



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**Paula de Aragão Costa Vicentini Jotta**

**Análise comportamental e genética da visão de cores do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*)**

**Brasília – DF  
2012**

PAULA DE ARAGÃO COSTA VICENTINI JOTTA

**ANÁLISE COMPORTAMENTAL E GENÉTICA  
DA VISÃO DE CORES DO LOBO-GUARÁ  
(*CHRYSOCYON BRACHYURUS*)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Biologia Animal.

Orientador: Prof. Dr. Valdir Filgueiras Pessoa

Brasília – DF  
2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de  
Brasília. Acervo 998532.

J85a Jotta, Paula de Aragão Costa Vicentini.  
Análise comportamental e genética da visão de cores  
do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) / Paula de Aragão  
Costa Vicentini Jotta. -- 2012.  
107 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília,  
Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação  
em Biologia Animal, 2012.

Inclui bibliografia.

Orientação: Valdir Filgueiras Pessoa.

1. Canídeos - Visão - Cores. 2. Genética animal.  
I. Pessoa, Valdir Filgueiras. II. Título.

CDU 591

PAULA DE ARAGÃO COSTA VICENTINI JOTTA

**ANÁLISE COMPORTAMENTAL E GENÉTICA DA VISÃO DE CORES DO LOBO-  
GUARÁ (*CHRYSOCYON BRACHYURUS*)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Prof. Dr. Valdir Filgueiras Pessoa (Presidente)  
Instituto de Ciências Biológicas – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Flávio Henrique Guimarães Rodrigues (Membro)  
Instituto de Ciências Biológicas – Universidade Federal de Minas Gerais

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Clotilde Henriques Tavares (Membro)  
Instituto de Ciências Biológicas – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Joaquim Pereira Brasil-Neto (Suplente)  
Instituto de Ciências Biológicas – Universidade de Brasília

Brasília, DF, 27 de fevereiro de 2012.

Aos meus pais maravilhosos, que muito amo, presentes em todos os momentos da pesquisa, que me incentivaram e aprimoraram as ideias, para que eu concluísse esta dissertação da melhor forma possível.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Valdir Pessoa, pela excelente orientação, pelo apoio nas adversidades, pelos ensinamentos e por ter acreditado no projeto desde o início, permitindo o desenvolvimento da dissertação.

Aos professores Flávio Rodrigues e Olavo Falcão, pelas excelentes sugestões, ao integrarem a comissão examinadora para a qualificação.

Aos professores Flávio Rodrigues e Maria Clotilde Tavares, por integrarem a comissão examinadora para a defesa, e ao professor Joaquim Brasil-Neto, pela suplência na mesma comissão.

À minha tia, professora Denise Martins, pela revisão do trabalho.

Ao meu amor, pessoa incrível que sempre esteve ao meu lado, por todo suporte oferecido e pelo incentivo.

À Daniela Bonci, da Universidade de São Paulo, pela análise genética da espécie *Chrysocyon brachyurus*.

Ao Eduardo Gutierrez, por sua explicação detalhada da metodologia utilizada no projeto com gambás e pelas ideias sobre o aparato.

À Eldianne Lima, por ter sugerido o visor para o aparato.

Ao senhor Rubens Perlingeiro, pela tradução do resumo para a língua inglesa.

Ao Jardim Zoológico de Brasília, por autorizar a realização da pesquisa.

Ao amigo e biólogo Tiago Carpi, por abrir meus olhos para a Fisiologia, por ajudar a retirar medidas para a confecção do aparato e por sugerir um tipo de reforço alimentar.

Ao amigo e veterinário Rafael Bonorino, por sua ajuda na coleta de sangue dos lobos e pelas sugestões sobre a metodologia.

Ao amigo e biólogo Francisco Feijó, pela sugestão sobre o reforço alimentar e pelo Manual de Manejo do Lobo-Guará atualizado.

A todos os meus estagiários, em especial à Lorryne Dias e ao Eduardo Santos, pelas excelentes sugestões, pelos incentivos e pela ajuda durante a maior parte da pesquisa.

Aos tratadores do Zoológico, pela ajuda e pelas sugestões; em especial, ao senhor Ésio Mendonça, por ter sugerido um reforço alimentar e ao João Paulo Souza, por dar sugestões sobre a estabilidade do aparato antes da sua construção e fornecer informações sobre o comportamento dos animais dentro do cativeiro.

Ao senhor Maximiano Nascimento, pela perfeita construção do aparato, permitindo a execução da pesquisa.

Aos senhores Evaldo Barfknecht e Miguel Almeida, pela instalação da lâmpada D-65 no cativeiro.

Ao professor Carlos Tomaz, pelo empréstimo do livro sobre aprendizagem discriminativa e pelas sugestões sobre a metodologia.

Ao professor Antônio Sebben, por disponibilizar artigo sobre visão de mamíferos aquáticos.

Aos professores Jader Marinho, Maria Helena Carneiro e Paulo Motta, pelos brilhantes ensinamentos, fundamentais a minha graduação.

À Daniele Silva e Ana Paula Almeida, pelo apoio na Secretaria da Pós-Graduação da Bio Ani/UnB.

Aos animais que contribuíram para o estudo da genotipagem da espécie.

À Uly, lobo-guará que respondeu bem a quase todas as tentativas realizadas, pela demonstração de muito carinho por mim, através do seu olhar, o objeto desta pesquisa. Sem ela, nada seria possível.



“A adversidade desperta em nós capacidades que, em circunstâncias favoráveis, teriam ficado adormecidas”.

(Horácio<sup>1</sup>)

---

<sup>1</sup> Poeta lírico, satírico e filósofo da Roma antiga.

JOTTA, Paula de Aragão Costa Vicentini. **Análise comportamental e genética da visão de cores do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*)**. 2012. 107 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal)–Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

## RESUMO

O lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) é um animal ameaçado de extinção e apresenta comportamento noturno. Há poucos estudos sobre a sua fisiologia e nenhuma análise da percepção das cores. Com relação à visão, os receptores sensoriais, bastonetes e cones, convertem a imagem visual em impulsos nervosos e estão localizados na retina. O número de tipos de cones, responsáveis pela visão de cores, permite classificar os animais em monocromatas, dicromatas ou tricromatas, sendo a maioria dos mamíferos caracterizada como dicromata. Assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a capacidade de discriminação de cores da espécie *Chrysocyon brachyurus*, por meio de um estudo comportamental, fundamentado em aprendizagem discriminativa com dois elementos (realizado em uma fêmea) e da análise genética dos éxons 3 e 5, que codificam opsinas na faixa vermelho-verde do espectro (realizado em dois machos e duas fêmeas). Todos os animais pertencem ao Jardim Zoológico de Brasília. Na primeira etapa do trabalho, foram utilizados papéis de Munsell como estímulos, colocados em janelas de um aparato de madeira. A intensidade luminosa foi mensurada e utilizaram-se pedaços de frango como reforço. Na fase de modelagem, foi escolhido um par laranja e preto. Nos testes, foram disponibilizados pares laranja e azul, de fácil discriminação por dicromatas e, posteriormente, laranja e verde, considerado de difícil discriminação por dicromatas. Houve variação aleatória de brilho dos matizes laranja, azul e verde, e a posição do estímulo discriminativo também variou ao acaso, de acordo com a tabela de Gellerman. Para identificar possíveis pistas não visuais, foi realizado um teste de discriminação impossível, no qual a cor laranja foi pareada com ela própria. O animal apresentou um alto percentual de respostas corretas nos testes com laranja e azul e com laranja e verde. No teste impossível, houve porcentagem de acertos menor que 50%, validando os outros dois testes. Na segunda etapa da pesquisa, foi realizada a coleta de sangue para a extração de DNA, a amplificação dos genes das opsinas por reação em cadeia da polimerase e o sequenciamento genético. O experimento comportamental apontou para reações compatíveis com a visão tricromática. Embora a análise genética por meio do sequenciamento do éxon 5 tenha sugerido dicromatismo na espécie, o éxon 3 não foi sequenciado devido a problemas técnicos. Esta lacuna torna a análise genética inconclusiva e abre duas vertentes: ou a fêmea é dicromata e apresentou comportamento tricromata, ou ela é tricromata e o comportamento evidenciado foi compatível com sua carga genética. Para a primeira suposição, são discutidos casos na literatura onde fenômenos ou características visuais (por exemplo, presença de gotas de óleo nos fotorreceptores, interação de campo estendido e interação cone-bastonete) podem gerar resultados comportamentais e genéticos discordantes no que diz respeito à dimensionalidade da visão de cores. De acordo com a segunda vertente, pode-se inferir que o animal manifesta características perceptuais e genéticas típicas do tricromatismo, que o distingue dos demais canídeos estudados.

**Palavras-chave:** visão em cores; canídeo; lobo-guará; *Chrysocyon brachyurus*; estudo comportamental; discriminação de cores; sequenciamento genético.

JOTTA, Paula de Aragão Costa Vicentini. Behavioral and genetic analysis of maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) color vision. 2012. 107 sheets. Dissertation (Master's degree in Animal Biology)–Institute of Biological Sciences, University of Brasília. Brasília, 2012.

## ABSTRACT

The maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) is an endangered species that presents nocturnal behavior. There are few studies about its physiology and no analysis of its color vision capability. Regarding vision, sensory receptors – rod and cone cells – convert visual images into nervous impulses and are located on the retina. The number of cone cell types, responsible for color vision, allows animals to be categorized as monochromatic, dichromatic or trichromatic, the majority of mammals being characterized as dichromatic. Hence, this research had the purpose of evaluating the ability of the *Chrysocyon brachyurus* to perceive colors, by means of a behavioral study, based on discriminative learning with two elements (accomplished in a female) and of the genetic analysis of the exons 3 and 5, that codify opsins in red-green band of the spectrum (accomplished in two males and two females). All animals belong to the Brasilia Zoo. In the first stage of the work, Munsell papers have been used as stimuli, placed on windows of a wooden device. Luminous intensity has been measured and small pieces of cooked chicken meat were offered as reinforcement. In the modelling phase, black and orange pairs were chosen. During tests, orange and blue pairs, considered to be easily discriminated by dichromats have been provided, and afterwards, green and orange, considered to be of difficult perception by dichromats. Brightness variations of blue, green and orange hues were presented randomly to the animal. The position of the discriminative stimulus has also changed often, in accordance with Gellerman's chart. In order to identify possible non visual cues, an impossible discrimination test was performed, in which the orange color was used against itself. The animal showed a high percentage of correct answers on tests with blue and orange and with orange and green. In the impossible test, the percentage of right answers was lower than 50% and validates the other two tests. In the second stage of the research, blood was taken from animals to extract DNA, which was amplified for opsin genes by polymerase chain reaction, giving up the genetic sequence. The behavioral study showed trichromatic vision compatible discriminations. Although the genetic analysis through the exon 5 sequencing might suggest dichromatism, the exon 3 was not sequenced due to technical problems. This lack failed to provide any conclusive evidence in the genetic analysis and opens two streams: the female is dichromat and presented trichromat behavior, or it is actually trichromat and the behavior observed was compatible with its genetic charge. In case of the first supposition, there are some visual phenomena (for example, photoreceptors oil droplets, large-field interaction and cone-rod interaction) that can generate opposite behavioral and genetic results about the dimensionality of the color vision. In accordance with the second stream, it would be possible to infer that the animal presents a behavioral and genetic trichromacy that distinguishes it from the other studied canids.

**Key words:** color vision; canid; maned wolf; *Chrysocyon brachyurus*; behavioral study; color discrimination; genetic sequencing.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação esquemática do olho humano .....	17
Figura 2 – Morfologia comparada dos fotorreceptores da retina .....	19
Figura 3 – Espectro visível da luz .....	20
Figura 4 – Imagens de alimentação de lobo-guará .....	23
Figura 5 – Lobo-guará ( <i>Chrysocyon brachyurus</i> ) no Jardim Zoológico de Brasília .....	27
Figura 6 – Filogenia de carnívoros e canídeos baseada no DNA .....	30
Figura 7 – Vista aérea dos recintos de lobos-guarás no Jardim Zoológico de Brasília .....	33
Figura 8 – Planta baixa dos recintos de lobos-guarás .....	34
Figura 9 – Planta baixa dos cambiamentos dos recintos de lobos-guarás .....	34
Figura 10 – Vista externa dos cambiamentos do recinto maior de lobo-guará no Jardim Zoológico de Brasília .....	35
Figura 11 – Vista interna dos lados esquerdo e direito do cambiamento de lobo-guará no Jardim Zoológico de Brasília .....	35
Figura 12 – Lobo-guará alimentando-se de frango colocado na grade do cambiamento .....	37
Figura 13 – Vista anterior do aparato utilizado no experimento com lobo-guará .....	39
Figura 14 – Vista posterior do aparato utilizado no experimento com lobo-guará .....	39
Figura 15 – Envelope de acrílico com papel de Munsell .....	40
Figura 16 – Vista interna do cambiamento de lobo-guará com blecaute à esquerda e aparato à direita .....	42
Figura 17 – Lâmpada fluorescente modelo D-65 colocada no cambiamento de lobo-guará .....	42
Figura 18 – Luxímetro utilizado em experimento com lobo-guará .....	42
Figura 19 – Papéis de Munsell 10YR utilizados nos testes comportamentais em fêmea de lobo-guará .....	44

Figura 20 – Papéis de Munsell 10YR (laranja) e 7.5B (azul) utilizados como estímulos nos testes comportamentais em fêmea de lobo-guará) .....	45
Figura 21 – Papéis de Munsell 10YR (laranja) e 5GY (verde) utilizados como estímulos nos testes comportamentais em fêmea de lobo-guará.....	46
Figura 22 – Lobo-guará abrindo a janela de cor laranja ao invés da azul no teste comportamental .....	48
Figura 23 – Lobo-guará abrindo a janela de cor laranja ao invés da verde no teste comportamental .....	48
Figura 24 – Desempenho de fêmea de lobo-guará nos três testes comportamentais .....	49
Figura 25 – Curva de aprendizagem de fêmea de lobo-guará durante as sessões dos testes comportamentais .....	50
Figura 26 – Cromatogramas dos quatro lobos-guarás estudados .....	53
Figura 27 – Exemplo de cromatograma detalhado de um cromatograma do éxon 5 sequenciado a partir da amostra de sangue da fêmea de lobo-guará ..	54

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	15
2 ASPECTOS TEÓRICOS .....	16
2.1 FISIOLOGIA DA VISÃO .....	16
2.1.1 Dois métodos de estudo da visão de cores .....	24
2.2 ESPÉCIE ESTUDADA .....	26
3 HIPÓTESE E OBJETIVOS .....	31
4 ESTUDO COMPORTAMENTAL .....	32
4.1 MATERIAL E MÉTODOS .....	32
4.1.1 Local de estudo .....	32
4.1.2 Preparação para o experimento .....	35
4.1.2.1 Escolha da recompensa .....	35
4.1.2.2 Deslocamento para o cambiamento, escolha do animal de estudo e determinação do horário de realização da pesquisa .....	36
4.1.2.3 Construção do aparato .....	39
4.1.2.4 Adaptação ao aparato .....	41
4.1.3 Experimento .....	41
4.1.3.1 Fase de adaptação (modelagem) .....	44
4.1.3.2 Modificação das cores do estímulo negativo (testes) .....	45
4.1.3.3 Teste impossível .....	46
4.2 RESULTADOS .....	47
5 CARACTERIZAÇÃO DA VISÃO DE CORES POR MEIO DA SEQUÊNCIA GÊNICA .....	50
5.1 MATERIAL E MÉTODOS .....	51
5.1.1 Extração de DNA e amplificação dos genes das opsinas por reação em cadeia da polimerase (PCR) .....	51
5.1.2 Sequenciamento genético .....	52
5.2 RESULTADOS .....	52

6 DISCUSSÃO .....	54
7 CONCLUSÃO .....	59
REFERÊNCIAS .....	60
APÊNDICE .....	68
ANEXO A .....	101
ANEXO B .....	103
ANEXO C .....	105

## 1 INTRODUÇÃO<sup>2</sup>

A visão é um dos sentidos mais importantes para muitos animais. Proporciona a detecção de presas e predadores, facilita o encontro de alimento e de parceiros, e auxilia a comunicação.

Jacobs (2009) declara que o sistema visual permite acesso a importantes fontes de informação do ambiente. Além disso, possibilita a existência de uma percepção tridimensional do mundo (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 1997) como o conhecemos.

Muito cedo na história da evolução das espécies animais, surgiram fotopigmentos, moléculas que absorvem fótons e dão início a um ciclo de reações bioquímicas que, eventualmente, permitem ao indivíduo reagir ao ambiente (SMITH, 2000). O autor também afirma que a energia luminosa que atinge a retina, nos casos das espécies dotadas dessa estrutura especializada, guarda uma relação direta e consistente com o ambiente mediato, o que permite o desenvolvimento de padrões de respostas como o de “ver”.

Durante a evolução, mamíferos primitivos eram animais noturnos, cuja sensibilidade visual (formação de imagens sob condições de pouca luz) teria sido mais importante do que a acuidade (POUGH; JANIS; HEISER, 2003), possibilitando ao indivíduo encontrar alimento e escapar da competição por abrigo e sítio de reprodução, ou encontrar refúgio dos predadores diurnos. Mesmo assim, Ali e Klyne (1985) declaram que espécies noturnas dependeriam muito mais do olfato, da audição e do tato do que da visão.

Segundo Pough, Janis e Heiser (2003), a provável condição primitiva dos mamíferos, que se observa em muitos pequenos viventes noturnos, era a de possuir a retina composta principalmente por bastonetes. Para estes estudiosos, todos os mamíferos já estudados, inclusive os monotremados (ornitorrincos e équidnas), possuem alguns cones na retina, os quais são a base da visão colorida, porém não funcionam à noite ou sob condições de pouca luminosidade. Vale ressaltar que a noção de cor provém de reações ao comprimento de onda das luzes emitidas ou refletidas pelos objetos, ou seja, da percepção do indivíduo (AUMONT, 2002).

---

<sup>2</sup> Este trabalho encontra-se em conformidade com as normas NBR 14724 (2011), NBR 10520 (2002) e NBR 6023 (2002) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e com o Acordo Ortográfico de 1990.



Um animal tem visão de cores quando consegue discriminar dois estímulos de diferentes energias espectrais (JACOBS, 1993), as quais são absorvidas pelos pigmentos dos cones. Ainda segundo o autor, as cores são obtidas pela comparação que o Sistema Nervoso Central faz entre, pelo menos, duas luzes primárias.

Ao refletir sobre essa problemática, surgiu o interesse em verificar a visão de um animal com comportamento noturno e com poucos estudos sobre sua fisiologia – o **lobo-guará** (*Chrysocyon brachyurus*).

Nesse contexto, é necessário explanar sobre aspectos teóricos como a fisiologia da visão e a espécie estudada, para melhor compreensão do tema abordado. Dessa forma, espera-se que o estudo da visão em cores do lobo-guará abra a perspectiva de conhecimento mais amplo sobre a fisiologia e o comportamento da espécie e contribua para a sua conservação na natureza.

## 2 ASPECTOS TEÓRICOS

### 2.1 FISIOLOGIA DA VISÃO

A luz que atinge a retina é convertida em sinais elétricos que se propagam pelo nervo óptico, atingindo centros superiores no cérebro, onde serão processados (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 1997).

O mecanismo pelo qual a luz é absorvida até permitir a visão de um objeto pode ser assim simplificado: o raio de luz entra no olho pela córnea e precisa atravessar vários meios transparentes (humor aquoso, cristalino e humor vítreo) até chegar à retina, onde é formada a imagem (BERNE; LEVY, 2000).

Com relação a cada uma dessas estruturas, Eyzaguirre e Fidone (1977) afirmam que: a córnea é contínua com a esclera, uma membrana rígida que reveste externamente o olho; imediatamente abaixo da esclera, encontra-se a coroide, uma membrana com alta proporção de vasos sanguíneos que nutrem os receptores retinianos; após atravessar a córnea, a luz atinge a câmara anterior, a qual contém um fluido transparente (humor aquoso), secretado por vasos do corpo ciliar; a próxima estrutura que o raio atravessa é a lente ou cristalino, caracterizada por ser elástica, com as superfícies anterior (parcialmente recoberta pela íris) e posterior

convexas; após essa etapa, a luz chega ao humor vítreo no segmento posterior e, por fim, à retina, termo que, de acordo com Gregory (1979), é derivado do latim *rete*, *retis*, que significa 'rede' ou 'teia de aranha', devido ao aspecto de seus vasos sanguíneos. Eyzaguirre e Fidone (1977) salientam que a retina cobre a parte interna do olho desde o corpo ciliar até o ponto de emergência do nervo óptico e contém a fóvea central, local de baixa convergência neural, onde a luz atinge os fotorreceptores mais diretamente, produzindo uma imagem visual com maiores detalhes. Todas as estruturas comentadas estão representadas na Figura 1.

