo do estudo, 56 receberam uma anilha metálica numerada fornecida pelo Centro Nacional de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres (CEMAVE) no tarso direito e duas anilhas coloridas no tarso esquerdo e uma no tarso direito, conforme um código de cores a permitir identificação individual; alguns destes (n = 18) receberam um radiotransmissor de 4,5 g (modelo TW-4 Ag 357; *Biotrack*) de frequência individual na faixa de 165 Mhz, afixado na retriz central. Todas as aves foram pesadas com dinamômetro de 1 Kg com precisão de 10 g e, quando possível, foram tomadas as medidas biométricas usuais com o auxílio de um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm. Todos os indivíduos adultos foram sexados por meio da reversão de cloaca e para testar a variação sexual para as variáveis biométricas destes indivíduos, foi realizado o

teste *t* utilizando-se o *software* PAST (versão 3.1). Por fim, foram coletadas amostras de sangue do tarso de todos os indivíduos capturados para análise genética, depositadas no Laboratório de Biologia e Evolução Molecular da Universidade Federal de Minas Gerais (LBEM/UFMG).

Monitoramento de indivíduos marcados

Entre 2008 e 2015 os indivíduos anilhados foram monitorados a partir de transectos realizados por meio de caminhadas ou com auxílio de caiaque inflável. Após localização das aves, era feita a observação direta da sequência de anilhas. Indivíduos marcados com transmissores foram rastreados utilizando radiorreceptores (modelo R-1000; *Communications Specialists / Sika; Biotrack*) acoplados a uma antena Yagi de três elementos (*Biotrack*) e/ou por meio de uma antena omnidirecional afixada a um veículo. Uma vez captado o sinal, era feita aproximação para localização visual e identificação das aves por meio das anilhas, sempre que possível. Este monitoramento se estendeu durante o tempo em que os rádios permaneceram afixados nos indivíduos.

Sucesso reprodutivo

O sucesso reprodutivo de *M. octosetaceus* foi calculado com base no método proposto por Mayfield (1961, 1975). Contudo, por se tratar de uma espécie nidífuga, em que a fase de ninhegos não está presente, foram feitas pequenas adaptações a este método.

O sucesso reprodutivo foi avaliado a partir de diferentes estimativas que fornecem a probabilidade de sucesso: (i) sucesso de ninhos – calculado com base em ‘dias-ninho’ – probabilidade de um ninho ser bem sucedido até o final do período (incubação). Para esta estimativa devem ser ignoradas perdas parciais ao longo dos estágios dos ninhos (perda de parte, mas não de todos os ovos no estágio de incubação, ou ninhegos no estágio de desenvolvimento), utilizando apenas ninhos que tiveram perda total de seu conteúdo para calcular a taxa de mortalidade. Como a fase de ninhegos não está presente para a espécie, a sobrevivência ou sucesso do ninho é equivalente à sobrevivência do ninho durante a incubação (33 dias). A título de comparação com outros estudos e com os resultados obtidos pelo método de Mayfield, esta estimativa também foi calculada por meio do sucesso aparente de

ninhos ou método tradicional (Johnson, 1979), que consiste em obter a proporção de ninhos que obtiveram sucesso em relação ao total de ninhos ativos (porcentagem simples); (ii) taxa de eclosão de ovos - calculada por meio de uma porcentagem simples; (iii) sucesso final do 'descendente' - probabilidade de um ovo posto eclodir e o ninhego ter sucesso em deixar o ninho. No caso de *M. octosetaceus*, considerou-se como sucesso final do 'descendente' a probabilidade de um ovo posto eclodir e o filhote ter sucesso em sobreviver até o final de 56 dias (oito semanas), desenvolvimento que se dá fora do ninho. Nesta fase os filhotes já são bastante independentes dos pais e ainda não foram observados formando grupos mistos de jovens, o que permite uma maior confiabilidade dos dados. Para esta estimativa as perdas parciais foram consideradas, conforme recomendado por Mayfield (1961). Ela foi calculada a partir do produto de três probabilidades ou taxas: taxa de sobrevivência final (TSF) do ovo – probabilidade de um ovo sobreviver durante a incubação a perdas totais e parciais; taxa de eclosão; TSF do filhote – probabilidade de um filhote sobreviver ao período de oito semanas a perdas totais e parciais. Como não foram observadas perdas parciais de ovos, a TSF do ovo foi equivalente ao sucesso de ninhos durante o período de incubação; e como não foram observadas perdas totais de filhotes e esta fase não foi considerada para o sucesso de ninhos, a TSF do filhote foi coincidente à probabilidade de sobrevivência durante o período de filhotes a perdas parciais e esta sobrevivência foi calculada com base em 'dias-filhote'.

As datas de mudança de período e/ou referentes às perdas não observadas foram estimadas assumindo que as mesmas ocorreram no meio do intervalo de observações consecutivas conforme recomendações de Mayfield (1975), ou que ocorreram após decorridos 40% do intervalo (Mayfield-40%) quando este intervalo foi maior do que 15 dias, conforme recomendações de Miller e Johnson (1978) e Johnson (1979).

RESULTADOS

Ninhos

Caracterização dos ninhos

Entre 2005 e 2015 foram encontrados 17 ninhos de *Mergus octosetaceus* na região da Serra da Canastra, em cinco diferentes cursos d'água: córrego Cachoeirinha (n = 1), rio São Francisco (n = 10), rio do Peixe (n = 2), rio Santo Antônio (n = 3) e rio Samburá (n = 1). Incluindo os dados do ninho descoberto por Lamas e Santos (2004) no córrego da Matinha, um total de 18 ninhos é conhecido para a espécie na região. Destes, três encontram-se dentro dos limites do Parque Nacional da Serra da Canastra (Figura 2), onde o esforço amostral foi menor devido à dificuldade de acesso aos cursos d'água.

Todos os ninhos (n = 18) localizavam-se nas margens dos rios, em cavidades situadas em barrancos/paredões (taludes) que variaram quanto ao tipo de substrato: terra (27,8%), rocha (22,2%), terra com blocos de rocha (22,2%), rocha e terra, predominantemente rochoso (16,7%), rocha e terra, predominantemente terra (5,6%) e um em árvore (5,6%). A inclinação do talude (n = 17) e da árvore (n = 1) variou entre 65 a 90° ($\bar{x} = 79,4 \pm 8,6^\circ$), sendo que a maior parte dos taludes (61,1%) apresentou inclinação igual ou superior a 80°.

Alguns ninhos estavam localizados em áreas de mata ciliar densa (n = 5), ou mata ciliar rala (n = 1), outros em áreas de Cerrado conservado (n = 3), classificados como 'cerrado ralo', 'campo rupestre' ou 'campo sujo', ou em áreas de Cerrado convertidas em pastagem (n = 2), em que o capim nativo foi mantido, mas a vegetação arbustiva foi suprimida. Havia ainda ninhos localizados em áreas onde o Cerrado estava em processo de regeneração (n = 1), ou em áreas totalmente convertidas em pastagem, onde ocorreu o plantio de capim exótico (n = 1). Outros estavam localizados em áreas onde havia um resquício de mata ciliar rala e estreita (≤ 5 m de largura), mas com predominância de pastagem – seja de capim exótico (n = 2) ou capim nativo (n = 1), ou ainda com predominância de samambaia invasora pós-queimada (n = 1) ou impactada por atividades de garimpo no passado (n = 1).

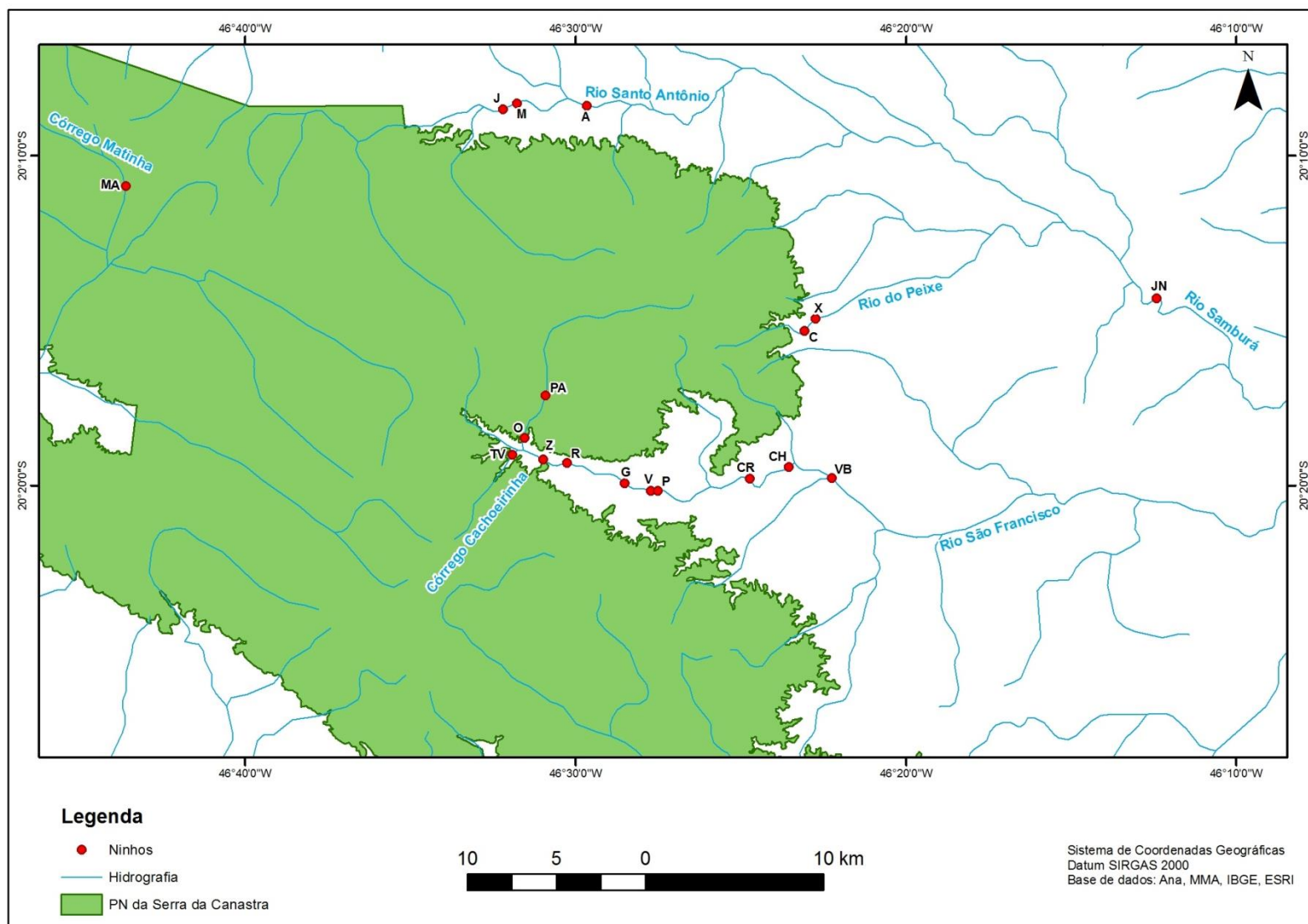


Figura 2. Localização dos ninhos de *Mergus octoetaceus* na região do Parque Nacional da Serra da Canastra, em Minas Gerais, Brasil. Os círculos vermelhos acompanhados por letras indicam os ninhos da espécie e suas respectivas denominações. Mapa produzido pelo Instituto Terra Brasilis.

As cavidades usadas como ninhos estavam localizadas em sua grande maioria na terra (n = 12), outras na rocha (n = 4), na terra entre blocos de rocha (n = 1) ou em oco de árvore (n = 1; Figura 3). As cavidades pareceram ter origens variadas, nem sempre sendo possível determiná-la (n = 2). Algumas foram oriundas de processos de desagregação entre rocha/terra (n = 3), desagregação entre terra/raízes (n = 4), outras pareciam ter sido construídas por animais (n = 5), proveniente da deterioração da árvore (n = 1) ou simplesmente eram fendas em rocha (n = 3). Um dos ninhos observados em fenda de rocha apresentava base (onde a câmara oológica estava localizada) formada a partir de material vegetal (galhos, gravetos e folhas) carregado durante enchente. Esta base não estava apoiada sobre rocha, mas entre rochas, o que a tornou instável culminando em seu desabamento.

Os ninhos (n = 18) foram classificados quanto à sua inclinação interna e, a grande maioria (n = 14) foi horizontal, poucos ascendentes (n = 3) e vertical (n = 1), sendo este último localizado em oco de árvore. As direções da abertura destes ninhos apresentaram média angular de $0,47^\circ$ (IC 95% = $327,57^\circ - 33,37^\circ$), significativamente mais direcionadas para o norte ($R = 0,4571$; $p = 0,0209$; Figura 4). Quatro categorias de abertura dos ninhos foram encontradas: formato circular, quando a altura e a largura possuíam tamanhos proporcionalmente similares (n = 5); alta e estreita, quando a altura foi desproporcionalmente maior que a largura (n = 1); baixa e larga, quando a largura foi desproporcionalmente maior do que a altura (n = 7); e irregular, quando o formato da cavidade foi indefinido (n = 5). As dimensões das cavidades encontram-se representadas na Figura 5 e Tabela 1. Nesta, as dimensões do ninho localizado em oco de árvore não foram incluídas, uma vez que apresentam características bastante peculiares e estão descritas em Bruno e colaboradores (2010).

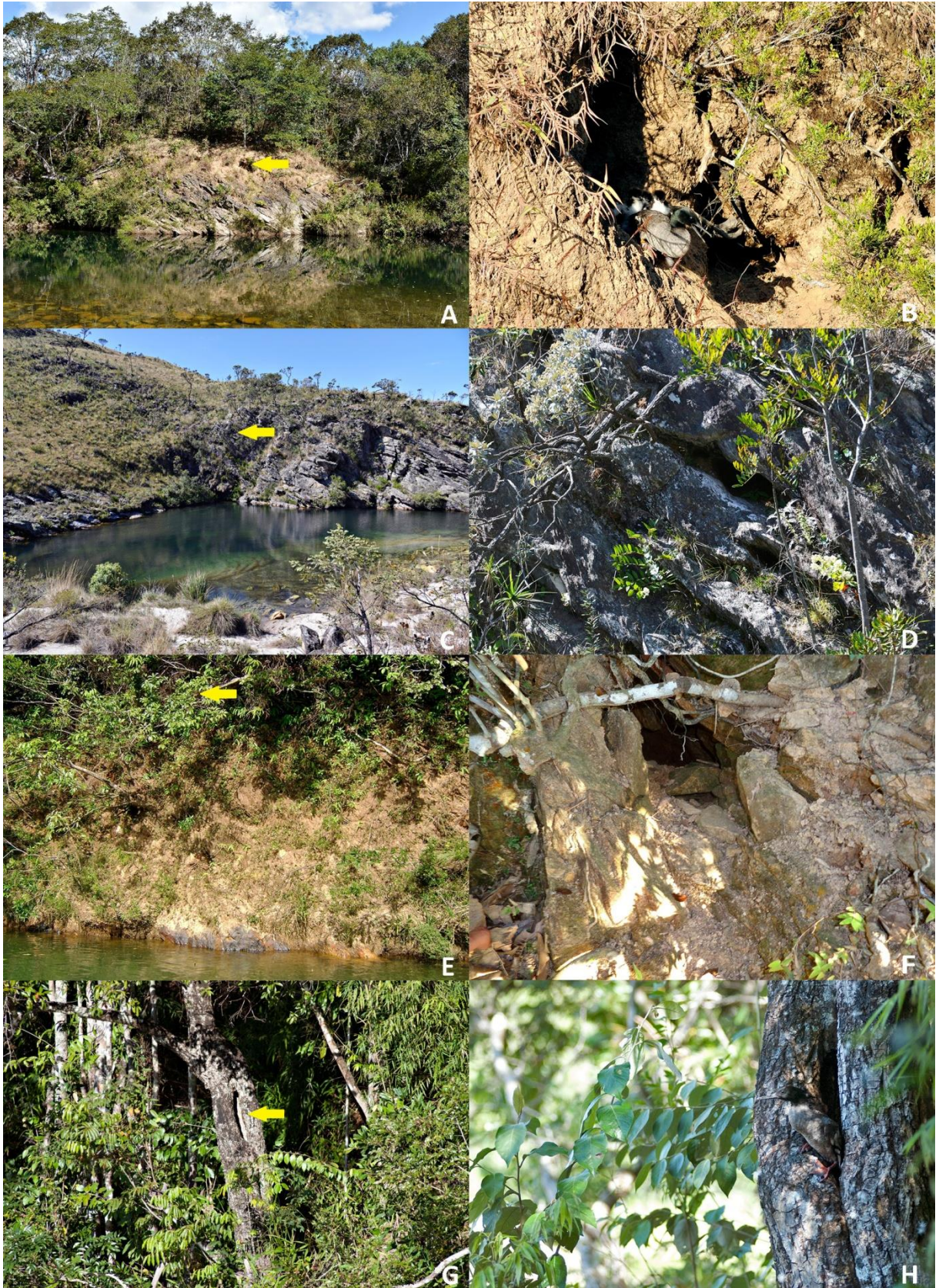


Figura 3. Planos aberto (à esquerda) e fechado (à direita) de ninhos de *Mergus octosetaceus* na região da Serra da Canastra, localizados em cavidade em terra (A e B); rocha (C e D); terra entre blocos de rocha (E e F); e árvore (G e H). As setas em amarelo indicam a localização dos ninhos.

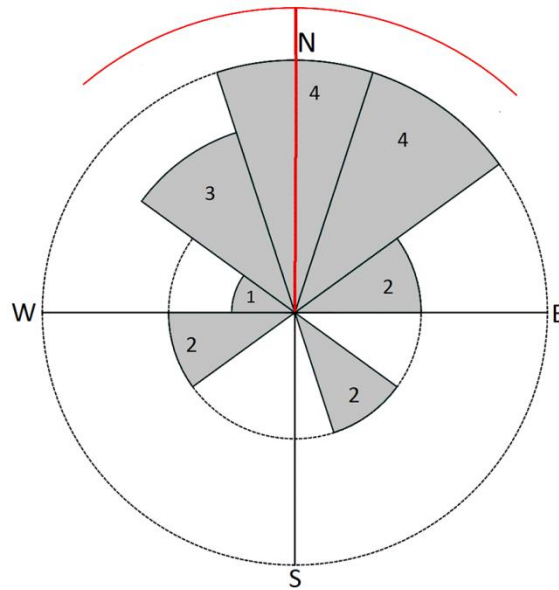


Figura 4. Análise circular da direção da abertura dos ninhos (n = 18) de *Mergus octosetaceus* encontrados em 2002 (Lamas e Santos, 2004) e entre 2005 e 2015 na região da Serra da Canastra. Os números e o tamanho da área ocupada em cada seção cinza indicam a quantidade de ninhos em cada grupo. A linha em vermelho ultrapassando o círculo externo representa a média angular ($0,47^\circ$) e seu intervalo de confiança de 95% ($327,57^\circ - 33,37^\circ$). As aberturas são significativamente mais direcionadas para o norte ($R = 0,4571$; $p = 0,0209$).

