

Estratégias de Conservação da Família Cracidae ameaçadas de Extinção no Brasil: Estudos sobre Variabilidade Genética em Cativeiro e Reintrodução

Filipe Almeida Dias¹, Juliana Alves Ribeiro², Marina Portugal³

RESUMO

A família Cracidae está entre as famílias de aves mais ameaçadas em todos os biomas brasileiros, sendo assim, são extremamente sensíveis a degradações ambientais antrópicas, principalmente caça e desmatamento. Este trabalho faz uma revisão bibliográfica de estudos científicos relacionados ou que desenvolveram pesquisas de variabilidade genética e reintrodução na natureza de espécies em cativeiro. O manejo e monitoramento genético de populações cativas possibilitam o desenvolvimento de ações para o aperfeiçoamento dessas estratégias de conservação das espécies ameaçadas. A hibridização, a conservação *in situ* e *ex situ* são algumas das estratégias citadas para preservar uma população em declínio; também neste conceito, a análise das taxas de heterozigose é correlacionada aos níveis de crescimento, fertilidade e sobrevivência, sendo assim influem diretamente na conservação. A preservação de populações que estão drasticamente reduzidas depende fundamentalmente do modelo de estratégia de conservação definido como mais adequado para atender às necessidades de cada espécie.

PALAVRAS-CHAVE: *Ex situ*; Hibridização; *In situ*; Manejo; Reprodução.

¹ Bacharelado em Ciências Biológicas do Centro Universitário UNA. Belo Horizonte, MG. Email: filipeadidasb@gmail.com

² Bacharelada em Ciências Biológicas do Centro Universitário UNA. Belo Horizonte, MG.

Email: julianalvesribeiro@hotmail.com

³ Professora orientadora, Centro Universitário UNA. Belo Horizonte, MG. Email: marinaport@gmail.com

Conservation Strategies for Endangered Cracidae Birds in Brazil: Studies on Genetic Variability in Captivity and Reintroduction

Filipe Almeida Dias¹, Juliana Alves Ribeiro², Marina Portugal³

ABSTRACT

The Cracidae family is among the most threatened bird family in all Brazilian biomes, therefore, they are extremely sensitive to anthropogenic environmental degradation, mostly hunt and deforestation. This work makes a bibliographical review of related scientific studies or that developed researches of genetic variability and reintroduction in the nature of species in captivity. The management and genetic monitoring of captive populations enable the development of actions to improve these conservation strategies for endangered species. Hybridization, in situ and ex situ conservation are approached strategies to preserve a declining population; also in this concept, the analysis of heterozygosity rates is correlated with the levels of growth, fertility and survival, therefore they directly influence conservation. The preservation of populations that are drastically reduced depends fundamentally on the conservation strategy model defined as the most adequate to accord the needs of each species.

KEYWORDS: *Ex situ; Hybridization; In situ; Manegement; Reproduction.*

¹ Academic of Biological Sciences, Centro Universitário UNA. Belo Horizonte, MG. Email: filipeadiasb@gmail.com

² Academic of Biological Sciences, Centro Universitário UNA. Belo Horizonte, MG. Email: julianalvesribeiro@hotmail.com

³ Supervisor, Centro Universitário UNA. Belo Horizonte, MG. Email: marinaport@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os efeitos do crescimento populacional humano, bem como as estruturas para seu desenvolvimento, são alterações capazes de interferir na dinâmica dos ecossistemas, possuindo uma influência sobre as demais espécies. Aquelas que competem com o ser humano por recursos e por habitat têm suas populações ameaçadas, devido principalmente à caça ou a fragmentação e destruição de ambientes. Sendo assim, a ação antrópica é responsável por acelerar processos de extinção, sendo que espécies de distribuição mais restrita são as mais afetadas (MARTIN & KLEIN, 1984; REID & MILLER, 1989; SMITH ET AL., 1993; PRIMACK, 2001).

Espécies que possuem poucos indivíduos na natureza e indivíduos espalhados em diferentes áreas podem ter uma dificuldade maior nos encontros entre machos e fêmeas para a reprodução, que pode se tornar preocupante se levar a uma grande redução no tamanho populacional. Quando as populações remanescentes de uma espécie estão fora de unidades de conservação ou quando as populações estão em grande nível de ameaça a ponto de cada filhote ser vital para a manutenção da espécie (CONWAY, 1980; SEAL, 1988; RALLS & BALLOU, 2004), a preservação de uma espécie em condições artificiais, sob supervisão humana, definida como conservação *ex situ* torna-se muito importante (CONWAY, 1980).

A reprodução em cativeiro visa manter as espécies vivas, sem a necessidade de retirar nenhum indivíduo da natureza. Dessa forma, cruzamentos que promovam a variabilidade genética, baseados em estudos com marcadores moleculares de microssatélites, são de grande relevância para auxiliarem no processo de conservação (MMA, 2014).

Um dos grandes desafios para manutenção a longo prazo de uma espécie fora de seu ambiente natural é amenizar a perda de diversidade alélica e de heterozigose (FRANKHAM *et al.*, 2010). A perda de variabilidade é mais pronunciada em populações pequenas, como é o caso da maioria das populações mantidas em cativeiro, uma vez que são mais suscetíveis aos eventos de deriva genética, endocruzamento e efeitos fundadores (LAGANARO, 2013).

Dentre os efeitos negativos da perda de heterozigose está a maior probabilidade de que os indivíduos sejam homozigotos para alelos deletérios recessivos, o que implica em baixa resistência a doenças, baixas taxas de sobrevivência e de crescimento, anomalias

fenotípicas, tamanho reduzido dos adultos e baixa fertilidade. Além disso, a perda de diversidade alélica pode ter efeito na adaptação e especiação dos táxons frente a alterações do ambiente, uma vez que é essa diversidade que compõem o material necessário para adaptação a condições adversas (LAGANARO, 2013).

A conservação de populações de espécies em seu ambiente natural, conservação *in situ*, é de extrema importância para o equilíbrio do ecossistema. Para espécies que estão ameaçadas e com poucos indivíduos na natureza, o processo de reintrodução tem sido amplamente utilizado para minimizar a perda da biodiversidade que enfrenta a atual crise de extinção de espécies. Portanto, além de ajudar a proteger a biodiversidade, a reintrodução também busca restaurar processos ecológicos perdidos ou danificados no ecossistema (GAMA, 2015). O processo de reintrodução serve para ajudar a garantir a sobrevivência de longo prazo das espécies na natureza e para restaurá-los nos locais onde estão extintos (MMA, 2014).

O Brasil é considerado o país que possui a terceira maior biodiversidade de aves do mundo, mas também o maior número de espécies de aves ameaçadas de extinção (SILVEIRA, 2015). Dentre as espécies de aves, a família Cracidae da ordem Galliformes estão entre as mais ameaçadas em todos os biomas brasileiros, com algumas espécies que possuem poucos indivíduos na natureza e em cativeiro (SANTOS et al., 2009). Nesses locais esses animais são muito afetados pelas ações antrópicas como a caça, destruição e degradação do seu habitat (SILVEIRA; SOARES; BIANCHI, 2008).