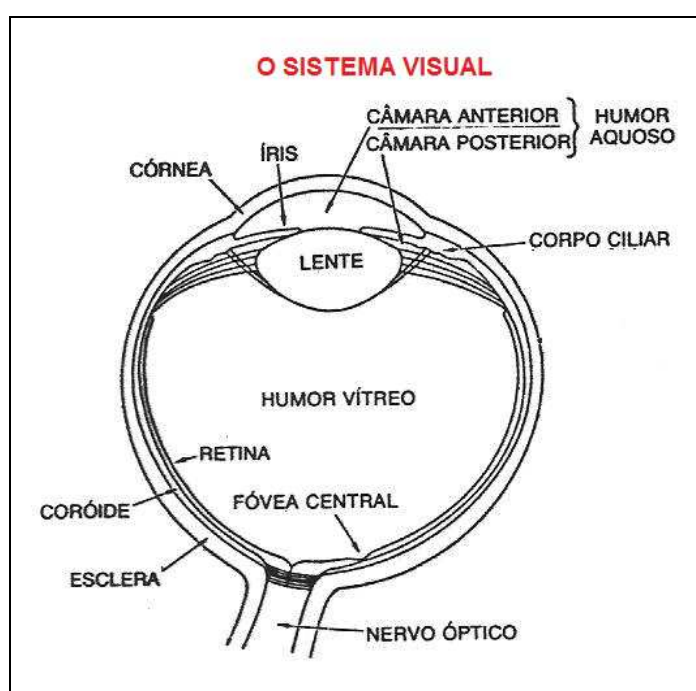


Figura 1. Representação esquemática do olho humano com diversas estruturas evidenciadas (modificada de EYZAGUIRRE; FIDONE, 1977).

Animais que vivem no escuro (em tocas, covas) ou têm hábitos noturnos evidenciam problemas visuais que, durante a evolução, foram resolvidos por meio do desenvolvimento de olhos enormes, como ocorre com corujas, esquilos voadores e tarsos, ou pelo aguçamento de outros sentidos (MUELLER; RUDOLPH, 1968). Uma característica importante para a boa visão noturna é que o olho deve ser um eficiente coletor de luz, ou seja, deve ter pupila, cristalino, câmara anterior e córnea grandes (ALI; KLYNE, 1985).

Além disso, segundo Mueller e Rudolph (1968), existe uma estrutura refletora chamada *tapetum*, que aumenta a sensibilidade visual, refletindo a luz novamente

para a frente do olho, havendo uma segunda oportunidade de os fotorreceptores registrarem cada partícula.

Nos carnívoros, o *tapetum* encontra-se na superfície interna da coróide e é composto por células unidas como os tijolos de uma parede (ALI; KLYNE, 1985). Está presente, também, nos cetáceos, o que caracteriza uma adaptação a condições de baixa luminosidade (MASS; SUPIN, 2007).

A retina de mamíferos aquáticos é semelhante à de terrestres noturnos no que diz respeito à grande quantidade de bastonetes e ao pequeno número de cones (MASS; SUPIN, 2007). Uma explicação para isso poderia ser o fato de a velocidade da luz ser alterada ao atravessar meios de densidades diferentes, dificultando a visão. Um estudo realizado com peixes-boi por Griebel e Schmid (1997), por sua vez, sugere que, provavelmente, estes animais possuem visão em cores, apesar de a sua capacidade visual ser pouco considerada, devido ao pequeno tamanho do olho.

Em relação aos cachorros domésticos e seus ancestrais, os lobos, estudos da retina mostraram que os primeiros possuem duas vezes menos células ganglionares que os demais (PEICHL, 1992). Os resultados encontrados pelo autor sugerem que o tamanho cerebral e as estruturas sensoriais especializadas foram reduzidas em espécies domésticas comparadas às selvagens.

Na retina, estão os receptores sensoriais – **bastonetes** e **cones** –, os quais são excitados pela luz, convertendo a imagem visual em impulsos nervosos.

Com o auxílio de fotopigmentos, a visão é estabelecida. Os fotorreceptores são neurônios especializados da retina que convertem a luz em sinais elétricos e apresentam um *segmento externo*, um *segmento interno*, e uma *terminação sináptica*, como se pode visualizar na Figura 2. O pigmento visual fica acoplado à membrana dos discos contidos no segmento externo e caracteriza-se por ter duas partes: uma proteica (rodopsina nos bastonetes e fotopsina nos cones) e outra derivada da vitamina A, responsável por absorver a luz (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 1997).

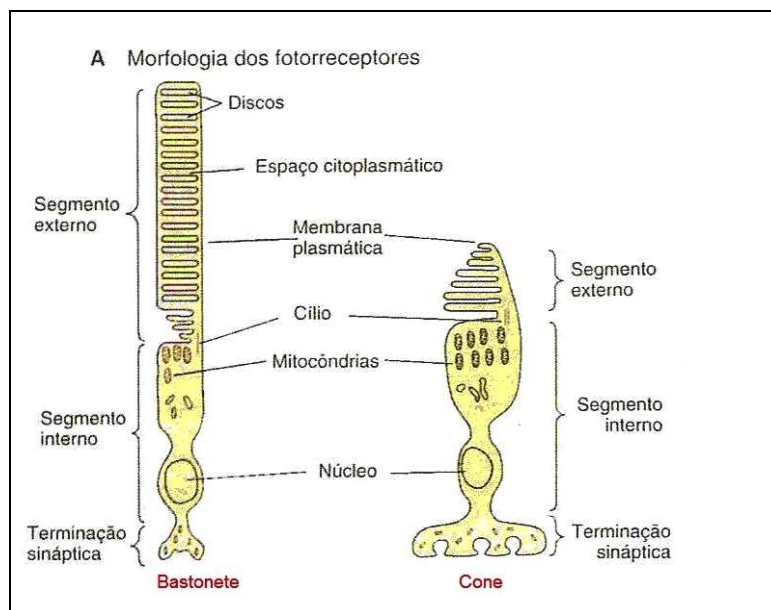


Figura 2. Morfologia comparada dos fotorreceptores da retina responsáveis pela visão: bastonete e cone (modificada de KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 1997).

Uma especificidade presente em gambás é a presença de gotículas de óleo localizadas entre os segmentos externo e interno do cone, que agem, provavelmente, como verdadeiros filtros, cuja função é o aumento de contraste ou a ampliação da detecção de cores (AHNELT; HOKOÇ; RÖHLICH, 1995). Os pigmentos e as gotículas de óleo podem agir em sinergia, determinando as características espectrais dos cones (HOKOÇ et al., 2006). Assim, uma mesma classe de cones, detentores de um mesmo fotopigmento, pode produzir duas curvas espectrais, desde que alguns representantes desta classe possuam gotículas e outros, não. Gotículas de óleo têm sido descritas, com frequência, em répteis, aves e peixes (AHNELT; HOKOÇ; ROHLICH, 1995), mas são raras em mamíferos. À exceção dos marsupiais, que conservam características reptilianas (HOKOÇ et al., 2006), não há relatos de sua presença na retina de mamíferos.

Com relação aos bastonetes, Schwartz (2010) alega que entram em atividade quando o grau de iluminação é baixo, sendo, por isso, responsáveis pela visão noturna. Também complementa que eles têm absorção máxima na faixa de comprimentos de onda médios, embora respondam a outras faixas do espectro visível (Figura 3), com menores respostas à medida que varia o comprimento de onda.

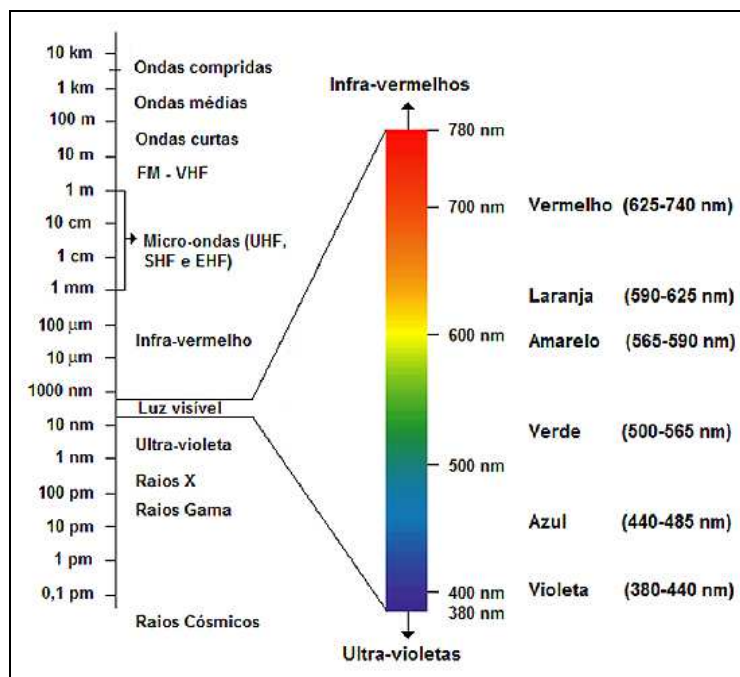


Figura 3. Espectro visível da luz comparado com os diferentes comprimentos de onda existentes (modificada de CTB, 2011).

Além disso, Kelber e Roth (2006) apontam que animais com olhos extremamente sensíveis podem enxergar em cores à baixa luminosidade, se possuírem diversos tipos de receptores ativos simultaneamente, incluindo dois tipos diversos de bastonetes. Evidenciam também que a interação entre bastonetes e cones pode contribuir para a visão em cores em níveis de intensidade luminosa intermediária (condições mesópicas). A este respeito, há relatos de bastonetes funcionantes em condições fotópicas no sagui (*Callithrix jacchus*) dicromata (WEISS; KREMER; MAURER, 1998).

Para Kandel, Schwartz e Jessell (1997), os bastonetes: contêm mais pigmento visual fotossensível que os cones, o que permite que capturem maior quantidade de luz; constituem, na maior parte dos animais, um sistema acromático, ou seja, todos respondem da mesma maneira a diferentes comprimentos de onda; amplificam mais os sinais luminosos e caracterizam-se por comporem um sistema convergente, isto é, muitos bastonetes fazem sinapse com o mesmo interneurônio (célula bipolar). Além disso, os autores asseguram que bastonetes e cones não disparam potenciais de ação e, sim, alteram gradualmente o potencial de membrana. Em relação à evolução e à quantidade, Smith (2000) afirma que os bastonetes evoluíram dos cones e que há vinte vezes mais bastonetes do que cones. Muitos bastonetes próximos convergem para uma única célula bipolar,

enquanto os cones estão concentrados na fóvea, onde a imagem visual é menos distorcida, o que possibilita que os receptores que detectam as cores tenham boa acuidade visual (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 2003).

Dependendo do número de tipos de cones, os animais são classificados em monocromatas (sua retina apresenta um tipo de cone com um pigmento), dicromatas (com dois tipos de cones e dois tipos de pigmentos) ou tricromatas, com três tipos de cones, cada um com um pigmento visual sensível a uma parte diferente do espectro (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 1997). Como os últimos possuem três tipos de cones, cada um contém um tipo de pigmento, resultando em três diferentes curvas de absorção no espectro visível (SMITH, 2000) para o azul, o verde e o vermelho.

Embora, classicamente, a percepção de cores seja entendida como uma comparação do Sistema Nervoso Central dos sinais de cones distintos, a existência de classes diferentes de bastonetes, detentoras de diversos fotopigmentos, pode ampliar esta percepção. No caso de alguns animais noturnos, os bastonetes podem se constituir no único mecanismo para a produção da visão de cores (KELBER; ROTH, 2006).

A percepção de cores vai além da sinalização dos fotorreceptores, como foi demonstrado pelo estudo de Nagy (1980), que relata a interação de campo estendido em humanos. Nagel (1905) e Montag (1994) acrescentam que a utilização de estímulos com dimensões que ultrapassem a retina central pode favorecer a existência de comportamento tricromata por um indivíduo dicromata. Neste sentido, humanos dicromatas, que não discriminam matizes na faixa vermelho-verde do espectro, passam a categorizar as cores desta faixa quando os estímulos aumentam de dimensão (MONTAG, 1994). Um estudo realizado em macaco-prego (*Cebus apella*) não revelou interação de campo estendido nesta espécie animal (GOMES et al., 2005).

Mueller e Rudolph (1968) esclarecem que um cone é estimulado mais fortemente por um comprimento de onda e, para produzir todas as cores espectrais, as três curvas de absorção são comparadas pelo Sistema Nervoso Central. Kelling et al. (2006) afirmam que a visão de cores é definida como a habilidade de discriminar vários comprimentos de onda do espectro visível, independentemente do brilho e da saturação. As curvas de absorção relativa dos comprimentos de onda laranja e azul estão distantes uma em relação à outra, o que não acontece com laranja e verde, que estão bem próximas. Pessoa, Tomaz e Pessoa (2005)

determinaram, por meio de testes, quais são os pares de estímulos de fácil e de difícil discriminação para dicromatas humanos e primatas. Além disso, Pegoraro (2009) cita que testes realizados com seres humanos daltônicos<sup>3</sup> mostraram que laranja e verde são de difícil discriminação para eles.

Sabe-se que todos os mamíferos possuem cones na retina (POUGH; JANIS; HEISER, 2003) e que, de acordo com Jacobs (1993), a visão de cores, na maior parte deste grupo animal, é dicromática, sendo a retina dos mamíferos primitivos similar à dos atuais, no que diz respeito a conter dois tipos de pigmentos do cone (JACOBS, 2009). Verhulst e Maes (1998) declaram que dicromatas apresentam mais facilidade para detectar predadores noturnos e para forragear em condições de baixa luminosidade. Ao mesmo tempo, a dicromacia pode permitir a detecção de objetos camuflados, o que auxiliaria muito a procura de frutos na natureza (MORGAN; ADAM; MOLLON, 1992).

A evolução para a tricromacia pode ser explicada pelo fato de animais que se alimentam de frutos precisarem reconhecer os maduros inseridos em folhagem verde (REGAN et al., 2001; SMITH et al., 2003). É importante ressaltar que o olfato também auxilia, de forma relevante, a procura do alimento.

Com relação aos primatas, Fernandez e Morris (2007) salientam que a evolução da visão de cores tricromática facilitou a percepção de sinais demonstrados por meio da pele vermelha, influenciando a seleção sexual. Del-Claro (2004) lembra que a coloração animal pode ter várias funções, entre elas, a seleção sexual, e é possível, portanto, que a visão em cores esteja relacionada a esta função.

Para exemplificar os tipos de visão (dicromata ou tricromata), a Figura 4 apresenta imagens de alimentos visualizados por um lobo-guará na natureza e em cativeiro. Em **A** e **C**, mostra-se a visão dos alimentos, caso haja tricromacia, e em **B** e **D**, dicromacia.

---

<sup>3</sup> Seres humanos daltônicos são dicromatas.



Figura 4. Imagens de alimentação de lobo-guará. Em **A** e **B**, uma lobeira, em destaque, na natureza; em **C** e **D**, a alimentação em cativeiro; **A** e **C** representam a visão tricromata e **B** e **D**, a visão dicromata.<sup>4</sup>

Quanto ao grupo dos mamíferos, há estudos que apontam tricromacia na visão de cores em primatas (JACOBS; DEEGAN, 1999; JACOBS, 2007). Arrese et al. (2002) comprovaram que alguns marsupiais australianos também são tricromatas. Os outros mamíferos estudados até o momento possuem dois tipos de cones, como foi relatado na página anterior desta dissertação. Por exemplo, o cão doméstico, típico dicromata, tem pigmentos com comprimentos de onda de, aproximadamente, 429 e 555 nm (NEITZ; GEIST; JACOBS, 1989; JACOBS, 1993).

A habilidade de distinguir as cores também foi verificada em cães, gatos e cavalos (JACOBS, 1993). É necessário destacar o último grupo, pois estudos da retina de equinos forneceram evidências tanto morfológicas quanto eletrofisiológicas da visão de cores (SMITH; GOLDMAN, 1999). Em 1952, Grzimek (apud SMITH; GOLDMAN, 1999) investigou a visão de cores de éguas, utilizando cartões coloridos

<sup>4</sup> As fotografias originais A e C foram inseridas no programa disponibilizado no link [www.vischeck.com](http://www.vischeck.com) para obtenção das imagens B e D, visualizadas por dicromatas.



pareados com cinza, ambos de diferentes brilhos, os quais, segundo Dondis (2003), variam do claro ao escuro. Em 1994, Pick et al. (apud SMITH; GOLDMAN, 1999) refizeram o experimento e concluíram que os cavalos possuíam visão dicromática. Mais pesquisas foram feitas com estes animais (CARROLL et al., 2001; BLACKMORE et al., 2008) do que com espécies selvagens, provavelmente devido à facilidade de acesso por serem domésticos.

Em relação aos canídeos, sabe-se que eles têm dois tipos de cones, sendo, portanto, dicromatas (NEITZ; GEIST; JACOBS, 1989), e suas retinas caracterizam-se pela predominância de bastonetes (PRETTERER et al., 2004). Estudos sobre visão de cores com esses animais incluem o cachorro doméstico e algumas espécies de raposas (NEITZ; GEIST; JACOBS, 1989; JACOBS et al., 1993). Quanto aos canídeos selvagens, há predições baseadas em investigações com cachorros domésticos (JACOBS et al., 1993). Além destes trabalhos, Peichl, Behrmann e Kröger (2001) utilizaram técnicas de imunocitoquímica em um indivíduo de lobo (*Canis lupus*) e verificaram dicromatismo na espécie.

### **2.1.1 Dois métodos de estudo da visão de cores**

A visão é um processo complexo, que envolve o sistema nervoso e a interpretação dos estímulos visuais apresentados. Altavini (2009) destaca que estudos de comportamento são importantes para se afirmar o tipo de visão de cores de uma espécie, pois avaliam o sistema da recepção do estímulo até a percepção. Considerando que testes apropriados somente foram realizados com um número relativamente pequeno de espécies de mamíferos, a possibilidade de generalização sobre a visão destes animais (NEITZ; GEIST; JACOBS, 1989) não dispensa a investigação direta, única forma de realmente afirmar que tipo de visão de cores uma espécie possui. Isso é corroborado por Kelber, Vorobyev e Osório (2003), que salientam ser a abordagem comportamental uma forma de obter a resposta sobre a visão de cores. Vale ressaltar que este método é conveniente por sua acessibilidade por parte do pesquisador.

Estudos de comportamento podem conter, em sua metodologia, a apresentação de pares de papéis de Munsell como estímulos, conforme foi realizado por Pegoraro (2009). No sistema de Munsell, cada cor caracteriza-se por números e

letras correspondentes a matiz e níveis de brilho sobre saturação. Como exemplo, tem-se 10YR 5/10, que significa matiz 10YR (“yellow red” = laranja) com brilho 5 e saturação 10. Albert Munsell inventou o sistema tridimensional de cores em 1915, que classifica as gradações de cor de acordo com atributos perceptíveis: **matiz**, **brilho** e **saturação** (MUELLER; RUDOLPH, 1968).

Com relação às definições dos três termos, há algumas mais simples e outras mais complexas. Gregory (1979) declara que a intensidade da luz é a energia física que pode ser medida por vários tipos de fotômetros, inclusive o utilizado por fotógrafos, para indicar o tempo de exposição. Segundo o mesmo autor, a luz é incolor e dá origem a sensações de brilho e cor, mas somente em conjunto com um sistema ocular adequado. Mueller e Rudolph (1968) asseguram que **matiz** significa o que é interpretado como cor, **brilho** refere-se à luminosidade de uma cor e **saturação** à riqueza da amostra de cor, ou seja, o quanto há de branco na mistura. Assim, uma cor mais saturada é aquela mais concentrada e com menos quantidade de branco.

Outra forma de determinação da visão de cores é efetuada por meio da análise genética. É importante salientar que o ácido desoxirribonucleico (DNA) é formado por duas cadeias complementares, cada uma delas com extremidades 3' e 5', além de nucleotídeos que contêm quatro tipos de bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina ou guanina); cada conjunto de três nucleotídeos, identificados por suas bases no RNA mensageiro, é denominado códon (ALBERTS et al., 2002). Além disso, os genes (partes do DNA) são formados por sequências menores, denominadas éxons, que codificam proteínas (compostas por aminoácidos) e outras maiores, os íntrons, que não as codificam (SNUSTAD; SIMMONS, 2001).