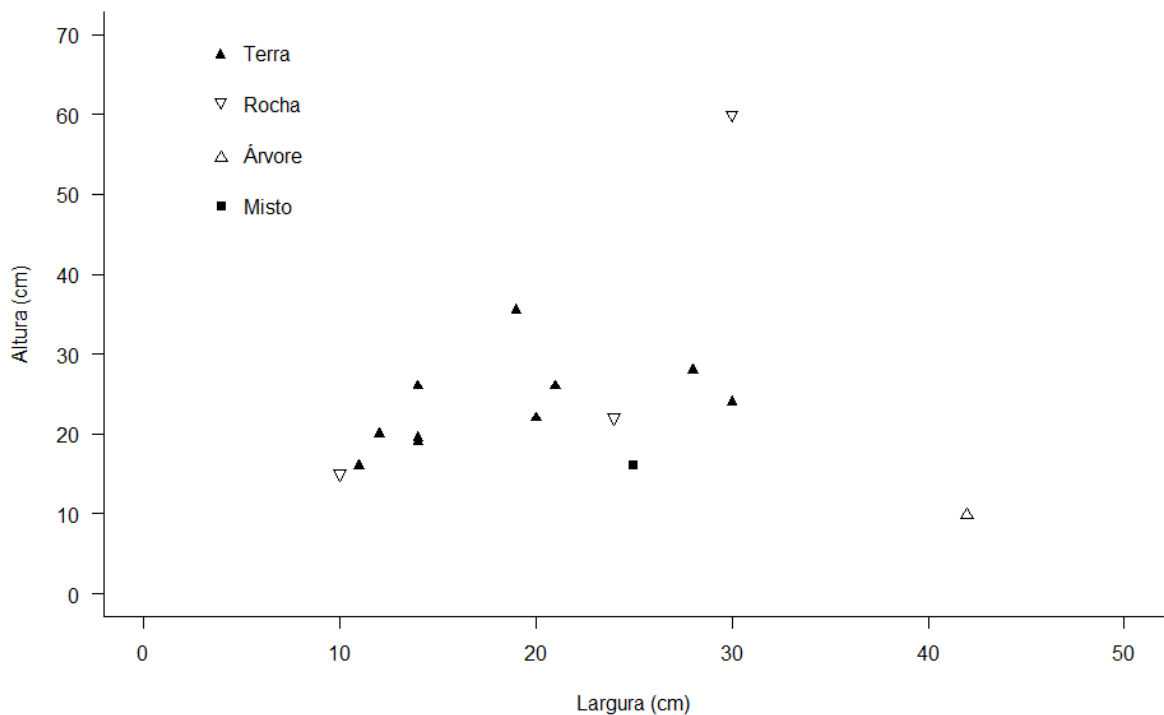


Figura 5. Relação entre largura e altura da abertura das cavidades utilizadas como ninhos (n = 17) por *Mergus octosetaceus* encontrados em 2002 (Lamas e Santos, 2004) e entre 2005 e 2015 na região da Serra da Canastra. Os símbolos indicam o substrato do ninho. Triângulos cheios indicam ninhos em terra, triângulos invertidos ninhos em rocha, triângulo vazio cavidade em oco de árvore e o quadrado indica ninho em terra entre blocos de rochas (misto).

Tabela 1. Medidas (cm) dos ninhos de *Mergus octosetaceus* encontrados em 2002 (Lamas e Santos, 2004) e entre 2005 e 2015 na região da Serra da Canastra.

Medidas	n	Amplitude (mínimo - máximo)	Média ± dp
Altura da abertura	16	10 - 30	19 ± 6,9
Largura da abertura	16	15 - 60	24,4 ± 10,8
Altura interna	7	18 - 27	22,7 ± 4
Profundidade da câmara oológica	15	15 - 188	69,8 ± 54,5
Profundidade total da cavidade	8	62 - 220	120,9 ± 64,2

Quando considerados apenas os dados de profundidade da câmara oológica em que a profundidade do ninho foi conhecida (n = 8), é possível observar câmaras posicionadas entre 27 a 150 cm da abertura ($\bar{x} = 64,88 \pm 46,12$ cm; Figura 6). A correlação entre a profundidade total da cavidade e a profundidade da câmara oológica está apresentada na Figura 7 (gl = 4; F = 29,56; p = 0,003). No entanto, não existe influência da altura do ninho na profundidade da câmara oológica (gl = 6, F = 2,43, p = 0,203). Os ninhos (n = 17) apresentaram altura mínima em relação à lâmina d'água de 2,4 m, sendo a máxima de 31,8 m ($\bar{x} = 6,01 \pm 7,13$ m) e localizavam-se em barrancos/paredões de rocha e/ou terra que variaram entre 3,6 a 47,2 m de altura ($\bar{x} = 14,26 \pm 15,03$ m; Figura 8).

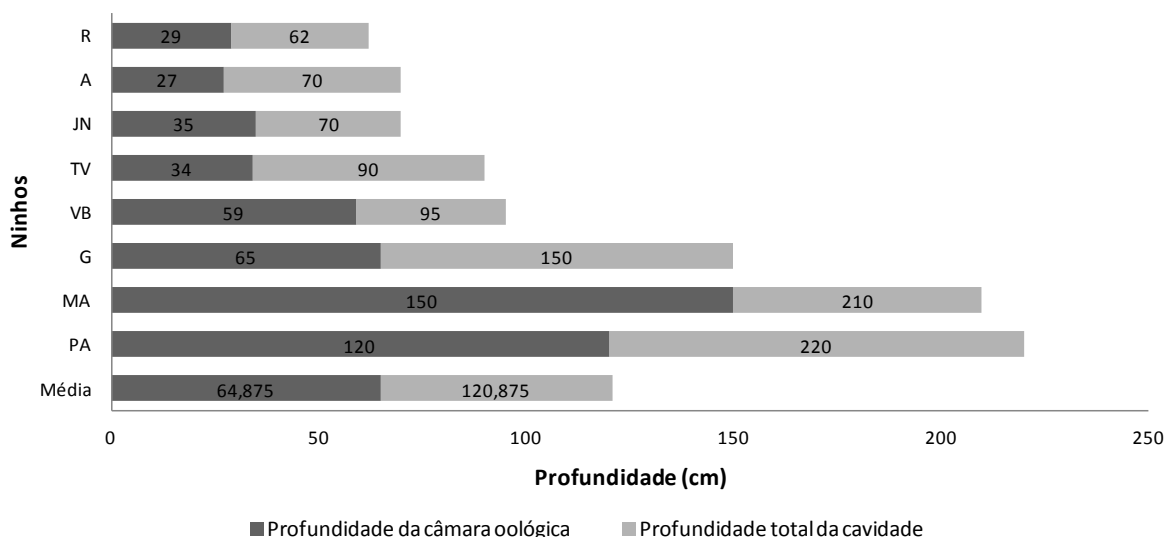


Figura 6. Profundidade total das cavidades utilizadas como ninhos (n = 8) por *Mergus octosetaceus* na região da Serra da Canastra, relacionada com a distância da câmara oológica até a entrada da cavidade.

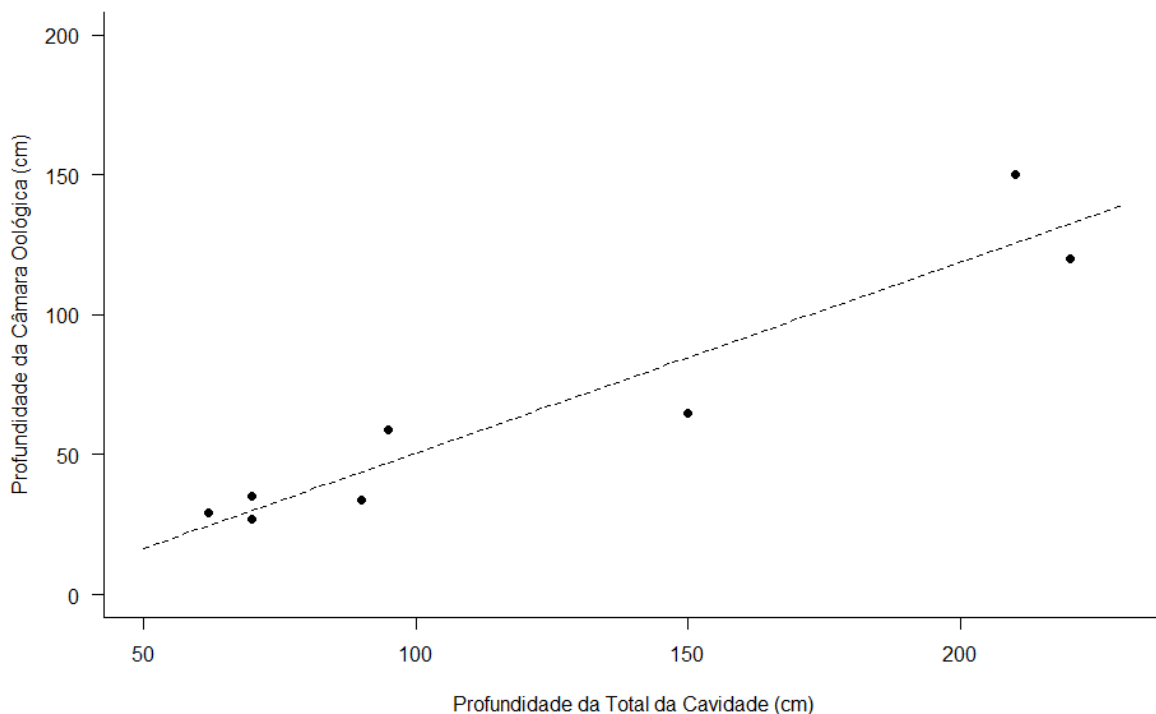


Figura 7. Correlação entre a profundidade total da caverna e a profundidade da câmara oolítica ($gl = 4$; $F = 29,56$; $p = 0,003$).

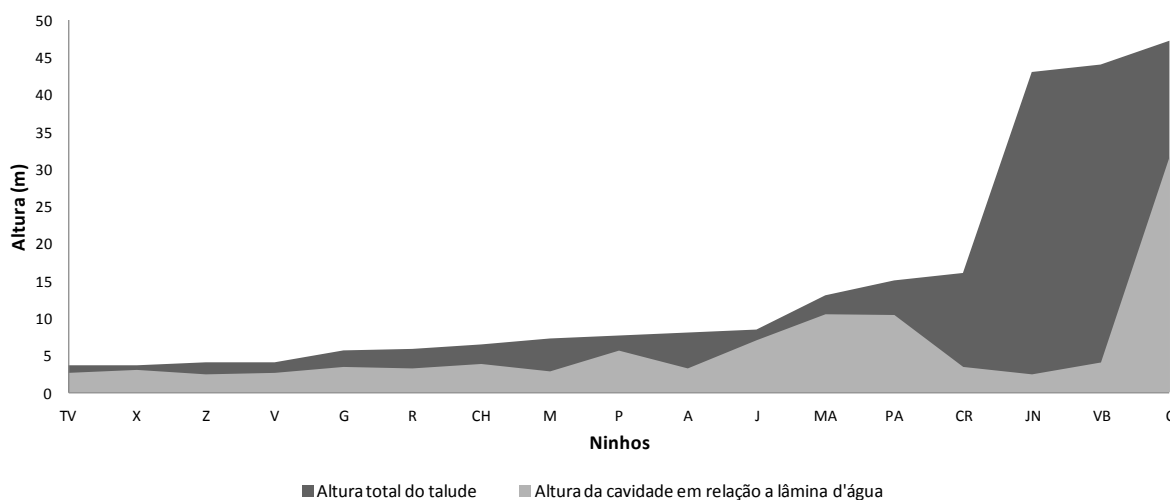


Figura 8. Relação entre a altura do talude e a altura da caverna em relação à lâmina d'água utilizada como ninho ($n = 17$) por *Mergus octosetaceus* na região da Serra da Canastra.

Quatro cursos d'água foram caracterizados quanto à composição de mesohabitats fluviais em trechos adjacentes a ninhos ($n = 15$). Os transectos realizados variaram de aproximadamente 300 m a 1 km, somando cerca de 8 km percorridos. Os trechos caracterizados apresentaram uma estrutura bastante similar, com predominância de *pools* (59,5%), sobre as outras tipologias: *riffles* (20,6%) e *runs* (18,7%). *Glide* e *cascade* juntos somaram 1,17%. A composição de

mesohabitats foi distinta apenas nos trechos próximos ao ninho 'O', localizado no rio São Francisco, onde o mesohabitat predominante foi o *run* (38,1%), seguido por *riffle* (32,6%) e *pool* (29,3%) e ninho 'TV', localizado no córrego Cachoeirinha, tributário do rio São Francisco, onde o *riffle* foi o mesohabitat predominante (62,9%) sobre as demais categorias: *run* (21,5%) e *pool* (15,6%). Os ninhos (n = 17) estão localizados em sua maioria (83,3%) em *pools*, seguidos por *riffle* (11,1%) e *run* (5,6%). Estes *pools* tiveram profundidade entre 1 e 5 m ($\bar{x} = 3,2 \pm 1,2$ m) e em todos os mesohabitats dos ninhos (n = 17) existem pedras e/ou praias de areia frequentemente utilizadas por casais e/ou filhotes para diversos fins, como local de secagem das penas antes da fêmea entrar no ninho, como ponto de vigília do macho durante o tempo em que a fêmea está no ninho, ou para descanso do casal e/ou família.

Ovipostura

Fêmeas de *M. octosetaceus* nidificam somente uma vez por ano e, durante todo o período de estudo, não foram observadas tentativas de renidificação. O início das oviposturas (n = 21) foi registrado em nove ninhos. A maioria das oviposturas (66,7%; n = 14) teve início na segunda quinzena de maio, correspondente a cinco ninhos, sendo as demais iniciadas na primeira quinzena de maio (n = 3) em dois ninhos, primeira quinzena de junho (n = 3) em três ninhos e primeira quinzena de julho (n = 1) correspondente a um ninho monitorado apenas na estação reprodutiva de 2015. Assim, o pico das oviposturas (81%) ocorreu em maio, durante a estação seca, quando a pluviosidade média não chegou a 40 mm (Figura 9).

Nos ninhos onde foi possível acessar a câmara oológica (n = 16) foi registrado o tamanho da postura (n = 29), que variou de cinco a oito ovos por ninho ($\bar{x} = 6,79 \pm 0,90$), os quais possuem coloração creme claro a branca. Os ovos (n = 19) pertencentes a três ninhos ('A', 'V' e 'VB') mediram de 57,5 a 62,09 mm de comprimento ($\bar{x} = 60,32 \pm 1,19$ mm) por 41,17 a 43,54 mm de largura ($\bar{x} = 42,4 \pm 0,71$ mm). O volume variou de 51785,30 a 59751,22 mm³ ($\bar{x} = 55322,19 \pm 2135,75$ mm³). O peso dos ovos obtido durante fase de ovipostura (estágio 0; n = 6) pertencentes ao ninho 'A' variou de 58 a 60 g ($\bar{x} = 59 \pm 0,75$ g) o que equivale aproximadamente a 7,9% do peso médio das fêmeas adultas ($\bar{x} = 747,27 \pm 46,92$ g; n = 11).

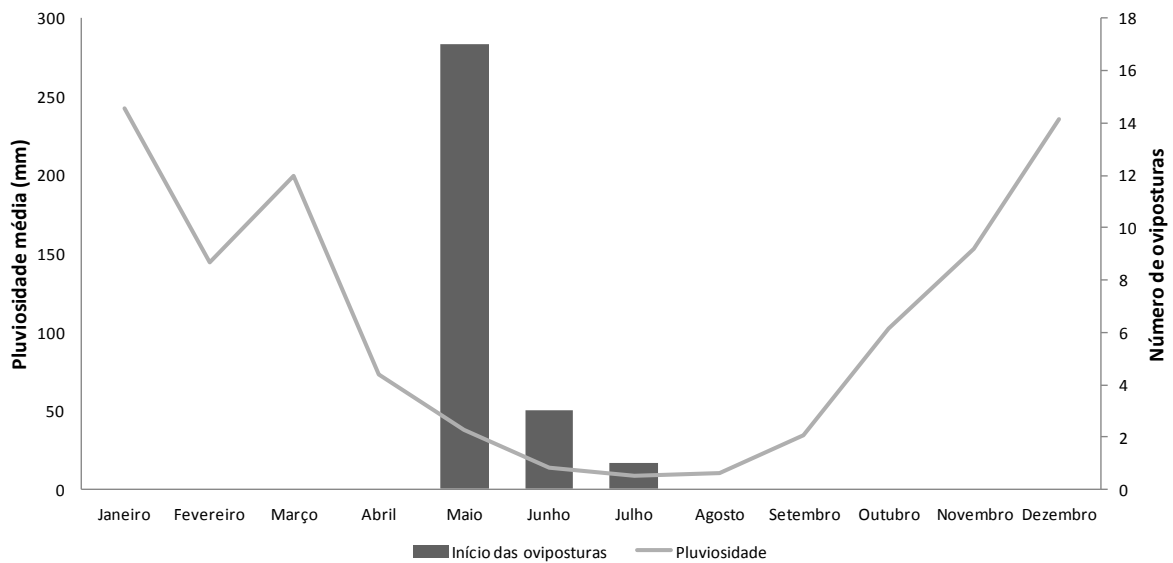


Figura 9. Pluviosidade média mensal entre 2006 a 2015 e somatório do início das oviposturas (n = 21) de *Mergus octosetaceus* na região da Serra da Canastra no mesmo período.

Incubação

A perda de peso dos ovos durante a incubação foi observada em dois ninhos ('A' e 'VB'). A primeira pesagem dos ovos (n = 5) do ninho 'VB' ocorreu com três dias de incubação (entre os estágios 0 e 1) e variou entre 57 e 60 g ($\bar{x} = 59 \pm 1,22$ g). Cerca de uma semana após iniciada a incubação (estágio 1), o peso dos ovos (n = 6) pertencentes ao ninho 'A' variou de 56 a 58 g ($\bar{x} = 57 \pm 0,82$ g). O peso dos outros cinco ovos do ninho 'VB' foi desconsiderado devido a falhas na pesagem. Com aproximadamente duas semanas de incubação (estágio 2), o peso dos ovos (n = 11) pertencentes aos ninhos 'A' e 'VB' foi de 54 a 57 g ($\bar{x} = 56 \pm 0,98$ g), variando entre 51 e 55 g ($\bar{x} = 53 \pm 1,44$ g; n = 11) com cerca de três semanas (estágio 3) e entre 50 e 53 g ($\bar{x} = 52 \pm 1,04$ g; n = 11) com aproximadamente quatro semanas (estágio 4). A perda de peso total dos ovos com o avanço do desenvolvimento embrionário, da ovipostura até cerca de quatro semanas, foi em média de 7 g, o que corresponde a 11,9% do peso médio dos ovos na fase de ovipostura (ver item anterior; Figura 10). Dos 19 ovos medidos, oito não foram incluídos nos cálculos envolvendo as pesagens, uma vez que sete deles (ninho 'V') foram encontrados após morte embrionária e um era infértil (ninho 'VB'). Este último apresentou peso de 58 g com três dias de incubação e, posteriormente, nas pesagens de aproximadamente duas, três e quatro semanas foram registrados pesos de 54, 53 e 50 g respectivamente, totalizando uma queda de 8 g (13,8%) ao final do período.