A família Cracidae é neotropical e possui 54 espécies, distribuídas em 11 gêneros. (UNIVERSIDADE DE CORNELL, 2021). No território brasileiro podem ser encontrados quatro biótipos de Galliformes: Aracuãs, Jacus, Jacutingas e Mutuns (gêneros *Crax* e *Pauxi*) (LAGANARO, 2013). Atualmente, 19 espécies de Galliformes estão ameaçadas de extinção, devido à degradação do meio ambiente e a caça, dentre elas o Mutum-de-Alagoas (*Pauxi mitu*), Mutum-do-Sudeste (*Crax blumenbachii*), Jacu-de-Alagoas (*Penelope superciliaris alagoensis*), Jacu-de-Barriga-Castanha (*Penelope ochrogaster*), Jacucaca (*Penelope jacucaca*), Jacutinga (*Pipile jacutinga*) e Mutum-de- Penacho (*Crax fasciolata*) (SILVEIRA; SOARES; BIANCHI, 2008).

As espécies nativas de Galliformes tem uma importância ecológica na natureza, considerados grandes regeneradores de florestas e indicadores de qualidade do ambiente, por serem bastante sensíveis a alterações do seu ambiente (VARGAS, 2017).

Devido à importância ecológica dessas espécies no Brasil, em 2008 foi elaborado o Plano Nacional para Conservação dos Galliformes, que tinha como objetivo geral assegurar permanentemente a manutenção das populações e a distribuição geográfica das várias espécies (SILVEIRA; SOARES; BIANCHI, 2008). Dentre as ações sugeridas para chegar nesse objetivo geral, estavam ações relacionadas ao manejo em cativeiro e à reintrodução de espécies ameaçadas.

Este trabalho tem como objetivo fazer uma revisão dos estudos científicos publicados recentemente relacionados à variabilidade genética de indivíduos em cativeiro e à reintrodução das espécies Mutum-de-Alagoas, Mutum-do-Sudeste, Jacu-de-Alagoas, Jacu-de-Barriga-Castanha, Jacutinga e Mutum-de-Penacho.

METODOLOGIA

Este trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica de estudos científicos, na língua portuguesa ou inglesa, publicados entre os anos de 2005 a 2020. Esses trabalhos foram encontrados nas bases de dados SciELO, Portal CAPES, Google Scholar e Medline. Foram utilizados os seguintes termos de busca e suas diversas combinações, no idioma português e inglês: Conservação de Galliformes, Cracidae Galliformes, Cracidae, reintrodução e aves ameaçadas de extinção. Foram selecionadas publicações científicas relacionadas a estudos em cativeiro, manejo genético e reintrodução de Galliformes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 13 artigos que desenvolveram estudos sobre análises de variabilidade genética e estudos sobre reintrodução na natureza das espécies de Galliformes escolhidas (Tabela 1).

Tabela 1. Publicações científicas encontradas sobre análises genéticas e reintrodução de espécies de Galliformes ameaçadas de extinção nacional de acordo com a lista nacional de espécies ameaçadas (MMA, 2014) e mundialmente de acordo com a Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2021)

Nome popular	Nome científico	Estado de Conservação	Publicações científicas
Mutum-de-Alagoas	<i>Pauxi mitu</i>	Nacional e Mundial: Extinta na natureza (EW)	GAMA (2015) DAVANÇ O (2012)

Mutum-do-Sudeste	<i>Crax blumenbachii</i>	Nacional e Mundial: Em perigo (EN)	BERNARDO (2010) PAULISTA (2015) COSTA (2015) DIEGUES (2011) SÃO BERNARDO et al. (2014) RIOS et al. (2018)
Jacu-de-Alagoas	<i>Penelope superciliaris alagoensis</i>	Nacional: Criticamente em Perigo (CR)	THEL et al. (2015)
Jacu-de-Barriga-Castanha	<i>Penelope ochrogaster</i>	Nacional e Mundial: Vulnerável (VU)	STAFFORD et al. (2017)
Jacutinga	<i>Pipile jacutinga</i>	Nacional e Mundial: Em perigo (EN)	JUNIOR (2012) RIVERA (2016)
Mutum-de-Penacho	<i>Crax fasciolata</i>	Mundial: Vulnerável (VU)	LAGANARO (2013)

Descrição dos estudos realizados em cada espécie analisada

Mutum-de-Alagoas (*Pauxi mitu*)

O mutum-alagoano (*Pauxi mitu*), ave endêmica da Mata Atlântica do Nordeste do Brasil, atualmente extinto na natureza (MMA, 2014) (BIRDLIFE, 2018a), tornou-se um símbolo de conservação desse bioma por ser uma das aves mais ameaçadas do mundo. Acredita-se que essa espécie tenha desaparecido da natureza no início da década de 1980, devido ao desmatamento e à caça excessiva, embora o último registro confirmado na natureza tenha sido em 1979, quando cinco indivíduos foram capturados em Alagoas e trazidos para um privado criadouro localizado na cidade do Rio de Janeiro. Três desses indivíduos se reproduziram (um macho e duas fêmeas) e fundaram a atual população cativa, constituindo um dos gargalos mais severos já documentados para um animal selvagem que sobreviveu apenas comparável ao Peneireiro das Maurícias (*Psittacula bensoni*) (GAMA et al., 2015).

Em 1990, quando a população havia atingido 19 indivíduos (12 machos e 7 fêmeas), foram feitas reproduções em cativeiro para aumentar a população e evitar a extinção total da espécie. Como os mutuns são monogâmicos e havia um número superior de machos ao de fêmeas, alguns machos se reproduziram com fêmeas da mesma espécie e os machos em

excesso se reproduziram com fêmeas de outra espécie, ou seja, foram hibridados com as fêmeas do mutum-cavalo (*Pauxi tuberosa*), uma espécie mais comum na floresta Amazônica. Os híbridos de ambos os sexos eram férteis e demonstraram ser capazes de se reproduzir entre si ou com mutuns alagoanos dos pais, enquanto os retrocruzamentos com mutum-cavalo nunca foram permitidos. A introgressão do gene, também conhecida como "hibridação introgressiva", teve como objetivo formar uma população de reserva que poderia ser usada no futuro para resolver problemas de depressão por endogamia em potencial, apesar de possuir indivíduos híbridos. A hidridização também foi feita para manter o excesso de machos sexualmente ativos, já que é relatado que mutuns nascidos em cativeiro perdem sua libido se não forem emparelhados no início de sua vida fértil. Embora a hibridização tenha sido intencional, nos anos subsequentes, indivíduos puros, híbridos, gerações posteriores de híbridos e retrocruzamentos foram produzidos deliberadamente sem registros de linhagem (GAMA et al. 2015).

Em 1999, os 44 indivíduos foram transferidos para dois novos criadouros em Minas Gerais. Desde então, o uso de mutum-cavalo cessou, e os cruzamentos priorizaram indivíduos com o fenótipo Alagoas, embora espécimes com fenótipos híbridos tenham sido frequentemente cruzados com mutuns alagoanos típicos quando um membro de um par era infértil (GAMA et al. 2015).