Em 1986, Nathans et al. (apud DULAI et al., 1999) afirmaram que, nos primatas do Velho Mundo, o cone para o comprimento de onda azul encontra-se no cromossomo autossômico, enquanto os cones para os comprimentos de onda verde e vermelho estão nos cromossomos sexuais. Zhao, Hewett-Emmett e Li (1998) apontam que, em humanos, o gene da opsina para o comprimento de onda vermelho está localizado na extremidade 5' e contém 6 éxons. DULAI et al. (1999) alertam que a variação na sequência de aminoácidos das opsinas (proteínas dos cones) acarreta diferenças espectrais entre os pigmentos e, segundo Jacobs (2008), há três posições de substituição de aminoácidos nos primatas: 180, 277 e 285.

Em primatas do Novo Mundo, de acordo com os aminoácidos encontrados no gene da opsina, há diferentes picos de absorção espectral, como pode ser visualizado na Tabela 1<sup>5</sup>.

Tabela 1. Alelos descritos para o gene da opsina de primatas do Novo Mundo. As letras identificam os aminoácidos: S = serina, A = alanina, Y = tirosina, F = fenilalanina, T = treonina.

$\lambda_{\max}$ (nm)	Posições dos aminoácidos		
	180	277	285
<b>P560 ou P562</b>	S	Y	T
<b>P553</b>	A	Y	T
<b>P545 ou P550</b>	A	F	T
<b>P538</b>	A	Y	A
<b>P530 ou P535</b>	A	F	A

Assim, para classificar um animal como dicromata ou tricromata, é necessário verificar quantos picos de absorção referentes aos comprimentos de onda há nas opsinas dos genes contidas nos cromossomos sexuais.

## 2.2 ESPÉCIE ESTUDADA

Do grupo dos canídeos, o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) é o maior representante em tamanho da América do Sul (RODRIGUES, 2002). Segundo Paula, Medici e Morato (2007), ocupa áreas do centro-sul do Maranhão até o Uruguai, e do extremo leste do Peru até o Espírito Santo e o sul da Bahia. Estes autores acreditam que a distribuição sofreu reduções devido ao crescimento desordenado de centros urbanos e à consequente perda de *habitat*. Estudos recentes mostram que a distribuição geográfica atual, comparada com a histórica, apresenta algumas modificações, como expansão para o leste do Brasil e perda de

<sup>5</sup> Modificada da apresentação oral de Bonci (2011), para obtenção do título de Doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo.

áreas no Rio Grande do Sul, no Uruguai e na Argentina (Queirolo et al., 2011). Conforme a Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2003), a espécie está listada na categoria “vulnerável” e, de acordo com a classificação da IUCN<sup>6</sup> (RODDEN; RODRIGUES; BESTELMEYER, 2008), “quase ameaçada”.

O animal tem de 20 a 26 kg de massa corporal, o comprimento do focinho até a cauda é de 145 a 190 cm e a altura, de 75 a 90 cm, sendo sua coloração predominante ferrugíneo-avermelhada (MOTTA-JÚNIOR, 1997). Maia (2003) explica que o nome “guará” tem origem tupi, com significado de ‘vermelho’. Motta-Júnior (1997) complementa que o animal tem a cauda, o pescoço e a ponta das orelhas brancas, além de uma crina preta da cabeça até a metade do tronco. Seu corpo é esguio, adaptado ao ambiente para facilitar a locomoção e ampliar a área de visualização acima da vegetação campestre (CARVALHO, 1976). Estas características são mostradas na Figura 5.

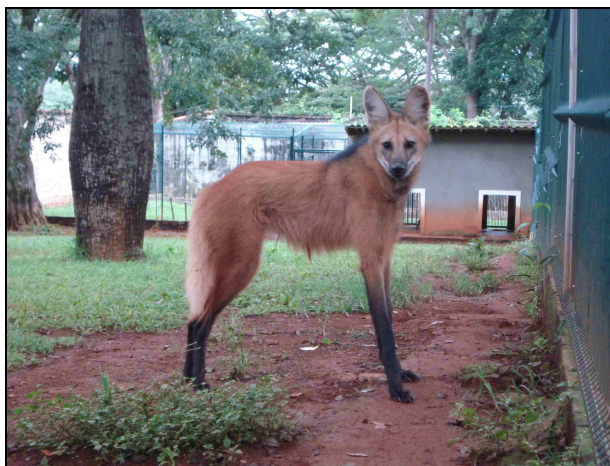


Figura 5. Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) no Jardim Zoológico de Brasília.

Sobre o *habitat*, Dietz (1984) mostrou que o animal passa aproximadamente 34% do seu tempo no campo, 43% do tempo no cerrado e 23% na mata; os machos utilizam mais o campo e as fêmeas, o cerrado. Dessa forma, Motta-Júnior (1997) salienta que a espécie ocupa paisagens campestres, porém frequenta também ambientes florestais. Os animais são solitários e estão em constante movimento, inclusive durante o dia (ALHO, 1990). Formam casais apenas na época reprodutiva

---

<sup>6</sup> International Union for Conservation of Nature.

(RODRIGUES, 2002) e apresentam hábitos noturnos, o que dificulta a obtenção de dados comportamentais (MOTTA-JÚNIOR, 1997). Em um estudo realizado no Parque Nacional da Serra da Canastra, em Minas Gerais, Dietz (1984) verificou mais de 90% de atividade no período entre 18 h e 6 h, sendo muito ativos até meia-noite, o que foi comprovado, posteriormente, por Ciocheti (2007) por método de armadilhas fotográficas, em pesquisa desenvolvida no estado de São Paulo.

Rodden e Blakely (2007) declaram que os territórios dos lobos-guará são marcados por pontos específicos de defecação e urina, como cupinzeiros, formigueiros, arbustos, árvores, grama e outros pontos de referência que apresentem barreiras físicas, entre eles estradas e rios. Os autores acrescentam que eles usam a vocalização para anunciar a sua localização dentro do território.

Diante do fato de o lobo-guará ser um predador de topo (RODRIGUES, 2002), Alho (1990) afirma que, em relação à alimentação de origem animal na natureza, quase a metade (49%) de sua dieta é composta por pequenos mamíferos e aves, sendo roedores, gambás e tatus os grupos mais encontrados por Rodrigues (2002). Bueno, Belentani e Motta-Júnior (2002) também obtiveram resultados semelhantes no estado de São Paulo, assim como Santos, Setz e Gobbi (2003) em Minas Gerais.

Na dieta do lobo-guará, está incluído o fruto da lobeira, uma planta de Cerrado que se desenvolve bem em áreas alteradas pelo homem, sendo este bioma um ambiente propício para o desenvolvimento do vegetal (RODRIGUES, 2002). O fruto da lobeira é grande, esférico e tem a polpa amarela (MARTINS, 2005). Jotta e Carpi (2009) demonstraram que o ponto certo de amadurecimento tem influência direta na aceitação pelo animal, ou seja, deve ser macio ao toque, amarelado e caracterizado por odor forte.

Bueno, Belentani e Motta-Júnior (2002) salientam que outros frutos também podem substituir a lobeira na alimentação. Rodrigues (2002) analisou amostras fecais na Estação Ecológica de Águas Emendadas e verificou que 40% dos itens alimentares de lobos-guará eram de origem animal e 60%, de origem vegetal. A lobeira constitui o fruto mais consumido, principalmente na estação seca, e o lobo-guará é seu importante dispersor. Os estudos de Ciocheti (2007), no estado de São Paulo, e Rodrigues (2002), no Distrito Federal, mostraram que o item foi encontrado em mais de 70% das fezes.

Em cativeiro, como forma de reproduzir o que acontece naturalmente, a alimentação dos lobos deve ser composta de carne e frutas (lobeira, banana,

mamão e outras). Segundo Jotta e Jotta (2009), dependendo do alimento consumido com diversas consistências, as expressões faciais e as posturas apresentadas pelos lobos-guarás diferenciam-se, dado etológico relevante para investigações sobre a alimentação destes animais.

Estudos de comportamento de animais em cativeiro e ameaçados de extinção, como o lobo-guará, contribuem para sua manutenção em zoológicos e, muito possivelmente, para a sua conservação na natureza. Mesmo assim, não foram encontrados trabalhos deste tipo sobre a discriminação de cores com a espécie, talvez por ser um animal arisco. No caso desta pesquisa, o objeto de estudo selecionado é praticamente domesticado, o que facilitou a interação com a pesquisadora.

Sob a ótica da evolução, é interessante comentar o processo de domesticação de lobos e cães, para entender melhor como a relação de confiança entre homem-animal foi estabelecida ao longo dos anos, permitindo, por exemplo, a realização de estudos comportamentais.

Em 1997, Vilà et al. (apud CASE, 2008) asseguraram que achados paleontológicos, estudos genéticos, morfológicos e de comportamento demonstraram que a evolução ocorreu através de um processo de domesticação dos lobos, os ancestrais do cachorro doméstico. Em 2001, para Coppinger e Coppinger (apud CASE, 2008), os animais que se aproximavam por curiosidade ou para conseguirem comida eram capturados e amansados, com o objetivo de auxiliar na caça e proteger a moradia do homem.

A ancestralidade comum de cães e lobos, verificada no processo de domesticação, pode ser evidenciada por árvores filogenéticas construídas com auxílio da tecnologia de análise de DNA. Em 1993, Wayne (apud CASE, 2008) declarou que estudos genéticos do cachorro doméstico indicaram que ele compartilha mais de 99,8% de DNA mitocondrial com o lobo. Em relação ao número de cromossomos de várias espécies de carnívoros, Newnham e Davidson (1966) encontraram 78 para o cão doméstico e 76 para o lobo-guará.

Na Figura 6, é possível verificar que, no grupo dos canídeos, tanto o lobo cinzento (*gray wolf*) quanto o cão (*dog*) se originam do mesmo ramo, o que significa que houve um ancestral comum. Em outra ramificação, encontra-se o lobo-guará (*maned wolf*), mais aparentado com o cachorro-do-mato-vinagre (*bush dog*).

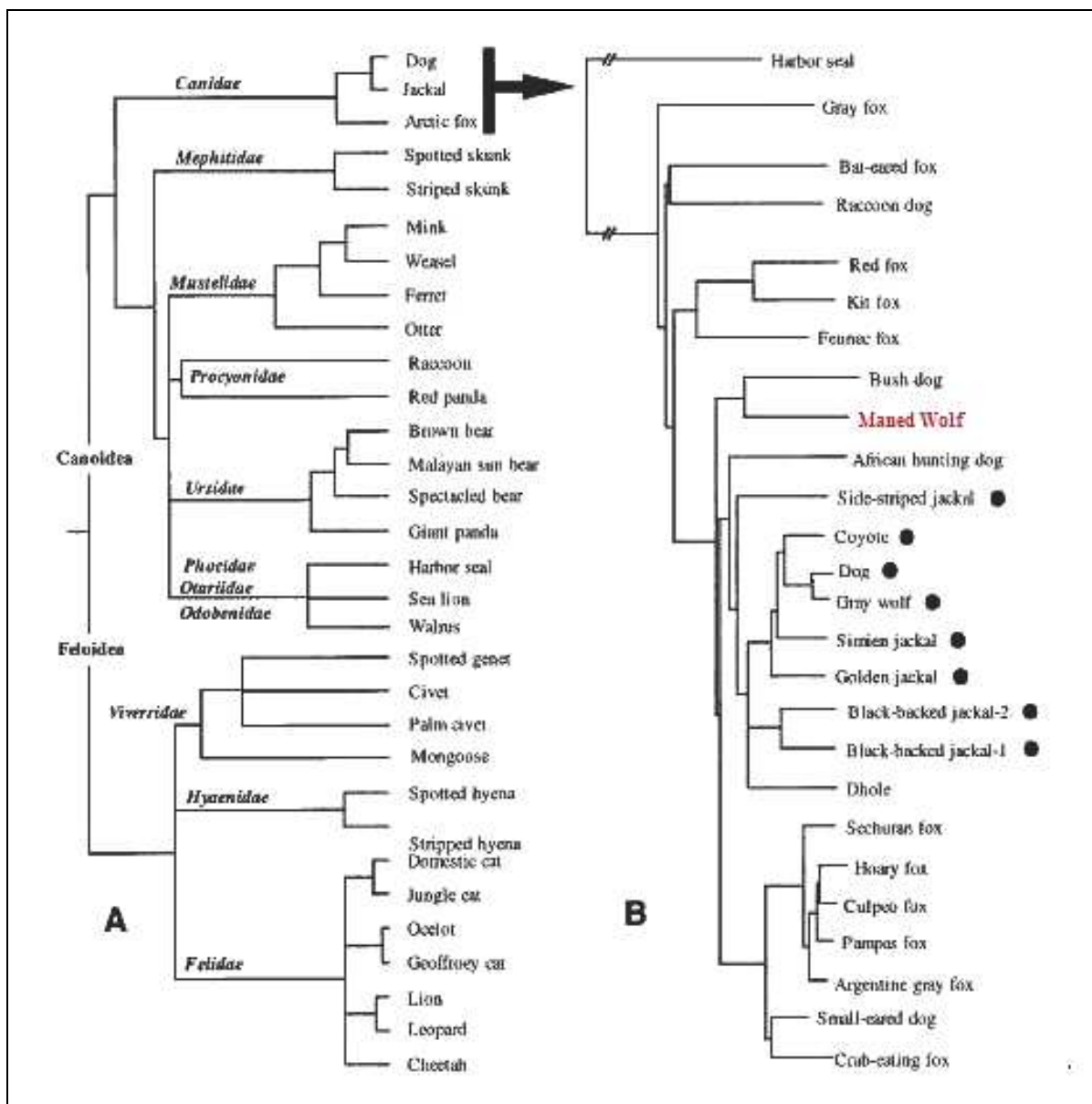


Figura 6. Filogenia de carnívoros (letra A) e canídeos (letra B) baseada no DNA. (Modificada de VILÁ; MALDONADO; WAYNE, 1999).

Dessa forma, é possível compreender como uma população de animais torna-se adaptada ao homem e ao ambiente de cativeiro, através de mudanças comportamentais durante gerações. O fato é facilmente verificado em cachorros domésticos, ao demonstrarem afetividade por seus donos.

Com relação ao lobo-guará, a fêmea que é objeto desta pesquisa evidencia alguns comportamentos de animais domesticados, como afeição por contato humano, movimentação da cauda para demonstrar contentamento e gemido para solicitar aproximação. Características comportamentais semelhantes foram demonstradas em um experimento de domesticação de raposas selvagens realizado

por Dmitri K. Belyaev (GOLDMAN, 2010).

Como o conhecimento da espécie *Chrysocyon brachyurus* ainda requer muitos estudos, optou-se, nesta pesquisa, por realizar o trabalho em duas etapas: o **estudo comportamental** e a **caracterização da visão de cores por meio da sequência gênica**. A última etapa foi executada em decorrência dos resultados encontrados na primeira.

### 3 HIPÓTESE E OBJETIVOS

Partindo das reflexões sobre a fisiologia da visão e a espécie a ser estudada, foram estabelecidos a hipótese e os objetivos deste trabalho.

➤ **Hipótese:**

O animal será caracterizado como dicromata, o que ocorre com a maioria dos mamíferos.

➤ **Objetivos:**

- Geral: Investigar a capacidade de discriminação de cores da espécie *Chrysocyon brachyurus*.
- Específicos:
  - Verificar se o lobo-guará é dicromata, seguindo o plano básico da maioria dos mamíferos;
  - Validar a utilização de papéis de Munsell no diagnóstico dos tipos de visão de cores do lobo-guará;
  - Realizar o sequenciamento dos genes das opsinas do lobo-guará.



## 4 ESTUDO COMPORTAMENTAL

### 4.1 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo utilizou a cor, agregada ao acesso ao alimento (estímulo discriminativo positivo) ou à sua ausência (estímulo discriminativo negativo), com a finalidade de pesquisar a visão em cores do lobo-guará. Domeniconi et al. (2008) indicam que o procedimento de reforçar respostas específicas somente diante de um estímulo positivo e de não reforçá-las quando um estímulo negativo é apresentado pode ser suficiente para ensinar uma discriminação simples.

Devido ao fato de não haver nenhum protocolo sobre discriminação de cores para a espécie, o trabalho caracterizou-se por tentativas e erros. Dessa forma, houve necessidade de detalhamento da metodologia para o entendimento da escolha, pela pesquisadora, de diferentes estratégias nos diversos momentos, de modo a obter resultados com o animal. Sobre este assunto, Köche (1997) e Barras (1991) afirmam que é necessário evidenciar claramente as etapas da metodologia da pesquisa para a reconstituição, pelo leitor, de todo o processo executado.

Este trabalho teve a devida avaliação e a aprovação do Comitê de Ética no Uso Animal (CEUA), do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília (ANEXO A).

#### 4.1.1 Local de estudo

O estudo foi realizado no Jardim Zoológico de Brasília, que ocupa 140 hectares e se localiza na cidade de Brasília, Distrito Federal. Há dois recintos de visitação de lobos-guará (Figura 7, letras **A** e **B**) com aproximadamente 30 m x 15 m. Cada um é ocupado por um casal de animais: Uly e Lobinho; Gisely e Bradock.



Figura 7. Vista aérea dos recintos de lobos-guarás no Jardim Zoológico de Brasília. **A**: recinto maior; **B**: recinto menor (imagem obtida no *link* <http://maps.google.com.br/>).

Cada recinto constitui-se de uma área aberta e outra fechada, denominada *cambiamento*, com aproximadamente  $4 \text{ m}^2$ , como mostram as Figuras 8 e 9, onde é colocada a alimentação e em que é possível prender o indivíduo para a realização de procedimentos. Este local é feito de concreto e tem duas grades, uma interna (com fechamento do tipo guilhotina) e outra externa (porta que se abre lateralmente) ao recinto. Há uma abertura, da altura de um lobo adulto, que faz a divisória da outra parte do *cambiamento*, também com duas grades, conforme observado nas Figuras 10 e 11.

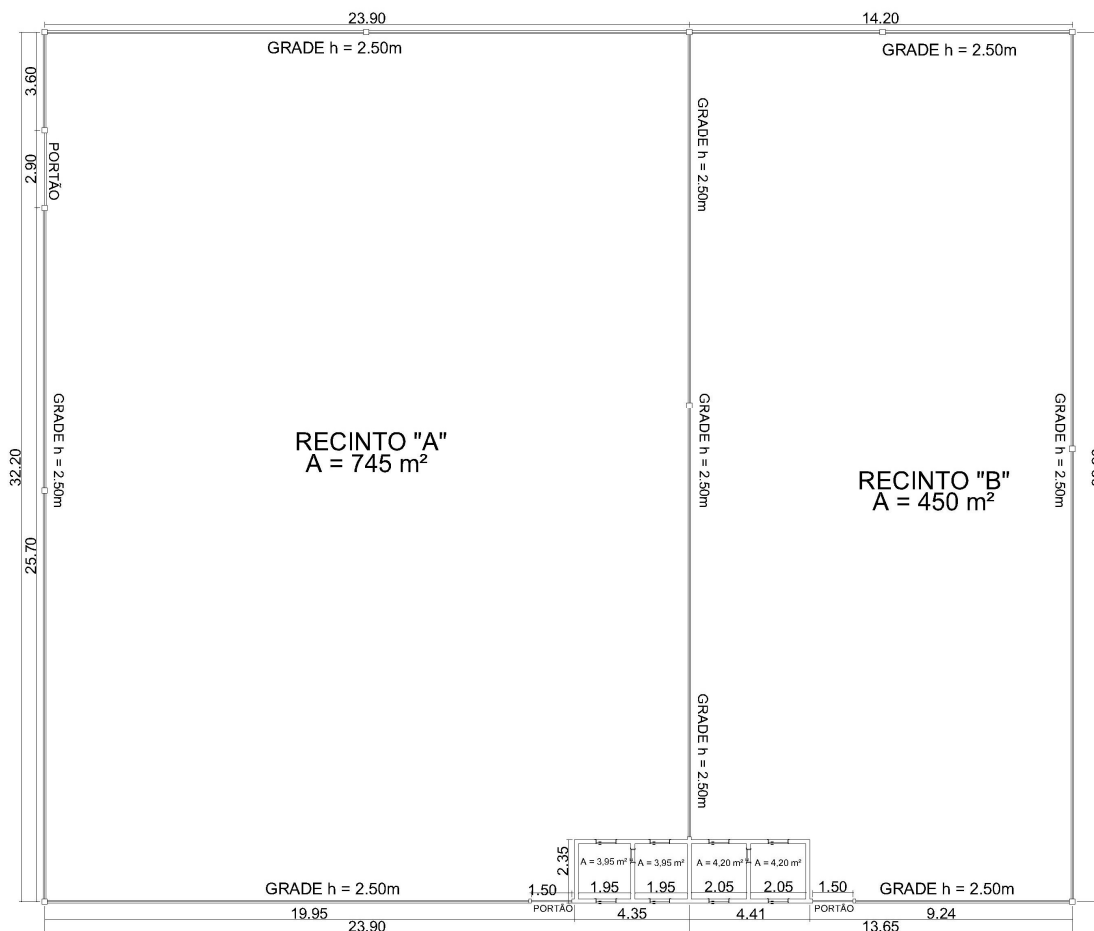


Figura 8. Planta baixa dos recintos de lobos-guarás no Jardim Zoológico de Brasília. Os quatro quadrados menores localizados na parte inferior da planta representam os cambiamentos.