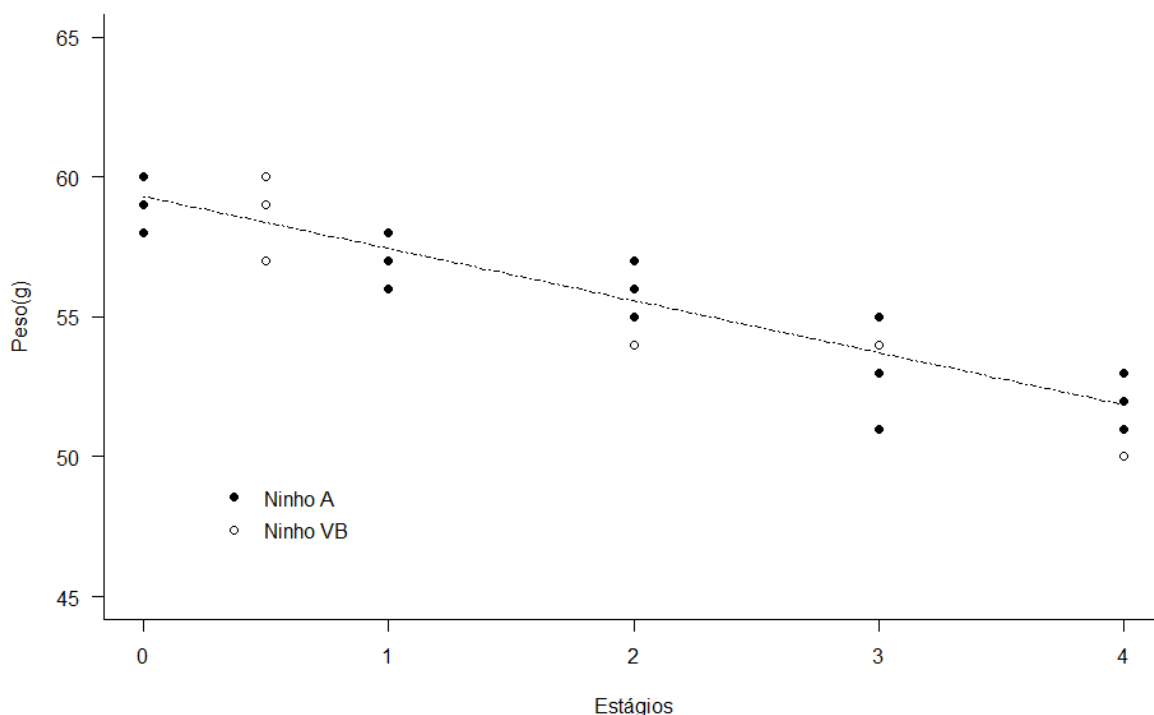


Figura 10. Perda de peso dos ovos férteis ($n = 11$) de *Mergus octosetaceus* na região da Serra da Canastra, durante o estágio 0 (ovipostura) e estágios de incubação 1 a 4 (com cerca de uma, duas, três e quatro semanas, respectivamente).

O período de incubação foi registrado em 10 ninhadas ($n = 5$ ninhos) e durou de 32 a 34 dias ($\bar{x} = 33,1 \pm 0,74$). O início da incubação ($n = 13$) ocorreu em média no dia 4 de junho com desvio padrão de três dias (Figura 11). Em todas as ocasiões apenas a fêmea foi observada incubando os ovos, fase que, em geral, deixam o ninho duas vezes por dia. Foram observados 148 horários de primeira saída, correspondentes a 15 ninhos distintos e 102 horários de segunda saída, referentes a 14 ninhos. A primeira saída ocorre entre 6:19 até 9:40 h ($\bar{x} = 7:17 \text{ h} \pm 12 \text{ min}$). Para a segunda saída, o horário teve maior variação, das 10:12 às 15:11 h ($\bar{x} = 12:30 \text{ h} \pm 30 \text{ min}$; Figura 12). O tempo de duração da primeira saída ($n = 127$) correspondente a 15 ninhos variou de 28 a 206 minutos ($\bar{x} = 88,22 \pm 32,6 \text{ min}$), e da segunda saída ($n = 84$) correspondente a 14 ninhos variou de 35 a 161 minutos ($\bar{x} = 72,13 \pm 24,44 \text{ min}$).

A constância de incubação (percentagem de tempo em que os ovos são aquecidos pela fêmea) foi calculada em três ninhos, sendo no ninho 'O' por meio de observação direta a partir do registro das entradas e saídas da fêmea ($n = 12$ dias) e nos ninhos 'A' e 'VB' obtidos por meio de *data loggers* inseridos na câmara oológica ($n = 30$ dias em cada ninho; Tabela 2). A fêmea do ninho 'A' saía do ninho três vezes

por dia (n = 17), duas vezes (n = 12) ou quatro vezes (n = 1). Esta fêmea foi observada durante os períodos de ovipostura e incubação (n = 33 dias) com a língua exposta na base da região gular, que estava aparentemente perfurada, condição que pode ter influenciado seu ritmo de incubação. No ninho 'VB' a fêmea foi observada deixando o ninho duas vezes por dia (n = 26), uma vez (n = 3) ou três vezes (n = 1). No ninho 'O' as saídas ocorriam duas (n = 11) ou uma vez por dia (n = 1). A duração e frequência média destas saídas estão representadas na Tabela 2. A incubação foi bem sucedida nas três ocasiões com o nascimento de todos os filhotes (n = 18).

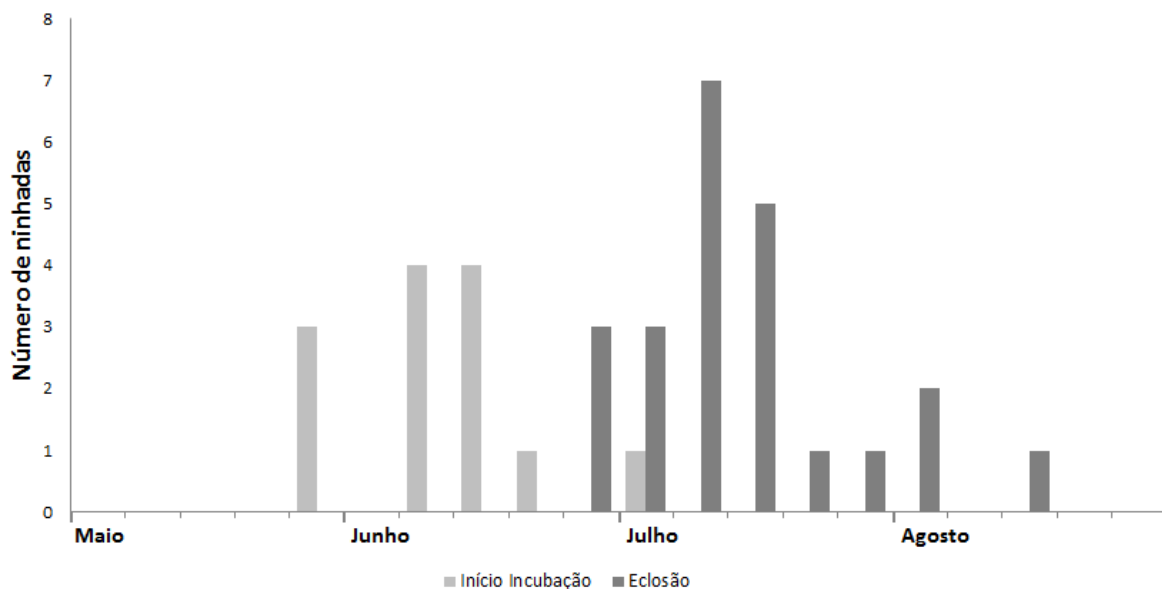


Figura 11. Número de ninhadas de *Mergus octosetaceus* encontradas na região da Serra da Canastra durante 2005 e 2015 com início da incubação (n = 13) e data da eclosão (n = 23) conhecidos. A média do início da incubação é o dia 4 de junho, com desvio padrão de três dias, e da eclosão o dia 14 de julho, com desvio padrão de 13 dias.

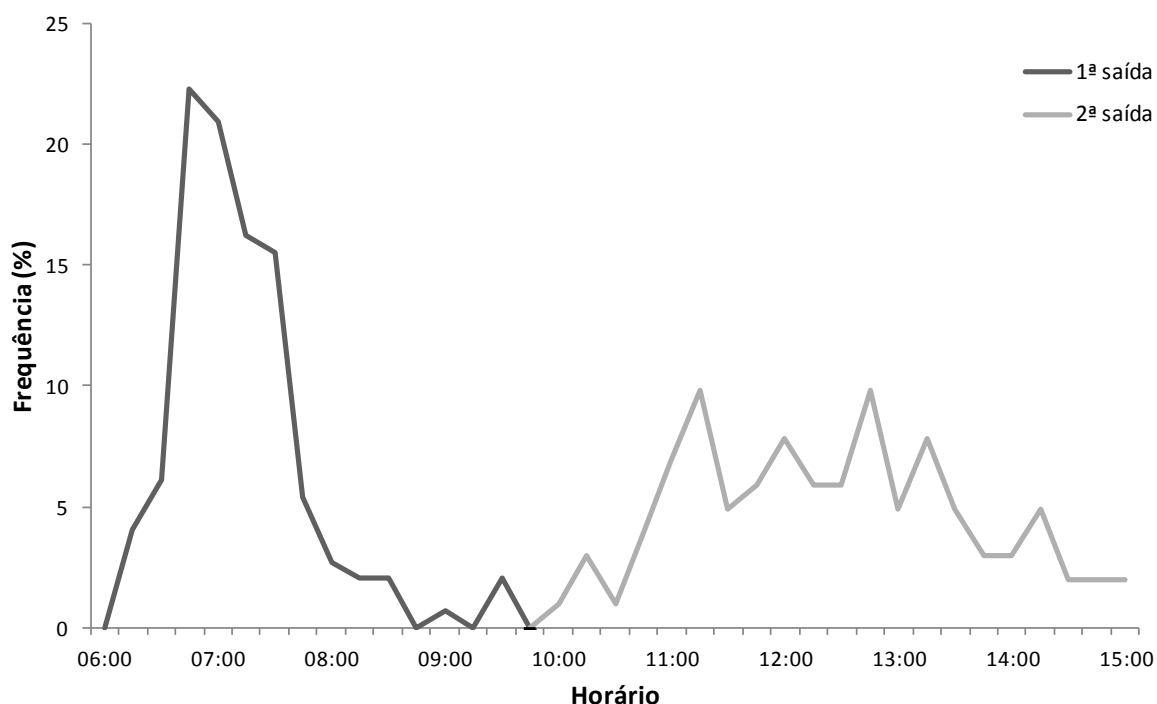


Figura 12. Frequência do horário das saídas do ninho das fêmeas de *Mergus octosetaceus* na região da Serra da Canastra: 1ª saída (n = 148; 15 fêmeas) e 2ª saída (n = 102; 14 fêmeas). A média da 1ª saída foi 7:17 h, com desvio padrão de 12 min e da segunda saída foi 12:30 h com desvio padrão de 30 min.

Tabela 2. Resumo do ritmo de incubação de fêmeas de *Mergus octosetaceus* obtido por meio de *data-loggers* (ninhos 'A' e 'VB') e observação direta (ninho 'O') na região da Serra da Canastra.

Ninhos	Constância incub. (%)	Duração saída (min)		Nº saídas/dia	Duração saída/dia (min)	
		Amplitude (mín - máx)	Média ± dp		Amplitude (mín - máx)	Média ± dp
A	86,68	45 - 165	73,5 ± 21,6	2,6	150 - 255	191,8 ± 27,6
VB	90,69	35 - 150	69,3 ± 23,4	1,9	70 - 205	134 ± 31,7
O	87,57	51 - 129	93,4 ± 21,8	1,9	102 - 257	179 ± 44,6

A temperatura e umidade de incubação dos ovos foi medida no ninho 'A', do 2º ao 33º dia (n = 32 dias); no ninho 'VB', do 3º ao 33º dia (n = 31 dias); e no ninho 'R', do 7º ao 18º dia (n = 12 dias; Tabelas 3 e 4). Os ovos deste último ninho foram coletados por terceiros e, por este motivo, os dados posteriores a tal episódio foram desconsiderados.

Tabela 3. Temperatura de incubação de *Mergus octosetaceus* obtida por meio de *data-loggers* na região da Serra da Canastra. É indicado na tabela a média, o desvio padrão e os valores mínimo e máximo de cada situação. Temperatura apresentada em °C.

Ninho	Incubação com intervalos	Incubação sem intervalos	Saídas	Entradas
A	33,72 ± 2,24 (23 - 37,6)	34,58 ± 0,93 (28,7 - 37,6)	30,06 ± 2,79 (23 - 35,9)	30,54 ± 2,19 (23,3 - 34,6)
VB	33,76 ± 2,17 (20,9 - 36,9)	34,4 ± 0,94 (29,2 - 36,9)	29,52 ± 3,36 (20,9 - 36,5)	30,26 ± 2,56 (20,9 - 34,7)
R	33,57 ± 1,71 (21,2 - 36,2)	34,08 ± 0,78 (30,4 - 36,2)	30,22 ± 2,56 (22,8 - 35,7)	30,88 ± 2,11 (21,2 - 34,2)

Tabela 4. Umidade de incubação de *Mergus octosetaceus* obtida por meio de *data-loggers* na região da Serra da Canastra. É indicado na tabela a média, o desvio padrão e os valores mínimo e máximo de cada situação. Umidade apresentada em %.

Ninho	Incubação com intervalos	Incubação sem intervalos	Saídas	Entradas
A	70,21 ± 6,8 (53,5 - 95,4)	70,01 ± 5,74 (54,7 - 91,1)	64,93 ± 5,13 (53,5 - 79,7)	83,53 ± 4,45 (70,6 - 95,4)
VB	65,93 ± 6,89 (49 - 94,7)	65,36 ± 5,59 (51,4 - 91,1)	62,16 ± 5,66 (49 - 79,8)	83,76 ± 5,06 (70,4 - 94,7)
R	69,89 ± 4,55 (56 - 83,4)	69,92 ± 4,06 (57,1 - 82,2)	65,32 ± 3,95 (56 - 76,5)	77,33 ± 3,08 (67,2 - 83,4)

Eclosão dos ovos e saída dos filhotes

Em 21 ninhadas bem sucedidas (n = 10 ninhos) foi possível registrar o total de ovos eclodidos (n = 126) e dividi-los pelo total de ovos antes da eclosão (n = 143) resultando em uma taxa de eclosão de 88%. Quando calculada separadamente por ninhadas, a taxa de eclosão variou de 38 a 100% ($\bar{x} = 89 \pm 17\%$). Dentre os três ninhos acompanhados por quatro temporadas reprodutivas, dois tiveram taxas de eclosão de 100% em todos os anos e o outro, reutilizado por uma mesma fêmea, apresentou taxas crescentes de eclosão de 38% no primeiro ano, 57% no segundo, 75% no terceiro e 86% no quarto ano. O pico de eclosões (n = 23) ocorreu em meados de julho (n = 17), por volta do dia 14 com desvio padrão de 13 dias (Figura 11). Os filhotes foram observados deixando ninhos (n = 8) em 19 ocasiões, sempre no período da manhã, entre 6:50 às 10:50 h ($\bar{x} = 8:13 \pm 3$ min).

Em dois ninhos ('A' e 'VB') foi possível registrar por meio de *data-loggers* inseridos na câmara oológica um aumento considerável da umidade, sugerindo a

possível eclosão dos ovos. No ninho 'A', a eclosão parece ter sido iniciada às 3:40 h, quando a temperatura média do ninho passou de $34,58 \pm 0,93^{\circ}\text{C}$ para $32,99 \pm 1,62^{\circ}\text{C}$ com mínima de $29,5^{\circ}\text{C}$ e máxima de $35,9^{\circ}\text{C}$, ao passo que a umidade ($\bar{x} = 70,01 \pm 5,74\%$) aumentou em mais de 25% ($\bar{x} = 88,06 \pm 4,34\%$), com mínima de 78,6% e máxima de 94%. Os dados de temperatura e umidade médias anteriores ao processo foram os da 'incubação sem intervalos'. Cerca de cinco horas depois, às 8:50 h, a partir de observação direta, foi possível registrar que cinco dos seis filhotes haviam nascido e o *data-logger* foi retirado do ninho. No dia seguinte, todos os filhotes já haviam eclodido e deixaram o ninho com sucesso.

No ninho 'VB', a eclosão parece ter iniciado às 10:15 h, quando a temperatura média do ninho passou de $34,4 \pm 0,94^{\circ}\text{C}$ para $33,73 \pm 1,24^{\circ}\text{C}$, com mínima de $30,6^{\circ}\text{C}$ e máxima de $36,1^{\circ}\text{C}$, ao passo que a umidade ($\bar{x} = 65,36 \pm 5,59\%$) aumentou aproximadamente em 22% ($\bar{x} = 80,15 \pm 6,18\%$), com mínima de 70,4% e máxima de 90,6%. Durante as primeiras cinco horas após o possível início da eclosão, a fêmea saiu uma vez do ninho e, os dados de temperatura e umidade deste intervalo de cerca de uma hora, bem como dos 30 primeiros minutos após sua entrada, foram desconsiderados, de forma a torná-los comparáveis aos dados do ninho 'A'. De maneira similar ao observado no ninho 'A', onde a umidade se manteve bastante elevada durante as primeiras cinco horas, no ninho VB a umidade manteve-se mais alta até às 14:10 h (primeiras quatro horas) entre 78,8 a 90,6% ($\bar{x} = 84,04 \pm 3,65\%$) quando começou a diminuir gradativamente variando entre 70,4 a 78,5% ($\bar{x} = 73,15 \pm 2,32\%$). A temperatura média durante as primeiras quatro horas ($\bar{x} = 33,85 \pm 1,42^{\circ}\text{C}$) e após este período ($\bar{x} = 33,53 \pm 0,81^{\circ}\text{C}$) não parece ter sofrido alterações notáveis. No dia seguinte, cinco filhotes deixaram o ninho com sucesso.

Reutilização dos ninhos

Dentre os ninhos monitorados ($n = 17$), no mínimo nove foram reutilizados durante o período de estudo por indivíduos de *M. octosetaceus* (Tabela 5). Alguns foram reutilizados pelo menos uma vez (ninho 'V'), outros por duas (ninhos 'C', 'Z' e 'CH'), três (ninho 'A'), quatro (ninhos 'O' e 'J'), cinco (ninho 'PA') ou seis vezes (ninho 'G'). O ninho 'PA', teve atividade confirmada nos anos de 2008, 2009 e 2012 por meio de observações feitas por Bruno (2013). A atividade deste ninho não foi confirmada em algumas ocasiões, no entanto, este é o único ninho conhecido da espécie que vem sendo reutilizado, contínua ou descontinuamente, após 10 anos de

sua descoberta. O ninho 'V' foi observado inativo por três estações reprodutivas e o ninho 'Z' por uma estação, quando os mesmos voltaram a ser utilizados.

A maior parte dos ninhos que sofreram qualquer tipo de perturbação durante sua atividade, seja predação de ovos ou intervenção humana, não foi reutilizada (n = 6). Apenas dois ninhos foram reutilizados após perturbação e, em um deles (ninho 'G'), foi possível certificar que se tratava de uma nova fêmea. O outro ninho (ninho 'V') foi reutilizado pela mesma fêmea após decorridos quatro anos do colapso da base onde a câmara oológica estava apoiada. Dentre os ninhos que não sofreram perturbação e não foram mais registrados em atividade (n = 7), um deles (ninho 'CH') deixou de ser reutilizado após macho substituir a fêmea, que passou a ser observada nidificando em outra cavidade (ninho 'VB'; ver adiante).

Tabela 5. Atividade e reutilização de ninhos de *Mergus octosetaceus* na região da Serra da Canastra entre 2005 e 2015, onde 'At' indica ninho ativo, 'In' ninho inativo e o hífen sem informação.