Em 2012, Davanço identificou que a técnica de microssatélites consegue identificar híbridos de *P. mitu* e realizar o monitoramento e manejo genético da população em cativeiro, possibilitando o desenvolvimento de recomendações e ações para a conservação desta espécie ameaçada da fauna brasileira. Através do uso dessa técnica foi identificado os híbridos e realizado o monitoramento e manejo genético, a população cativa de *P. mitu* apresentou um alto nível de indivíduos híbridos como esperado. Foram coletadas 151 amostras de sangue, 121 das quais eram de toda a população *P. mitu* em cativeiro, 21 indivíduos de *P. tuberosa* da população cativa da Fazenda Poços de Caldas e nove amostras de *P. tuberosa* fornecidas pelo MZUSP (Museu Zoológico da Universidade de São Paulo). Dos 121 indivíduos, 66 (54,6%) podem ser considerados híbridos por análise molecular e morfológica combinada e 55 possíveis puros, representando 45,4% de todo o plantel da espécie. Considerando apenas a população pura, torna-se a ave mais ameaçada do Brasil, superando a Ararinha Azul, *Cyanopsitta spixii* (n = 60) (DAVANÇO, 2012).

Mutum-do-Sudeste (*Crax blumenbachii*)

O mutum-do-sudeste (*Crax blumenbachii*) é uma ave endêmica da Mata Atlântica, a qual

era encontrada nas regiões que vão do Rio de Janeiro até o sul da Bahia, chegando ao leste do estado de Minas Gerais (ALVAREZ & DEVELEY, 2010). Atualmente, esta espécie é considerada em perigo de extinção nacionalmente no Brasil (MMA, 2014), e mundialmente (BIRDLIFE, 2016a) globalmente devido à sua distribuição disjunta e à diminuição contínua da população na área onde ocorre.

Esta espécie de mutum tem sofrido muito com a caça em toda a região neotropical e, como passa a maior parte do tempo no solo da floresta, é uma presa fácil para outros animais selvagens e também é particularmente suscetível à destruição do habitat. A população total na natureza é estimada em até 250 indivíduos e, conseqüentemente, o mutum-do-sudeste está em perigo de extinção. Assim, conforme cita Costa (2015), a sua população está diminuindo devido à caça e ao desmatamento, e possivelmente já foi extinguida de Minas Gerais (ALVAREZ e DEVELEY, 2010).

Foi reintroduzido recentemente no Rio de Janeiro por meio de indivíduos criados em cativeiro. Dessa forma, as populações em cativeiros são de extrema importância para conservação do mutum-do-sudeste. Conforme pontua Rios et al. (2018), na década de 1990, a espécie foi classificada como "Criticamente Ameaçada", mas após a reintrodução bem-sucedida de aves criadas em cativeiro, o mutum-de-bico-vermelho atendeu aos critérios para o status de "Em perigo" (pelo menos duas populações de mais de 50 indivíduos).

Um programa de reprodução e reintrodução em cativeiro restaurou algumas populações na parte sul da distribuição da espécie em 2003, mas a maioria dessas reintroduções foram mal planejadas, conduzidas sem estratégia de liberação suave ou monitoramento pós-lançamento. Assim, o futuro desta espécie depende da proteção das populações sobreviventes e do estabelecimento de novas populações por meio da reintrodução de animais criados em cativeiro (RIOS et al., 2018).

Entre 2006 e 2008, 46 aves marcadas com rádio, fornecidas pelo Criadouro CRAX Brasil, de Belo Horizonte, foram soltas na Reserva Ecológica do Guapiaçu (PAULISTA, 2015), no estado do Rio de Janeiro. O monitoramento sistemático de longo prazo por 25 meses permitiu a coleta de dados relevantes para Análise de Viabilidade Populacional (PVA) sobre sobrevivência, tamanho da área de vida, interação social e seleção de habitat indicando que as atuais populações reintroduzidas são autossustentáveis ao longo prazo (BERNARDO et al., 2014)

O projeto na Reserva Ecológica do Guapiaçu (REGUA) foi o primeiro a incluir monitoramento pós-liberação para esta espécie. A sobrevivência anual média para mutum-do-sudeste reintroduzidos na REGUA foi de 75% (SÃO BERNARDO et al., 2014). O estudo de São Bernardo et al. (2014) indicou altas probabilidades de sobrevivência pós-liberação, as quais confirmam a importância de uma estratégia de liberação suave na reintrodução da espécie; combinando os resultados de vários modelos estatísticos, os autores propuseram uma estratégia de liberação ideal para esta espécie que inclui 47 dias de aclimação em um recinto de liberação suave seguido pela liberação de 10 indivíduos por coorte.

Outro projeto que se destaca na conservação dessa espécie foi o desenvolvimento de um protocolo de reprodução em cativeiro elaborado pela Sociedade de Pesquisa da Fauna Silvestre (CRAX), que tem como plano de ação o manejo genético da espécie. Esse programa de reintrodução no Brasil pode ser considerado um bom modelo para o desenvolvimento de futuros projetos de reintrodução no Brasil, tendo como foco a conservação do mutum-do-sudeste (SILVEIRA et al., 2005; COSTA, 2015).

A análise de Costa (2015), mostrou que existe estrutura genética entre os criadouros e determinou as duas amostras mais adequadas. 29 indivíduos são atribuídos ao grupo 1 e 82 indivíduos são atribuídos ao grupo 2. A análise mostrou que a heterozigosidade do grupo 2 é altamente excessiva, indicando que pode ter um gargalo ocorrido nesta linhagem, mas não mostrou a ocorrência de gargalos do grupo 1, não havendo excesso significativo de heterozigotos.

Existem duas linhagens distintas em cativeiro, que impactam os programas de reprodução em cativeiro e reintrodução. Com base nessa análise genética, Costa (2015) recomenda que a população seja administrada como uma unidade independente, mas indivíduos de unidades diferentes devem ser cruzados para aumentar a taxa de sucesso da reintrodução.

Jacu-de-Alagoas (*Penelope superciliaris alagoensis*)

O jacu-de-alagoas (*Penelope superciliaris alagoensis*), ave endêmica da Mata Atlântica, se distribui no litoral dos estados de Alagoas e Pernambuco ao nordeste do Brasil. A espécie é considerada como criticamente em perigo em decorrência do alto índice de caça a sua espécie e perda de habitat (MMA, 2014). Conforme dados do ICMBio (2018), estima-se que sua população seja em torno de menos de 250 indivíduos maduros, com menos de 50 deles em cada subpopulação.

No passado, a perda de habitat era uma ameaça muito importante, visto que mais de 95% do habitat potencialmente adequado para esta espécie já desapareceu. Contudo, considera-se que atualmente a ameaça mais importante à espécie pode ser a caça, o que torna a sua conservação extremamente importante (SILVEIRA, 2008).

De acordo com o relatório intitulado: "Avaliação *ex situ* para planejamento integrado de conservação para Galliformes e Tinamiformes no Brasil" (BRASIL, 2020), há registros de 63 indivíduos da espécie em nove instituições, a maioria delas no Criadouro Científico para Conservação da CESP Paraibuna (40 indivíduos) e Criadouro Marcelo Nascimento (10 indivíduos). As aves foram encontradas em cativeiros ilegais em Pernambuco e Alagoas. Apesar da existência de indivíduos em cativeiro, não foram encontradas publicações sobre a variação genética da população *ex situ*.

Tendo em vista à importância de sua conservação, a subespécie está incluída atualmente no Plano Nacional de Ação para Conservação das Aves da Mata Atlântica. O referido plano recomenda o monitoramento da população selvagem. Quanto à relevância do manejo *ex situ*, as discussões sobre a possível contribuição da mesma para esta espécie ainda estão em andamento (BRASIL, 2020). Silveira (2008), pontua que recuperação e proteção das áreas de sua ocorrência são alternativas para sua conservação.