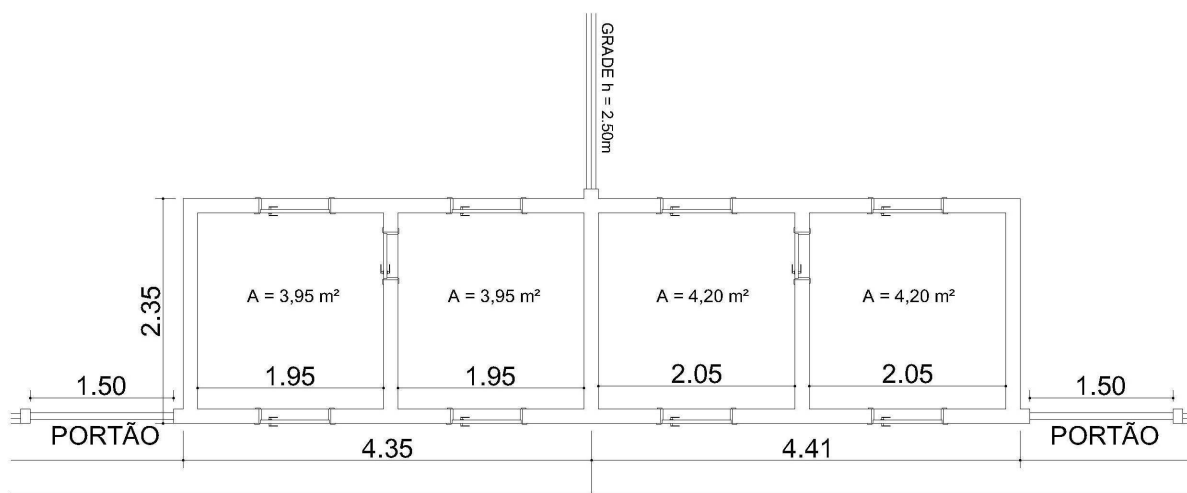


Figura 9. Planta baixa dos cambiamentos dos recintos de lobos-guarás no Jardim Zoológico de Brasília.



Figura 10. Vista externa dos cambiamentos do recinto maior de lobo-guará no Jardim Zoológico de Brasília, evidenciando as aberturas para a área aberta.



Figura 11. Vista interna dos lados esquerdo (A) e direito (B) do cambiamento de lobo-guará no Jardim Zoológico de Brasília. Na abertura lateral, que é a comunicação entre os lados esquerdo e direito, foi colocado o aparato.

#### 4.1.2 Preparação para o experimento

Como não foram encontradas pesquisas sobre a visão do lobo-guará, foi necessário estabelecer um protocolo de estudo com os itens vistos a seguir.

##### 4.1.2.1 Escolha da recompensa

Em estudos de discriminação, são utilizadas recompensas que devem ser muito palatáveis ao animal, mas não constam de sua dieta. Domeniconi et al. (2008) testaram diferentes itens para verificar a preferência de cães. Com base nesta informação, com a finalidade de identificar qual seria a recompensa mais adequada aos lobos, foram oferecidos aos quatro animais, antes da alimentação, dois petiscos de sabores diferentes, próprios para cachorros; fígado cozido e pão com mel. Durante três dias, realizaram-se várias tentativas. Inicialmente, os animais escolheram o fígado e depois um dos petiscos. Em outro dia, comeram somente o fígado, ignorando os outros três itens. Devido a ser a carne o alimento preferido, só esta foi oferecida posteriormente. Os lobos comeram fígado morno, no entanto, quando os pedaços restantes esfriaram, dispensaram-nos. Durante os três dias, a fêmea mais arisca (Gisely) não se aproximou para comer e, apresentando sinais sugestivos de medo, entrava na toca<sup>7</sup>.

Em virtude de os animais não comerem o fígado frio, foi necessário escolher outro tipo de reforço alimentar. Observou-se que as carnes cruas, oferecidas na dieta dos animais do zoológico, eram frango e músculo. Para tornar a recompensa mais palatável, optou-se por utilizar estes dois tipos de carne cozidos na água e à temperatura ambiente. Assim, os dois alimentos foram disponibilizados para os animais e verificou-se a preferência pelo peito de frango.

Os pedaços de frango utilizados no experimento tiveram suas massas mensuradas em uma balança de modelo "Mettler, Arthur H. Thomas CO. Scientific Apparatus, Philadelphia PA, USA". Os valores encontrados variaram de 1,5 a 3,0 gramas.

#### **5.1.2.2 Deslocamento para o cambiamento, escolha do animal de estudo e determinação do horário de realização da pesquisa**

Como o experimento foi desenvolvido no cambiamento, houve a necessidade de atrair os animais ao local, a fim de habituá-los. Utilizou-se o método de aproximações sucessivas. Todos os lobos foram conduzidos com o mínimo de estresse possível, atraídos com o auxílio de comida. Uly, a fêmea mais dócil, que se

---

<sup>7</sup> Local escavado no solo da área aberta do recinto, que serve de abrigo para os animais.

encontra no maior recinto, foi o animal escolhido para iniciar a fase de adaptação. Durante vários dias, foi chamada pelo nome, sendo-lhe fornecido pão com mel, que é palatável aos animais. Inicialmente, tornou-se necessária a máxima aproximação da pesquisadora com comida, para fazer o animal levantar e, posteriormente, ser atraído até a metade do recinto. Aos poucos, ele aproximou-se do cambiamento, até comer o alimento dentro do local da pesquisa.

Nos dias subsequentes, houve tentativas de condicionar todos os lobos a entrarem no cambiamento e ali se alimentarem. Primeiramente, utilizou-se um pedaço de fígado colocado na grade externa e, posteriormente, músculo e frango foram posicionados de cada lado da grade (Figura 12). Frequentemente, preferiram o frango. Tal procedimento foi realizado por diversos dias e, quando estavam mais confiantes em entrar no cambiamento, foram presos enquanto comiam.



Figura 12. Lobo-guará alimentando-se de frango (B) colocado na grade do cambiamento. À esquerda, há um pedaço de músculo (A).

O indivíduo de lobo-guará escolhido para a realização dos testes foi a fêmea que iniciou a fase de adaptação, que é praticamente domesticada, aspecto facilitador do desenvolvimento deste trabalho, já que animais desta espécie são naturalmente arredios. A confiança do animal na pesquisadora permitiu aproximações que seriam impossíveis, caso não fosse relativamente mansa. O

comportamento amistoso não é regra para todas as pessoas que se aproximam dela. Seu histórico compreende a chegada em 2007, ainda filhote, ao Jardim Zoológico de Brasília e o cuidado pelos funcionários desde pequena. A pesquisadora também se aproximou dela, quando muito jovem, na área da veterinária. O macho que se encontra no mesmo recinto, por sua vez, é muito arredio e tem grande dificuldade de locomoção devido a deficiências ósseas. Quanto aos animais do recinto menor, a fêmea é extremamente arisca e o macho, por apresentar problemas de saúde e ter idade avançada, foi transferido para a área da veterinária. Dessa forma, somente Uly foi selecionada para o experimento, ainda que houvesse a perspectiva de incluir mais indivíduos na pesquisa. Vale lembrar que já foram feitos outros estudos de comportamento com amostra pequena ( $n = 2$ ), como o de Griebel e Schmid (1997), com peixes-boi, e o de Kelling et al. (2006), com pandas. Além destes, há pesquisas com apenas um indivíduo ( $n = 1$ ): um elefante africano e um asiático (YOKOYAMA et al., 2005); outra que estuda somente um indivíduo de lobo, *Canis lupus* (PEICHL; BEHRMANN; KRÖGER, 2001), dentre outras espécies.

Antes de começar o experimento, foi importante saber quais eram os horários de maior atividade dos lobos. Para isso, fizeram-se observações de comportamento durante duas semanas, compreendendo os períodos matutino e vespertino. No início da manhã, eles demonstraram pouca atividade e, como a alimentação era à tarde, comportaram-se de modo extremamente ativo neste período. Para que a alimentação não atrapalhasse o interesse durante o experimento, foi escolhido o horário de 10 h, anterior ao da rotina alimentar, para a realização do estudo.

No mês seguinte, Uly teve filhotes e os procedimentos com ela tiveram de ser adiados, para não atrapalhar o cuidado parental. Sabe-se que o período de gestação é de 63 a 67 dias, com nascimento de dois a cinco filhotes (RODDEN; BLAKELY, 2007). Além disso, os lobos passaram a ser alimentados pela manhã e a comida da fêmea ficou mais nutritiva, já que ela estava amamentando. A mudança no horário da alimentação resultou na transferência do reinício da pesquisa para o final da tarde, quando os lobos se encontram mais ativos e não ocorrem procedimentos realizados pelos funcionários do zoológico. Assim, todos os testes foram realizados por volta das 17 h, momento em que há diminuição da visitação pública e o zoológico se encontra mais tranquilo.

Além da gestação da fêmea, outro fato retardou o andamento do projeto: dois

filhotes vieram a óbito e foi necessário prender Uly diversas vezes no cambiamento para a entrada de profissionais no recinto, o que a estressou muito. Por isso, ela demonstrava muitos comportamentos sugestivos de medo ao entrar neste local, já que sempre acontecia algo desprazeroso. Com muita calma e paciência, foi preciso reconquistar sua confiança, chamando-a para dentro, sem prendê-la.

#### 4.1.2.3 Construção do aparato

Em estudos de discriminação com mamíferos, são utilizados aparatos para colocar estímulos discriminativos e recompensas (estímulos reforçadores). Nesta pesquisa, o modelo de Altavini (2009) para macacos-prego serviu como base para a construção de um aparato de madeira. O dispositivo foi revestido de fórmica na cor cinza neutro fosco (Figuras 13 e 14), para não interferir na visualização das cores, sendo posicionado na divisão dos cambiamentos. Este equipamento tinha 58,5 cm de largura e 93,5 cm de altura, um visor totalmente aberto (**B** da Figura 13), na parte superior, e duas janelas basculantes (**A1** e **A2** da Figura 13), na parte inferior, cada uma com 17 cm de largura e 15 cm de altura, colocadas a 5 cm da base.

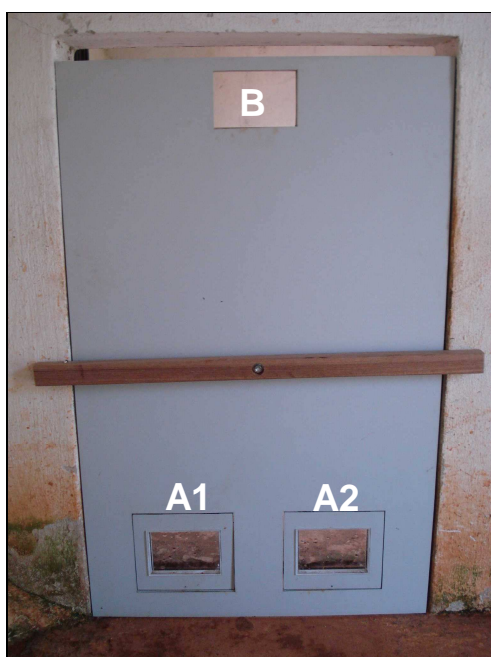


Figura 13. Vista anterior do aparato utilizado no experimento com lobo-guará. Detalhe: janelas (**A1** e **A2**) e visor (**B**).



Figura 14. Vista posterior do aparato utilizado no experimento com lobo-guará onde podem ser vistos pedaços de frango próximos às janelas (**C**).



Em cada janela, havia, frontalmente, um acrílico transparente fixo, com abertura de 13 cm de largura e 9 cm de altura, e, no verso, um porta-estímulo com canaleta para encaixe do envelope, também de acrílico (Figura 15).



Figura 15. Envelope de acrílico com papel de Munsell.

Para fixar, ajustar e equilibrar o aparato à parede, foram adicionadas duas barras de segurança de madeira, articuladas (uma na parte anterior e outra na parte posterior) e devidamente presas por um parafuso de regulagem perpendicular a elas. Além disso, havia duas abas de 12,5 cm de largura, ao longo de toda a lateral do aparato, que se abriam e se fechavam para encaixe no espaço da divisão dos cambiamentos e apoio nas paredes.

Em relação à parte posterior do aparato (Figura 14), envelopes de acrílico com papéis de Munsell (Figura 15) com 12 cm de largura e 8 cm de altura eram encaixados nas canaletas dos porta-estímulos de cada janela basculante. Com o objetivo de não haver contato do animal com o envelope, deixando pistas olfativas, as janelas tinham mais uma peça de acrílico fixada a elas, sugestão mencionada por Pegoraro (2009), conforme o resultado obtido em sua pesquisa.

De início, o visor incluía uma peça de acrílico com película espelhada, para que a pesquisadora pudesse ver o animal sem que ele a visse. Posteriormente, verificou-se que, para a fêmea de lobo-guará em questão, era necessário haver algum acesso para chamá-la até o aparato e, por isso, optou-se por deixar o espaço vazio.

Também foi necessário colocar uma tábua de madeira no chão (letra **C** da Figura 14), para apoiar os pedaços de frango, com o propósito de que o animal tivesse o acesso facilitado à recompensa, uma vez que não era possível alcançar o alimento em local muito baixo.

#### **4.1.2.4 Adaptação ao aparato**

Inicialmente, o aparato foi colocado dentro do cambiamento e retirado dali no mesmo dia. Em etapa posterior, foi deixado durante à noite, período de maior atividade dos lobos. Depois, foram colocadas recompensas atrás de cada uma das janelas, as quais eram abertas e fechadas, mostrando-se ao animal o movimento que ele deveria fazer. Mais tarde, verificou-se que as recompensas haviam sido mexidas durante o período noturno.

Em outro dia, depois de colocar as recompensas atrás do aparato, a fêmea foi chamada. Entrou no cambiamento, viu a comida do outro lado da janela, através do vidro, e alcançou-a com o focinho, empurrando uma das janelas dos porta-estímulos.

#### **4.1.3 Experimento**

Antes do experimento, a vasilha de comida era retirada do cambiamento, para não haver interferência na resposta do animal, ou seja, para evitar que ele obtivesse acesso ao alimento mesmo ao errar a tentativa. A água era mantida no local, caso ele sentisse sede no período das atividades.

Durante o procedimento, inicialmente, foram colocados blecautes nas grades dos dois cambiamentos, a fim de bloquear alguma interferência luminosa (Figura 16). A iluminação foi fornecida por uma lâmpada fluorescente modelo D-65, suspensa no alto do cambiamento, por ser a que tem a mesma composição espectral da luz solar (Figura 17).



Figura 16. Vista interna do cambiamento de lobo-guará com blecaute à esquerda e aparato à direita.



Figura 17. Lâmpada fluorescente modelo D-65 colocada no cambiamento de lobo-guará

A intensidade luminosa foi mensurada com o auxílio de um luxímetro (TENMA Light Meter 72-7250), mostrado na Figura 18, e obteve-se um valor de 79 lux como média (máximo de 87 lux e mínimo de 73 lux). Para fins de comparação, houve a medição no período matutino, sendo encontrados os seguintes valores: 839 lux na área aberta do recinto maior, 575 lux na do menor e 540 lux no cambiamento, sem blecautes, do recinto maior (onde se encontra a fêmea com a qual se trabalhou).



Figura 18. Luxímetro utilizado em experimento com lobo-guará.

Como o animal não se adaptou ao blecaute, o experimento foi realizado sem este material e com a lâmpada D-65 acesa. Dessa forma, houve a necessidade de nova medição da intensidade de luz do ambiente, e o valor considerado foi a média das medidas tiradas (134 lux), sendo 110 lux nas horas com menor intensidade luminosa (pôr-do-sol) e 158 lux nas horas com maior claridade (por volta das 17h). O mínimo de 100 lux é suficiente para garantir o funcionamento dos cones

(SCHWARTZ, 2010), que estão ativos em condições fotópicas, e a lâmpada D-65 permaneceu ligada durante todo o experimento, de modo a obter, pelo menos, tal valor de intensidade luminosa. Dessa forma, considerando o hábito crepuscular da espécie estudada, o experimento foi realizado em um ambiente com baixa luminosidade, assemelhando-se à encontrada na natureza.

Para conhecer as diferentes escalas de dificuldade na discriminação de cores, usou-se um paradigma comportamental fundamentado na aprendizagem discriminativa com dois elementos, de acordo com a metodologia de Pegoraro (2009) com gambás<sup>8</sup>. Foram empregados pares de papéis de Munsell (cartões de diferentes cores) como estímulos, colocados dentro de envelopes de acrílico.

Os papéis foram colocados em cada porta-estímulos e a recompensa foi acessada com o focinho através da abertura das janelas basculantes. A cor laranja foi escolhida para representar o estímulo discriminativo positivo, ou SD+ (abertura da janela com acesso à recompensa), e outra cor, o estímulo discriminativo negativo, ou SD- (janela fechada e sem acesso ao alimento). É necessário destacar que os pedaços de frango se encontravam atrás de ambas as janelas, para evitar que o animal utilizasse o olfato como pista de localização. A posição onde se facilitava o acesso ao alimento foi modificada aleatoriamente em várias tentativas, segundo a tabela de Gellerman (GELLERMAN, 1933), visualizada no ANEXO B. Houve variação aleatória de brilho em cada par, possibilitando que a discriminação visual fosse realizada, unicamente, em função do matiz (PESSOA et al., 2003).

Em um primeiro momento, o animal teve uma fase de adaptação (modelagem) ao aparato. Após esta fase, foram iniciadas as outras etapas (denominadas testes), todas detalhadas no APÊNDICE. Cada uma delas caracterizou-se por 64 tentativas. Como há 16 combinações possíveis dos quatro brilhos para cada par de papéis de Munsell, assegura-se que cada par (ou seja, cada combinação) seja apresentado quatro vezes, totalizando 64 tentativas.

O primeiro par de cores a ser exibido foi de fácil discriminação para um dicromata (laranja x azul), com aumento da dificuldade na etapa seguinte (laranja x verde). Por último, um teste impossível (laranja x laranja) permitiu verificar a existência de outras pistas não visuais como, por exemplo, a utilização do olfato, da audição ou do tato para responder às tentativas. O período de coleta de dados foi de

---

<sup>8</sup> Como não há metodologia para lobo-guará para o estudo de visão em cores, optou-se por usar uma pré-existente com mamíferos.

novembro de 2010 a fevereiro de 2011.

#### 4.1.3.1 Fase de adaptação (modelagem)

Durante o período de adaptação, após diversas tentativas, procurou-se estabelecer a melhor maneira de proceder nos testes com a fêmea. As cores escolhidas foram o laranja (10YR), com quatro diferentes brilhos (5/10, 6/10, 7/10 e 8/10), visualizados na Figura 19, e o preto, pareados aleatoriamente, variando de posição seguindo a tabela de Gellerman (GELLERMAN, 1933). Todos os acertos foram computados com o número 1 e os erros com o número 0.



Figura 19. Papéis de Munsell 10YR utilizados nos testes comportamentais em fêmea de lobo-guará, com os seguintes brilhos/saturações da esquerda para a direita: 5/10, 6/10, 7/10 e 8/10.

Inicialmente, o experimento foi realizado com blecaute na grade interna do recinto para evitar a entrada de luz externa. Como o animal destruiu o material, no dia seguinte, a grade foi fechada após a entrada do animal e retirou-se o blecaute, ocorrendo muito estresse da fêmea. Assim, decidiu-se continuar o experimento, nos dias subsequentes, com a grade aberta. Vale ressaltar que a intensidade luminosa considerada na pesquisa foi a de 134 lux, mensurada sem o blecaute.

Durante este período, alguns fatores criaram obstáculos ao andamento do experimento: comportamento de cio, presença do filhote no cambiamiento, entrada de aves no recinto e muitos visitantes no zoológico.

O intuito da modelagem foi o animal obter 90% de acertos. Esta porcentagem foi escolhida para que houvesse certeza de que a cor laranja estaria controlando a resposta de acesso à recompensa, já que, antes de iniciar a fase de teste, é

necessário que o animal entenda e aprenda a resolver o problema que lhe foi apresentado. Tal porcentagem, ou outra acima dela, é a objetivada em testes comportamentais discriminativos de visão em cores (PESSOA; TOMAZ; PESSOA, 2005; PEGORARO, 2009).