Ninho	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
O	At	At	At	At	At	In	In	In	In	In	In
PA	At	-	At	At	At	-	-	At	-	-	At
P	-	At	In	In	In	In	In	In	In	In	In
X	-	At	In	In	In	In	In	In	In	In	In
C	-	-	At	At	At	In	In	In	In	In	In
G	-	-	At	At	At	At	At	At	At	In	In
J	-	-	At	At	At	At	At	In	In	In	In
Z	-	-	-	-	At	At	In	At	In	In	In
TV	-	-	-	-	-	At	In	In	In	In	In
CR	-	-	-	-	-	-	At	In	In	In	In
JN	-	-	-	-	-	-	At	In	-	-	In
V	-	-	-	-	-	-	At	In	In	In	At
A	-	-	-	-	-	-	-	At	At	At	At
CH	-	-	-	-	-	-	-	At	At	At	In
M	-	-	-	-	-	-	-	At	In	In	In
R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	At	In
VB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	At

A partir da marcação com anilhas, foi possível confirmar a reutilização de ninhos por um mesmo casal, mesma fêmea ou macho (Tabela 6). Entre 2008 e 2013 o ninho 'G' foi reutilizado pelo mesmo macho (G₁) e duas fêmeas (G₁ e G₂), uma em

substituição à outra. A fêmea G₂, por sua vez, foi observada acompanhada de um novo macho (G₂) utilizando o ninho 'R' em 2014, após predação dos ovos do ninho 'G' em 2013, localizado a aproximadamente 4,5 km do ninho 'R'. Da mesma forma, o ninho 'CH' foi reutilizado em 2013 e 2014 pelo mesmo casal (CH₁ / CH₁). Após substituição da fêmea CH₁, a nova fêmea CH₂ foi observada utilizando o ninho 'VB' junto ao macho CH₁ a 4,5 km do ninho 'CH'. Como a fêmea CH₂ estava acompanhada de seus filhotes quando ocorreu o pareamento, é possível que a mesma já utilizasse o ninho 'VB' anteriormente. O macho do ninho 'J' utilizou este ninho em 2011 e, após coleta de ovos para o Programa de Cativeiro da espécie, passou a utilizar o ninho 'M' no ano seguinte, a 140 m de distância do ninho 'J'. Não foi possível confirmar se a fêmea era a mesma do ano anterior, uma vez que não possuía anilhas. O ninho 'Z' foi utilizado pela mesma fêmea em 2009 e 2010 e por dois machos distintos (Z₁ e Z₂), um em substituição ao outro, assim como o ninho 'V', utilizado pela mesma fêmea em 2011 e 2015 e por dois machos distintos (V₁ e V₃).

Tabela 6. Identificação dos indivíduos de *Mergus octosetaceus* que reutilizaram ninhos na região da Serra da Canastra. Machos / fêmeas estão representados nesta ordem; em destaque indivíduos que substituíram os anteriores; hífen representam a não utilização do ninho ou a não identificação dos indivíduos.

Ninho	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
G	G ₁ /G ₁	G ₁ /G ₁	G ₁ /G ₁	G ₁ /G ₁	G ₁ /G ₁	G ₁ / G₂	-	-
R	-	-	-	-	-	-	G₂ /G ₂	-
J	-	-	-	J ₁ /?	-	-	-	-
M	-	-	-	-	J ₁ /?	-	-	-
CH	-	-	-	-	-	CH ₁ /CH ₁	CH ₁ /CH ₁	-
VB	-	-	-	-	-	-	-	CH ₁ / CH₂
Z	-	Z ₁ /Z ₁	Z₂ /Z ₁	-	-	-	-	-
V	-	-	-	V ₁ /V ₁	-	-	-	V₃ /V ₁

Eventos e/ou tentativas de predação

Eventos de predação de ninhos (n = 3) foram registrados durante as estações reprodutivas de 2011, quando o ninho 'CR' foi predado e em 2012 e 2013, quando o ninho 'G' foi predado consecutivamente. Nas três ocasiões os ovos (n = 18) estavam em fase de incubação, sendo que no ninho 'CR' o embrião estava no segundo dia de

desenvolvimento e no ninho 'G', nas duas situações, com cerca de duas semanas de desenvolvimento.

O ninho 'CR' está localizado em cavidade de terra a 3,4 m de altura em relação à lâmina d'água em barranco de terra e rocha - predominantemente terra, com 75° de inclinação. A abertura da cavidade possui 12 cm de altura por 20 cm de largura, com câmara oológica a 29 cm de profundidade em relação à abertura. O ninho apresenta uma segunda abertura menor ou secundária (superior lateral), com 13 cm de altura por 15 cm de largura que também dava acesso à câmara oológica, localizada a 45 cm de profundidade desta abertura. Este ninho foi descoberto na estação reprodutiva de 2011 e monitorado por sete dias, até ser encontrado predado. Dos cinco ovos que estavam sendo incubados, um foi encontrado no barranco preso à vegetação, junto a plumas e cascas de ovos espalhadas abaixo da entrada principal. Outras cascas de ovos foram encontradas ao lado da abertura secundária e todas estavam parcialmente quebradas, internamente limpas, sem a membrana da casca. Não foram encontradas plumas e/ou cascas dentro do ninho, que apresentava discretos sinais de alargamento da entrada principal.

O ninho 'G' está localizado em cavidade de terra a 3,4 m de altura em relação à lâmina d'água em barranco de terra e rocha, predominantemente rochoso, com 65° de inclinação. A abertura da cavidade possui 28 cm de altura por 28 cm de largura com câmara oológica a 65 cm de profundidade em relação à abertura. A altura interna é de 25 cm e a profundidade total da cavidade é de 1,5 m. Este ninho foi descoberto na estação reprodutiva de 2007 e vinha sendo utilizado com sucesso até 2012, quando foi destruído. Os seis ovos foram predados, restando apenas cascas de ovos dentro e fora da cavidade, sem plumas. Após este evento, a fêmea G₁ não foi mais encontrada, indicando uma possível predação da mesma. Em 2013, uma nova fêmea não anilhada (G₂) nidificou neste ninho acompanhada do mesmo macho (G₁) que utilizou o ninho em 2012. Os ovos foram mais uma vez predados (n = 7) e no interior da cavidade foram encontradas plumas juntamente com algumas cascas de ovos, que também estavam presentes fora do ninho. Nas três ocasiões não foram encontrados rastros, não sendo possível identificar o predador.

Além dos eventos de predação acima descritos foram também observadas três tentativas de predação sem sucesso, duas de indivíduos adultos e uma de ninho. Em todas as ocasiões as tentativas ocorreram durante período reprodutivo de *M. octosetaceus*, pelo gavião-preto (*Urubitinga urubitinga*).

O primeiro registro ocorreu em 2009, no rio do Peixe, quando o macho aguardava a saída da fêmea sobre uma pedra dentro do rio e o segundo registro ocorreu em 2012, no rio São Francisco, quando a fêmea estava fora do ninho na companhia do macho. O gavião-preto fez vários voos rasantes, nitidamente tentativas de predação ao macho e casal, respectivamente, que vocalizaram freneticamente.

O terceiro registro ocorreu em 2013, também no rio São Francisco, quando *Urubitinga urubitinga* tentou acessar o interior do ninho CH, sem sucesso de predação (Figura 14). As imagens foram capturadas por uma *camera trap* instalada lateralmente à abertura do ninho, obtidas durante dois minutos de permanência do gavião no ninho e mais dois minutos meia hora mais tarde. No dia seguinte novas fotos foram tiradas durante um minuto de permanência do potencial predador. Não foi possível certificar se a fêmea estava dentro do ninho na ocasião.

O ninho está localizado em cavidade de terra a 3,8 m de altura em relação à lâmina d'água, em barranco de terra e rocha, predominantemente terra, com 65° de inclinação. A abertura da cavidade possui dimensões de 14 cm de altura por 19,5 cm de largura, com altura interna de 18 cm e câmara oológica a 36 cm de profundidade em relação à abertura.



Figura 14. Planos aberto (A) e fechado (B) de ninho de *Mergus octosetaceus* na região da Serra da Canastra, onde uma *camera trap* registrou um gavião-preto (*Urubitinga urubitinga*) tentando acessar o interior da cavidade, sem sucesso de predação (C e D).

Sucesso reprodutivo

O tempo de exposição utilizado nos cálculos de sucesso de ninhos durante o período de incubação ($n = 36$ ninhadas; 16 ninhos) pelo método de Mayfield foi de 719,5 dias-ninho. Seis destas ninhadas foram totalmente perdidas durante a fase de incubação, sendo a taxa de sobrevivência diária (TSD) de 0,992 e a taxa de sobrevivência por período (TSP) de 0,759. Esta última é coincidente à taxa de sobrevivência final (TSF) do ninho ou sucesso de ninhos (75,9%), uma vez que a fase de ninhegos não está presente em *M. octosetaceus*. O sucesso aparente de ninhos foi de 83,3%, superior ao encontrado pelo método de Mayfield. Dois ninhos encontrados abandonados durante a fase de incubação foram excluídos dos cálculos de sucesso aparente e de Mayfield, uma vez que o período de observação não cobriu um dia inteiro, conforme sugerido por Mayfield (1975). De acordo com o autor, um ninho visitado apenas uma vez não é útil para registros de mortalidade e sobrevivência e a exposição em dias-ninho é zero.

O sucesso dos descendentes foi obtido a partir do produto entre a TSF do ovo – que é coincidente à TSF do ninho, uma vez que não foram observadas perdas parciais de ovos – a taxa de eclosão e a TSF do filhote. Quatorze ninhadas correspondentes a sete ninhos foram monitoradas entre 2006 e 2014 durante a fase de desenvolvimento dos filhotes. O tempo de exposição utilizado nos cálculos do sucesso de filhotes (sobrevivência a perdas parciais) pelo método de Mayfield foi de 2723 dias-filhote. Trinta filhotes foram perdidos durante este período, gerando uma TSD de 0,989 e TSP dos filhotes (durante 56 dias de desenvolvimento, ou oito primeiras semanas de vida) igual a 0,538. Esta última taxa é coincidente à TSF dos filhotes, uma vez que a fase de ninhegos não está presente para a espécie. A partir da taxa de eclosão de 0,881 (n = 21 ninhadas) apresentada anteriormente (ver *Eclosão dos ovos e saída dos filhotes*), o sucesso dos descendentes foi de 0,359. Ou seja, a probabilidade de um ovo no início da incubação produzir um filhote ao final de dois meses de vida é de aproximadamente 36%.

Dentre as causas de insucesso das ninhadas (n = 6), três foram decorrentes da predação (ver *Eventos e/ou tentativas de predação*) sendo um mesmo ninho predado durante duas estações reprodutivas, consecutivamente; duas foram devido ao desabamento da base de um mesmo ninho onde a câmara oológica estava apoiada sobre galhos, gravetos e folhas carregadas durante enchente, depositados em uma fresta na rocha; e a outra foi decorrente da coleta indevida dos ovos, por terceiros, para fins desconhecidos. Todas as perdas de ninhadas ocorreram durante o período de incubação.

Filhotes e adultos

Características dos filhotes e adultos

Dentre os 58 indivíduos capturados, 22 eram adultos (n = 11 fêmeas; 11 machos) e 36 eram filhotes. A variação sexual para seis variáveis biométricas de indivíduos adultos (peso, asa, crânio, culmen exposto, narina até a ponta e tarso) foram testadas e apenas duas foram significativamente diferentes. Os machos são significativamente mais pesados do que as fêmeas ($t = - 3,38$; $gl = 20$; $p < 0,01$), sendo esta diferença em média de 83,2 g. Da mesma forma, o culmen exposto dos machos também é significativamente maior do que o das fêmeas ($t = - 2,95$; $gl = 11$; $p < 0,05$), sendo a diferença em média de 2,7 mm (Tabela 7).

Dentre as recapturas de adultos ($n = 13$), cinco indivíduos foram recapturados apenas uma vez, um recapturado duas vezes e dois recapturados três vezes. A única fêmea recapturada três vezes perdeu 10 g ao final de três anos, apresentando perda de 30 g na primeira recaptura, sem alteração do peso na segunda e ganho de 20 g na terceira recaptura. As demais fêmeas ($n = 4$) perderam 70, 45, 40 e 30 g um ano após a captura, nunca sendo observada perda superior a 10% do peso registrado inicialmente. O único macho recapturado três vezes apresentou ganho de peso de 60 g ao final de cinco anos, não apresentando alteração do peso na primeira recaptura, ganho de 50 g na segunda e 10 g na terceira recaptura. O macho recapturado duas vezes, ganhou 60 g na primeira recaptura e manteve o peso na segunda e o macho recapturado apenas uma vez ganhou 40 g. Nenhum dos machos apresentou ganho de peso superior a 8% do peso inicial.

Tabela 7. Medidas para seis variáveis da morfologia externa de indivíduos adultos de *Mergus octosetaceus* na região da Serra da Canastra. Valores p em negrito indicam diferenças estatisticamente significativas entre as médias. Entre parênteses está representado o tamanho amostral. Peso em g e demais medidas em mm.

	Fêmea		Macho		p
	Amplitude (mín - máx)	Média \pm dp	Amplitude (mín - máx)	Média \pm dp	
Peso	690 - 860	747,3 \pm 46,9 (11)	720 - 920	830,5 \pm 66,7 (11)	0,003
Asa	194 - 207	202,3 \pm 5,1 (7)	199 - 221	208 \pm 8,0 (8)	0,130
Crânio	98,3 - 105	102,3 \pm 2,7 (7)	98,9 - 111,9	106,5 \pm 5,2 (7)	0,085
Culmen exposto	45,4 - 50	47,4 \pm 1,8 (5)	47,2 - 52,5	50,1 \pm 1,5 (8)	0,013
Narina-ponta	34,6 - 35,9	35,2 (2)	36,0 - 39	37,7 \pm 1,3 (5)	0,059
Tarso	40,3 - 44	41,5 \pm 1,5 (5)	40,3 - 44	42,8 \pm 1,5 (5)	0,220

Filhotes com 10 semanas de vida ($n = 8$) pertencentes a três famílias distintas pesaram entre 550 e 770 g ($\bar{x} = 676,3 \pm 80,88$ g); filhotes com 11 semanas ($n = 7$) pertencentes a quatro famílias distintas pesaram entre 520 e 755 g ($\bar{x} = 633,6 \pm 85,96$ g); filhotes com 12 semanas ($n = 3$) pertencentes a uma única família pesaram entre 720 e 810 g ($\bar{x} = 770 \pm 45,83$ g). Incluindo as pesagens de todos os filhotes ($n = 36$), com idades conhecidas e aquelas estimadas entre 60 e 90 dias, o peso variou de 520 a 810 g ($\bar{x} = 643,9 \pm 79,43$ g). Este valor representa aproximadamente 82% do peso médio dos adultos ($\bar{x} = 788,9 \pm 70,54$ g; $n = 22$). Nessa fase, os filhotes apresentam tamanho muito similar ao dos pais, com crânio ($n = 11$) variando entre

92 e 104,5 mm ($\bar{x} = 97,4 \pm 4,04$ mm), o que equivale a 93% do tamanho médio do crânio dos adultos; culmen exposto ($n = 4$) medindo 42,4 a 47,3 mm ($\bar{x} = 45,1 \pm 2,12$ mm) o que representa 92% do tamanho médio do culmen exposto dos adultos; e tarso ($n = 9$) variando entre 40,5 e 43,2 mm ($\bar{x} = 41,8 \pm 0,95$ mm), mesmo tamanho médio do tarso dos adultos.

Substituição de parceiros

A partir da marcação de indivíduos de *M. octosetaceus*, foi possível registrar substituições de parceiros em sete ocasiões (Figura 15), por meio da identificação de anilhas ou da substituição de um indivíduo anilhado por um não anilhado e vice-versa. O primeiro registro ocorreu em maio de 2010, quando a fêmea Z₁, marcada em 2008 juntamente com o macho Z₁, com o qual nidificou em 2009, encontrava-se pareada com outro macho (Z₂) não anilhado e utilizando o mesmo ninho do ano anterior, cerca de oito meses e meio após o seu último avistamento com o macho Z₁. O segundo registro ocorreu também em 2010, após a fêmea TV₁, capturada em 2010 juntamente com o macho TV₁, ser observada com novo macho não anilhado (TV₂) 18 dias após captura. O terceiro episódio ocorreu em 2012, logo após a estação reprodutiva, quando um casal marcado em 2008 (G₁ / G₁) e que reutilizou o mesmo ninho de 2009 a 2012, teve os ovos predados. Após predação do ninho, a fêmea não foi mais vista e menos de cinco meses depois, o macho G₁ passou a ser observado acompanhando uma nova fêmea (G₂), não anilhada. O novo casal formado permaneceu junto por pelo menos 11 meses, reutilizou o ninho que vinha sendo utilizado pela fêmea G₁ e após a estação reprodutiva, essa fêmea G₂ foi anilhada em 2013. O quarto registro de substituição ocorreu cerca de um mês e meio após o anilhamento da fêmea G₂, quando substituiu o macho G₁ por um novo macho G₂, que foi marcado em 2014. Dentre os anilhados ($n = 58$), o macho G₁ foi o indivíduo monitorado por mais tempo. Capturado em 2008 com pelo menos um ano de vida, foi monitorado até outubro de 2013, época em que possuía pelo menos seis anos de idade. O quinto e sexto registros ocorreram após a fêmea V₁, capturada e anilhada junto com macho V₁ em 2011, ser observada com novo macho, V₂, em outubro de 2013. Este macho foi anilhado em 2014 e permaneceu junto à fêmea até junho de 2015. Oito dias depois do último registro deste casal, a fêmea foi observada nidificando com um terceiro macho (V₃). O sétimo e último registro foi observado em 2014, quando o macho CH₁, capturado em 2013 com a fêmea CH₁,

foi observado com nova fêmea CH₂, cerca de três meses após o último registro com a fêmea CH₁. Como a fêmea CH₂ estava com filhotes, o novo casal CH₁ / CH₂ resultou da substituição dos respectivos parceiros. Nenhum dos indivíduos substituídos foi observado posteriormente, o que parece indicar que tal substituição ocorreu somente após a perda dos mesmos.