Segundo Thel et al. (2015) não há nenhum programa de reprodução realizada em cativeiro, para a reintrodução e preservação da espécie.

Jacu- de- Barriga- Castanha (*Penelope ochrogaster*)

O jacu-de-barriga-castanha (*Penelope ochrogaster*), ave endêmica do Cerrado, tem sua distribuição ao longo do Oeste de Minas Gerais e Goiás, até o estado do Mato Grosso. Atualmente, não se tem registro da espécie em Minas Gerais ou Goiás, sendo que o norte do Pantanal de Mato Grosso, especialmente a região de Poconé, é a fonte dos registros mais recentes e parece ser o reduto da espécie (ANTAS, 2006).

Em decorrência da caça e da alteração de seu habitat, o jacu-de-barriga-castanha é considerada uma espécie em perigo (MMA, 2014) e mundialmente considerada vulnerável (BIRDLIFE, 2016b), especialmente porque a sua situação em cativeiro é dita como crítica, visto que os poucos exemplares em cativeiros são híbridos com *P. pileata* (ANTAS, 2006). Não foram encontradas publicações sobre a variação genética da população *ex-situ*.

Conforme cita o Plano de Ação Nacional para a Conservação de Galliformes Ameaçados de Extinção, o jacu-de-barriga-castanha foi registrado na periferia do Parque Nacional do Pantanal do Parque Nacional do Araguaia. Encontra-se no Parque Estadual do Cantão e está totalmente protegida pela Reserva Particular do Patrimônio Natural do SESC Pantanal (BRASIL, 2008)

Neste sentido, as ações como o levantamento para avaliar a distribuição atual da espécie e verificar sua ocorrência no Parque Nacional do Araguaia, onde não há trabalhos recentes abrangentes, são ferramentas de grande auxílio para sua conservação (ANTAS, 2006).

Mutum-de-Penacho (*Crax fasciolata*)

O mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*) tem sua ocorrência evidenciada principalmente em vegetação de florestas semi-decíduas e matas de galeria, pode ser localizado entre o leste-central e sul do Brasil assim como no Paraguai, Bolívia e Argentina (Sick, citado por LAGANARO, 2013). Possui hábito terrestre, ocorre também com frequência em fragmentos de floresta (bordas ou pequenas clareiras), identifica-se por ter preferência a proximidade a cursos d'água (LAGANARO, 2013). O estado de conservação mais conhecido de ameaça dessa espécie é vulnerável (BIRDLIFE, 2016c) . É uma espécie muito valorizada para a caça, porém não há dados para considerar o efeito da atividade em questão no declínio das populações na natureza (LAGANARO, 2013). No Brasil, apenas a subespécie *Crax fasciolata pinima* faz parte da lista de espécies ameaçadas nacionalmente, como criticamente ameaçada de extinção (MMA, 2014). Porém, não foram encontrados dados específicos para a subespécie.

A primeira análise de uma população natural de cracídeo com marcadores microssatélites foi feita com essa espécie, no trabalho desenvolvido por Laganaro (2013). Foi analisada a variabilidade genética de uma população na natureza de mutum-de-penacho, utilizando marcadores moleculares microssatélites, com o intuito de comparar com os indivíduos mantidos em cativeiro da população fundadora de mutum-de-penacho na natureza com sua prole, bem como com a população de cativeiro os valores de riqueza alélica foram comparados para estimar a riqueza genética (LAGANARO, 2013).

Foram coletadas amostras de sangue de 19 indivíduos de mutum-de-penacho originária da região do rio Paraná, e amostras de 14 indivíduos de *C. fasciolata* do Criadouro Científico e Cultural de Poços de Caldas, compondo a população considerada de cativeiro. Além disso,

seis indivíduos capturados na natureza (LAGANARO, 2013).

A prole gerada a partir dos indivíduos fundadores vindos da natureza mantiveram os níveis de variabilidade de seus parentais, evidenciando que o manejo realizado em cativeiro, visando a conservação da espécie, é eficiente e esses indivíduos, após realizadas demais análises, poderão ser indicados para programas de reintrodução em ambiente natural de ocorrência do mutum-de-penacho (LAGANARO, 2013). Apesar de que populações já estabelecidas em cativeiro, com origens distintas, poderiam sofrer mais com efeitos de deriva genética e endogamia, a conservação *ex situ* para o *Crax fasciolata* vem conseguindo manter em um ambiente artificial as mesmas condições necessárias para a manutenção da variação em um ambiente natural da espécie. O manejo realizado em cativeiro, visando a conservação dessa espécie, é eficiente e esses indivíduos, após realizadas demais análises, poderão ser indicados para programas de reintrodução em ambiente natural de ocorrência do mutum-de-penacho (LAGANARO, 2013).

Avaliou-se a viabilidade das populações abordadas em função do benefício do manejo genético e a sua capacidade de promover maiores probabilidades de sobrevivência ao longo das gerações. Em um primeiro momento, sugere-se que o manejo reprodutivo seja realizado dentro de cada criadouro, tendo como foco o aumento da variabilidade genética em cada um deles (por meio de recombinações que visam o aumento de frequências alélicas abaixo dos 10%). Translocações futuras entre os criadouros podem ser uma possibilidade, desde que possam seguir as tabelas propostas nesse trabalho (de alelos raros) e que sejam gerenciadas por um plano de ação nacional (LAGANARO, 2013).

Foi analisada a variabilidade genética de uma população natural de mutum-de-penacho, além da variabilidade de indivíduos cativos; foi testada a variabilidade genética dos indivíduos fundadores oriundos de população natural, foi considerada maior do que a das suas proles apesar de não comprovado. Apesar de o teste estatístico apontar que os níveis de variabilidade entre os fundadores e suas proles não diferem significativamente, a variabilidade genética vem sendo mantida ao longo das gerações (LAGANARO, 2013).

É necessário um esforço de manejo reprodutivo focado em indivíduos que possuem níveis de heterozigose individual elevados, a fim de se obter uma população entre 60 a 80 indivíduos aptos a ser fundada em uma área de ocorrência antes natural para a espécie, ou compor suplementos demográficos nas populações já existentes, é essencial que as técnicas de manejo desenvolvidas em cativeiro possam visar, futuramente, a reintrodução das novas gerações de mutum-de-penacho, adequando esses indivíduos para a

sobrevivência em ambiente natural, Essas informações se incorporadas ao programa de conservação *ex situ* podem aumentar a precisão das decisões visando a manutenção da diversidade alélica e heterozigose da população, além de estabelecer novos e mais elevados parâmetros de manejo para a recuperação de espécies ameaçadas da fauna brasileira (LAGANARO, 2013). Os dados gerados no trabalho de Laganaro (2013) apontam a necessidade de um manejo em cativeiro mais efetivo e uma conservação de suas áreas de ocorrência natural.

Jacutinga (*Pipile jacutinga*)

A *P. jacutinga* uma espécie de ave frugívora, possui grande porte e se encontra atualmente em risco de extinção em função principalmente da caça e da degradação de seu habitat. Esse Galliforme é endêmico da Mata Atlântica, nos dias de hoje se encontra no Estado de São Paulo com distribuição reduzida e populações isoladas. Por seu nível de ameaça é um fator importante na manutenção do ambiente florestal, é visada para planos de conservação que visam sua criação artificialmente para ser posteriormente libertada ou reintroduzida no ambiente original da espécie (RIVERA, 2016).