### 5.1.3.2 Modificação das cores do estímulo negativo (testes)

A segunda fase do experimento caracterizou-se pela utilização de duas diferentes cores para o estímulo negativo, quando não havia acesso à recompensa. A definição das cores baseou-se no trabalho de Pegoraro (2009). A primeira cor escolhida foi o azul (7.5B), com quatro diferentes brilhos (5/4, 6/4, 7/4 e 8/4), e a segunda, o verde (5GY), também com quatro brilhos (5/10, 6/10, 7/10 e 8/10), as quais foram pareadas com os quatro brilhos do laranja (10YR) em cada etapa (Figuras 20 e 21). Todas as cores apresentavam saturação igual a 10, com exceção da cor azul, que se caracterizava por ser igual a 4.

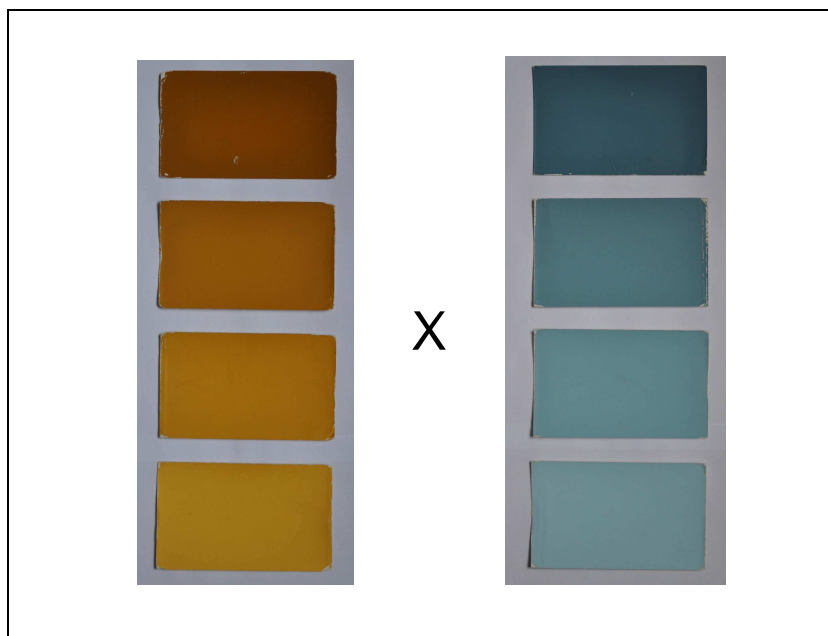


Figura 20. Papéis de Munsell 10YR (laranja), à esquerda, e 7.5B (azul), à direita utilizados como estímulos nos testes comportamentais em fêmea de lobo-guará.



Figura 21. Papéis de Munsell 10YR (laranja), à esquerda, e 5GY (verde), à direita utilizados como estímulos nos testes comportamentais em fêmea de lobo-guará.

#### 4.1.3.3 Teste impossível

Com o objetivo de verificar possíveis pistas não visuais utilizadas pelo lobo (como o olfato, por exemplo), foi realizado o pareamento da cor laranja com ela própria (10YR x 10YR) e a posição de acesso à recompensa foi modificada aleatoriamente, como nas outras etapas. Neste método, o animal não tem como saber em qual posição obterá o alimento. Assim, é desejável que ocorra porcentagem de acertos inferior a 50%, para que haja certeza de que ele diferencia as cores com auxílio da visão, e não por meio de outras pistas para encontrar o alimento. Sabe-se que a probabilidade de acerto, caso o animal responda de forma aleatória às tentativas, é 0,5 (ALTAVINI, 2009); para as 64 tentativas realizadas em cada teste, os valores dos limites superior e inferior de aleatoriedade foram calculados pelo teste binomial.

## 5.2 RESULTADOS

Inicialmente, os erros na fase de adaptação com o par **laranja x preto** (SD+: 10YR x SD-: Preto), dados que se encontram no APÊNDICE, foram frequentes, e o animal respondeu a poucas tentativas. Posteriormente, a cada sessão (dia), a porcentagem de acertos passou a ser de praticamente 100% (fato que começou a ocorrer na sétima sessão) e o número de tentativas realizadas, em torno de dez. No total de vinte sessões, foram 140 tentativas com 126 acertos, o que corresponde a 90%. Como a tabela utilizada apresentava somente noventa tentativas, foi necessário recomeçar da primeira tentativa até atingir a taxa de acertos. As sessões variaram de 10 minutos, a menor, a 1 hora e 23 minutos, a maior.

Foram considerados acertos as aberturas da janela com a cor laranja, independentemente de o animal cheirar ou não as duas aberturas, ou uma delas. O comportamento de encostar fortemente o focinho na janela do estímulo discriminativo negativo foi considerado como erro.

Com o par **laranja x azul** (SD+: 10YR X SD-: 7.5B), na primeira sessão, houve 100% de acertos. Em algumas tentativas, o animal dirigia-se inicialmente para o lado do azul, mas abria a janela do laranja. Em outras, abria a janela certa sem olhar para a errada (Figura 22). Nas sessões subsequentes, os erros começaram a aparecer, entretanto a quantidade de acertos prevaleceu. Nas cinco sessões (64 tentativas), a fêmea estudada acertou 59 tentativas, correspondendo a uma porcentagem de 92,2%. A duração da sessão menor foi de 5 minutos e a maior, de 47 minutos.





Figura 22. Lobo-guará abrindo a janela com a cor laranja ao invés da azul no teste comportamental.

Em relação ao par **laranja x verde** (SD+: 10YR X SD-: 5GY), houve 58 acertos (Figura 23) em 64 tentativas, totalizando 90,6%, realizadas em quatro sessões de 25 minutos, a menor, e 46 minutos, a maior. Esta porcentagem evidencia um alto desempenho, porque o par é considerado de difícil discriminação para dicromatas.

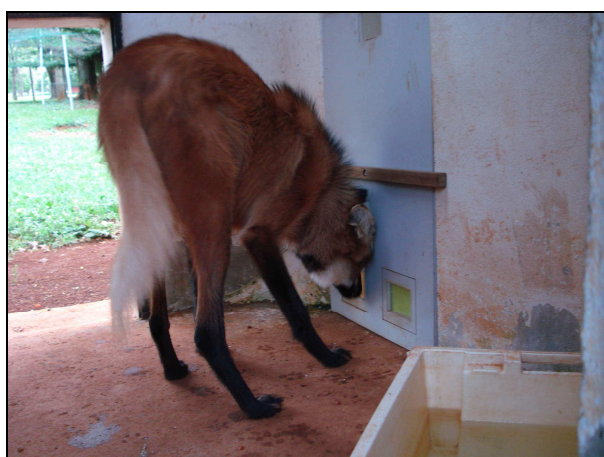


Figura 23. Lobo-guará abrindo a janela com a cor laranja ao invés da verde no teste comportamental.

Após a realização do teste impossível, com 64 tentativas em três sessões, sendo a menor de 30 minutos e a maior, de 55 minutos, o animal teve 30 acertos, o

que corresponde a uma porcentagem de 46,9%. Este valor é menor que 50%, o que caracteriza ausência de pistas não visuais durante o experimento e valida os resultados encontrados nos testes.

Os valores calculados, pelo teste binomial, dos limites superior e inferior de aleatoriedade foram de 62,25% e 37,75%. A Figura 24 mostra as diversas etapas do experimento, as porcentagens de respostas corretas e os limites encontrados. Nos testes com azul (7.5B) e verde (5GY), a porcentagem encontrada foi acima do limite superior de aleatoriedade. No teste impossível (com 10YR), a porcentagem teve um valor entre os dois limites e abaixo de 50%, demonstrando que a escolha entre os diferentes papéis de Munsell foi aleatória, validando todo o experimento.

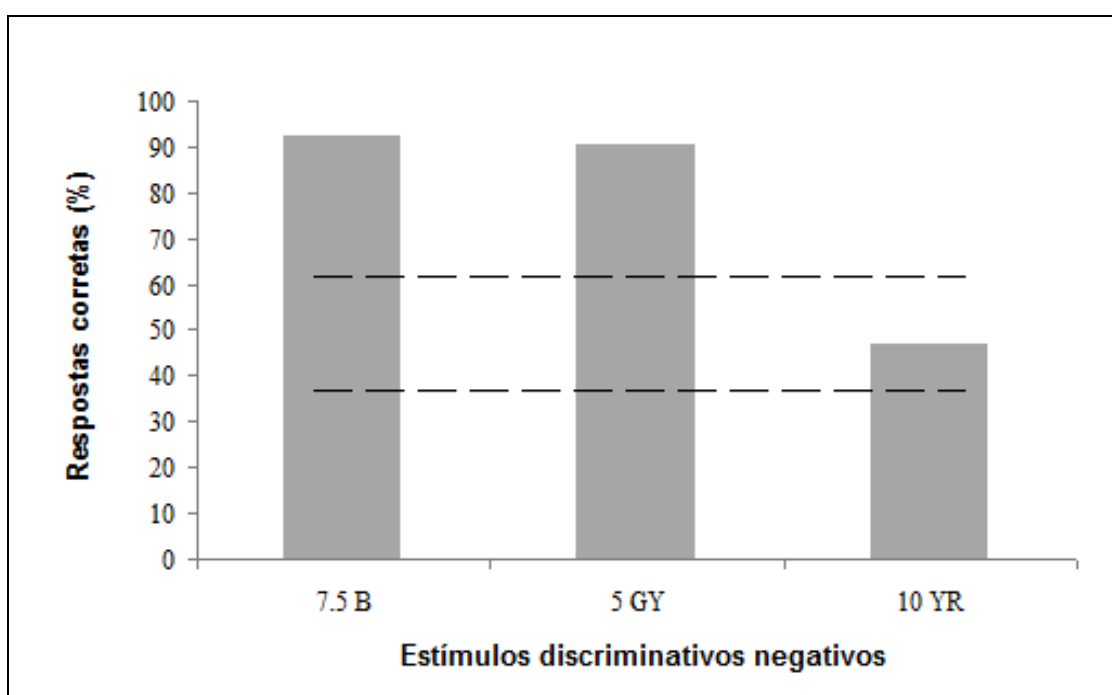


Figura 24. Desempenho de fêmea de lobo-guará nos três testes comportamentais. O estímulo positivo 10YR (laranja) foi pareado com os negativos 7.5B (azul), com 5GY (verde) e com 10YR (laranja), todos representados pelas colunas do gráfico. As linhas tracejadas representam os limites superior e inferior de aleatoriedade.

A curva de aprendizagem durante todos os testes (Figura 25) deixa claro que, inicialmente, o animal apresentou uma queda na porcentagem de acertos, porém atingiu 100% na sexta sessão da fase de adaptação. Esse valor manteve-se até a primeira sessão do teste laranja x azul e, a partir da segunda sessão deste teste até o final da fase do laranja x verde, exibiu variações entre 83,3% a 100%, valores acima do limite superior de aleatoriedade. A partir do teste impossível, a porcentagem de acertos diminuiu, permanecendo entre os limites superior e inferior,

no entanto, na última sessão ficou abaixo do limite inferior de aleatoriedade.

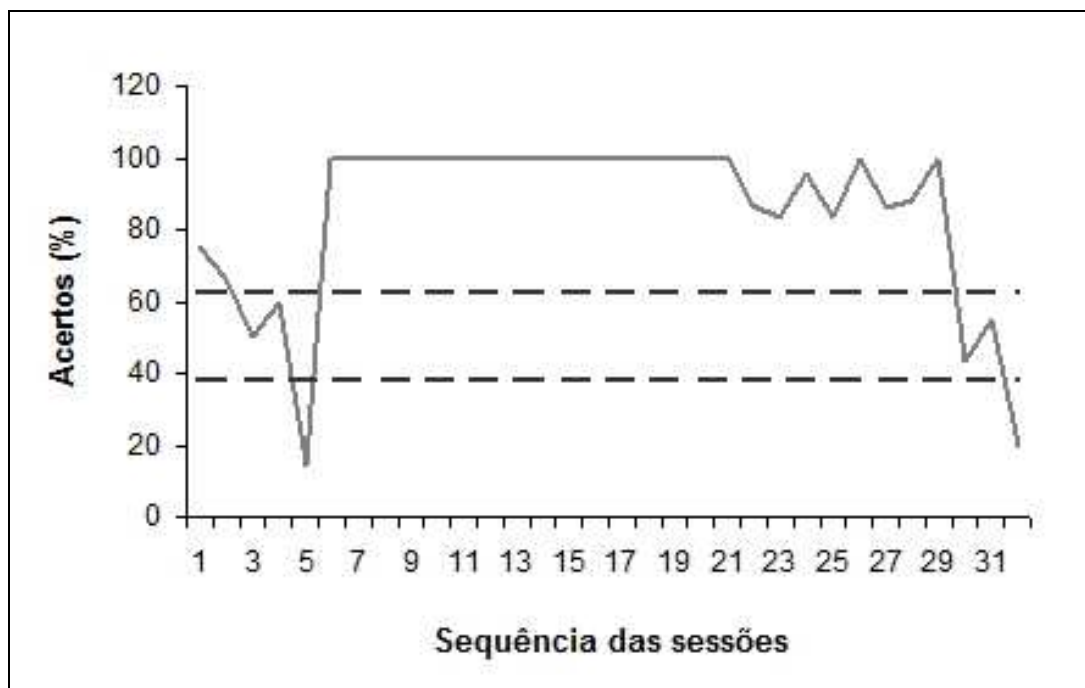


Figura 25. Curva de aprendizagem de fêmea de lobo-guará durante as sessões dos testes comportamentais. As linhas tracejadas representam os limites superior e inferior de aleatoriedade.

Todas as fases do experimento (modelagem e testes) foram realizadas em 32 sessões com um total de 22 horas e 57 minutos.

Em relação às condições do tempo (chuvoso, nublado, ensolarado, entre outros) em cada sessão, não foi encontrada relação alguma com o número de tentativas executadas e seus respectivos acertos.

Além disso, um aspecto a ser ressaltado foi que houve a melhoria do manejo da fêmea estudada, para que a entrada no cambiamiento fosse associada a atividades prazerosas. Ela passou a entrar sem estresse, diferentemente do que ocorria anteriormente, quando era necessário o uso de contenção física para prendê-la.

## 5 CARACTERIZAÇÃO DA VISÃO DE CORES POR MEIO DA SEQUÊNCIA GÊNICA

Para confirmar a tricromacia verificada no estudo comportamental da fêmea,

fato inédito no grupo dos canídeos, foi necessário recorrer a dados genéticos, com o objetivo de determinar os genótipos por meio do sequenciamento gênico, constante da molécula de DNA.

## 5.1 MATERIAL E MÉTODOS

A determinação dos genótipos de visão de cores por meio da técnica de sequenciamento genético serviu para complementar (e eventualmente confirmar) os resultados obtidos com a análise comportamental.

A pesquisa valeu-se dos quatro indivíduos da espécie *Chrysocyon brachyurus* mencionados no início deste trabalho, incluindo a fêmea que participou do estudo comportamental. Foram extraídas duas amostras de 3 mL de sangue por indivíduo, acondicionadas em frascos de vidro para análises clínicas, contendo citrato de sódio ( $C_6H_5Na_3O_7$ ), um anticoagulante.

Todo o material coletado foi mantido e transportado em gelo para o Laboratório de Psicofisiologia Sensorial, do Departamento de Psicologia Experimental, do Instituto de Psicologia, localizado na Universidade de São Paulo (USP), no qual foi processado até a etapa de pré-sequenciamento. O sequenciamento das amostras de DNA realizou-se em colaboração com o Laboratório Experimental, localizado no Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa do Hospital Israelita Albert Einstein.

Esta etapa do trabalho teve a devida autorização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ANEXO C).

### 5.1.1 Extração de DNA e amplificação dos genes das opsinas por reação em cadeia da polimerase (PCR)

O material genético foi obtido com o uso do *kit PUREGENE<sup>®</sup> DNA purification Kit* (Gentra Systems), de acordo com o protocolo do fabricante.

A reação em cadeia da polimerase (PCR) foi empregada para amplificar os éxons 3 e 5 dos genes das opsinas L/M que codificam os aminoácidos das posições

180, 277 e 285. O *kit* para PCR utilizado foi o *rTth DNA Polymerase, XL* (Applied Biosystems).

Os primers para amplificação dos éxons 3 e 5 foram os mesmos descritos por Mancuso, Neitz e Neitz (2006) em primatas. Para o éxon 3, os pares foram: 5'GGATCACGGGTCTCTGGTC (*forward*) e 5'CTGCTCCAACCAAAGATGG (*reverse*); para o éxon 5 os pares foram 5'GTGGCAAAGCAGCAGAAAG (*forward*) e 5'CTGCCGGTTCATAAAGACATAG (*reverse*).

As condições de PCR para os éxons 3 e 5 foram idênticas, com exceção da temperatura de anelamento (*annealing*) (TA) de 61°C para o éxon 3 e 59°C para o éxon 5. Os ciclos de temperatura foram de 94°C por 1 minuto, 37 ciclos de 94°C a 15 segundos, TA a 30 segundos, 72°C a 30 segundos e, por último, uma temperatura de extensão de 72°C por 10 minutos.

Após a reação de PCR, realizou-se uma eletroforese do produto da reação em gel de agarose a 1%. Mantiveram-se as amostras amplificadas a 4°C até o momento do sequenciamento.

### 5.1.2 Sequenciamento genético

O sequenciamento dos produtos de PCR foi realizado no sequenciador MegaBACE 1000 (GE Healthcare) com o *kit DYEnamic ET Dye Terminator* (MegaBACE™, GE Healthcare) localizado no Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa do Hospital Albert Einstein.

As sequências foram analisadas com o programa Sequencher 4.8 (Gene Codes Corporation, EUA) e, após a identificação dos aminoácidos correspondentes às posições 277 e 285 do éxon 5, foi possível determinar se o animal era dicromata ou tricromata.

## 6.2 RESULTADOS

De acordo com os resultados obtidos, os quatro animais foram caracterizados como dicromatas (Figura 26). Não foi observado heterozigose em nenhuma das sequências obtidas do éxon 5. No entanto, devido a problemas técnicos, não foi

possível sequenciar o éxon 3. Dessa forma, existe a possibilidade de o animal ser tricromata, dependendo do aminoácido encontrado na posição 180 do éxon 3.

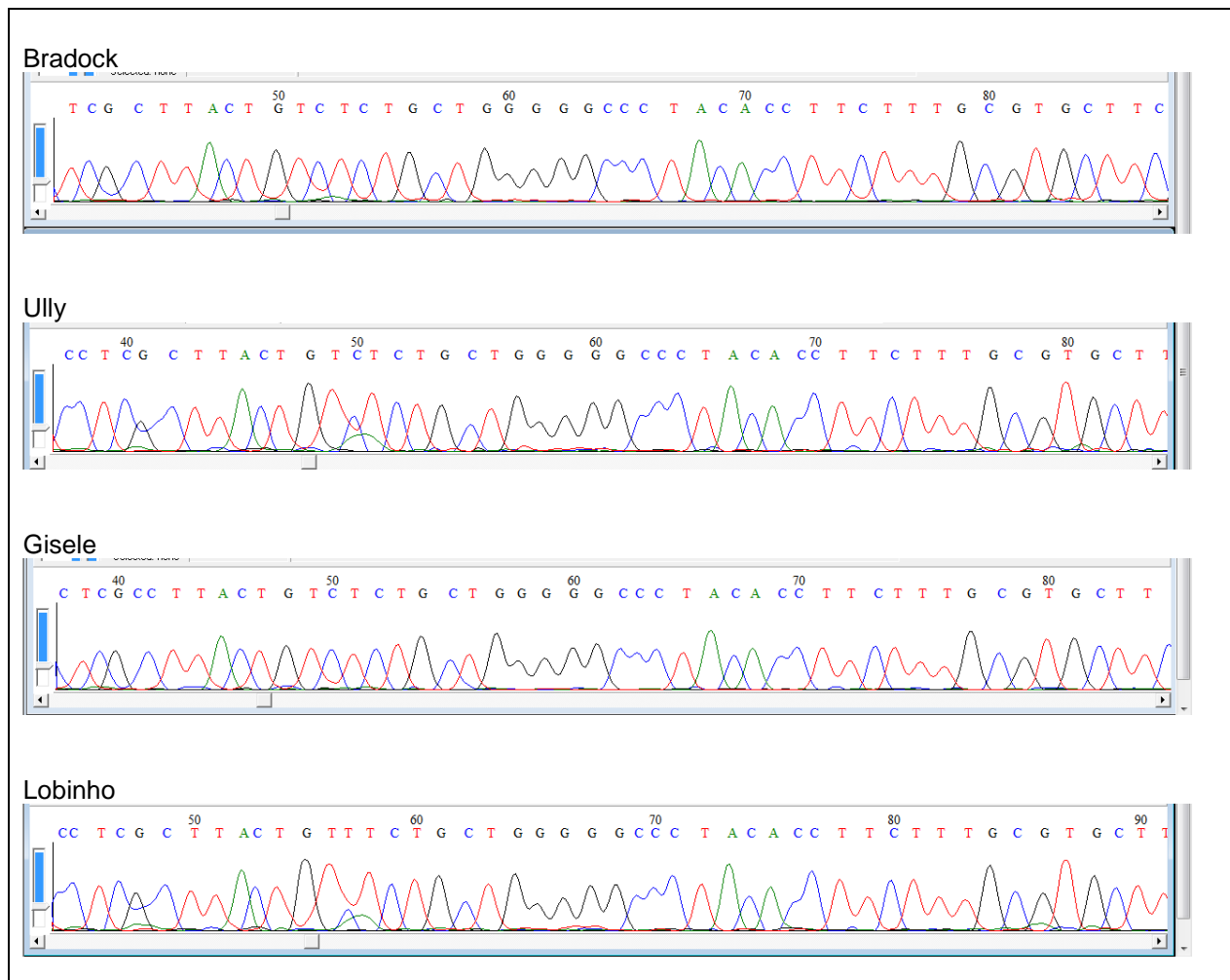


Figura 26. Cromatogramas dos quatro lobos-guarás estudados, mostrando o éxon 5 com os nucleotídeos, identificados com uma letra e uma cor diferentes: tirosina (T, vermelho), adenina (A, verde), guanina (G, preto), citosina (C, azul).