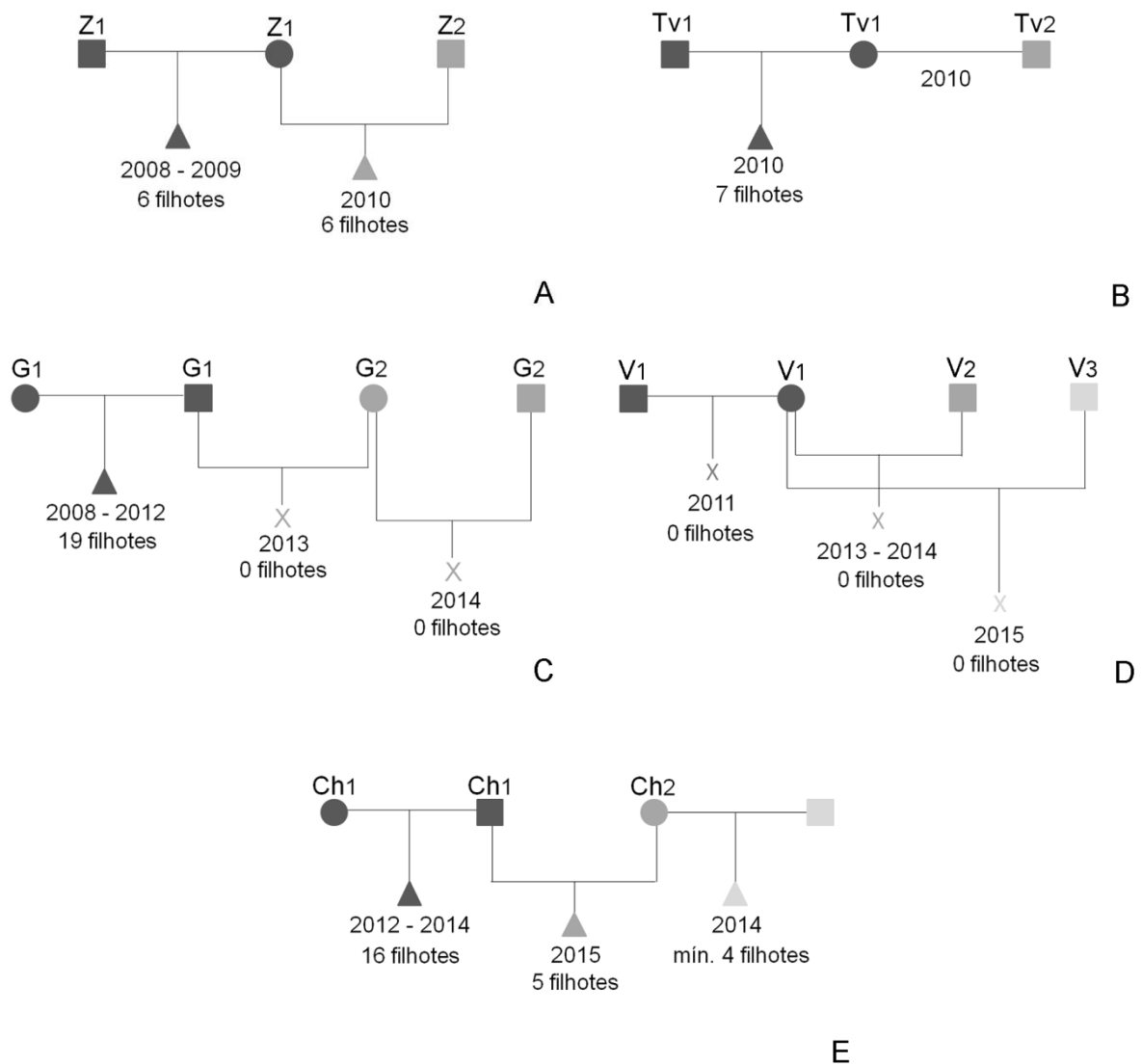


Figura 15. Registros de substituições de parceiros em *Mergus octosetaceus* na região da Serra da Canastra entre os indivíduos Z (A); TV (B); G (C); V (D); e CH (E). Os círculos representam fêmeas; os quadrados, machos; os triângulos, filhotes; e o 'X' representa o insucesso dos ninhos ou a não nidificação em determinado período. O número de filhotes é referente ao período indicado.

Registros de dispersão de jovens

Durante campanha de captura e marcação realizada no rio São Francisco (UTM 356496 e 7751881) em outubro de 2014, seis jovens com idade estimada

entre 60 e 90 dias foram anilhados. Os filhotes estavam acompanhados do casal (CH₁ / CH₂) que se estabeleceu após período reprodutivo, quando houve a substituição dos respectivos parceiros (ver *Substituição de parceiros*). Como a idade dos jovens CH₁ era conhecida e os mesmos foram monitorados até poucos dias antes do registro de formação do casal CH₁ / CH₂, foi possível identificar, por meio do tamanho, que dois eram filhotes do macho CH₁ com a fêmea CH₁ (filhotes maiores) e quatro eram filhotes da fêmea CH₂ com outro macho (filhotes menores). Após marcação, o casal e os seis jovens foram observados no rio São Francisco até meados de fevereiro de 2015, quando as anilhas foram confirmadas. Após este registro, novos avistamentos foram realizados em março até meados de abril, sem que fossem confirmadas as anilhas.

No dia 6 de julho, um destes jovens, fêmea T45366 (anilha CEMAVE), foi encontrada no rio Santo Antônio (UTM 355021 e 7772988), a aproximadamente 21,5 km de distância em linha reta do local onde foi capturada no rio São Francisco. Nesta ocasião, com idade estimada entre 11 e 12 meses, esta fêmea apresentava penacho curto e bastante desgastado. Ela foi observada por cerca de três horas acompanhada de um provável macho não anilhado de penacho longo. No mesmo dia, outro indivíduo anilhado no rio São Francisco foi registrado em outro território do rio Santo Antônio (UTM 351260 e 7774098), a aproximadamente 23 km de distância em linha reta do local onde foi capturado no rio São Francisco. Apenas as anilhas coloridas do tarso esquerdo foram identificadas (branca superior; verde inferior), não sendo possível a individualização da ave. Dentre os indivíduos anilhados (n = 58), apenas três possuem anilhas no tarso esquerdo com esta sequência de cores, sendo dois deles jovens 'irmãos' da fêmea T45366 que se dispersou para o rio Santo Antônio (os indivíduos T43999 e T45369) e um macho adulto (T43998; V₂) já estabelecido no rio São Francisco pareado com fêmea adulta (V₁). Esse indivíduo foi observado pela última vez no rio São Francisco no dia 10 de junho e após este registro a fêmea foi observada com novo macho não anilhado (V₃; ver *Substituição de parceiros*). O indivíduo observado no rio Santo Antônio permaneceu sozinho durante o período de observação por duas horas e 30 minutos.

Idade da primeira reprodução

De acordo com Ribeiro e colaboradores (2011), o primeiro registro de maturidade sexual descrito para espécie ocorreu após jovem macho marcado no rio

São Francisco, ser observado no rio Santo Antônio pareado com uma fêmea durante período reprodutivo. Na ocasião o macho T43973 foi observado em comportamento de vigília de um ninho em atividade durante fase de incubação. O ninho continha seis ovos, dos quais dois eram inférteis, em um o embrião encontrava-se morto e em outros três o embrião estava se desenvolvendo normalmente, com aproximadamente sete dias de desenvolvimento. Após coleta destes ovos para o Programa de Cativeiro da espécie e, a partir de análises genéticas realizadas pelo Laboratório de Biologia e Evolução Molecular da UFMG, foi atestado que este macho T43973 não era o pai biológico dos indivíduos nascidos em cativeiro, embora tivesse assumido o papel de ‘pai social’.

DISCUSSÃO

Ninhos

Caracterização dos ninhos

Das 18 espécies existentes da tribo Mergini, sete são nidificadoras obrigatórias ou semi-obrigatórias de cavidades e são consideradas nidificadoras secundárias, uma vez que são dependentes da ocorrência de cavidades naturais de árvores caídas ou quebradas ou de uma espécie escavadora que construa estas cavidades em árvores (Pearce *et al.*, 2014). De acordo com Livezey (1995) as espécies do gênero *Mergus* compartilham uma preferência derivada por ninhos em cavidades, o que segundo Baldassarre e Bolen (2006) confere, em geral, um sucesso de ninho maior quando comparado àquelas aves aquáticas nidificando em outros substratos. Além das cavidades em árvores, os autores citam fendas em rocha como locais frequentes de nidificação das espécies da tribo. De acordo com Zhengjie e colaboradores (1995), no nordeste da China *Mergus serrator* normalmente nidifica em fendas de rocha ou na vegetação ao longo das margens dos rios, bem como em arbustos e gramíneas próximo à água. Segundo Johnsgard (2010a), a espécie pode utilizar ocos de árvore, mas não parece depender desse tipo de substrato para reprodução. Onde cavidades em árvores não estão disponíveis, *Mergus merganser* e *Mergus serrator* podem usar cavidades naturais fornecidas por rochas fragmentadas (*boulders*) como locais de nidificação (Johnsgard, 2010a), embora de acordo com Zhengjie e colaboradores (1995) fêmeas de *Mergus merganser* nidificam apenas em ocos de árvore. Fêmeas de

Lophodytes cucullatus parecem ter preferência por cavidades adjacentes à água quando comparadas àquelas distantes (Johnsgard, 2010a), o que é o padrão observado para *Mergus octosetaceus*, uma vez que todos os ninhos descritos neste estudo localizavam-se nas margens dos rios, assim como registrado por Partridge (1956) e Barbosa e colaboradores (2011) para a espécie.

Giai (1950) acreditava que *M. octosetaceus* nidificava sobre rochas ou vegetação aquática. No entanto, mais tarde, ninhos da espécie foram registrados em ocos de árvore (Partridge, 1956; Bruno *et al.*, 2010; Barbosa *et al.*, 2011), fendas em rocha (Lamas e Santos, 2004; Bruno, 2013) e cavidades em terra (Lins *et al.*, 2011) sendo este o substrato da grande maioria dos ninhos de *M. octosetaceus* registrados neste estudo, o que não parece ser uma característica compartilhada entre outros *Mergus*.

Conforme observado por Lins e colaboradores (2011), na parte baixa do Parque Nacional da Serra da Canastra e em seus arredores, onde foi encontrada a grande maioria dos ninhos (todos neste estudo incluídos), os paredões de pedra são raros e as matas ciliares, outrora mais conspícuas, foram quase que totalmente degradadas. Segundo os autores, e de forma contrária, paredões de rocha são mais frequentes na região do alto dos chapadões (parte alta do Parque), onde há predominância de campos do Cerrado, com mata ciliar naturalmente estreita ou inexistente. Assim, os autores propõem que esta seleção esteja relacionada à disponibilidade do substrato: parte alta com ninhos localizados em paredões rochosos e parte baixa com a maioria dos ninhos localizada em barrancos de terra (Lins *et al.*, 2011). De fato, a supressão da vegetação ciliar nos arredores da parte baixa do Parque deve ter diminuído consideravelmente a disponibilidade de cavidades adequadas para ninhos em árvores, o que poderia exercer uma pressão adaptativa forçando as fêmeas a utilizarem cavidades em terra. Se esta hipótese estiver correta, esta capacidade em responder à variação ambiental (plasticidade fenotípica) tende a aumentar o *fitness* dos indivíduos, especialmente importante em espécies de tão baixos números populacionais. No entanto, até o momento nenhum estudo foi conduzido a fim de investigar se existe uma preferência por determinado tipo de substrato ou se a escolha da fêmea está relacionada à disponibilidade de cavidades. Muitos dos ninhos encontrados neste estudo estavam localizados adjacentes a matas ciliares ralas e/ou estreitas (com cerca de 5 m de largura) ou até mesmo inexistentes. Contudo, a presença de trechos de rios com vegetação ciliar

conservada ao longo dos territórios de *M. octoetaceus* é de grande importância para garantir a qualidade da água e, por conseguinte, a sobrevivência da espécie.

A grande maioria dos ninhos está localizada em cursos d'água com direção predominantemente oeste-leste (Figura 2), sendo esperado, portanto, que as cavidades estejam situadas nas margens direita e esquerda do rio, ou seja, nas faces norte e sul. Assumindo que a disponibilidade de cavidades seja a mesma tanto a norte quanto a sul e que as aberturas dos ninhos de *M. octoetaceus* foram significativamente mais direcionadas para o norte, é provável que alguns fatores estejam relacionados a esta seleção. A vegetação não parece influenciar a seleção de cavidades, uma vez que os ninhos estavam localizados em paredões com os mais variados tipos de vegetação, em diferentes graus de conservação. Por outro lado, durante o inverno a incidência dos raios solares é maior na face norte, o que permite maior aquecimento dos ninhos e, por conseguinte, deve contribuir para manutenção de calor dos ovos durante o período que a fêmea está fora do ninho. Esta hipótese poderia explicar a ausência de ninhos voltados para o sul.

Algumas variáveis devem desempenhar importante papel ao garantir maior sucesso do ninho, como a inclinação do talude onde o mesmo se localiza. Neste estudo, não foram encontrados ninhos localizados em barrancos/paredões com inclinação inferior a 65°, sendo a maior parte igual ou superior a 80°. É provável que taludes mais inclinados dificultem o acesso de predadores e, por conseguinte, confirmem maior probabilidade de sucesso ao ninho.

Seguindo esse mesmo raciocínio, a altura do ninho em relação à lâmina d'água deve ser igualmente importante, a fim de conferir maior segurança à fêmea e aos ovos. Nenhum ninho registrado neste estudo teve altura inferior a 2,4 m em relação à lâmina d'água, ao contrário do descrito por Barbosa e colaboradores (2011) para dois ninhos da espécie encontrados na região do Parque Estadual do Jalapão, que estavam localizados a 70 cm e 1,3 m em relação à lâmina d'água. Como o período reprodutivo de *M. octoetaceus* ocorre durante a estação seca, a probabilidade de inundação dos ninhos não deve exercer uma pressão adaptativa selecionando ninhos mais altos, mas a probabilidade de predação sim. A altura dos ninhos em relação à lâmina d'água poderia estar relacionada ao tipo de substrato onde a grande maioria deles está localizada: na região da Serra da Canastra em paredão de terra e/ou rocha e na região do Jalapão em árvore, tendo em vista que a disponibilidade de barrancos nas margens dos rios é aparentemente baixa. Apesar

dos ninhos encontrados por Barbosa e colaboradores (2011) serem mais próximos à lâmina d'água, as dimensões da abertura destes ninhos são menores do que a média encontrada neste estudo, o que poderia limitar o acesso de uma série de predadores potenciais. De acordo com Bruno (2013), há indícios de que, quanto menor for a abertura principal e maior a profundidade dos ninhos de *M. octosetaceus*, mais seguro deve ser o ninho. De fato, a correlação observada neste estudo entre a profundidade total da cavidade e a profundidade da câmara oológica, poderia estar relacionada à menor capacidade de detecção do ninho por predadores, uma vez que câmaras oológicas situadas próximas à abertura do ninho são mais visíveis. Assim, é provável que mais de uma variável seja selecionada para garantir o sucesso do ninho e mesmo a conjunção de uma série de variáveis devem conferir maior segurança ao mesmo. Contudo, de acordo com a disponibilidade de cavidades no território de cada casal, poder-se-ia esperar um *trade-off*, onde uma variável seria selecionada em detrimento de outra.

M. octosetaceus e *Mergus squamatus* possuem características reprodutivas semelhantes, nidificando ao longo de riachos de regiões montanhosas. *Mergus squamatus* parece evitar riachos extremamente estreitos, onde o mergulho pode ser difícil (Johnsgard, 2010a). Bartmann (1988) sugeriu que a qualidade do território de *M. octosetaceus* está provavelmente relacionada a seus componentes estruturais, como o número de poças, trechos encachoeirados e velocidade da correnteza. A grande maioria dos ninhos registrados neste estudo está localizada em paredões adjacentes a *pools*, mesohabitat predominante na maior parte dos trechos dos rios caracterizados. A maior ocorrência de ninhos nesta tipologia poderia estar relacionada mais uma vez à disponibilidade, mas parece ser uma variável selecionada, já que a presença de corredeiras no local do ninho deve interferir na capacidade de detecção de potenciais ameaças pelo casal, devido à agitação da água e o alto nível de ruídos.

Estudos futuros devem investigar se a disponibilidade de cavidades potenciais para nidificação por *M. octosetaceus* é um fator limitante ao seu crescimento populacional na região da Serra da Canastra. Como medida imediata, a manutenção e proteção do habitat da espécie, incluindo sítios reprodutivos, são de fundamental importância para garantir sua sobrevivência na região.

Ovipostura

Na região da Serra da Canastra, a estação reprodutiva de *M. octosetaceus* se estende entre maio e agosto, não sendo observadas posturas e/ou eclosões fora deste período, ao contrário do que acreditavam Lamas e Santos (2004), de que o período reprodutivo da espécie deveria se estender por mais de seis meses na região. As fêmeas de *M. octosetaceus* nidificam apenas uma vez por ano, assim como *Mergus squamatus* (Zhengjie *et al.*, 1995) e esforços de renidificação não foram registrados durante o período de estudo, apesar de serem comumente observados entre aves aquáticas, como uma adaptação às altas taxas de predação de ninhos (Baldassarre e Bolen, 2006), incluindo muitas espécies da tribo Mergini (Johnsgard, 2010a). Esta ausência de registros de renidificação pode estar relacionada ao fato de todos os ninhos terem sido abandonados ou destruídos durante a fase de incubação dos ovos, quando já havia decorrido boa parte do processo de nidificação e o investimento energético despendido pela fêmea ter sido alto, quando comparado a fêmeas que renidificam após perdas de ninhos em fase de ovipostura. Adicionalmente, a dificuldade da fêmea em encontrar uma nova cavidade adequada, poderia interferir nas taxas de renidificação, especialmente se a disponibilidade destas cavidades for baixa.

M. octosetaceus possui o menor tamanho de postura do gênero *Mergus*, entre cinco e oito ovos (média 6,8). As demais espécies do gênero, com exceção do extinto *Mergus australis* cuja biologia reprodutiva é muito pouco conhecida, apresentam tamanhos de postura maiores, entre oito a 12 ovos em *Mergus squamatus* (Zhengjie *et al.*, 1995) ou de nove a 10 ovos em *Mergus merganser* e *Mergus serrator* (Johnsgard, 2010a). A partir de dados apresentados pelo autor sobre tamanhos de posturas de diferentes espécies da tribo Mergini, é possível observar que aquelas que mais se assemelham a *M. octosetaceus* são *Mergellus albellus*, com posturas entre seis a nove ovos, mas com registro de até 14, provavelmente a partir de vários esforços de nidificação, *Polysticta stelleri*, com média de sete ou oito ovos; *Histrionicus histrionicus* com média de seis ovos; *Melanitta perspicillata* com posturas tipicamente de cinco a sete ovos; e *Clangula hyemalis* com média de seis ou sete ovos.

Os fatores que determinam o tamanho da postura em aves aquáticas são controversos, mas de acordo com Baldassarre e Bolen (2006), atualmente duas hipóteses explicam sua evolução neste grupo: (i) a hipótese da viabilidade e

predação do ovo; (ii) a hipótese da reserva de nutriente. A primeira hipótese foi proposta por Arnold e colaboradores (1987), que combinaram em um modelo a viabilidade e o risco de predação de ovos, o qual, segundo os autores, poderia explicar a maior parte da pressão de seleção que determina o tamanho da postura em aves aquáticas. Esta hipótese assume que a viabilidade dos ovos diminui com o progresso da postura se a incubação é atrasada até o último ovo ser posto e que, quanto maior é o tamanho da postura, maior é o tempo de exposição à predação antes do início da incubação. Perrins (1977) mostrou que se a pressão de predação é alta o suficiente, a seleção natural poderia favorecer a limitação do tamanho de postura. No entanto, na maioria das espécies de aves aquáticas, os níveis de predação necessários para este mecanismo ocorrer são muito altos, em torno de 95% das posturas predadas (Winkler e Walters, 1983), muito acima da taxa de predação de ninhos obtida para *M. octosetaceus* neste estudo (inferior a 10%). Assim, esta hipótese não parece explicar o menor tamanho de postura de *M. octosetaceus*, dentre as espécies do gênero.

A segunda hipótese proposta por Lack (1967) prediz que o tamanho da postura poderia ser limitado pela quantidade de recurso disponível para a fêmea durante a postura, refletindo, segundo Baldassarre e Bolen (2006), um *trade-off* evolutivo no qual uma espécie botando ovos grandes é confrontada pela disponibilidade de alimento e levada a produzir uma postura pequena. Tendo em vista os longos territórios ocupados por casais da espécie, de até 12 km (Silveira e Bartmann, 2001), é provável que existam recursos limitantes que precisam ser defendidos (alimento) e que explicariam o menor tamanho de postura da espécie, dentre as espécies do gênero. Por outro lado, como o vínculo de casais de *M. octosetaceus* é duradouro e o macho contribui ativamente no cuidado parental dos filhotes, ao menos nas primeiras semanas de vida, alocar energia para produção de uma postura maior, como as demais espécies do gênero, pode não ser uma estratégia adequada se a sobrevivência dos filhotes for relativamente alta. Ao contrário de *M. octosetaceus*, as demais espécies do gênero são migratórias – provavelmente sujeitas a condições ambientais mais severas – e, em geral, o macho não auxilia no cuidado parental dos filhotes, o que poderia refletir em uma menor sobrevivência dos mesmos (ver adiante em *Sucesso reprodutivo*). Assim, estes fatores poderiam exercer uma pressão adaptativa, forçando fêmeas a produzirem posturas maiores, ao contrário do observado em *M. octosetaceus*.