Seu estado de conservação atual, no Brasil e no mundo, é considerado em perigo de extinção (MMA, 2014) (BIRDLIFE, 2018b). Em função das ameaças severas e os poucos indivíduos restantes em vida livre, devem ser realizadas atitudes de conservação com prioridade e urgência muito alta para essa espécie (BROOKS & STRAHL, citado por JUNIOR, 2012).

A jacutinga está relativamente segura em termos demográficos em cativeiro, sendo mais de 150 exemplares distribuídos em cinco criadouros no Brasil. Com a facilidade de reprodução em cativeiro, acredita-se que todos os exemplares sejam descendentes de poucos casais fundadores e isso é determinante para o quanto de variabilidade genética pode ser mantida em uma população cativa (JUNIOR, 2012).

Os estudos basearam-se em cinco mantenedores dessa espécie, Criadouro Científico e Cultural de Poços de Caldas (MG), Criadouro da Companhia Energética de São Paulo (SP), Criadouro Crax Brasil (MG), Criadouro Tropicus (RJ) e o Criadouro Conservacionista Guaratuba (PR), onde foram fornecidas para a pesquisa as amostras para extração de DNA (JUNIOR, 2012).

Foram analisados 146 indivíduos de jacutinga em cativeiro com possibilidades reprodutivas, porém, avaliando o tamanho efetivo da população, verifica-se que é reduzido, mas não extremamente baixo. Representados por 20,7% da população total de jacutingas. A porcentagem de heterozigose acumulada em cativeiro em 100 anos (33,3 gerações), levando em conta o período de geração de cracídeos (3 anos), a população será de 45%, este valor se encontra bem distante do ideal que seria se manter em 90% da variação genética em 100 anos (FRANKHAM *et al.*, 2010).

Junior (2012), também apresentou sugestões de novos pareamentos, apontou indivíduos aptos à reintrodução de acordo com as respostas genéticas e gerou informações que podem ser utilizadas para iniciar a criação de um *studbook* da espécie. Há outras variáveis que ainda devem ser levantadas como a idade dos animais, questões de manejo no criadouro, aceitação entre os novos casais, nível de adaptação ao cativeiro, entre outros fatores. Devido a imprecisão do conhecimento da variabilidade natural desta espécie, as populações de cativeiro apresentarem estruturação genética e a necessidade de um elevado número de casais para se manter toda a variação genética existente na população cativa de jacutinga, o manejo de readequação deve ser feito dentro de cada criadouro, para aumentar a variabilidade genética em cada um deles; os resultados deverão ser mensurados através da genotipagem das novas gerações de filhotes. Para que populações possam ser fundadas na natureza com pelo menos 80 indivíduos, animais com melhores níveis de heterozigose individual precisam ser produzidos (JUNIOR, 2012).

A geração de filhotes oriundos de casais de cativeiro necessita de criação dentro de um contexto de preparação para a introdução na natureza, assim as técnicas de manejo precisam ser adequadas para tal objetivo (JUNIOR, 2012).

No trabalho desenvolvido por Rivera (2016) foi utilizado etogramas em um programa de treinamento pré-soltura em um centro de conservação de Aves Silvestres (Paraibuna, São Paulo) e em um viveiro de reabilitação do projeto jacutinga (São José dos Campos, São Paulo) (RIVERA, 2016).

Para o desenvolvimento do etograma foram feitas observações de todas as ocorrências, *ad libitum*, dos 31 espécimes dos viveiros de fase de pré-soltura em Paraibuna. Seguindo essa metodologia, foram registrados todos os comportamentos durante as observações (no viveiro de reabilitação foi desenvolvido ambientação, socialização, treinamentos alimentares avaliação comportamental, treinos de voo e reconhecimento de predadores para reintrodução na natureza na posteridade (RIVERA, 2016).

A conservação *in situ* deve ser realizada para que o trabalho de reprodução *ex situ* possa obter o seu objetivo, de forma que, antes que qualquer animal seja solto, as áreas naturais da Mata Atlântica selecionadas para reintrodução precisam ser totalmente protegidas da caça. Outras ações de conservação para esta espécie incluem a reintrodução e a translocação do animal para áreas onde ele não pode mais ser encontrado e a manutenção de populações em cativeiro controladas pelo *studbook* (JUNIOR, 2012).

Aspectos gerais da conservação das espécies analisadas de Galliformes Conservação *ex-situ* e monitoramento genético

A conservação de uma espécie tem se tornado cada vez mais um desafio e cada vez mais urgentes os esforços para conservação da fauna tanto *in situ* quanto *ex situ*. Por esse motivo, a manutenção de indivíduos de espécies ameaçadas de extinção em cativeiro tornou-se uma importante estratégia de conservação (DAVANÇO, 2012).

As espécies de Galliformes abordadas neste trabalho apresentam uma população em cativeiro que contribuem para a conservação de cada espécie e há uma quantificação aproximada de indivíduos. O mutum-de-alagoas, de acordo com GAMA (2015) detêm 145 espécimes em cativeiros (AVELAR AZEREDO & SIMPSON, 2014). O mutum-do-sudeste não possui um número exato de exemplares, porém é a que possui a maior quantidade dos mesmos, com indivíduos em 27 criadouros pelo mundo (BERNARDO, 2010). O jacu-de-alagoas possui 63 indivíduos em cativeiros (BRASIL, 2020). O jacu-de-barriga-castanha não possui uma quantificação em função da sua situação crítica em número de exemplares em cativeiro. O mutum-de-panacho possui 70 indivíduos nos criadouros (LAGANARO, 2013). A jacutinga possui 150 exemplares em cativeiros (JUNIOR, 2012). De acordo com a revisão bibliográfica feita nesse estudo, apenas o jacu-de-barriga-castanha possui poucos indivíduos em cativeiro.

Dentre suas funções, a conservação *ex situ* garante refúgio final para muitas espécies ameaçadas, compõe reservas demográficas ou genéticas (mantendo indivíduos em condições de compor populações viáveis ao longo do tempo e garantir programas de reintrodução), promove pesquisas sobre a biologia das espécies (tanto para estudos de comportamento, desenvolvimento e aprimoramento de técnicas de manutenção em cativeiro, como o desenvolvimento de dietas especializadas e estudos genéticos, microbiológicos, dentre outros) e a educação ambiental (LAGANARO, 2013).

A principal estratégia utilizada nos programas de monitoramento genético é impedir a ocorrência de endocruzamentos nas populações em cativeiro, principalmente. Para isso é fundamental informações sobre as genealogias dos *studbooks*, o que permite evitar o acasalamento entre indivíduos aparentados (Jones et al. 2002, citado por LAGANARO, 2013).

De todas as espécies citadas neste estudo foram encontrados estudos de monitoramento genético para sua maioria, com exceção do jacu-de-barriga-castanha e jacu-de-alagoas.

Quanto a perda de heterozigose, baseando-se nos estudos genéticos encontrados para essas espécies, foi observado que para o mutum-do-sudeste e mutum-de-penacho não houve perda de heterozigose. Para a jacutinga houve perda de heterozigose comprovada. Para o jacu-de-barriga-castanha e o jacu-de-alagoas não há estudos que comprovem ou evidenciem a perda ou não de heterozigose em populações em cativeiro.