Em todos os quatro casos, o aminoácido expresso na posição 277 (formada por TAC) foi a tirosina e, na posição 285 (constituída por ACC), foi a treonina, como pode ser observado no cromatograma detalhado da fêmea participante do estudo comportamental (Figura 27).

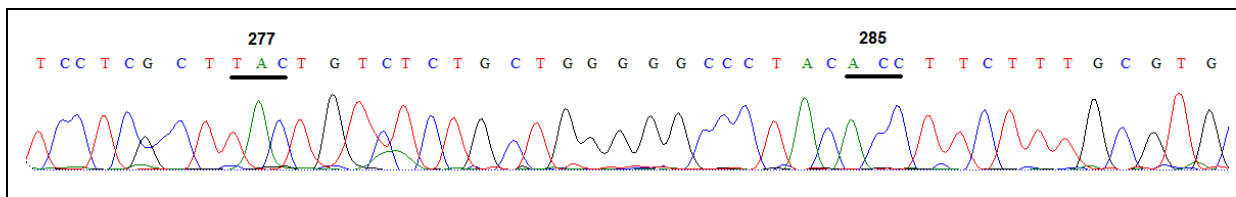


Figura 27. Exemplo detalhado de um cromatograma do éxon 5 sequenciado a partir da amostra de sangue da fêmea de lobo-guará que realizou os testes comportamentais. Sublinhado em preto estão os códons que expressam os aminoácidos tirosina (posição 277) e treonina (posição 285). Cada nucleotídeo sequenciado está identificado com uma letra e uma cor diferentes: tirosina (T, vermelho), adenina (A, verde), guanina (G, preto), citosina (C, azul).

## 6 DISCUSSÃO

Este trabalho leva à conclusão, sem ambiguidade, de que o lobo-guará possui visão de cores, contudo, a hipótese desta pesquisa, relacionada a pressupostos de comportamento da espécie sob análise, consistiu na expectativa de respostas compatíveis com a visão dicromata. O animal, contrariamente, comportou-se como tricromata, ao responder às diversas combinações de cores dos papéis de Munsell disponibilizados. O gráfico visualizado na Figura 24 evidencia que o animal manteve um índice considerável de acertos, pois apresentou um percentual de respostas corretas acima da aleatoriedade nos testes com laranja x azul e com laranja x verde. O par laranja x verde (SD+: 10YR X SD-: 5GY), considerado de difícil discriminação por dicromatas, tornou-se determinante para se chegar a esta conclusão, uma vez que houve 90,6% de acertos em um total de quatro sessões. Isso revela que a hipótese do trabalho não foi corroborada.

Apesar da intenção de realizar o experimento comportamental com, pelo menos, mais um lobo-guará, a dificuldade em modelar as respostas de entrar no cambiamento e nele permanecer sem emitir comportamentos agonísticos e de fuga impediu a repetição com outro espécime.

Experimentos de discriminação visual que utilizam reforço, mesmo na ausência de privação de alimentos ou água, são extremamente motivadores e podem induzir os sujeitos experimentais a buscarem qualquer pista sensorial para emitirem a resposta correta e obterem a recompensa. No caso da discriminação de cores, a condução do experimento e o controle das condições do estímulo são ainda mais críticos, devido ao fato de pistas de brilho levarem a um resultado falsamente

positivo na discriminação de matizes (JACOBS, 1993). O teste impossível, realizado neste trabalho, descartou a possibilidade da utilização de pistas não visuais, pois, nesta condição, o percentual de acertos foi menor do que 50% (*vide* Figura 24), abaixo do limite superior de aleatoriedade. Além disso, o animal não se baseou em pistas de brilho, já que apresentou mais erros (26) do que acertos (21) no teste impossível, quando os brilhos diferentes com o mesmo matiz eram disponibilizados aleatoriamente.

Vale lembrar que se descartaram as pistas olfativas, uma vez que havia isca nas duas janelas. Também foi descartada a pista auditiva, já que não houve nenhuma indicação sonora em relação à qual janela estaria aberta para acessar o alimento. Da mesma forma, o tato também não foi considerado, devido ao fato de que as duas janelas possuíam vidros de mesma espessura na frente dos envelopes de acrílico, que eram dispostos aleatoriamente. Além disso, o animal não se guiou por pistas de brilho nem de saturação, lembrando que Kelling et al. (2006) definem a visão de cores como a habilidade de discriminar vários comprimentos de onda do espectro visível, independentemente do brilho e da saturação.

Uma vez que o comportamento discriminativo diferiu de todos os outros canídeos estudados até o presente momento, que são dicromatas, houve a necessidade da confirmação de tricromacia no lobo-guará, mediante a análise genética para visão de cores. O sequenciamento do éxon 5 dos quatro indivíduos demonstrou que os animais são dicromatas, como a maioria dos mamíferos. Isso confirmaria a hipótese deste trabalho e estaria em contraposição ao resultado dos testes comportamentais. Mesmo assim, ainda existe a possibilidade de o animal ser tricromata, já que o éxon 3 não foi ainda sequenciado.

Resultados divergentes, de acordo com a metodologia usada, foram verificados em estudos anteriores, como o de Jacobs et al. (1999), em pesquisa com camundongos transgênicos que recebem mais um gene que codifica mais uma opsina na faixa vermelho-verde do espectro e passam da condição de dicromatismo genético e eletrofisiológico para tricromatismo. Não obstante isso, testes comportamentais demonstram a incapacidade destes animais de comparar os sinais gerados e discriminar matizes vermelhos de verdes. A continuação deste trabalho, (JACOBS et al., 2007), conduziu à conclusão de tricromatismo comportamental, salientando a existência de um sistema nervoso capaz de discriminar entre estímulos novos e os já presentes. Outro exemplo está no experimento com micos-



de-cheiro que, cegos ao nascer, ao serem submetidos a um procedimento genético, com adição de um terceiro pigmento do cone na retina, passaram a ter visão tricromática (Mancuso et al., 2009).

Alguns aspectos fisiológicos referentes a diversas espécies animais, que poderiam contribuir para a visão tricromática do lobo-guará seriam: a presença de gotículas de óleo nos cones, já que aumentam o contraste ou ampliam a detecção de cores (AHNELT; HOKOÇ; ROHLICH, 1995; JACOBS, 1993); a interação entre cones e bastonetes em níveis de intensidade luminosa intermediária (SHEPHERD; WYATT, 2008; FREITAG; PESSOA, 2012); a presença de bastonetes com diferentes sensibilidades espectrais (KELBER; ROTH, 2006); a interação de campo estendido, com o emprego de estímulos com grandes dimensões (NAGEL, 1905; BRETON; TANSLEY, 1985).

No primeiro caso, as gotículas de óleo permitem, teoricamente, em um animal que expresse dois tipos de fotopigmentos nos cones, como S (comprimento de onda curto) e L (comprimento de onda longo), a existência de três curvas espectrais, resultando em uma percepção tricromata. Apesar da baixa probabilidade da existência de gotículas de óleo na retina do lobo-guará, há inúmeros exemplos de evolução convergente de características visuais na literatura (LAND; NILSSON, 2002). Dessa maneira, estudos morfológicos na retina do *C. brachyurus* poderiam verificar esta probabilidade.

A segunda possibilidade que poderia explicar uma inconsistência entre dicromatismo genético e tricromatismo comportamental no lobo-guará está fundamentada no fato de que a ativação de bastonetes pode alterar os três atributos da percepção de cores, isto é, a matiz, a saturação e o brilho (IKEDA; SHIMOZONO, 1981). Na verdade, em animais de hábitos noturnos, os bastonetes podem interagir com os cones, possibilitando a percepção de cores à noite (KELBER; ROTH, 2006). Contudo, no presente trabalho, os testes discriminativos foram realizados com uma intensidade luminosa média de 134 lux. Embora este valor de iluminância garanta a participação de cones no processo perceptual, é possível que os bastonetes estejam, nestas condições, em *knockout*, devido ao processo de saturação (SCHWARTZ, 2010). Tal consideração está baseada na definição dos níveis fotópico (cones funcionantes), mesópico (cones e bastonetes funcionantes) e escotópico (bastonetes funcionantes) no sistema visual humano. Uma vez que nada se sabe sobre os efeitos da intensidade luminosa sobre a adaptação dos

fotorreceptores nos canídeos, e particularmente no lobo-guará, a possibilidade de uma interação cone-bastonete, nesta pesquisa, não pode ser afastada.

Sabendo que, no caso de alguns animais noturnos, os bastonetes podem constituir-se no único mecanismo para a produção da visão de cores (KELBER; ROTH, 2006), a existência destes fotorreceptores com diferentes sensibilidades espectrais na retina do lobo-guará é outra possibilidade para a explicação de tricromatismo comportamental em um ambiente genético dicromata.

Por último, e não menos importante, o tricromatismo também pode ser explicado pela interação de campo estendido, onde um estímulo cromático, de dimensões que ultrapassem a retina central, pode modificar a percepção de cores do observador (NAGEL, 1905). Embora não sejam conhecidas a dimensão e a forma da retina central do lobo-guará, os estímulos cromáticos (papéis de Munsell) empregados mediram, aproximadamente, 12x8 cm e o efeito do campo estendido é relatado para os que atingem 5 cm (BRETON; TANSLEY, 1985). Por outro lado, este fenômeno não foi ainda verificado em não humanos.

Embora os resultados dos testes comportamentais de visão de cores permitam uma categorização formal da dimensionalidade desta característica fisiológica do lobo-guará, eles não fornecem uma indicação da utilidade desta habilidade perceptual. Um aspecto dos resultados sugere, indiretamente, que a cor deva ser um parâmetro perceptual saliente no universo visual do lobo-guará: a relativa facilidade com que o animal discriminou os estímulos cromáticos na fase-teste (*vide* curva de aprendizagem na Figura 25).

Sobre a possibilidade de reconhecer frutos amadurecidos inseridos em folhagem verde ser um fator evolutivo para a tricromacia, esta parece remota em relação à espécie *Chrysocyon brachyurus*, uma vez que o lobo-guará apresenta uma dieta bastante variada (onívora), que inclui pequenos mamíferos (ALHO, 1990; RODRIGUES, 2002; BUENO; BELANTANI; MOTTA-JÚNIOR, 2002; SANTOS, SETZ; GOBBI, 2003). Embora a lobeira seja forrageada frequentemente, o fruto desta planta nem sempre é oferecido na alimentação em cativeiro, além de haver oferta de frutos variados, de diferentes colorações.

Dessa forma, deve-se inferir outro fator ambiental que serviria como pressão seletiva para o desenvolvimento de tricromacia neste animal. Trata-se da seleção sexual, uma vez que o pelo do lobo-guará, diferentemente de outros lobos, apresenta cores vistosas. Realmente, segundo Alcock (2009), a seleção sexual é um

componente da seleção individual, criada pela pressão que machos e fêmeas exercem em coespecíficos para que estes possam competir e/ou escolher entre parceiros potenciais.

Com o estabelecimento de metodologias baseadas na mensuração da composição espectral de superfícies e o desenvolvimento de modelos matemáticos, as predições sobre as capacidades de visão de cores dos animais estão cada vez mais precisas. Tal abordagem possibilita a investigação da cor das fontes alimentares (PERINI; PESSOA; PESSOA, 2009), pelagem de coespecíficos (SALETTI, 2010) e predadores (AJUZ, 2009), e sua relação com a visão do animais. Seria interessante, neste tema, mensurar a composição espectral do pelo de lobos-guarás machos e fêmeas (em diversas fases do ciclo estral) e verificar o grau de conspicuidade para modelos de condições dicromática e tricromática da espécie.

No que diz respeito à comparação da percepção de cores no lobo-guará com as demais espécies de lobos, pouco pode ser narrado. Com exceção de um relato de dicromatismo (existência de cones L e S) em um indivíduo de *Canis lupus* (PEICHL, BEHRMANN e KRÖGER, 2001), não há informações na literatura sobre a visão de cores de lobos que sejam decorrentes de estudos diretos. Mesmo assim, neste estudo, o método empregado foi a imunocitoquímica, que não permite a distinção entre cones L e cones M (comprimento de onda médio). A julgar pela árvore filogenética apresentada na Figura 6, seria importante a realização de estudos no cachorro-do-mato-vinagre (*bush dog*), um animal que possui ancestral comum ao lobo-guará.

Diante do quadro complexo, o estudo comportamental deve ser associado à análise genética, a fim de auxiliar o entendimento da visão em cores dos animais. Com os resultados obtidos, conclui-se que o lobo-guará pode ser dicromata em relação aos genes, mas seria necessário sequenciar o éxon 3 para ter certeza deste resultado, já que, de acordo com a Tabela 1, caso sejam encontrados os aminoácidos serina ou alanina na posição 180, o animal se caracterizaria como tricromata.

Longe de considerar o ocorrido na análise genética como um obstáculo à investigação, entende-se que, para o conhecimento da visão em cores do lobo-guará, a falta de sequência gênica de tricromata dá relevância ao componente fenotípico, por intermédio de estudos comportamentais, sobre o genótipo. Com isso, criam-se novas perspectivas acerca da importância atribuída ao componente

genético na definição da dimensionalidade da percepção de cores, e enfatiza a importância de estudos morfológicos e eletrofisiológicos na caracterização do sistema visual do animal.

## 7 CONCLUSÃO

Compreender os mecanismos fisiológicos que permitem a visão foi de extrema importância para esta dissertação. A hipótese da pesquisa não foi corroborada, já que se encontrou tricromacia de acordo com o estudo comportamental. Os objetivos específicos foram alcançados: o emprego dos papéis de Munsell no diagnóstico dos tipos de visão de cores do lobo-guará já é uma metodologia validada em estudos anteriores e verificou-se que o animal é, até o presente momento, dicromata com relação a seus genes, seguindo o plano básico da maioria dos mamíferos.

Os resultados do teste impossível mostraram que outros três sentidos que poderiam ser utilizados como pista foram descartados para a discriminação de cores pelo animal: o olfato, a audição e o tato. Dessa forma, somente a visão pode ser considerada. Além disso, o animal não se guiou por pistas de brilho ou saturação e, por isso, deve ter obtido pistas no matiz.

A análise genética complementou o experimento e seu resultado incompleto não invalida o estudo; ao contrário, abre duas vertentes: ou a fêmea é dicromata e apresentou comportamento tricromata, ou ela é tricromata e o comportamento evidenciado foi compatível com sua carga genética. Para o caso da primeira vertente, pode-se concluir que o animal, apesar da limitação genética, conseguiu, a partir de mecanismos centrais de processamento visual, discriminar as cores disponibilizadas. De acordo com a segunda suposição, pode-se inferir que o animal manifesta características perceptuais e genéticas típicas do tricromatismo, que o distingue dos demais canídeos estudados. Ambas vertentes necessitam da finalização de sequenciamento do éxon 3.

Isso não diminui a relevância desta pesquisa, pois o conhecimento gerado sobre a percepção de cores do *Chrysocyon brachyurus* em cativeiro, uma espécie ameaçada de extinção, contribui para a sua manutenção em zoológicos e, possivelmente, pode vir a auxiliar em sua conservação na natureza.

## REFERÊNCIAS

AHNELT, P. K.; HOKOÇ, J. N.; RÖHLICH, P. Photoreceptors in a primitive mammal, the South American opossum, *Didelphis marsupialis aurita*: characterization with anti-opsin immunolabeling. **Visual Neuroscience**, v. 12, p. 793-804, 1995.

AJUZ, R. C. A. **Implicações do polimorfismo visual do sagui-do-cerrado (*Callithrix penicillata*) sobre a detecção de potenciais predadores**. 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal)–Instituto de Biologia, Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

ALBERTS, B. et al. **Fundamentos da biologia celular: uma introdução à biologia molecular da célula**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

ALCOCK, J. **Animal behavior: an evolutionary approach**. Sunderland: Sinauer Associates, 2009.

ALHO, C. J. R. Distribuição da fauna num gradiente de recursos em mosaico. In: PINTO, Maria N. (org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Universidade de Brasília, 1990.

ALI, M. A.; KLYNE, M. A. **Vision in vertebrates**. New York: Plenum Press, 1985.

ALTAVINI, T. **Avaliação da percepção de cores em macaco-prego (*Cebus libidinosus*) pelo teste pseudoisocromático de HRR (Hard, Rand and Rittler)**. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal)–Instituto de Biologia, Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

ARRESE, C. et al. Trichromacy in australian marsupials. **Current Biology**, v. 12, p. 657-660, 2002.

AUMONT, J. **A imagem**. Campinas: Papirus, 2002.

BARRAS, R. **Os cientistas precisam escrever: guia de redação para cientistas, engenheiros e estudantes**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1991.

BERNE, R. M.; LEVY, M. N. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

BLACKMORE, T. L. et al. An investigation of colour discrimination with horses (*Equus caballus*). **Behavioural Processes**, v. 78, p. 387-396, 2008.

BONCI, D. M. O. **Estudo dos pigmentos visuais de macaco-prego (*Cebus sp*) e da relação entre a psicofísica e a genética da visão de cores em humanos**. 2011. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências)–Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lista das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. 2003. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/fauna/downloads/lista%20spp.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2011.

BRETON, M. E.; TANSLEY, B. W. Improved color test results with large-field viewing in dichromats. **Archives of Ophthalmology**, v. 103, p. 1490-1495, 1985.

BUENO, A. A.; BELENTANI, S. C. S.; MOTTA-JÚNIOR, J. C. Feeding ecology of the maned wolf, *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1815) (Mammalia: Canidae), in the ecological station of Itirapina, São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 2, p. 1-9, 2002.

CARROLL, J. et al. Photopigment basis for dichromatic color vision in the horse. **Journal of Vision**, v. 1, p. 80-87, 2001.

CARVALHO, C. T. Aspectos faunísticos do Cerrado: o lobo-guará (Mammalia: Canidae). **Boletim Técnico [do] Instituto Florestal**, São Paulo, n. 21, p. 1-18., 1976.

CASE, L. Perspectives on domestication: the history of our relationship with man's best friend. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 3245-3251, 2008.

CIOCHETI, G. **Uso de *habitat* e padrão de atividade de médios e grandes mamíferos e nicho trófico de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), onça parda (*Puma concolor*) e jaguatirica (*Leopardus pardalis*) numa paisagem agroflorestal, no estado de São Paulo**. 2007. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Aquáticos e Terrestres)–Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

CTB. Ciência e Tecnologia da Borracha. **Espectro de ondas electromagnéticas**. 2011. Disponível em: <<http://www.ctb.com.pt/>>. Acesso em: 14 fev. 2012.

DEL-CLARO, K. **Comportamento animal: uma introdução à ecologia comportamental**. Jundiaí: Livraria Conceito, 2004.

DIETZ, J. M. 1984. **Ecology and social organization of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*)**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1984. Disponível em: <<http://www.sil.si.edu/eresources/silpurl.cfm?purl=09969905>>. Acesso em: 18 jun. 2011.