De acordo com Johnsgard (2010a), dentre os integrantes da tribo Mergini, os ovos de *Bucephala clangula* possuem dimensões médias idênticas àquelas obtidas para *M. octoetaceus* neste estudo (60 mm x 42 mm), que por sua vez são bastante similares às medidas encontradas por Quakenbush e colaboradores (2004) para *Polysticta stelleri* (59 mm x 41 mm). Dentre as espécies do gênero *Mergus*, os ovos de *Mergus serrator* e *Mergus squamatus* possuem dimensões ligeiramente maiores do que aquelas encontradas para *M. octoetaceus*, mas ainda sim muito similares, de 63 por 45 mm (Johnsgard, 2010a) e 63 por 46 mm (Zhengjie *et al.*, 1995), respectivamente.

Figuerola e Green (2006) encontraram uma forte correlação entre a massa do ovo e a massa da fêmea. Em geral, fêmeas pesadas botam ovos significativamente mais pesados, com mais gema, albumina e componentes da casca, mas o tamanho da postura não é maior do que de fêmeas mais leves (Baldassarre e Bolen, 2006). Dentre os representantes da tribo Mergini, algumas espécies possuem peso médio dos ovos bastante similar ao encontrado para *M. octoetaceus*: *Polysticta stelleri* com 58 g; *Bucephala clangula* com 57 g; *Lophodytes cucullatus* com 60 g (Johnsgard, 2010a) e *Mergus squamatus* com 62 g (Zhengjie *et al.*, 1995). Os ovos de *Bucephala clangula* correspondem a aproximadamente 7% do peso médio das fêmeas adultas (Johnsgard, 2010a), enquanto os ovos de *M. octoetaceus* representam 8% do peso médio das fêmeas, mesmo percentual encontrado por Quakenbush e colaboradores (2004) para *Polysticta stelleri*.

O tamanho do ovo em aves é um bom preditor da sobrevivência dos filhotes (Dawson e Clark, 1996) e, a partir de uma compilação de trabalhos de outros autores feita por Hepp e colaboradores (1987), pode ser afetado pela idade, data da postura e suprimento de comida. A variação no tamanho do ovo pode ocorrer dentro de uma postura, mas esta variação é muito menor do que aquela ocorrendo entre posturas (Ricklefs, 1984). Lamas e Santos (2004) descreveram as dimensões de sete ovos de *M. octoetaceus* correspondentes a um ninho encontrado no Parque Nacional da Serra da Canastra e a média obtida foi de 61,7 por 42,5 mm. Já Barbosa e colaboradores (2011) encontraram um ovo não eclodido da espécie na região do Parque Estadual do Jalapão medindo 58,3 por 41,7 mm. Estes valores estão dentro do intervalo encontrado para a espécie neste estudo, mas não fornecem informações conclusivas, tendo em vista que são os únicos dados disponíveis para *M. octoetaceus*, não sendo possível fazer inferências sobre

variações no tamanho do ovo entre fêmeas de populações distintas, ou de uma mesma população. Esses resultados serão fundamentais para formar um banco de dados para a espécie e, no futuro, investigar se de fato existe variação intraespecífica no tamanho da postura e no tamanho e massa dos ovos de *M. octosetaceus*. Estes parâmetros podem fornecer informações sobre a qualidade dos territórios de casais da espécie, indicando aqueles onde não seja possível para as fêmeas a adequada alocação de energia na reprodução e, por conseguinte, dar subsídios ao manejo de hábitat, com o intuito de otimizar a produção de filhotes e garantir a sobrevivência dos casais e ninhadas.

Incubação

Quase todo o decréscimo no peso dos ovos durante a incubação pode ser atribuído à perda de vapor d'água (Ar *et al.*, 1974). A perda de peso total dos ovos de *M. octosetaceus* com o avanço do desenvolvimento embrionário, da ovipostura até cerca de quatro semanas, foi em média de 12%. Este valor é ligeiramente inferior ao observado por Rahn e colaboradores (1983) para *Somateria mollissima*, em média de 14% e ao apresentado por Afton e Paulus (1992), a partir de uma compilação de trabalhos de outros autores com aves em geral, em média de 14 a 18%, a despeito da grande variação entre espécies na massa do ovo e período de incubação. O tipo de ninho e as condições climáticas as quais os ovos estão submetidos devem desempenhar importante papel na perda de peso (vapor d'água) durante a incubação. É provável que ninhos mais expostos, como aqueles localizados em campos abertos ou sobre vegetação arbustiva, apresentem maior perda de peso dos ovos, uma vez que são submetidos a condições adversas, tais como vento e radiação solar. Por outro lado, ninhos localizados em cavidades são, em geral, menos expostos e com microclima mais ameno. Estas condições certamente favorecem a menor perda de peso dos ovos, tendo em vista que a perda de água se dá por difusão de vapor d'água através da casca do ovo. Esta hipótese poderia explicar a perda de peso ligeiramente menor dos ovos de *M. octosetaceus* observada neste estudo. Contudo, em virtude do baixo tamanho amostral ($n = 2$ ninhadas) estes dados devem ser interpretados com cautela.

Somente a fêmea foi observada incubando os ovos em *M. octosetaceus* e, de acordo com Afton e Paulus (1992) e Baldassarre e Bolen (2006), essa característica é compartilhada por todas as aves aquáticas (Anseriformes), com exceção de

Anseranas semipalmata, *Cygnus atratus* e os Dendrocygninae. Dentre as espécies da tribo Mergini, os gêneros *Bucephala* e *Mergus* apresentam períodos de incubação razoavelmente longos, em média igual ou superior a 30 dias podendo atingir 35 dias (Johnsgard, 2010a). Ainda segundo o autor, o período de incubação de *Lophodytes cucullatus* é de 32 e 33 dias e o de *Bucephala islandica* e *Mergus serrator* em média 32 dias, o mesmo período encontrado para *M. octoetaceus* neste estudo. Bruno (2013) relatou um período de incubação da espécie de aproximadamente 33 dias podendo chegar a 38 dias, o que parece improvável de acordo com os dados obtidos neste estudo. Este período pode ter sido superestimado, devido à dificuldade de acesso aos ninhos e monitoramento da temperatura dos ovos.

A constância de incubação em 34 espécies de aves aquáticas variou de 72,6% a 99,5%, com média de 88,1% (Afton e Paulus, 1992), bastante similar às encontradas para *M. octoetaceus*. A menor constância registrada nesse estudo foi de uma fêmea que apresentava a região gular aparentemente perfurada e atravessada pela língua, a qual permaneceu exposta durante todo o período de ovipostura e incubação. A constância de incubação desta fêmea foi idêntica à média encontrada por Afton e Paulus (1992) para os Mergini, de 86,7%. Os autores encontraram uma frequência de 2,4 saídas do ninho por dia para os representantes da tribo, muito similar à encontrada para essa fêmea (2,6 intervalos/dia) e superior àquela encontrada para as demais fêmeas, de 1,9 intervalos/dia. No entanto, a partir de observações de um ninho de *M. octoetaceus* feitas por Partridge (1956) em Misiones, Argentina, a frequência de saída da fêmea era ainda mais baixa, de apenas um intervalo por dia de cerca de 1 h a 1h e 30 min. Da mesma forma, Zhengjie e colaboradores (1995) encontraram o mesmo padrão para *Mergus squamatus*, porém com raros intervalos durante os últimos dois a quatro dias de incubação. Neste estudo, o fato da fêmea não estar em sua perfeita condição física não parece ter alterado significativamente seu ritmo de incubação, já que os resultados são bastante similares àqueles apresentados por Afton e Paulus (1992). Contudo, quando comparados às demais fêmeas, a menor constância de incubação e maior frequência de saídas poderiam ser explicadas pela dificuldade de obter e/ou ingerir suas presas.

O tempo total de intervalo diário encontrado por Afton e Paulus (1992) para os Mergini foi em média de 191 min, similar às médias encontradas neste estudo para

duas fêmeas de *M. octosetaceus* (179 min; 191,8 min) e razoavelmente maior ao encontrado para uma terceira fêmea (134 min). A duração média de cada intervalo foi de 97 min para os Mergini (Afton e Paulus, 1992), muito próximo à média encontrada durante a primeira saída de 88 min e razoavelmente maior do que a média da segunda saída, de 72 min. Ainda segundo os autores, a proporção média de tempo gasto na alimentação durante o recesso foi estimado para os Mergini em 63%. Assim, diferenças intraespecíficas da duração e/ou frequência dos intervalos realizados por fêmeas de *M. octosetaceus* poderiam estar fortemente relacionadas à abundância e distribuição dos recursos alimentares em cada território, bem como à habilidade de obtenção destes recursos, já que a maior parte do tempo gasto nos intervalos parece ser destinada à alimentação.

De acordo com Afton e Paulus (1992), vários fatores podem influenciar a variação intraespecífica no ritmo de incubação de aves aquáticas, tais como a variação na seleção de sítios de nidificação; a variação anual de recursos alimentares importantes para as fêmeas incubarem; e a idade ou experiência dos pais. Ainda segundo os autores, embora vários fatores influenciem o ritmo de incubação, o clima exerce a maior influência, sendo possível observar uma relação inversa entre a constância de incubação e a temperatura do ambiente. No entanto, as diferenças observadas não parecem ser consideravelmente importantes, uma vez que nas três ocasiões a incubação foi bem sucedida, garantindo o nascimento de todos os filhotes.

A temperatura interna do ovo de 22 espécies de aves aquáticas variou de 31,3 a 39,6 °C com média de 35,6 °C (Afton e Paulus, 1992), que é similar às temperaturas registradas para outras espécies de aves (Baldassarre e Bolen, 2006) e inclusive àquelas encontradas para *M. octosetaceus* neste estudo. Os três ninhos que tiveram temperatura e umidade coletadas por meio de *data-loggers*, apresentaram temperatura de incubação bastante similar entre si, tanto quando considerados todos os dados de incubação incluindo os intervalos feitos pela fêmea, como quando excluídos esses intervalos. A temperatura média dos ovos durante os intervalos realizados pela fêmea caiu 3,9 °C no ninho 'R', 4,5 °C no ninho 'A' e 4,9 °C no ninho 'VB', quando comparada à temperatura média de incubação sem intervalos dos respectivos ninhos. No entanto, como o ninho 'R' sofreu uma perturbação que comprometeu seu sucesso, o monitoramento se restringiu a cerca de um terço do

período dos demais (ninhos 'A' e 'VB'), refletindo um resultado parcial e, portanto, pode não retratar a realidade.

A partir de uma compilação de trabalhos feita por Afton e Paulus (1992), os autores encontraram que muitos fatores podem influenciar a magnitude ou taxa de resfriamento dos ovos em ninhos naturais, como a duração do intervalo, a temperatura do ambiente, a chuva, o estágio de incubação e se os ovos foram ou não cobertos. Como os três ninhos estão submetidos às mesmas condições climáticas, uma vez que estão localizados na mesma região, é esperado que este parâmetro influencie de forma similar tais ninhos. Adicionalmente, como foram monitorados na maior parte do tempo por meio de *data-loggers*, não foi possível certificar se os ovos eram ou não cobertos adequadamente antes das fêmeas deixarem os ninhos, apesar de ser um comportamento frequentemente observado em *M. octosetaceus*. Comparando os ninhos 'A' e 'VB' que foram monitorados ao longo de todo o período de incubação, é possível verificar que a duração do intervalo da fêmea não explica o maior resfriamento dos ovos do ninho 'VB', onde a mesma permaneceu menos tempo fora. Como o tamanho amostral é muito pequeno, não é possível verificar se as variações nas taxas de resfriamento são significativas, mas estes dados são muito importantes, por serem os únicos registros de temperatura de incubação de ninhos naturais de *M. octosetaceus*.

A umidade média de cada ninho foi praticamente a mesma quando considerados os dados de incubação com e sem intervalos. No entanto, entre ninhos, o 'VB' apresentou umidade inferior aos demais, embora as dimensões da abertura sejam muito similares às do ninho 'R' e a câmara de incubação seja cerca de 30 cm mais profunda que a dos demais ninhos ('A' e 'R'). Nas ocasiões em que as fêmeas entravam no ninho, a umidade do ninho 'VB' foi bastante similar a do ninho 'A', sendo o ninho 'R' aproximadamente 6% menos úmido em relação aos demais. Como todos os ninhos estavam localizados em mesohabitats que apresentavam pedras e/ou praias de areia, frequentemente utilizadas pela fêmea como local de secagem das penas antes de entrar no ninho, todas as fêmeas tinham condições similares. Este resultado poderia refletir uma variação individual, em que a fêmea 'R' passava mais tempo se secando antes de entrar na cavidade. No entanto, em virtude do baixo número de ninhos que tiveram temperatura e umidade registradas, estes dados devem ser interpretados com cautela. Segundo revisão realizada por Afton e Paulus (1992), a despeito da ampla variação das condições

ambientais onde nidificam, a faixa relativamente estreita de temperatura média interna do ovo alcançada por aves aquáticas e outras aves, fornece evidências inequívocas de que o responsável pela incubação (na grande maioria das aves aquáticas, a fêmea) regula ativamente o ambiente térmico do ninho. Com base nisso, o tipo de substrato do ninho de *M. octoetaceus* e sua proximidade em relação à lâmina d'água, entre outros fatores, não devem influenciar significativamente a temperatura e, provavelmente, a umidade de incubação dos ovos, mantendo-se dentro desta faixa.

Os dados de temperatura e umidade apresentados neste estudo foram coletados da forma mais fidedigna possível graças à moderna tecnologia dos *data-loggers*, que registram as variações pelas quais os ovos são expostos durante a incubação. Estes resultados são muito importantes para o manejo *ex situ* da espécie, já que as condições naturais de incubação poderão ser reproduzidas em cativeiro, aumentando o sucesso de eclosão dos ovos.

Eclosão dos ovos e saída dos filhotes

M. octoetaceus possui alto sucesso de eclosão dos ovos, entre 88 e 89%. Johnsgard (2010b) reuniu em seu estudo dados de diversos autores envolvendo o sucesso de eclosão de ovos de várias espécies da tribo Mergini. A partir dos dados apresentados pelo autor, *Bucephala albeola*, *Bucephala clangula* e *Lophodytes cucullatus* apresentaram as mais elevadas taxas de eclosão, superior a 90%, enquanto para *Somateria mollissima* foi registrada uma das taxas mais baixas, de 39%, influenciada pelo tipo de substrato onde o ninho estava localizado; *Somateria fischeri* apresentou sucesso de eclosão de 83% e *Histrionicus histrionicus* de 87%, muito próximo ao encontrado para *M. octoetaceus* neste estudo; *Bucephala islandica* e *Mergus merganser* apresentaram taxas de 75 e 77%, respectivamente, bastante similares à encontrada por Craik e Titman (2009) para *Mergus serrator*, de 74%. A elevada taxa de eclosão dos ovos observada em *M. octoetaceus* reflete, dentre outros aspectos, a alta capacidade de incubação das fêmeas e o baixo número de ovos inférteis. Adicionalmente, o alto sucesso de eclosão influencia positivamente o sucesso reprodutivo da espécie que, por sua vez, está relacionado à produção de novos indivíduos, especialmente importante para uma espécie de tão baixos números populacionais.

Neste estudo, taxas crescentes de eclosão foram registradas em um ninho reutilizado por uma mesma fêmea durante quatro estações reprodutivas. Esta variação poderia estar relacionada ao aumento da experiência de incubação da fêmea, já que a baixa taxa de eclosão dos ovos na primeira ninhada não está relacionada à infertilidade dos mesmos – os ovos não eclodidos continham embriões com cerca de 30 dias de desenvolvimento. Em ovos férteis, é provável que o ritmo de incubação das fêmeas, bem como a frequência de rotação e a distribuição igualitária de calor aos mesmos, interfiram diretamente na probabilidade de eclosão. Contudo, a morte embrionária e a incapacidade do filhote em romper a casca do ovo poderiam ser também fatores associados e não relacionados à inexperiência da fêmea.

Lamas e Santos (2004), acreditavam que as eclosões dos ovos de *M. octosetaceus* na região da Serra da Canastra ocorriam no mais tardar em meados de junho, no entanto o pico de eclosões encontrado neste estudo foi em meados de julho. De acordo com Afton e Paulus (1992) a maioria dos filhotes de aves aquáticas deixa o ninho no período da manhã, entre seis e nove horas, o mesmo padrão observado para os filhotes de *M. octosetaceus* na região da Serra da Canastra e por Morse e colaboradores (1969) para *Lophodytes cucullatus*, onde os filhotes permanecem no ninho um dia inteiro após o nascimento, deixando-o cedo na manhã seguinte. Em contraste, Zhengjie e colaboradores (1995) observaram fêmea e filhotes de *Mergus squamatus* deixando o local do ninho logo após a eclosão dos ovos.

A partir da compilação de dados de outros autores, Afton e Paulus (1992) concluíram que o surgimento do filhote normalmente leva de três a 24 h e a eclosão da maior parte dos ovos é bem sincronizada em aves aquáticas. A umidade média de dois ninhos de *M. octosetaceus* aumentou consideravelmente e manteve-se bastante elevada em um ninho, durante as cinco primeiras horas, quando nasceram cinco dos seis filhotes e em outro, durante as quatro primeiras horas. Embora a variação brusca da umidade sugira o horário de nascimento do filhote, não é possível precisar em qual momento ocorre esta alteração, se após a ruptura parcial da casca ou quando o filhote se desvencilha completamente da mesma. Segundo Afton e Paulus (1992), uma vez que os filhotes estão livres da casca, eles secam dentro de poucas horas e começam a se movimentar no ninho. No ninho 'VB' em que o *data-logger* foi mantido até a saída dos filhotes, este processo parece ocorrer

quando a umidade começa a diminuir gradativamente. O entendimento desses aspectos pode contribuir para o manejo da espécie *ex situ* e, maximizar a produção de filhotes, o que é especialmente importante para o incremento do Programa de Cativeiro de *M. octosetaceus*.

Reutilização de ninhos

A reutilização de ninhos é comum entre as fêmeas de *M. octosetaceus*, assim como para outras espécies da tribo Mergini. Fêmeas de *Histrionicus histrionicus*, *Bucephala albeola*, *Bucephala clangula* e *Lophodytes cucullatus* frequentemente nidificam na mesma cavidade usada no ano anterior ou procuram por locais adequados nas proximidades, quando os ninhos não estão mais disponíveis (Johnsgard, 2010a), assim como fêmeas do gênero *Somateria* (Johnsgard, 2010b) e *Mergus squamatus* (Zhengjie *et al.*, 1995). Zhengjie e colaboradores (1995) observaram uma fêmea de *Mergus squamatus* usando o mesmo ninho, localizado em oco de árvore, por três anos consecutivos. De acordo com os autores, a reutilização estaria associada a uma possível nidificação bem sucedida em anos anteriores. De fato, ninhos de *M. octosetaceus* que sofreram qualquer tipo de perturbação que comprometeu o seu sucesso, não foram posteriormente reutilizados pela mesma fêmea, salvo em uma ocasião, após decorridos quatro anos da perda de um ninho em consequência do desabamento da câmara oológica.