Um dos grandes desafios para a propagação em longo prazo de animais em zoológicos e criadouros conservacionistas é amenizar a perda de diversidade alélica e de heterozigose (LAGANARO, 2013). Estas perdas ocorrem porque as populações de cativeiro são geralmente menores do que as populações fonte, e quanto menor uma população, mais exposta ela se torna aos efeitos da deriva genética, endocruzamento e efeitos fundadores (LAGANARO, 2013).

A perda de heterozigose resulta em efeitos negativos por tornar maior a probabilidade de que os indivíduos sejam homozigotos para alelos deletérios recessivos, o que implica em baixa resistência a doenças, baixas taxas de sobrevivência, baixas taxas de crescimento, anomalias fenotípicas, tamanho reduzido dos adultos e a baixa fertilidade (LAGANARO, 2013).

Além das análises genéticas, variáveis como idade dos animais, manejo dos criadores, aceitação entre os novos casais formados, adaptação ao cativeiro, também são indispensáveis para o sucesso final de novos pareamentos (LAGANARO, 2013).

Devido ao grande risco de heterozigose em populações pequenas, alguns estudos com espécies de Galliformes ameaçados fizeram hibridização com espécies aparentadas. O mutum-de-alagoas foi hibridizado com outra espécie intimamente relacionada. Como a espécie se extinguiu na natureza, o número de indivíduos em cativeiro era muito pequeno, portanto, descobriu-se que a estratégia para evitar a extinção total dessa espécie era a

hibridização. Hoje em dia a população em cativeiro tem grande parte da população de indivíduos híbridos (*P. mitu*), podendo ser úteis no futuro, caso ocorram problemas na reprodução de espécies puras (DAVANÇO, 2012). O jacu-de-barriga-castanha também teve evento de hibridização, mas não foram encontradas informações de como está a porcentagem de híbridos na população em cativeiro (ANTAS, 2006).

A hibridização natural e a introgressão gênica desempenham um papel significativo na evolução de muitas taxa. No entanto, as atividades humanas como a modificação do habitat e a introdução de espécies exógenas de plantas e animais podem eliminar artificialmente o isolamento reprodutivo entre os organismos. Esta estratégia ajuda a aumentar a variabilidade genética da população existente. A interrupção resultante dos complexos adaptativos tornou-se uma grande preocupação para os praticantes da conservação porque tem prejudicado um número crescente de populações e espécies em todo o mundo e é especialmente prejudicial quando uma espécie rara entra em contato com outra mais abundante.

Reintrodução

As reintroduções estão cada vez mais sendo usadas como uma ferramenta de gestão da vida selvagem para salvaguardar as populações selvagens em habitats adequados. As diretrizes para a reintrodução de Galliformes para fins de conservação foram desenvolvidos para fornecer princípios orientadores para a restauração das populações de Galliformes na natureza para fins de conservação. Deve-se notar desde o início que a reintrodução é difícil, cara e requer um compromisso de longo prazo para ter sucesso (BEZERRA et al., 2011).

O principal objetivo de qualquer programa de reintrodução de espécies para fins de conservação é estabelecer uma população selvagem autossustentável, definida como aquela com alta probabilidade de persistência e taxa de crescimento estocástico positivo (BERNARDO, 2010).

Até 2006, poucas reintroduções levaram a populações Galliformes autossustentáveis (CLAY, OREN, 2006). Nessa revisão bibliográfica, encontramos apenas um estudo que documentou a reintrodução do mutum-do-sudeste que foi do Bernardo, 2010. Outros trabalhos ainda estão sendo realizados como o do mutum-de-alagoas, mas há apenas notícias na mídia falando sobre a soltura das aves e ainda não há publicações científicas mostrando mais detalhes sobre a reintrodução (PORTAL G1, 2017).

O estudo de reintrodução e monitoramento sistemático do mutum-do-sudeste mostrou que a avaliação do sucesso dos programas de reintrodução requer bons dados de monitoramento pós-liberação de longo prazo, pois permitem oportunidades de modelagem, como análise de viabilidade populacional (PAULISTA, 2015). No estudo de Bernardo (2010), os mutuns reintroduzidos na REGUA entre agosto de 2006 e outubro de 2008 tiveram uma alta probabilidade de sobrevivência anual de 75% (variando entre 63 e 84%) e foi observado evidências nos comportamentos de reprodução na natureza.

Uma das principais causas de morte dos mutuns reintroduzidos foi a predação por animais nativos. A perda é esperada, pois este é um processo ecológico natural, geralmente registrado para Galliformes locais, em função da sua reintrodução, a sua translocação e introdução. Informações sobre a sobrevivência das aves reintroduzidas são críticas para avaliar o fracasso e o sucesso do projeto e assim ter um melhor planejamento para reintrodução na área do estudo e de outras áreas. (BERNARDO, 2010)

O estudo sobre o mutum-de-alagoas fez uma análise satisfatória na identificação de híbridos presentes no plantel. Mesmo que haja híbridos, incluindo retrocruzamentos, a população em cativeiro de *P. mitu* ainda possui indivíduos puros e devem ser usados principalmente para o programa de reprodução fora do local desta espécie (DAVANÇO, 2012). Considerada a espécie mais ameaçada de extinção, as aves de *P. mitu* híbridas podem ser úteis no futuro, caso existam problemas na reprodução da população pura, podendo ser utilizados como amas de crias, por exemplo. Gama (2015), sugere em seu trabalho que esses indivíduos híbridos morfologicamente sejam protegidos e utilizados de forma a aumentar a renovação anual dos puros, assim sendo utilizados em programas de educação ambiental, em seu local de origem (Estado de Alagoas), e distribuídos aos principais Zoológicos em outros estados brasileiros.

Ao considerar um projeto de reintrodução para fins de conservação, é essencial observar alguns fatores-chave para garantir que o projeto seja apropriado. Isso inclui fatores como: a disponibilidade de habitat adequado (incluindo locais de nidificação); a identificação e eliminação de causas anteriores de declínio; a composição genética dos indivíduos destinados à liberação em relação à população selvagem no local de lançamento e como o projeto contribuiria para os objetivos legislativos locais e nacionais para a biodiversidade e conservação (CLAY & OREN, 2006).

Na maioria dos casos, seria aconselhável um estudo de viabilidade com base em objetivos

e metas claramente definidos. Além disso, pesquisas adequadas devem ser conduzidas na biologia das espécies envolvidas, bem como as questões socioeconômicas e políticas de tal projeto. Os estágios de pré-lançamento e lançamento devem: desenvolver uma equipe multidisciplinar bem coordenada para supervisionar todo o projeto; avaliar totalmente todas as questões biológicas, como armadilhas, transporte, técnicas de criação (se necessário), triagem de comportamento, saúde e genética; garantir apoio político adequado e obter as licenças necessárias e preparar orçamentos e um programa eficaz de conscientização pública (THEL et al., 2015).

É fundamental que todo o conhecimento disponível sobre a espécie seja coletado, de populações selvagens e cativas. Isso deve incluir o status atual e histórico da população, distribuição, tendências e ameaças, uso do habitat, grau de variação intraespecífica, sistemas sociais, tamanho da área de vida, requisitos de abrigo e alimentos, comportamento de forrageamento e alimentação, predadores e doenças às quais eles são considerados suscetíveis. Além disso, os conhecimentos relacionados às espécies de Galliformes podem ajudar a melhorar o sucesso na tomada de decisões e na reintrodução (MARTINS, 2006).