DOMENICONI, C. et al. Treinos de discriminação simples e formação de classes funcionais de estímulos por cães. **Interação em Psicologia**, v. 12, p. 235-243, 2008.

DONDIS, D. A. **Sintaxe da linguagem visual**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

DULAI, K. S. et al. The evolution of trichromatic color vision by opsin gene duplication in New World and Old World primates. **Genome Research**, v. 9, p. 629-638, 1999.

EYZAGUIRRE, C.; FIDONE, S. J. **Fisiologia do sistema nervoso**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977.

FERNANDEZ, A. A.; MORRIS, M. R. Sexual selection and trichromatic color vision in primates: statistical support for the preexisting-bias hypothesis. **The American Naturalist**, v. 170, p. 10-20, 2007.

FREITAG, F. B.; PESSOA, D. M. A. Effect of luminosity on color discrimination of dichromatic marmosets (*Callithrix jacchus*). **Journal of the Optical Society of America**, v. 29, p. 216-222, 2012.

GELLERMAN, L. W. Chance orders of alternating stimuli in visual discrimination experiments. **Journal of Genetic Psychology**, v. 42, p. 206-208, 1933.

GOLDMAN, J. G. **Man's new best friend?** A forgotten Russian experiment in fox domestication. *Scientific American*. 2010. Disponível em: <<http://www.scientificamerican.com/blog/post.cfm?id=mans-new-best-friend-a-forgotten-ru-2010-09-02>>. Acesso em: 28 mai. 2011.

GOMES, U. R. et al. Influence of stimuli size on color discrimination in capuchin monkeys. **American Journal of Primatology**, v. 67, p. 437-446, 2005.

GREGORY, R. L. **Olho e cérebro: psicologia da visão**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

GRIEBEL, U.; SCHMID, A. Brightness discrimination ability in the west Indian manatee (*Trichechus manatus*). **The Journal of Experimental Biology**, v. 200, p. 1587-1592, 1997.

HOKOÇ, J. N. et al. A visão em marsupiais: características e evolução. In: CÁCERES, N. C.; MONTEIRO FILHO, E. L. (Org.) **Os Marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e evolução**. Campo Grande: UFMS, p. 69-81, 2006.

IKEDA, M.; SHIMOZONO, H. Mesopic luminous-efficiency functions. **Journal of The Optical Society of America**, v. 71, p. 280-284, 1981.

JACOBS, G. H. The distribution and nature of colour vision among the mammals. **Biological Reviews**, v. 68, p. 413-471, 1993.

JACOBS, G. H. New World monkeys and color. **International Journal of Primatology**, v. 28, p. 729-759, 2007.

JACOBS, G. H. Primate color vision: a comparative perspective. **Visual Neuroscience**, v. 25, p. 619-633, 2008.

JACOBS, G. H. Evolution of colour vision in mammals. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 364, p. 2957-2967, 2009.

JACOBS, G. H.; DEEGAN, J. F. II. Uniformity of colour vision in Old World monkeys. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 266, p. 2023-2028, 1999.

JACOBS, G. H. et al. Photopigments of dogs and foxes and their implications for canid vision. **Visual Neuroscience**, v. 10, p. 173-180, 1993.

JACOBS, G. H. et al. Human cone pigment expressed in transgenic mice yields altered vision. **The Journal of Neuroscience**, v. 19, p. 3258-3265, 1999.

JACOBS, G. H. et al. Emergence of novel color vision in mice engineered to express a human cone photopigment. **Science**, v. 315, p. 1723-1725, 2007.

JOTTA, P. A. C. V.; CARPI, T. F. Lobo guará em cativeiro: introdução de lobeira na alimentação. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ZOOLOGICOS DO BRASIL, XXXIII, 2009, Bauru. **Anais...** São Paulo: SZB, 2009.

JOTTA, P. A. C. V.; JOTTA, L. A. C. V. Comportamento de lobo-guará: posturas durante a alimentação. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, IX, 2009, São Lourenço. **Anais...** Minas Gerais: SEB, 2009.

KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M. **Fundamentos da neurociência e do comportamento**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1997.

KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M. **Princípios da neurociência**. São Paulo: Manole, 2003.

KELBER, A.; ROTH, L. S. V. Nocturnal colour vision – not as rare as we might think. **The Journal of Experimental Biology**, v. 209, p. 781-788, 2006.

KELBER, A.; VOROBYEV, M.; OSÓRIO, D. Animal colour vision – behavioural tests and physiological concepts. **Biological Review**, v. 78, p. 81-118, 2003.



KELLING, A. S. et al. Color vision in the giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*). **Learning & Behavior**, v. 34, p. 154-161, 2006.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica**: teoria da ciência e prática da pesquisa. Petrópolis: Vozes, 1997.

LAND, M. F.; NILSSON, D-E. **Animal Eyes**. New York: Oxford University, 2002.

MAIA, O. B. Saúde para o lobo-guará. **Revista Ciência Hoje**, v. 32, p. 68-69, 2003.

MANCUSO, K. et al. Gene therapy for red-green colour blindness in adult primates. **Nature**, v. 461, p. 784-787, 2009.

MANCUSO, K.; NEITZ, M.; NEITZ, J. An adaptation of the Cambridge Colour Test for use with animals. **Visual Neuroscience**, v. 23, p. 695-701, 2006.

MARTINS, K. **Diversidade genética e fluxo gênico via pólen e semente em populações de *Solanum lycocarpum* ST.HIL. (Solanaceae) no sudeste de Goiás**. 2005. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-11122006-155029/>>. Acesso em: 24 out. 2008.

MASS, A. M.; SUPIN, A. Y. Adaptive features of aquatic mammals' eye. **The Anatomical Record**, v. 290, p. 701-715, 2007.

MONTAG, E. D. Surface color naming in dichromats. **Vision Research**, v. 34, p. 2137-2151, 1994.

MORGAN, M. J.; ADAM, A.; MOLLON, J. D. Dichromats detect colour-camouflaged objects that are not detected by trichromats. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 248, p. 291-295, 1992.

MOTTA-JÚNIOR, J. C. Ecologia alimentar do lobo-guará, *Chrysocyon brachyurus* (Mammalia: Canidae). In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, XV, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBEt, 1997.

MUELLER, C. G.; RUDOLPH, M. **Luz e visão**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 1968.

NAGEL, W. A. Dichromatische fovea, trichromatische peripherie. **Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane**, v. 39, p. 93-101, 1905.

NAGY, A. L. Large-field substitution rayleigh matches of dichromats. **Journal of Optical Society of America**, v. 70, p. 778–784, 1980.

NEITZ, J.; GEIST, T.; JACOBS, G. H. Colour vision in the dog. **Visual Neuroscience**, v. 3, p. 119-125, 1989.

NEWNHAM, R. E.; DAVIDSON, W. M. Comparative study of the karyotypes of several species of carnivora including the giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*). **Cytogenetics**, v. 5, p. 152-163, 1966.

PAULA, R. C.; MEDICI, P.; MORATO, R. G. **Plano de ação para conservação do lobo-guará**: análise de viabilidade populacional e de hábitat (PHVA). Brasília: Ibama, 2007.

PEGORARO, B. M. **Percepção de cores no gambá (*Didelphis albiventris*)**: uma abordagem comportamental. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde)–Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

PEICHL, L. Ganglion cell topography in dog and wolf retina. **The Journal of Comparative Neurology**, v. 324, p. 603-620, 1992.

PEICHL, L; BEHRMANN, G.; KRÖGER, R. H. H. For whales and seals the ocean is not blue: a visual pigment loss in marine mammals. **European Journal of Neuroscience**, v. 13, p. 1520-1528, 2001.

PERINI, E. S.; PESSOA, V. F.; PESSOA, D. M. A. Detection of fruit by the Cerrado's marmoset (*Callithrix pecicillata*): modelling color signals for different background scenarios and ambient light intensities. **Journal of Experimental Zoology Part A-Ecological Genetics and Physiology**, v. 311A, p. 289-302, 2009.

PESSOA, D. M. A.; TOMAZ, C.; PESSOA, V. F. Color vision in marmosets and tamarins: behavioral evidence. **American Journal of Primatology**, v. 67, p. 487-495, 2005.

PESSOA, V. F. et al. Colour discrimination learning in black-handed tamarin (*Saguinus midas niger*). **Primates**, v. 44, p. 413-418, 2003.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 2003.

PRETTERER, G. et al. Brightness discrimination in the dog. **Journal of Vision**, v. 4, p. 241-249, 2004.

QUEIROLO, D. et al. Historical and current range of the near threatened maned wolf *Chrysocyon brachyurus* in South America. **Oryx**, v. 45, p. 296-303, 2011.

REGAN, B. C. et al. Fruits, foliage and the evolution of primate colour vision. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 356, p. 229-283, 2001.

RODDEN, M.; BLAKELY, M. **Manual de Manejo de Lobo-Guará**. São Paulo: MWSSP, 2007.

RODDEN, M.; RODRIGUES, F.; BESTELMEYER, S. **Chrysocyon brachyurus**. 2008. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Disponível em: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acesso em: 30 nov. 2011.

RODRIGUES, F. H. G. **Biologia e conservação do lobo-guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF**. 2002. 105 f. Tese (Doutorado em Ecologia)– Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.procarnivoros.org.br/pdfs/BiologiaeConservacaodoLoboGuara.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2006.

SALETTI, P. G. **Avaliação da capacidade de discriminação do sinal cromático da “pele sexual” de *Cebus libidinosus***. 2010. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde)–Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília. Brasília, 2010.

SANTOS, E. F.; SETZ, E. Z. F.; GOBBI, N. Diet of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) and its role in seed dispersal on a cattle ranch in Brazil. **Journal of Zoology**, v. 260, p. 203-208, 2003.

SCHWARTZ, S. H. **Visual perception: a clinical orientation**. New York: McGraw-Hill, 2010.

SHEPHERD, A. J.; WYATT, G. Changes in induced hues at low luminance and following dark adaptation suggest that rod-cone interactions may differ for luminance increments and decrements. **Visual Neuroscience**, v. 25, p. 387-394, 2008.

SMITH, A. C. et al. The effect of color vision status on the detection and selection of fruits by tamarins (*Saguinus sp.*). **The Journal of Experimental Biology**, v. 206, p. 3159-3165, 2003.

SMITH, C. U. M. **Biology of sensory systems**. England: John Wiley & Sons Ltd, 2000.

SMITH, S.; GOLDMAN, L. Color discrimination in horses. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 62, p. 13-25, 1999.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos de genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

VERHULST, S.; MAES, F. W. Scotopic vision in colour-blinds. **Vision Research**, v. 38, p. 3387-3390, 1998.

VILÀ, C.; MALDONADO, J. E.; WAYNE, R. K. Phylogenetic relationships, evolution and genetic diversity of the domestic dog. **The American Genetic Association**, v. 90, p. 71-77, 1999.

WEISS, S., KREMERS, J.; MAURER, J. Interaction between rod and cone signals in responses of lateral geniculate neurons in dichromatic marmosets (*Callithrix jacchus*). **Visual Neuroscience**, v. 15, p. 931-943, 1998.

YOKOYAMA, S. et al. Elephants and human color-blind deuteranopes have identical sets of visual pigments. **Genetics**, v. 170, p. 335-344, 2005.

ZHAO, Z.; HEWETT-EMMETT, D.; LI, W. Frequent gene conversion between human red and green opsin genes. **Journal of Molecular Evolution**, v. 46, p. 494-496, 1998.

**APÊNDICE**– Planilhas de ocorrências no estudo  
comportamental

### Fase de modelagem: laranja (10YR) X preto

Data: 03/11/10

Indivíduo: Uly

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 10min

Término: 16h 50min

Tempo: sol entre nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR 5	D	1		X	
2	YR 8	D	0	X		
3	YR 5	E	1	X		
4	YR 7	E	1	X		
5	YR 6	D	1		X	
6	YR 7	E	1	X		
7	YR 7	D	1		X	
8	YR 6	E	0		X	
9	YR 7	E				
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E				
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D				
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E				
40	YR 7	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
8		6				

Data: 04/11/10<sup>9</sup>  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 55min  
 Término: 17h 15min  
 Tempo: nublado

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR 5	D				
2	YR 8	D				
3	YR 5	E				
4	YR 7	E				
5	YR 6	D				
6	YR 7	E				
7	YR 7	D				
8	YR 6	E				
9	YR 7	E	1	X		
10	YR 5	D	0	X		
11	YR 8	D	1		X	
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E				
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D				
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E				
40	YR 7	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>				<b>Observações</b>
3		2				

<sup>9</sup> As marcações dos resultados nas planilhas encontram-se em sequência com a sessão anterior (por exemplo, como a primeira terminou na oitava tentativa, esta planilha inicia-se na nona tentativa).

Data: 08/11/10  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 55min  
 Término: 17h 05min  
 Tempo: chuvoso

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR 5	D				
2	YR 8	D				
3	YR 5	E				
4	YR 7	E				
5	YR 6	D				
6	YR 7	E				
7	YR 7	D				
8	YR 6	E				
9	YR 7	E				
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D	0	X		
13	YR 7	E	1	X		
14	YR 6	E				
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D				
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E				
40	YR 7	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
2		1		Ulyly estava no cio.		



Data: 09/11/10  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 18min  
 Término: 17h 30min  
 Tempo: sol com nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR 5	D				
2	YR 8	D				
3	YR 5	E				
4	YR 7	E				
5	YR 6	D				
6	YR 7	E				
7	YR 7	D				
8	YR 6	E				
9	YR 7	E				
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E	1	X		
15	YR 5	D	1		X	
16	YR 8	E	0		X	
17	YR 6	E	1	X		
18	YR 7	D	0	X		
19	YR 8	E	1	X		
20	YR 7	D	1		X	
21	YR 5	D	1		X	
22	YR 6	E	0		X	
23	YR 5	D	0	X		
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D				
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E				
40	YR 7	D				
<b>Nº de tentativas</b>	<b>Nº acertos</b>					<b>Observações</b>
10	6					

Data: 11/11/10  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 17h 56min  
 Término: 18h 28min  
 Tempo: ensolarado  
 (depois de muita chuva)

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR 5	D				
2	YR 8	D				
3	YR 5	E				
4	YR 7	E				
5	YR 6	D				
6	YR 7	E				
7	YR 7	D				
8	YR 6	E				
9	YR 7	E				
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E				
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E	0		X	
25	YR 5	D	0	X		
26	YR 6	D	1		X	
27	YR 7	E	0		X	
28	YR 8	E	0		X	
29	YR 7	E	0		X	
30	YR 8	D	0	X		
31	YR 8	D				
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E				
40	YR 7	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
7		1				

Data: 16/11/10  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 17h 50min  
 Término: 18h 15min  
 Tempo: sol com nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR 5	D				
2	YR 8	D				
3	YR 5	E				
4	YR 7	E				
5	YR 6	D				
6	YR 7	E				
7	YR 7	D				
8	YR 6	E				
9	YR 7	E				
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E				
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D	1		X	
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E				
40	YR 7	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
1		1		Tentativa de fazer o experimento com o filhote. Ulyly ficou nervosa.		

Data: 01/12/10  
 Indivíduo: Uly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 30min  
 Término: 17h 53min  
 Tempo: nublado/chuvoso

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR 5	D				
2	YR 8	D				
3	YR 5	E				
4	YR 7	E				
5	YR 6	D				
6	YR 7	E				
7	YR 7	D				
8	YR 6	E				
9	YR 7	E				
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E				
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D				
32	YR 5	E	1	X		Olhou o preto, mas abriu YR.
33	YR 8	D	1		X	Abriu direto YR.
34	YR 7	E	1	X		Abriu direto YR.
35	YR 7	E	1	X		Abriu direto YR.
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E				
40	YR 7	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
4		4		Estava muito agitada, correndo pelo recinto, saltando.		

Data: 02/12/10  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 10min  
 Término: 17h 30min  
 Tempo: nublado

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR 5	D				
2	YR 8	D				
3	YR 5	E				
4	YR 7	E				
5	YR 6	D				
6	YR 7	E				
7	YR 7	D				
8	YR 6	E				
9	YR 7	E				
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E				
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D				
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D	1		X	Olhou o preto, mas foi no YR.
37	YR 8	D	1		X	Olhou o preto, mas foi no YR.
38	YR 5	E	1	X		Direto no YR.
39	YR 6	E	1	X		Direto no YR.
40	YR 7	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
4		4		Estava com instinto de caça, muito ativa, correndo pelo recinto.		

Data: 08/12/10<sup>10</sup>

Indivíduo: Uly

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 25min

Término: 17h 13min

Tempo: ensolarado com nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
5	YR 6	D				
6	YR 7	E				
7	YR 7	D				
8	YR 6	E				
9	YR 7	E				
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E				
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D				
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E				
40	YR 7	D	1		X	Olhou o preto, mas foi no YR.
41	YR 5	D	1		X	Direto no YR.
42	YR 5	E	1	X		Olhou as duas cores.
43	YR 6	D	1		X	Olhou o preto, mas foi no YR.
44	YR 7	E	1	X		Foi direto no YR.
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
5		5				

<sup>10</sup> Para que, em uma mesma página, coubessem todas as tentativas realizadas no dia, algumas planilhas são iniciadas com número diferente de 1.

Data: 09/12/10  
 Indivíduo: Ully  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 30min  
 Término: 17h 10min  
 Tempo: nublado/chuvoso

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
5	YR 6	D				
6	YR 7	E				
7	YR 7	D				
8	YR 6	E				
9	YR 7	E				
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E				
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D				
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E				
40	YR 7	D				
41	YR 5	D				
42	YR 5	E				
43	YR 6	D				
44	YR 7	E				
45	YR 5	E	1	X		Olhou o preto, mas foi no YR.
46	YR 8	E	1	X		Foi direto no YR.
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
2		2		Apresentou pouca atividade.		

Data: 10/12/10

Indivíduo: Uly

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 15h 05min

Término: 16h 25min

Tempo: ensolarado com nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
47	YR 6	D	1		X	Olhou o preto, mas foi no YR.
48	YR 6	D	1		X	Olhou o preto, mas foi no YR.
49	YR 6	E	1	X		Foi direto no YR.
50	YR 8	D	1		X	Foi direto no YR.
51	YR 8	D	1		X	Foi direto no YR.
52	YR 6	E				
53	YR 6	E				
54	YR 7	D				
55	YR 7	D				
56	YR 7	E				
57	YR 8	D				
58	YR 5	E				
59	YR 5	E				
60	YR 8	D				
61	YR 7	D				
62	YR 5	E				
63	YR 6	E				
64	YR 5	D				
65	YR 5	D				
66	YR 8	E				
67	YR 5	D				
68	YR 7	D				
69	YR 6	E				
70	YR 7	D				
71	YR 7	E				
72	YR 6	E				
73	YR 7	D				
74	YR 5	E				
75	YR 8	D				
76	YR 8	D				
77	YR 7	E				
78	YR 6	D				
79	YR 5	E				
80	YR 8	E				
81	YR 6	E				
82	YR 7	D				
83	YR 8	D				
84	YR 7	E				
85	YR 5	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>				<b>Observações</b>
5		5				



Data: 30/12/10  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 05min  
 Término: 17h 11min  
 Tempo: nublado com nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
46	YR 8	E				
47	YR 6	D				
48	YR 6	D				
49	YR 6	E				
50	YR 8	D				
51	YR 8	D				
52	YR 6	E	1	X		Olhou o preto, mas abriu o YR.
53	YR 6	E	1	X		Foi direto no YR.
54	YR 7	D	1		X	Olhou o preto, mas abriu o YR.
55	YR 7	D	1		X	Olhou o preto, mas abriu o YR.
56	YR 7	E	1	X		Olhou o preto, mas abriu o YR.
57	YR 8	D	1		X	Olhou o preto, mas abriu o YR.
58	YR 5	E	1	X		Foi direto no YR.
59	YR 5	E	1	X		Foi direto no YR.
60	YR 8	D	1		X	Olhou o YR, depois o preto e abriu o YR.
61	YR 7	D	1		X	Olhou o preto, mas abriu o YR.
62	YR 5	E	1	X		Olhou o preto, mas abriu o YR.
63	YR 6	E	1	X		Olhou o preto, mas abriu o YR.
64	YR 5	D	1		X	
65	YR 5	D				
66	YR 8	E				
67	YR 5	D				
68	YR 7	D				
69	YR 6	E				
70	YR 7	D				
71	YR 7	E				
72	YR 6	E				
73	YR 7	D				
74	YR 5	E				
75	YR 8	D				
76	YR 8	D				
77	YR 7	E				
78	YR 6	D				
79	YR 5	E				
80	YR 8	E				
81	YR 6	E				
82	YR 7	D				
83	YR 8	D				
84	YR 7	E				
85	YR 5	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>				<b>Observações</b>
13		13				

Data: 04/01/11  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 17h 00min  
 Término: 17h 50min  
 Tempo: chuvoso

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
46	YR 8	E				
47	YR 6	D				
48	YR 6	D				
49	YR 6	E				
50	YR 8	D				
51	YR 8	D				
52	YR 6	E				
53	YR 6	E				
54	YR 7	D				
55	YR 7	D				
56	YR 7	E				
57	YR 8	D				
58	YR 5	E				
59	YR 5	E				
60	YR 8	D				
61	YR 7	D				
62	YR 5	E				
63	YR 6	E				
64	YR 5	D				
65	YR 5	D	1		X	Encostou o focinho no preto, mas foi no YR.
66	YR 8	E	1	X		Foi direto no YR.
67	YR 5	D	1		X	Foi direto no YR.
68	YR 7	D	1		X	Foi direto no YR.
69	YR 6	E	1	X		Foi direto no YR.
70	YR 7	D	1		X	Foi direto no YR.
71	YR 7	E	1	X		Foi direto no YR.
72	YR 6	E	1	X		Foi direto no YR.
73	YR 7	D	1		X	Foi direto no YR.
74	YR 5	E				
75	YR 8	D				
76	YR 8	D				
77	YR 7	E				
78	YR 6	D				
79	YR 5	E				
80	YR 8	E				
81	YR 6	E				
82	YR 7	D				
83	YR 8	D				
84	YR 7	E				
85	YR 5	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
9		9		Houve parada de 15 min para filmagem dos lobos pela imprensa.		