Machos e fêmeas de *M. octosetaceus* não constroem cavidades para nidificação. Ao contrário, buscam por cavidades disponíveis em barrancos de terra, fendas em paredões rochosos ou ocos de árvore, sempre localizados nas margens dos rios. A partir dos dados obtidos neste estudo, uma vez que o ninho foi bem sucedido, existe uma forte tendência de que o mesmo seja reutilizado na próxima estação reprodutiva. Em um estudo realizado por Wiebe e colaboradores (2007), os autores apresentam custos e benefícios da reutilização de ninhos *versus* escavação de novos ninhos por aves que nidificam em cavidades. Dentre as vantagens apontadas pelos autores e, apesar de *M. octosetaceus* não ser uma espécie escavadora de ninhos, o menor custo de tempo e energia e a qualidade do sítio, estruturalmente bom ou seguro, poderiam explicar a fidelidade das fêmeas de *M. octosetaceus* aos sítios de nidificação. Assim, as aves não precisariam alocar energia na busca por novos ninhos a cada ano, permitindo às fêmeas iniciar suas posturas em momento propício. A reutilização de ninhos em *M. octosetaceus*

também poderia refletir a baixa disponibilidade de cavidades adequadas para nidificação no território do casal, ou mesmo ser uma conjunção de vários fatores determinando a escolha da fêmea.

Eventos e/ou tentativas de predação

A predação é um componente natural da biologia de populações de aves aquáticas que, por sua vez, exibem uma variedade de adaptações para reduzir a predação de ninhos, todas as quais são influenciadas pelo habitat e guildas de predadores associados (Baldassarre e Bolen, 2006). Em *M. octosetaceus* a seleção de algumas variáveis estruturais dos ninhos, poderia conferir maior sucesso aos mesmos, uma vez que dificultaria ou mesmo inviabilizaria o acesso de determinados predadores. Na região da Serra da Canastra a predação de ninhos de *M. octosetaceus* é razoavelmente baixa, inferior a 10%, e sempre foi registrada durante o período de incubação. Nas três ocasiões em que os ninhos foram predados, a ausência de rastros inviabilizou a identificação do predador. No entanto, dentre as espécies de mamíferos, aves e répteis que ocorrem na região, e levando-se em consideração a localização e as dimensões dos ninhos, é possível levantar algumas possibilidades de potenciais predadores de ovos, tais como gambá (*Didelphis albiventris*); mão-pelada (*Procyon cancrivorus*); furão (*Galictis cuja*); irara (*Eira barbara*); jaratataca (*Conepatus semistriatus*); tucanuçu (*Ramphastos toco*); algumas espécies de serpentes; e teiú (*Tupinambis merianae*).

Na região da Serra da Canastra, o gavião-preto (*Urubitinga urubitinga*) parece ser uma ameaça potencial para *M. octosetaceus*, tendo em vista as tentativas de predação registradas neste estudo. Bruno (2013) descreve uma tentativa de predação de uma família de *M. octosetaceus* por essa espécie na região e outra proveniente de um gavião-de-cauda-branca jovem (*Geranoaetus albicaudatus*), que tentou acessar o interior de um ninho, onde a fêmea se encontrava. O autor cita ainda a lontra (*Lontra longicaudis*) como outra ameaça potencial para *M. octosetaceus* e, segundo Bartmann (1988), especialmente para os filhotes. Na Argentina, o inimigo aparentemente mais perigoso do pato-mergulhão é o gavião-pato (*Spizaetus melanoleucus*), o qual foi observado à espreita de um casal com filhotes por Partridge (1956) e capturando um filhote com cerca de metade do tamanho dos pais por Gjai (1951). Segundo Silveira e Bartmann (2001) durante a noite, *M. octosetaceus* geralmente permanece próximo a rochas no meio do rio, ou

sobre elas. De acordo com os autores, isto reduz presumivelmente o risco de predação por predadores terrestres, como jaguatiricas (*Leopardus pardalis*), e também permite uma rota de fuga mais fácil.

Segundo Hughes e colaboradores (2006) como *M. octoetaceus* é uma espécie criticamente em perigo de extinção e com baixos números populacionais a predação pode representar uma causa importante de declínio. No entanto, a partir dos resultados obtidos neste estudo, foi possível demonstrar que a predação de ninhos é relativamente baixa, o que não deve representar um impacto significativo sobre a população de *M. octoetaceus* na região da Serra da Canastra, sobretudo quando associada às altas taxas de eclosão de ovos. Estes aspectos são especialmente importantes, uma vez que contribuem para o alto sucesso reprodutivo da espécie. Contudo, até o momento, não foi investigado o impacto da predação na sobrevivência de indivíduos adultos de *M. octoetaceus* e se a mesma estaria contribuindo para o seu declínio na região.

Sucesso reprodutivo

Estimativas de sucesso de ninho são essenciais para qualquer entendimento sobre a demografia de aves e um excelente indicador dos efeitos do habitat sobre a reprodução das mesmas (Baldassarre e Bolen, 2006). Em estudos de aves aquáticas, o sucesso aparente de ninho comumente superestima o verdadeiro sucesso (Miller e Johnson, 1978), uma vez que não considera o tempo que cada ninho é exposto à predação. Como esperado, as estimativas de Mayfield obtidas neste estudo para *M. octoetaceus* foram menores (75,9%) do que as estimativas de sucesso aparente de ninho (83,3%).

M. octoetaceus apresentou alto sucesso de ninho, superior ao encontrado por Hoover e colaboradores (2010) para outra espécie da tribo Mergini, *Somateria mollissima v-nigrum*, em duas áreas de nidificação (marinha e de água doce) na região de Nunavut, Canadá. As estimativas de Mayfield de sucesso de ninho (baseado na taxa de sobrevivência diária) encontradas pelos autores variaram de 48,8% a 68,1% nas colônias de água doce e de 13,9% a 43,5% nas colônias de nidificação marinhas. O sucesso aparente de ninho foi superior ao obtido por meio do método de Mayfield, variando de 61,9% a 80,3% nas colônias de água doce e entre 19,3% a 57,4% nas colônias marinhas (Hoover *et al.*, 2010). Em estudo conduzido por Grand e Flint (1997) com *Somateria fischeri* no Delta do Yukon-

Kuskokwim, Alasca, o sucesso de ninho obtido pelo método de Mayfield foi bastante variável (entre 18% a 73%) de acordo com as oscilações na população do predador *Larus canus*. Após experimento de remoção deste predador na área de estudo o sucesso de ninho atingiu 76% (Grand e Flint, 1997), o mesmo resultado encontrado para *M. octoetaceus*. A taxa de sobrevivência diária dos ninhos encontrada pelos autores variou de 0,938 a 0,994, sendo esta última idêntica à encontrada para *M. octoetaceus*. Kellett e Alisauskas (1997) estudaram vários aspectos da biologia reprodutiva de *Somateria spectabilis*, próximo ao sul de Queen Maud Gulf no Ártico Canadense. O sucesso de ninho pelo método de Mayfield durante as fases de ovipostura e incubação foi de 48,7% e, considerando apenas o sucesso durante a fase de incubação, os autores encontraram 67,6%, bastante similar ao sucesso aparente, de 69,4%. Quakenbush e colaboradores (2004) investigaram o sucesso de ninho de *Polysticta stelleri* próximo a Barrow, Alasca. As estimativas de sucesso de ninho de Mayfield encontradas pelos autores foram muito baixas, variando de 0% a 35%. Já Craik e Titman (2009) investigaram apenas o sucesso aparente de ninhos não parasitados de *Mergus serrator* em New Brunswick, Canadá e encontraram 89% de sucesso, razoavelmente maior do que o obtido para *M. octoetaceus*.

Segundo Baldassarre e Bolen (2006), em geral o sucesso de ninhos é mais alto para espécies que utilizam cavidades para nidificação em relação àquelas aves aquáticas nidificando em outros tipos de substratos. Esse padrão poderia explicar o maior sucesso de ninhos observado para *M. octoetaceus*. Contudo, muitos autores têm calculado o sucesso de ninhos incluindo as fases de ovipostura e incubação (Grand e Flint, 1997; Kellett e Alisauskas, 1997; Quakenbush *et al.*, 2004), o que certamente fornece estimativas mais baixas, já que uma quantidade expressiva das perdas ocorrem durante a fase de ovipostura. Segundo Craik e Titman (2009), ninhos de *Mergus serrator* perdidos durante a postura foram mais comuns do que durante incubação precoce ou tardia e Quakenbush e colaboradores (2004) observaram para *Polysticta stelleri* vários casos de predação parcial durante a postura e incubação. Não foram registradas perdas de ninhos durante a fase de ovipostura de *M. octoetaceus*, mas elas podem ter ocorrido em ninhos não detectados. Se as perdas forem infrequentes nesta fase, como parece ser o caso, poder-se-ia esperar um sucesso de ninho ainda mais elevado para a espécie, se calculado para todo o período (ovipostura e incubação).

A taxa de sobrevivência diária dos filhotes de *M. octoetaceus* foi de 0,989 e para um período de 56 dias (ou taxa de sobrevivência final) igual a 0,538 ou 54%. Phillips e Powell (2009) investigaram a taxa de sobrevivência de ninhadas de *Somateria spectabilis* durante os primeiros 30 dias de vida na encosta norte do Alasca. Os autores consideraram 'sobrevivência da ninhada', se pelo menos um filhote sobrevivesse até 30 dias. Eles encontraram ninhadas que sobreviveram em média 13,4 dias, sendo a maioria das perdas de ninhadas ocorridas dentro dos primeiros 10 dias após a eclosão. A estimativa de sobrevivência diária para as ninhadas era de 0,855 e a sobrevivência estimada para um período de 30 dias era de 10,3% (Phillips e Powell, 2009). As duas estimativas encontradas pelos autores (sobrevivência diária e por período) são consideravelmente menores do que as encontradas neste estudo, sobretudo quando consideramos que Phillips e Powell (2009) não trabalharam com sobrevivência dos filhotes individualmente, mas sim com sobrevivência da ninhada como um todo, em que poderíamos esperar taxas mais elevadas. Durante todo o período de estudo, nunca foram observadas ninhadas de *M. octoetaceus* completamente perdidas no período de 56 dias. É importante considerar que as demais espécies da tribo Mergini se reproduzem em ambientes muito distintos quando comparados ao de *M. octoetaceus* e, muitas vezes, em condições climáticas mais severas, o que certamente influencia a capacidade de sobrevivência dos filhotes.

A probabilidade de um ovo de *M. octoetaceus* no início da incubação produzir um filhote ao final de dois meses de vida, de aproximadamente 36%, é relativamente alta para uma espécie de tão baixos números populacionais e listada como criticamente em perigo, sobretudo se o número de fêmeas reprodutivas na população for alto. A taxa de sobrevivência destes filhotes deve ser maior após os primeiros dois meses de vida, quando os mesmos adquirem capacidade de voo, sendo, portanto, menos vulneráveis. No entanto, a taxa de estabelecimento em novos territórios deve ser baixa em decorrência da crescente perda de habitat observada na região e, provavelmente, representa o maior limitante ao crescimento populacional.

De acordo com Silveira e Bartmann (2001) uma série de fatores poderia influenciar o sucesso reprodutivo de *M. octoetaceus*, incluindo a disponibilidade de cavidades para ninhos, a idade do casal (muito velho ou muito novo) e a predação de ninhos. No presente estudo, 50% do insucesso das ninhadas de *M. octoetaceus*

foram decorrentes da predação dos ovos, apesar de seu impacto sobre o sucesso reprodutivo ter sido pouco expressivo. Segundo Hoover e colaboradores (2010), a causa esmagadora do fracasso dos ninhos de *Somateria mollissima v-nigrum* foi a predação, sendo mais prevalente nas áreas de nidificação marinhas, onde os ninhos foram iniciados antes do rompimento do gelo no oceano, permitindo o acesso de predadores mamíferos às ilhas de nidificação. Quakenbush e colaboradores (2004) também apontaram a predação como a principal causa de mortalidade de ovos e filhotes em *Polysticta stelleri*. Já em estudo realizado por Craik e Titman (2009) com *Mergus serrator*, o abandono era responsável por 95% dos ninhos perdidos. Da mesma forma, em estudo conduzido por Kellett e Alisauskas (1997) com *Somateria spectabilis*, a predação não foi a principal causa de fracasso dos ninhos. Segundo os autores, 73% das perdas ocorreram em ninhos que não continham cascas de ovos ou evidências de predação.

As estimativas de sucesso reprodutivo obtidas neste estudo representam um primeiro passo para futuras investigações, como aquelas envolvendo aspectos demográficos que, de acordo com Saether & Bakke (2000), permitem conhecer a dinâmica populacional e entender possíveis desvios de estabilidade nas populações das espécies, prevendo a susceptibilidade destas à extinção. Tendo em vista a categoria de ameaça de *M. octoetaceus*, estas investigações tornam-se prioritárias e podem contribuir para o planejamento de estratégias de manejo de forma segura.

Filhotes e adultos

Características dos filhotes e adultos

De acordo com Bartmann (1988), machos e fêmeas de *M. octoetaceus* apresentam pouca diferença no dimorfismo externo em tamanho e proporções. Contudo, mais tarde, Silveira e Bartmann (2001) observaram diferenças morfológicas e comportamentais notáveis entre sexo. Os autores observaram que a fêmea é menor do que o macho, com penacho e bico menores. De fato, estas observações são coincidentes àquelas encontradas neste estudo, em que machos foram significativamente mais pesados e apresentaram culmen exposto maior do que os das fêmeas.

Giai (1951) mediu cinco fêmeas e cinco machos de *M. octoetaceus* coletados na região de Misiones, Argentina. Embora não tenha sido testada a variação sexual entre os parâmetros biométricos medidos pelo autor, o culmen

exposto e a asa das fêmeas foram em média menores do que dos machos, como observado neste estudo, enquanto que o tarso teve tamanho similar entre os sexos. O comprimento médio do culmen exposto e tarso de machos (50,2 mm e 41 mm respectivamente) e fêmeas (46,2 mm e 40,8 mm) calculado a partir dos dados de Gaii (1951) se encontra dentro da variação (mínimo e máximo) obtida neste estudo, com exceção do comprimento da asa dos machos (195,2 mm) e fêmeas (186 mm), que está fora da variação encontrada para a espécie na região da Serra da Canastra (mínimo de 199 mm para machos e 194 mm para fêmeas).

Substituição de parceiros

A monogamia é o sistema de acasalamento de 93% das espécies de anatídeos (Oring e Saylor, 1992), sendo dominante entre as aves aquáticas (Baldassarre e Bolen, 2006). Segundo os autores, a monogamia pode ser perene (de longo prazo) ou sazonal, em que o vínculo do casal é formado a cada ano, normalmente com um parceiro diferente. Este parece ser o caso da grande maioria das espécies da tribo Mergini, em que os machos abandonam suas respectivas fêmeas, normalmente quando a incubação começa, para iniciar a migração para áreas de muda (Johnsgard, 2010a; 2010b). O vínculo do casal é, em geral, renovado anualmente, apesar de alguns reparamentos terem sido registrados a despeito do longo período de separação (Johnsgard, 2010b), como observado em *Histrionicus histrionicus*, em que machos e fêmeas apresentaram alta filopatria (Robertson *et al.*, 2000), aumentando as oportunidades para os mesmos indivíduos se restabelecerem (Baldassarre e Bolen, 2006). Assim, as substituições de parceiros são frequentes entre as espécies da tribo Mergini, ocorrendo geralmente a cada estação reprodutiva. Em contraste, como *M. octosetaceus* é uma espécie sedentária (não migratória), os dados obtidos neste estudo sugerem que as mudanças na composição do casal ocorrem somente após a morte de um dos parceiros, como observado por Williams (1991) em *Hymenolaimus malacorhynchus*, anatídeo especialista de rios e riachos de águas rápidas e limpas na Nova Zelândia, ecologicamente similar a *M. octosetaceus*. O autor propôs que o vínculo perene do casal em *Hymenolaimus malacorhynchus*, provém da necessidade dos machos cuidarem da ninhada em habitats perigosos, o que talvez fosse um dos fatores que poderia justificar o tipo de vínculo observado em *M. octosetaceus*. Este vínculo de longo prazo do casal em ambas as espécies também ocorre em outros três

anatídeos especialistas de rio: *Merganetta armata* da América do Sul, *Salvadorina waigiensis* da Nova Guiné e *Anas sparsa* da África Subsaariana (Williams, 1991).

Em suma, os resultados sugerem que, uma vez estabelecido o vínculo entre casais de *M. octosetaceus*, os mesmos permanecerão unidos até que ocorra a perda de um dos parceiros. A taxa de reposição de parceiros é relativamente alta, o que poderia indicar, dentre outros aspectos, altas taxas de predação. Dado isto, o tempo para mudança na composição do casal deve estar relacionado à disponibilidade de aves não pareadas nas vizinhanças e a capacidade das mesmas de se estabelecerem em novo território. Como muitas das substituições ocorreram relativamente rápido, o número de aves sem território parece ser alto e pode refletir a escassez de habitat adequado ao estabelecimento de *M. octosetaceus*.

Registros de dispersão de jovens

A dispersão pode ter um efeito pronunciado sobre a dinâmica das populações (Begon *et al.*, 2006) e, entender seus mecanismos, é uma das ações previstas no plano de ação de *M. octosetaceus*, a fim de estabelecer estratégias para a sua conservação e de seus habitats (Hughes *et al.*, 2006). De acordo com Silveira e Bartmann (2001) o destino de jovens de *M. octosetaceus* e as rotas de dispersão da espécie eram, até então, desconhecidas. De fato, apenas recentemente foi publicado o primeiro registro de dispersão de um jovem na região da Serra da Canastra (Ribeiro *et al.*, 2011). Em adição, este estudo apresenta dois novos registros de dispersão de jovens nesta região sem, contudo, fornecer informações sobre rotas, que continuam desconhecidas.

Segundo Hughes e colaboradores (2006), os jovens poderiam permanecer nos mesmos rios que seus pais, como observado por Williams (1991) em *Hymenolaimus malacorhynchos* ou se dispersar em busca de um novo território. Contudo, nunca foram observados filhotes marcados se estabelecerem no mesmo rio em que nasceram. Portanto, a partir dos resultados obtidos neste estudo e em Ribeiro e colaboradores (2011) a primeira opção parece ser improvável ou infrequente. A boa qualidade da água e a presença de mata de galeria parecem ser os requerimentos de hábitat básicos do pato-mergulhão (Silveira e Bartmann, 2001). Assim, ao se dispersarem, os filhotes não só precisam encontrar territórios em condições adequadas para se estabelecerem, como estes territórios devem estar disponíveis. É provável que esta disponibilidade de territórios seja dinâmica e varie

no tempo e espaço, mas certamente com a crescente pressão antrópica que a região vem sofrendo, áreas adequadas devem ser cada vez mais raras e, por isso, o uso sustentado do solo conciliado a boas práticas de manejo, bem como a criação e manutenção de Unidades de Conservação são estratégias importantes para garantir a qualidade da água e, conseqüentemente, a sobrevivência da população de *M. octoetaceus* na região da Serra da Canastra e nas demais áreas de ocorrência conhecidas da espécie.