É de fundamental importância também a avaliação de aptidão pré-soltura dos indivíduos, pois influi diretamente na taxa de sobrevivência com conhecimento de comportamentos que expressam habilidades de sobrevivência na natureza (RIVERA, 2016). Apesar de terem estudos de reintrodução com mutum-do-sudeste (BERNARDO, 2010), foi encontrado apenas um estudo de aptidão pré-soltura com outra espécie a jacutinga (RIVERA, 2016), que não possui estudos mencionando a reintrodução.

Esta deve reduzir o risco de que os erros cometidos em outros projetos sejam repetidos. É fundamental identificar a história e as causas do declínio ou extinções locais na natureza. É inevitável que falte conhecimento biológico para as espécies ameaçadas, mas todos os esforços devem ser feitos para documentar seus traços de história de vida. Além disso, as condições nos locais de liberação propostos devem ser avaliadas para garantir que as aves fundadoras não serão afetadas por doenças pré-existentes ou que não irão introduzir novos riscos à saúde no meio ambiente, outras espécies ou populações existentes que podem ser suscetíveis à transmissão de doenças (BEZERRA et al., 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, cerca de metade das espécies de Galliformes no mundo é mantida em cativeiro, o que possibilita o planejamento e execução de ações de manejo que visam à melhoria do estado de conservação das espécies em algum nível de risco.

As populações ameaçadas devido à caça, fragmentação e destruição de ambientes assim como as ações antrópicas são responsáveis por alavancar processos de extinção, em especial espécies mais sensíveis por caracterizarem-se por serem mais restritas.

Os estudos levantados nesse trabalho apontaram que a conservação *ex situ* demonstra ser uma excelente estratégia de conservação por poder garantir a sobrevivência para algumas espécies quando estas se encontram em grave declínio de indivíduos na natureza, fato que prejudica a reprodução natural e a com isso a impossibilidade de comporem uma população estável.

O manejo genético contribui a assegurar melhores chances em acasalamentos, maximizando a heterozigidade e mantendo a riqueza alélica. As relações de parentesco e níveis de variabilidade genética para cada indivíduo apontam melhores pareamentos dentro de criatórios e indivíduos que estão aptos para reintrodução.

Evidentemente, espécies mantidas em cativeiro que serão direcionadas para a realização deste processo de reintrodução no meio ambiente precisam ser observadas, cuidados devem ser tomados para que todo o trabalho não seja perdido e que essa estratégia seja a melhor escolha. Um estudo do local alvo da reintrodução deve ser realizado (caça, preservação ambiental, controle e fiscalização) para que a reintrodução tenha sucesso.

Além das estratégias analisadas nesse estudo para a conservação de Galliformes, a proteção das áreas naturais onde há ocorrências das espécies é extremamente importante para salvaguardar e para que a reintrodução tenha êxito. Compreender melhor a variabilidade dos padrões de caça, bem como os fatores que podem ser usados para predizê-los, é importante também para desenvolver estratégias de conservação *in situ*. Mesmo que a conservação *in situ* seja uma excelente opção para algumas espécies, quando se trata de espécies que estão drasticamente reduzidas, a preservação de populações de espécies ameaçadas pode necessitar também da conservação de indivíduos em cativeiro.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a nossa orientadora Marina Portugal pelo incentivo a realizar o Trabalho de Conclusão de Curso, pelas suas correções e sugestões propostas para melhoria deste trabalho e pelo seu suporte e dedicação no pouco tempo que lhe coube.

REFERÊNCIA

ALVAREZ, A. D., DEVELEY, P. F. Conservação do Mutum-do-Sudeste (*Crax blumenbachii*)-Cinco anos de implementação do Plano de Ação. **São Paulo: SAVE Brasil**, 2010.

ANTAS, P. de T. Z. Chestnut-bellied Guan (*Penelope ochrogaster*). In: BROOKS, D. M. (Ed.). Conserving Cracids: the most threatened family of birds in the Americas. Houston, Texas: Misc. Publ. Houston Mus. Nat. Sci. n. 6, p. 75-78, 2006.

AVELAR AZEREDO, R. M.; SIMPSON, J. G. P. Rearing the Extinct in the Wild Alagoas Curassow *Pauxi mitu* for future reintroduction programmes. International Zoo Yearbook, v. 48, n. 1, p. 29–38, 2014.

BERNARDO, C. S. S. **Reintrodução de Mutuns-do-Sudeste *Crax blumenbachii* (Cracidae) na Mata Atlântica da Reserva Ecológica de Guapiaçu (Cachoeiras de Macacu, Rj, Brasil)** Tese. Programa de pós-graduação em ciências biológicas (zoologia), Rio de Janeiro, 2010.

BEZERRA, D. M. M; ARAUJO, H. F. P; ALVES, R. R. N. Avifauna silvestre como recurso alimentar no semiárido no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Sitientibus série Ciências Biológicas** v. 11, n. 2, p. 177-183, 2011.

BirdLife International. 2016a. *Crax blumenbachii*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T22678544A92777952. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22678544A92777952.en>. Acesso em 21 junho 2021.

BirdLife International. 2016b. *Penelope ochrogaster*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T22678395A92772232. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22678395A92772232.en>. Acesso em 21 junho 2021.

BirdLife International. 2016c. *Crax fasciolata*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T45092100A95141387. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T45092100A95141387.en>. Acesso em 19 junho 2021.

BirdLife International. 2018a. *Mitu mitu*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: e.T22678486A132315266. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22678486A132315266.en>. Acesso em 21 junho 2021.

BirdLife International. 2018b. *Pipile jacutinga*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: e.T22678429A132049346. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22678429A132049346.en>. Acesso em 21 junho 2021.

BRASIL. **Avaliação ex situ** paraplano integrado de conservação para **Galliformes e Tinamiformes no Brasil**. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. 2020. Disponível em:

http://www.cbsg.org/sites/cbsg.org/files/documents/RELATORIO_POR%20Galliformes%20a nd%20Tinamiformes%2017.12.2020%20.pdf. Acesso em 22 maio 2021.

BRASIL. **Plano de Ação Nacional para a Conservação de Galliformes Ameaçados de Extinção (acaruãs, jacus, jacutingas, mutuns e urus)**. 2008. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-pan/pan-galliformes/1-ciclo/pan-galliformes- livro.pdf>. Acesso em 22 maio 2021.

BUTCHART S. et al. Global biodiversity: indicators of recent declines. **Science**, v. 328, p. 1164– 1168, 2010.

CLAY, R. P.; OREN, D. C. Bare-faced currasow (*Crax fasciolata*). In: BROOKS, D. M. (Ed.). *Conserving Cracids: the most threatened family of birds in the Americas*. Houston, Texas: Misc. Publ. Houston Mus. Nat. Sci. n. 6, p. 110-112, 2006.

CONWAY, W. G. 1980. **An overview of captive propagation**. Em: *Conservation Biology – An Evolutionary-Ecological Perspective*. (Soulé, M.E. & Wilcox, B.A. eds.). Sinauer Associates INC, Massachusetts.

COSTA, M. C. **Manejo Genético para a Conservação Ex situ do Mutum-do-Sudeste, Crax blumenbachii (Aves, Cracidae)**. Tese. Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação. Sarocaba, 2015.