Idade da primeira reprodução

A idade da maturidade sexual é de dois anos ou mais para os Mergini, aparentemente uma condição derivada compartilhada por todos os membros da tribo (Livezey, 1995). Ocasionalmente, fêmeas de *Bucephala clangula* com até mesmo um ano tentam procriar, mas raramente com sucesso (Johnsgard, 2010a). Segundo o autor, apesar de machos de *Mergus serrator* terem sido observados no primeiro ano realizando *displays* de corte, a plumagem completa e presumivelmente a maturidade sexual não é atingida antes do segundo ano de vida. Ribeiro e colaboradores (2011) registraram um macho anilhado de *M. octoetaceus* com cerca de um ano de vida, que se dispersou para um novo território, pareado com uma fêmea durante a fase de incubação dos ovos. Embora os autores acreditassem que os ovos presentes no ninho fossem do macho observado, os estudos genéticos conduzidos pelo Laboratório de Biologia e Evolução Molecular da Universidade Federal de Minas Gerais (LBEM/UFMG) revelaram que o mesmo não era o pai biológico dos filhotes e, portanto, provavelmente não havia atingido a maturidade sexual. Freeman e Herron (2009) citam a importância dos testes genéticos de paternidade para se evitar equívocos, ainda que sejam dispendiosos e consomem tempo. De fato, graças a estas análises é possível conhecer, dentro outros aspectos, mais sobre a ecologia de espécies pouco estudadas, como *M. octoetaceus*.

Apesar da cópula extrapar ser bem documentada entre aves aquáticas (McKinney e Evarts, 1998; Baldassarre e Bolen, 2006), a não paternidade biológica desse macho anilhado de *M. octoetaceus*, poderia ser explicada pela substituição do macho anterior, após possível perda do mesmo. Conforme registrado neste estudo, estas substituições de parceiros podem ocorrer relativamente rápido após perda de um dos indivíduos e, para um macho em busca de se estabelecer em novo

território, ter a oportunidade de palear com uma fêmea, mesmo que para isso tenha que assumir o papel de pai social, pode ser a garantia de sucesso reprodutivo futuro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo contribuiu para o conhecimento de parâmetros reprodutivos até então desconhecidos da história de vida de *Mergus octosetaceus* e está em consonância com as prioridades estabelecidas no Plano de Ação para a conservação da espécie. Forneceu, dentre outros resultados, a caracterização detalhada da grande maioria dos ninhos conhecidos da espécie, dados de temperatura e umidade de incubação que contribuirão para o seu manejo *ex situ*, estimativas de sucesso reprodutivo que representam um primeiro passo para futuras investigações envolvendo aspectos demográficos, bem como novos registros de dispersão de jovens.

O destino da grande maioria dos filhotes é incerto e permanece desconhecido, bem como o sucesso de estabelecimento em novos territórios. Ao se dispersarem, os filhotes não só precisam encontrar territórios disponíveis, como estes territórios devem ter condições adequadas para que possam se estabelecer. A taxa de substituição de parceiros é relativamente alta, o que parece indicar que as perdas de indivíduos adultos também são altas e a predação poderia ser um dos fatores contribuindo para estas perdas. Como a reposição de parceiros pode ocorrer rapidamente, é provável que muitos indivíduos estejam sem território, aguardando uma oportunidade para se estabelecerem.

Nos últimos anos, com a crescente degradação da cobertura vegetal marginal e expansão agrícola, com conseqüente impacto sobre a qualidade da água, é possível que a população remanescente de *M. octosetaceus* esteja cada vez mais restrita às imediações das áreas montanhosas conservadas, tendo em vista os requerimentos de habitat específicos da espécie. Portanto, ambientes apropriados devem ser cada vez mais raros, o que parece ser a causa do atual *status* de conservação da espécie, já que a baixa predação de ninhos, a elevada taxa de eclosão de ovos e a alta sobrevivência de ninhos e filhotes obtidas neste estudo, são características importantes para uma espécie ser bem sucedida. Adicionalmente, os longos territórios ocupados por casais de *M. octosetaceus*, reforçam que há recursos limitantes que precisam ser defendidos, do contrário poderíamos esperar mais

casais distribuídos em territórios menores. Parceiro sexual certamente não é um recurso limitante, mas alimento e locais para ninhos poderiam ser e são parâmetros a serem investigados.

Pesquisas futuras devem investigar como a dispersão se dá e qual é o sucesso de estabelecimento destes filhotes em novos territórios. Associado a isto, análises de viabilidade populacional, bem como o aprofundamento dos estudos genéticos de *M. octoetaceus* são muito importantes para avaliar as possibilidades de manejo de forma segura.

Uma dessas estratégias de manejo é o estabelecimento de uma população *ex situ*. Assim, em 2011, foi criado o Programa de Cativeiro, sob coordenação do ICMBio, que pretende promover o revigoramento demográfico e genético da espécie, de acordo com as diretrizes do Plano de Ação de *M. octoetaceus*. Simultaneamente à formação de uma população viável e apta a ser reintroduzida, é necessário promover ações de recuperação do habitat da espécie, tendo em vista que a falta de ambiente apropriado parece ser o principal empecilho à sua sobrevivência. Muitos dos dados inéditos gerados no presente estudo serão fundamentais para subsidiar a reprodução do pato-mergulhão em cativeiro.

O conhecimento da história natural de *M. octoetaceus*, a continuidade do Programa de Cativeiro, o uso sustentado do solo conciliado a boas práticas de manejo, bem como a criação e manutenção de Unidades de Conservação, podem garantir a sobrevivência desta espécie de tão baixos números populacionais e restrita a ambientes cada vez mais raros: rios de águas límpidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afton, A. D. and Paulus, S. L. (1992) Incubation and brood care. Pp. 62-108 in B. D. J. Batt, A. D. Afton, M. G. Anderson, C. D. Ankney, D. H. Johnson, J. A. Kadlec, and G. L. Krapu, eds. *Ecology and management of breeding waterfowl*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Agritempo (2015) *Sistema de Monitoramento Agrometeorológico*. Disponível em <<http://www.agritempo.gov.br>>. Acesso em 14/08/15.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M. and Sparovek, G. (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6): 711-728.
- Ar, A., Paganelli, C. V., Reeves, R. B., Greene, D. G. and Rahn, H. (1974) The avian egg: water vapor conductance, shell thickness, and functional pore area. *Condor* 76: 153-158.
- Arnold, T. W., Rohwer, F. C., Armstrong, T. (1987) Egg viability, nest predation, and the adaptive significance of clutch size in prairie ducks. *The American Naturalist* 130(5): 643-653.
- Baldassarre, G. A. and Bolen, E. G. (2006) *Waterfowl ecology and management*. Malabar: Krieger Publishing Company.
- Barbosa, M. O. and Almeida, M. L. (2010) Novas observações e dados reprodutivos do pato-mergulhão *Mergus octosetaceus* na região do Jalapão, Tocantins, Brasil. *Cotinga* 32: 40-45.
- Barbosa, M. O., Pinheiro, R. T. and Carvalho, V, F. (2011) Descrição de ninhos do pato-mergulhão *Mergus octosetaceus* em cavidade arbórea na região do Jalapão, Tocantins, Brasil. *Cotinga* 33: 71-75.
- Bartmann, W. (1988) New observations on the Brazilian Merganser. *Wildfowl* 39: 7-14.
- Begon, M., Townsend, C. R., Harper, J. L. (2006) Dispersal, dormancy and metapopulations. Pp. 163-185 in M. Begon, C. R. Townsend, J. L. Harper *Ecology: from individuals to ecosystems*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Bennett, P. M. and Owens, I. P. F. (2002) *Evolutionary ecology of birds: life histories, mating systems and extinction*. Oxford: Oxford University Press.
- Berlioz, J. (1929) Catalogue systématique des types de la collection d'Oiseaux du Muséum (I. Ratites - II. Palmidpèdes). *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, 1: 58-69 *apud*

- Partridge, W. H. (1956) Notes on the Brazilian Merganser in Argentina. *Auk* 73(4): 473-488.
- Bianchi, C. A., Brant, S., Brandão, R. A. and Brito, B. F. (2005) New records of Brazilian Merganser *Mergus octosetaceus* in the rio das Pedras, Chapada dos Veadeiros, Brazil. *Cotinga* 24: 72-74.
- BirdLife International (2015) *Species factsheet: Mergus octosetaceus*. Downloaded from <<http://www.birdlife.org>> on 22/09/2015.
- Braz, V. S., Abreu, T. L. S., Lopes, L. E., Leite, L. O., França, F. G. R., Vasconcellos, M. M. and Balbino, S. F. (2003) Brazilian Merganser *Mergus octosetaceus* discovered in Jalapão State Park, Tocantins, Brazil. *Cotinga* 20: 68-71.
- Bruno, S. F. (2013) *Pato-mergulhão: Biologia e conservação do pato-mergulhão (Mergus octosetaceus) no Parque Nacional da Serra da Canastra e entorno (MG)*. Niterói: Editora da UFF.
- Bruno, S. F., Andrade, R. D., Lins, L. V., Bessa, R. and Rigueira, S. E. (2010) Breeding behaviour of Brazilian Merganser *Mergus octosetaceus*, with a tree-cavity nest in Serra da Canastra National Park, Minas Gerais, Brazil. *Cotinga* 32: 27-33.
- Bruno, S. F., Carvalho, R. B. A. and Bartmann, W. (2006) Reproductive rate and development of ducklings of Brazilian Merganser at Serra da Canastra National Park, Minas Gerais, Brazil, 2001-2005. *TWSG News* (15): 25-33.
- Bueno, B. A. A., Nunes, M. R. and Melo, C. (2012) Bills favor mining and threaten conservation of Brazilian Merganser (*Mergus octosetaceus*) at Serra da Canastra National Park, Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Nature Conservation* 10(1): 64-71.
- Collar, N. J., Gonzaga, L. P., Krabbe, N., Madroño Nieto, A., Naranjo, L. G., Parker, T. A. and Wege, D. C. (1992) *Threatened birds of the Americas: the ICBP/IUCN Red Data Book*. Cambridge: International Council for Bird Preservation.
- Craik, S. R. and Titman, R. D. (2009) Nesting ecology of Red-Breasted Mergansers in a Common Tern colony in eastern New Brunswick. *Waterbirds* 32(2): 282-292.
- Dawson, R. D. and Clark, R. G. (1996) Effects of variation in egg size and hatching date on survival of Lesser Scaup *Aythya affinis* ducklings. *Ibis* 138: 693-699.
- Figuerola, J. and Green, A. J. (2006) A comparative study of egg mass and clutch size in the Anseriformes. *Journal of Ornithology* 147: 57-68.

- Freeman, S. and Herron, J. C. (2009) Seleção natural Darwiniana. Pp. 73-109 in S. Freeman and J. C. Herron *Análise evolutiva*. Porto Alegre: Artmed Editora.
- Giai, A. G. (1950) Notas de viagens. *Hornero IX (2)*: 121–164.
- Giai, A. G. (1951) Notas sobre la avifauna de Salta y Misiones. *Hornero IX (3)* : 247-276.
- Grand, J. B. and Flint, P. L. (1997) Productivity of nesting Spectacled Eiders on the lower Kashunuk River, Alaska. *Condor* 99: 926–932.
- Harding, J., Clapcott, J., Quinn, J., Hayes, J., Joy, M., Storey, R., Greig, H., Hay, J., James, T., Beech, M., Ozane, R., Meredith, A. and Boothroyd, I. (2009) *Stream habitat assessment protocols: for wadeable rivers and streams of New Zealand*. Christchurch: University of Canterbury.
- Hepp, G. R., Stangohr, D. J., Baker, L. A. and Kennamer, R. A. (1987) Factors affecting variation in the egg and duckling components of Wood Ducks. *Auk* 104: 435-443.
- Hoover, A. K., Dickson, D. L. and Dufour, K. W. (2010) Survival and nesting success of the Pacific Eider (*Somateria mollissima v-nigrum*) near Bathurst Inlet, Nunavut. *Canadian Journal of Zoology* 88: 511-519.
- Hoyt, D. F. (1979) Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk* 96: 73-77.
- Hughes, B., Dugger, B., Cunha, H. J., Lamas, I., Goerck, J., Lins, L., Silveira, L. F., Andrade, R., Bruno, S. F., Rigueira, S. and Barros, Y. (2006) *Action plan for the conservation of the Brazilian Merganser Mergus octosetaceus*. Brasília: MMA/IBAMA.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (2005) *Plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra*. Brasília: MMA/IBAMA.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (2014) *Sumário executivo do plano de ação nacional para a conservação do pato-mergulhão (Mergus octosetaceus)*. Brasília: MMA/ICMBio.
- IUCN (2015) *The IUCN red list of threatened species*. Version 2015-4. Downloaded from <<http://www.iucnredlist.org>> on 21/11/2015.
- Johnsgard, P. A. (2010a) *Ducks, geese, and swans of the world*. Lincoln: University of Nebraska Press.

- Johnsgard, P. A. (2010b) *Waterfowl of North America*. Lincoln: University of Nebraska Press.
- Johnson, D. H. (1979) Estimating nest success: the Mayfield method and an alternative. *Auk* 96(4): 651-661.
- Kellett, D. K. and Alisauskas, R. T. (1997) Breeding biology of King Eiders nesting on Karrak Lake, Northwest territories. *Arctic* 50(1): 47–54.
- Lack, D. (1967) The significance of clutch-size in waterfowl. *Wildfowl* 18: 125-128.
- Lamas, I. R. (2006) Census of Brazilian Merganser *Mergus octosetaceus* in the region of Serra da Canastra National Park, Brazil, with discussion of its threats and conservation. *Bird Conservation International* 16: 145-154.
- Lamas, I. R. and Santos, J. P. (2004) A Brazilian Merganser *Mergus octosetaceus* nest in a rock crevice, with reproductive notes. *Cotinga* 22: 38-41.
- Lins, L. V., Andrade, R. D., Ribeiro, F. and RIGUEIRA, S. E. (2011) Distribuição e biologia reprodutiva do pato-mergulhão (*Mergus octosetaceus*) na região da Serra da Canastra, Minas Gerais. *MG Biota* 4(3): 4-33.
- Livezey, B. C. (1995) Phylogeny and evolutionary ecology of modern seaducks (Anatidae: Mergini). *Condor* 97: 233–255.
- Maddock, I. (1999) The importance of physical habitat assessment for evaluating river health. *Freshwater Biology* 41: 373-391.
- Mallory, M. L. (2015) Site fidelity breeding habitats and the reproductive strategies of sea ducks. Pp. 337-364 in Savard, J-P. L., Derksen, D. V., Esler, D., Eadie, J. M. (eds) *Ecology and Conservation of North American sea ducks*. Boca Raton: CRC Press.
- Mayfield, H. F. (1961) Nesting success calculated from exposure. *Wilson Bulletin*, 73(3): 255-261.
- Mayfield, H. F. (1975) Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bulletin*, 87(4): 456-466.
- McKinney, F. and Evarts, S. (1998) Sexual coercion in waterfowl and other birds. *Ornithological Monographs* 49: 163-195.
- Miller, H. W. and Johnson, D. H. (1978) Interpreting the results of nesting studies. *Journal of Wildlife Management* 42(3): 471-476.
- Morse, T. E., Jakabosky, J. L. and McCrow, V. P. (1969) Some aspects of the breeding biology of the hooded merganser. *Journal of Wildlife Management* 33: 596-604.

- Oring, L. W. and Sayler, R. D. (1992) The mating systems of waterfowl. Pp. 190-213 in B. D. J. Batt, A. D. Afton, M. G. Anderson, C. D. Ankney, D. H. Johnson, J. A. Kadlec, and G. L. Krapu, eds. *Ecology and management of breeding waterfowl*. Mineapolis: University of Minnesota Press.
- Partridge, W. H. (1956) Notes on the Brazilian Merganser in Argentina. *Auk* 73(4): 473-488.
- Pearce, J. M., Eadie, J. M., Savard, J-P. L., Christensen, T. K., Berdeen, J., Taylor, E. J., Boyd, S., Einarsson, A. and Talbot, S. L. (2014) Comparative population structure of cavity-nesting sea ducks. *Auk* 131: 195-207.
- Perrins, C. M. (1977) The role of predation in the evolution of clutch size. Pp. 181-191 in B. Stonehouse, C. M. Perrins eds. *Evolutionary ecology*. London: MacMillan Education.
- Phillips, J. C. (1929) An attempt to list the extinct and vanishing birds of the Western Hemisphere with some notes on recent status, location of specimens, etc. Verh. VI Intern. Orn.-Kongress. Kopenhagen, 1926: 503-534 *apud* Partridge, W. H. (1956) Notes on the Brazilian Merganser in Argentina. *Auk* 73(4): 473-488.
- Phillips, L. M. and Powell, A. N. (2009) Brood rearing ecology of King Eiders on the North Slope of Alaska. *Wilson Journal of Ornithology* 121(2): 430-434.
- Quakenbush, L., Suydam, R., Obritschkewitsch, T., Deering, M. (2004) Breeding biology of Steller's Eiders (*Polysticta stelleri*) near Barrow, Alaska, 1991–99 *Arctic* 57(2): 166–182.
- Rahn, H., Krog, J. and Mehlum, F. (1983). Microclimate of the nest and egg water loss of the Eider *Somateria mollissima* and other waterfowl in Spitsbergen. *Polar Research* 1: 171-183.
- Ribeiro, F., Lins, L. V., Gomes, V. M., Nery, F. H. and Reis, E. S. (2011) Dispersão e maturidade sexual de *Mergus octosetaceus* Vieillot 1817 na região da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 19(3): 391-397.
- Ricklefs, R. E. (1984) Variation in the size and composition of eggs of the European Starling. *Condor* 86(1): 1-6.
- Robertson, G. J., Cooke, F., Goudie, R. I. and Boyd, W. S. (2000) Spacing patterns, mating systems, and winter philopatry in Harlequin Ducks. *Auk* 117(2): 229-307.
- Saether, B-E. and Bakke, O. (2000) Avian life history variation and contribution of demographic traits to the population growth rate. *Ecology* 81(3): 642-653.

- Sick, H. (1997) Famílias e espécies. Pp. 153-519 in H. Sick *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Silveira, L. F. and Bartmann, W. (2001) Natural history and conservation of the Brazilian Merganser *Mergus octosetaceus* at Serra da Canastra National Park Minas Gerais, Brazil. *Bird Conservation International* 11: 287-300.
- Vilaça, S. T., Redondo, R. A. F., Lins, L. V. and Santos, F. R. (2011) Remaining genetic diversity in Brazilian Merganser (*Mergus octosetaceus*). *Conservation Genetics* 13(1): 293-298.
- Wiebe, K. L., Koenig, W. D. and Martin, K. (2007) Costs and benefits of nest reuse versus excavation in cavity-nesting birds. *Annales Zoologici Fennici* 44: 209-217.
- Williams, M. (1991) Social and demographic characteristics of Blue Duck *Hymenolaimus malacorhyncos*. *Wildfowl* 42: 65-86.
- Winkler, D. W. and Walters, J. R. (1983) The determination of clutch size in precocial birds. Pp. 33-68 in R. Johnston ed. *Current Ornithology*. Berlin: Springer.
- Yamashita, C. and Valle, M. P. (1990) Ocorrência de duas aves raras no Brasil Central: *Mergus octosetaceus* e *Tigrisoma fasciatum fasciatum*. *Ararajuba* 1: 107-109.
- Zhengjie, Z., Han, X., Zhang, S., Wu, J. and Piao, Z. (1995) Breeding ecology of the Chinese Merganser in the Changbai Mountains, China. *Journal of Field Ornithology* 66: 54-59.