DAVANÇO, P. V. **Utilização de Loci de Microssatélites Para a Identificação de Híbridos e Manejo Genético de uma Espécie de Ave Brasileira Extinta na Natureza: O Mutum-de-Alagoas, Pauxi mitu (AVES, CRACIDAE)**. Tese. Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica e Conservação. Sarocaba-SP, 2012.

DIEGUES, S. **VARIAÇÃO GENÉTICA DE UMA POPULAÇÃO CATIVA DE MUTUM-DO-SUDESTE (CRAX BLUMENBACHII SPIX, 1825) (AVES: CRACIDAE) COMO SUBSÍDIO PARA MANEJO E CONSERVAÇÃO**, 2011.

ICMBio. **Plano de Ação Nacional para a Conservação das Aves da Mata Atlântica**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/planos-de-acao/2865-plano-de-acao-nacionalpara-a-conservacao-das-aves-da-mata-atlantica>. Acesso em 22 maio 2021.

IUCN 2021. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2021-1. Disponível em : <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em 21 junho 2021.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. An assessment of the published results of animal relocations. **Biological Conservation**, v. 96, p. 1–11, 2000.

FRANKHAM, R.; BALLOU, J. D.; BRISCOE, D. A. 2010. *Introduction to conservation genetics*. 2nd edn. **Cambridge University Press**, Cambridge, UK.

GAMA, G. M. **Viabilidade cultural da reintrodução do mutum-de-alagoas (Pauxi mitu Linnaeus, 1766) no Nordeste do Brasil.**, 2015.

JUNIOR, P. R. R. D. O. **Monitoramento Genético da População ex situ da Jacutinga (Aburria jacutinga, Aves, Cracidae) como Subsídio para a Conservação da Espécie**. Tese. Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica e Conservação. Sarocaba-SP,

2012.

LAGANARO, N. M. **Análise da variabilidade genética do mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*)**. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica e Conservação. Sarocaba-SP, 2013.

MARTIN, P. S.; KLEIN, R. G. (eds). 1984. **Quaternary Extinctions: A Prehistoric Revolution**. University of Arizona Press, Tucson.

MARTINS, M.M. **Comparative Seed Dispersal Effectiveness of Sympatric *Alouatta guariba* and *Brachyteles arachnoides* in Southeastern Brazil**. *Biotropica*. 38(1): 57-63. 2006.

MMA. **PORTARIA MMA Nº 444, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_444_2014_lista_esp%C3%A9cies_ame%C3%A7adas_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em 20 maio 2021.

PAULISTA, N. **AVALIAÇÃO DOS PLANOS DE AÇÃO NACIONAIS PARA CONSERVAÇÃO DA FAUNA AMEAÇADA DE EXTINÇÃO**. p. 6, 2015.

PORTAL G1. Mutum de Alagoas é reintroduzido na fauna e decreto reconhece ave como símbolo do estado: Reintrodução acontece quase 30 anos sem registros do pássaro na Mata Atlântica alagoana. **G1**. Alagoas, 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/mutum-de-alagoas-e-reintroduzido-na-fauna-e-decreto-reconhece-ave-como-simbolo-do-estado.ghtml>. Acesso em: 21 jun. 2021.

PRIMACK, R. B. 2001. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues.viii, 328p.

RALLS, K., BALLOU, J. D. 2004. **Genetic status and management of California Condors**. *Condor* 106: 215-228.

REID, W. V., MILLER, K. R. 1989. **Keeping Options Alive: The Scientific Basis for Conserving Biodiversity**. World Resources Institute, Washington, D.C.

RIOS, E., SANTOS, P. F., BERNARDO, C. S. S. Perfil dos fragmentos de mata atlântica com registros do mutum-do-sudeste. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1523-1533, 2018.

RIVERA, D. N. **Uso de Etograma na Conservação de Jacutingas - *Aburria jacutinga* (spix, 1825) (Galliformes: Cracidae): Comportamento Antipredatório e Avaliação de Dieta como Subsídio para a Criação e Soltura**. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Conservação da Fauna. Sarocaba, 2016.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico- ecológica. **Estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 65–92, 2012.

SANTOS, H. F. DOS et al. Anticorpos contra vírus de galinha em cracídeos. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2225–2228, 2009.

SÃO BERNARDO, C. S., DESBIEZ, A. L., OLMOS, F., COLLAR, N. J. Reintroducing the red-billed curassow in Brazil: Population viability analysis points to potential success. **Natureza & Conservação**, v. 12, n. 1, p. 53-58, 2014.

SEAL, U. S. 1988. **Intensive technology in the care of ex situ populations of vanishing species**. In: Wilson, E. O. (ed.) *Biodiversity*. National Academy Press, 1988.

SILVEIRA, L. F.; SOARES, E. S.; BIANCHI, C. A. Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Galliformes ameaçados de extinção. **Séries Ameaçadas Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, v. 6, p. 19–90, 2008

SILVEIRA, L. F. Mundo das Aves: A família de aves mais ameaçada do Brasil. **Cães & Cia**. V. 413, n. March, p. 64–66, 2015.

SILVEIRA, L. F. ***Penelope superciliaris alagoensis* Nardelli, 1993**. In A. B. M. Machado, G. M. Drummond, & A. Paglia, Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Ministério do Meio Ambiente e Fundação Biodiversitas. 2008.

SILVEIRA, L.F., OLMOS, F. BIANCHI, C., SIMPSON, J., AZEREDO, R., MCGOWAN, P.J.K., COLLAR, N.J. 2005. **Action Plan for the Conservation of the Red-billed Curassow *Crax blumenbachii* - a Flagship Species for the Brazilian Atlantic Forest**. World Pheasant Association, Fordingbridge, UK and BirdLife International - Programa do Brasil, São Paulo, Brazil, 2005.

SMITH, F.D.M., MAY, R.M., PELLEW, R., JOHNSON, T.H., WALTER, K.R. 1993. **How much do we know about the current extinction rate?** Trends in Ecology and Evolution 8:375-378.

STAFFORD, C.A.; PREZIOSI, R. F.; SELLERS, W. I. A cross-site analysis of Neotropical Bird hunting profiles. **Tropical Conservation Science**, v.10: 1-13, 2017.

THEL, T.N.; TEIXEIRA, P. H. R.; LYRA-NEVES, R. M.; TELINO-JÚNIOR, W. R.; FERREIRA, J.M. R.; AZEVEDO-JÚNIOR, S. M. Aspectos da ecologia de *Penelope superciliaris* temminck, 1815 (Aves: Cracidae) na Floresta Nacional do Araripe, Ceará, Brasil. **Braz. J. Biol.** , São Carlos, v. 75, n. 4, supl. 1, pág. 126-135, novembro de 2015.

UNIVERSIDADE DE CORNELL. Birds of the world, 2021. Acervo de trabalhos de ornitologia onde biólogos e observadores de pássaros podem encontrar informações abrangentes sobre aves. Disponível em: <<https://birdsoftheworld.org/>> Acesso em: 19 de jun. de 2021.

VARGAS, O. D. E. **Taxonomia e distribuição geográfica do complexo *Penelope superciliaris* Temminck , 1815 (Aves : Galliformes : Cracidae) Taxonomia e distribuição geográfica do complexo *Penelope superciliaris* Temminck , 1815 (Aves : Galliformes : Cracidae)**. Tese. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.