Data: 07/01/11  
 Indivíduo: Uly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 17h 55min  
 Término: 18h 24min  
 Tempo: ensolarado

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
46	YR 8	E				
47	YR 6	D				
48	YR 6	D				
49	YR 6	E				
50	YR 8	D				
51	YR 8	D				
52	YR 6	E				
53	YR 6	E				
54	YR 7	D				
55	YR 7	D				
56	YR 7	E				
57	YR 8	D				
58	YR 5	E				
59	YR 5	E				
60	YR 8	D				
61	YR 7	D				
62	YR 5	E				
63	YR 6	E				
64	YR 5	D				
65	YR 5	D				
66	YR 8	E				
67	YR 5	D				
68	YR 7	D				
69	YR 6	E				
70	YR 7	D				
71	YR 7	E				
72	YR 6	E				
73	YR 7	D				
74	YR 5	E	1	X		Olhou o preto, mas foi no YR.
75	YR 8	D	1		X	
76	YR 8	D	1		X	
77	YR 7	E	1	X		
78	YR 6	D	1		X	
79	YR 5	E	1	X		
80	YR 8	E	1	X		
81	YR 6	E	1	X		
82	YR 7	D	1		X	
83	YR 8	D	1		X	
84	YR 7	E				
85	YR 5	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
10		10				

Data: 10/01/11  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 17h 16min  
 Término: 17h 31min  
 Tempo: nublado

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
48	YR 6	D				
49	YR 6	E				
50	YR 8	D				
51	YR 8	D				
52	YR 6	E				
53	YR 6	E				
54	YR 7	D				
55	YR 7	D				
56	YR 7	E				
57	YR 8	D				
58	YR 5	E				
59	YR 5	E				
60	YR 8	D				
61	YR 7	D				
62	YR 5	E				
63	YR 6	E				
64	YR 5	D				
65	YR 5	D				
66	YR 8	E				
67	YR 5	D				
68	YR 7	D				
69	YR 6	E				
70	YR 7	D				
71	YR 7	E				
72	YR 6	E				
73	YR 7	D				
74	YR 5	E				
75	YR 8	D				
76	YR 8	D				
77	YR 7	E				
78	YR 6	D				
79	YR 5	E				
80	YR 8	E				
81	YR 6	E				
82	YR 7	D				
83	YR 8	D				
84	YR 7	E	1	X		Olhou o preto, mas foi no YR.
85	YR 5	D	1		X	Foi direto no YR.
86	YR 6	D	1		X	Foi direto no YR.
87	YR 5	E	1	X		
88	YR 6	E	1	X		
89	YR 5	D	1		X	
90	YR 6	E	1	X		
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>				<b>Observações</b>
7		7				

Data: 11/01/11  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 17h 00min  
 Término: 18h 00min  
 Tempo: nublado

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR 5	D	1		X	
2	YR 8	D	1		X	
3	YR 5	E	1	X		
4	YR 7	E	1	X		
5	YR 6	D	1		X	
6	YR 7	E	1	X		
7	YR 7	D	1		X	
8	YR 6	E	1	X		
9	YR 7	E	1	X		
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E				
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D				
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E				
40	YR 7	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
9		9				

Data: 13/01/11  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 45min  
 Término: 17h 25min  
 Tempo: sol com nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR 5	D				
2	YR 8	D				
3	YR 5	E				
4	YR 7	E				
5	YR 6	D				
6	YR 7	E				
7	YR 7	D				
8	YR 6	E				
9	YR 7	E				
10	YR 5	D	1		X	
11	YR 8	D	1		X	
12	YR 8	D	1		X	
13	YR 7	E	1	X		
14	YR 6	E	1	X		
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D				
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E				
40	YR 7	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
5		5		Apresentou comportamento de cio.		

Data: 14/01/11  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 25min  
 Término: 17h 20min  
 Tempo: ensolarado

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR 5	D				
2	YR 8	D				
3	YR 5	E				
4	YR 7	E				
5	YR 6	D				
6	YR 7	E				
7	YR 7	D				
8	YR 6	E				
9	YR 7	E				
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E				
15	YR 5	D	1		X	
16	YR 8	E	1	X		
17	YR 6	E	1	X		
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D				
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E				
40	YR 7	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
3		3				

Data: 18/01/11  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 50min  
 Término: 17h 35min  
 Tempo: sol com nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR 5	D				
2	YR 8	D				
3	YR 5	E				
4	YR 7	E				
5	YR 6	D				
6	YR 7	E				
7	YR 7	D				
8	YR 6	E				
9	YR 7	E				
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E				
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D	1		X	
19	YR 8	E	1	X		
20	YR 7	D	1		X	
21	YR 5	D	1		X	
22	YR 6	E	1	X		
23	YR 5	D	1		X	
24	YR 6	E	1	X		
25	YR 5	D	1		X	
26	YR 6	D	1		X	
27	YR 7	E	1	X		
28	YR 8	E	1	X		
29	YR 7	E	1	X		
30	YR 8	D	1		X	
31	YR 8	D	1		X	
32	YR 5	E	1	X		
33	YR 8	D	1		X	
34	YR 7	E	1	X		
35	YR 7	E	1	X		
36	YR 8	D	1		X	
37	YR 8	D	1		X	
38	YR 5	E	1	X		
39	YR 6	E				
40	YR 7	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
21		21		Respondeu 10 tentativas em 5 min.		



Data: 21/01/11  
 Indivíduo: Ulyly  
 SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: Preto

Início: 16h 55min  
 Término: 17h 39min  
 Tempo: ensolarado

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
10	YR 5	D				
11	YR 8	D				
12	YR 8	D				
13	YR 7	E				
14	YR 6	E				
15	YR 5	D				
16	YR 8	E				
17	YR 6	E				
18	YR 7	D				
19	YR 8	E				
20	YR 7	D				
21	YR 5	D				
22	YR 6	E				
23	YR 5	D				
24	YR 6	E				
25	YR 5	D				
26	YR 6	D				
27	YR 7	E				
28	YR 8	E				
29	YR 7	E				
30	YR 8	D				
31	YR 8	D				
32	YR 5	E				
33	YR 8	D				
34	YR 7	E				
35	YR 7	E				
36	YR 8	D				
37	YR 8	D				
38	YR 5	E				
39	YR 6	E	1	X		
40	YR 7	D	1		X	
41	YR 5	D	1		X	
42	YR 5	E	1	X		
43	YR 6	D	1		X	
44	YR 7	E	1	X		
45	YR 5	E	1	X		
46	YR 8	E	1	X		
47	YR 6	D	1		X	
48	YR 6	D	1		X	
49	YR 6	E	1	X		
50	YR 8	D	1		X	
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>				<b>Observações</b>
12		12				

### Laranja (10YR) X azul (7.5B)

Data: 26/01/11

Indivíduo: Ullly

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: 7.5B (5, 6, 7, 8)

Início: 16h 45min

Término: 17h 27min

Tempo: ensolarado com nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR5 B8	D	1		X	Olhou B, mas abriu YR.
2	YR8 B8	D	1		X	Foi direto.
3	YR5 B5	E	1	X		Olhou B, mas abriu YR.
4	YR7 B5	E	1	X		Foi direto.
5	YR6 B7	D	1		X	Olhou B, mas abriu YR.
6	YR7 B7	E	1	X		Foi direto.
7	YR7 B7	D	1		X	Foi direto.
8	YR6 B6	E	1	X		
9	YR7 B8	E	1	X		
10	YR5 B6	D	1		X	Olhou B, mas abriu YR.
11	YR8 B7	D	1		X	Foi direto.
12	YR8 B5	D	1		X	Foi direto.
13	YR7 B6	E	1	X		Foi direto.
14	YR6 B5	E	1	X		Foi direto.
15	YR5 B7	D				
16	YR8 B6	E				
17	YR6 B7	E				
18	YR7 B7	D				
19	YR8 B8	E				
20	YR7 B8	D				
21	YR5 B8	D				
22	YR6 B5	E				
23	YR5 B6	D				
24	YR6 B8	E				
25	YR5 B5	D				
26	YR6 B6	D				
27	YR7 B6	E				
28	YR8 B6	E				
29	YR7 B5	E				
30	YR8 B5	D				
31	YR8 B7	D				
32	YR5 B7	E				
<b>Nº de tentativas</b>	<b>Nº acertos</b>					<b>Observações</b>
14	14					Fez 10 tentativas em 25 min.

Data: 27/01/11

Indivíduo: Ulyly

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: 7.5B (5, 6, 7, 8)

Início: 16h 35min

Término: 17h 15min

Tempo: ensolarado com nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR5 B8	D				
2	YR8 B8	D				
3	YR5 B5	E				
4	YR7 B5	E				
5	YR6 B7	D				
6	YR7 B7	E				
7	YR7 B7	D				
8	YR6 B6	E				
9	YR7 B8	E				
10	YR5 B6	D				
11	YR8 B7	D				
12	YR8 B5	D				
13	YR7 B6	E				
14	YR6 B5	E				
15	YR5 B7	D	1		X	Olhou B, mas abriu YR.
16	YR8 B6	E	0		X	Forçou o B.
17	YR6 B7	E	1	X		Olhou B, mas abriu YR.
18	YR7 B7	D	0	X		Foi primeiro no B.
19	YR8 B8	E	1	X		Foi direto.
20	YR7 B8	D	1		X	Foi direto.
21	YR5 B8	D	1		X	Foi direto.
22	YR6 B5	E	1	X		Olhou B, mas abriu YR.
23	YR5 B6	D	1		X	Olhou B, mas abriu YR.
24	YR6 B8	E	1	X		Foi direto.
25	YR5 B5	D	1		X	Foi direto.
26	YR6 B6	D	1		X	Foi direto.
27	YR7 B6	E	1	X		
28	YR8 B6	E	1	X		
29	YR7 B5	E	1	X		
30	YR8 B5	D				
31	YR8 B7	D				
32	YR5 B7	E				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
15		13		Fez 14 tentativas em 10 min. Deitou e demorou para fazer a última do dia.		

Data: 28/01/11

Indivíduo: Ulyly

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: 7.5B (5, 6, 7, 8)

Início: 17h

Término: 17h 35min

Tempo: ensolarado com nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
30	YR8 B5	D	1		X	Foi direto no YR.
31	YR8 B7	D	0	X		
32	YR5 B7	E	1	X		
33	YR8 B6	D	1		X	Foi direto no YR.
34	YR7 B7	E	1	X		Foi direto no YR.
35	YR7 B5	E	1	X		
36	YR8 B8	D				
37	YR8 B5	D				
38	YR5 B6	E				
39	YR6 B8	E				
40	YR7 B8	D				
41	YR5 B5	D				
42	YR5 B7	E				
43	YR6 B7	D				
44	YR7 B6	E				
45	YR5 B8	E				
46	YR8 B7	E				
47	YR6 B6	D				
48	YR6 B5	D				
49	YR6 B7	E				
50	YR8 B6	D				
51	YR8 B7	D				
52	YR6 B8	E				
53	YR6 B6	E				
54	YR7 B5	D				
55	YR7 B8	D				
56	YR7 B6	E				
57	YR8 B5	D				
58	YR5 B7	E				
59	YR5 B6	E				
60	YR8 B8	D				
61	YR7 B7	D				
62	YR5 B8	E				
63	YR6 B5	E				
64	YR5 B5	D				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>				<b>Observações</b>
6		5				

Data: 03/02/11

Indivíduo: Ulyly

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: 7.5B (5, 6, 7, 8)

Início: 16h 30min

Término: 17h 17min

Tempo: sol com nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
33	YR8 B6	D				
34	YR7 B7	E				
35	YR7 B5	E				
36	YR8 B8	D	1		X	
37	YR8 B5	D	1		X	
38	YR5 B6	E	1	X		
39	YR6 B8	E	1	X		
40	YR7 B8	D	1		X	
41	YR5 B5	D	1		X	
42	YR5 B7	E	1	X		
43	YR6 B7	D	1		X	
44	YR7 B6	E	1	X		
45	YR5 B8	E	1	X		
46	YR8 B7	E	1	X		
47	YR6 B6	D	1		X	
48	YR6 B5	D	0	X		
49	YR6 B7	E	1	X		
50	YR8 B6	D	1		X	
51	YR8 B7	D	1		X	
52	YR6 B8	E	1	X		
53	YR6 B6	E	1	X		
54	YR7 B5	D	1		X	
55	YR7 B8	D	1		X	
56	YR7 B6	E	1	X		
57	YR8 B5	D	1		X	
58	YR5 B7	E	1	X		
59	YR5 B6	E				
60	YR8 B8	D				
61	YR7 B7	D				
62	YR5 B8	E				
63	YR6 B5	E				
64	YR5 B5	D				
<b>Nº de tentativas</b>	<b>Nº acertos</b>					<b>Observações</b>
23	22					

Data: 07/02/11

Indivíduo: Ulyly

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: 7.5B (5, 6, 7, 8)

Início: 16h 30min

Término: 16h 35min

Tempo: nublado

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
33	YR8 B6	D				
34	YR7 B7	E				
35	YR7 B5	E				
36	YR8 B8	D				
37	YR8 B5	D				
38	YR5 B6	E				
39	YR6 B8	E				
40	YR7 B8	D				
41	YR5 B5	D				
42	YR5 B7	E				
43	YR6 B7	D				
44	YR7 B6	E				
45	YR5 B8	E				
46	YR8 B7	E				
47	YR6 B6	D				
48	YR6 B5	D				
49	YR6 B7	E				
50	YR8 B6	D				
51	YR8 B7	D				
52	YR6 B8	E				
53	YR6 B6	E				
54	YR7 B5	D				
55	YR7 B8	D				
56	YR7 B6	E				
57	YR8 B5	D				
58	YR5 B7	E				
59	YR5 B6	E	1	X		
60	YR8 B8	D	0	X		
61	YR7 B7	D	1		X	
62	YR5 B8	E	1	X		
63	YR6 B5	E	1	X		
64	YR5 B5	D	1		X	
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
6		5				

### Laranja (10YR) X verde (5GY)

Data: 09/02/11

Indivíduo: Ullly

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: 5GY (5, 6, 7, 8)

Início: 17h 15min

Término: 17h 40min

Tempo: sol com nuvens

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR5 GY8	D	1		X	Olhou GY, mas abriu YR.
2	YR8 GY8	D	1		X	Olhou GY, mas abriu YR.
3	YR5 GY5	E	1	X		Foi direto no YR.
4	YR7 GY5	E	1	X		Foi direto no YR.
5	YR6 GY7	D				
6	YR7 GY7	E				
7	YR7 GY7	D				
8	YR6 GY6	E				
9	YR7 GY8	E				
10	YR5 GY6	D				
11	YR8 GY7	D				
12	YR8 GY5	D				
13	YR7 GY6	E				
14	YR6 GY5	E				
15	YR5 GY7	D				
16	YR8 GY6	E				
17	YR6 GY7	E				
18	YR7 GY7	D				
19	YR8 GY8	E				
20	YR7 GY8	D				
21	YR5 GY8	D				
22	YR6 GY5	E				
23	YR5 GY6	D				
24	YR6 GY8	E				
25	YR5 GY5	D				
26	YR6 GY6	D				
27	YR7 GY6	E				
28	YR8 GY6	E				
29	YR7 GY5	E				
30	YR8 GY5	D				
31	YR8 GY7	D				
32	YR5 GY7	E				
<b>Nº de tentativas</b>	<b>Nº acertos</b>					<b>Observações</b>
4	4					

Data: 11/02/11

Indivíduo: Ully

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: 5GY (5, 6, 7, 8)

Início: 16h 37min

Término: 17h 23min

Tempo: ensolarado

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR5 GY8	D				
2	YR8 GY8	D				
3	YR5 GY5	E				
4	YR7 GY5	E				
5	YR6 GY7	D	1		X	Olhou GY, mas abriu YR.
6	YR7 GY7	E	1	X		Foi direto no YR.
7	YR7 GY7	D	1		X	
8	YR6 GY6	E	1	X		
9	YR7 GY8	E	1	X		
10	YR5 GY6	D	0	X		
11	YR8 GY7	D	1		X	
12	YR8 GY5	D	1		X	
13	YR7 GY6	E	1	X		
14	YR6 GY5	E	1	X		
15	YR5 GY7	D	1		X	
16	YR8 GY6	E	1	X		
17	YR6 GY7	E	1	X		
18	YR7 GY7	D	0	X		
19	YR8 GY8	E	1	X		
20	YR7 GY8	D	0	X		
21	YR5 GY8	D	1		X	
22	YR6 GY5	E	1	X		
23	YR5 GY6	D	1		X	Começou a abrir YR, cheirou GY e voltou para YR.
24	YR6 GY8	E	1	X		Olhou GY, mas abriu YR.
25	YR5 GY5	D	1		X	Olhou GY, mas abriu YR.
26	YR6 GY6	D	1		X	Olhou GY, mas abriu YR.
27	YR7 GY6	E				
28	YR8 GY6	E				
29	YR7 GY5	E				
30	YR8 GY5	D				
31	YR8 GY7	D				
32	YR5 GY7	E				
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
22		19				



Data: 14/02/11

Indivíduo: Ully

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: 5GY (5, 6, 7, 8)

Início: 16h 45min

Término: 17h 10min

Tempo: nublado/chuvoso

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
19	YR8 GY8	E				
20	YR7 GY8	D				
21	YR5 GY8	D				
22	YR6 GY5	E				
23	YR5 GY6	D				
24	YR6 GY8	E				
25	YR5 GY5	D				
26	YR6 GY6	D				
27	YR7 GY6	E	1	X		
28	YR8 GY6	E	1	X		
29	YR7 GY5	E	1	X		
30	YR8 GY5	D	1		X	Olhou GY, mas abriu YR.
31	YR8 GY7	D	1		X	
32	YR5 GY7	E	1	X		
33	YR8 GY6	D	1		X	
34	YR7 GY7	E	0		X	
35	YR7 GY5	E	1	X		Olhou GY, mas abriu YR.
36	YR8 GY8	D	1		X	
37	YR8 GY5	D	1		X	
38	YR5 GY6	E	1	X		
39	YR6 GY8	E	1	X		
40	YR7 GY8	D	1		X	Olhou GY, mas abriu YR.
41	YR5 GY5	D	1		X	
42	YR5 GY7	E	1	X		Olhou GY, mas abriu YR.
43	YR6 GY7	D	1		X	
44	YR7 GY6	E	1	X		
45	YR5 GY8	E	1	X		
46	YR8 GY7	E	1	X		
47	YR6 GY6	D	0	X		
48	YR6 GY5	D	1		X	Olhou GY, mas abriu YR.
49	YR6 GY7	E	1	X		
50	YR8 GY6	D	1		X	
51	YR8 GY7	D	0	X		
<b>Nº de tentativas</b>		<b>Nº acertos</b>		<b>Observações</b>		
25		22				

Data: 16/02/11

Indivíduo: Ulyly

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: 5GY (5, 6, 7, 8)

Início: 16h 00min

Término: 16h 30min

Tempo: nublado/chuvoso

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
33	YR8 GY6	D				
34	YR7 GY7	E				
35	YR7 GY5	E				
36	YR8 GY8	D				
37	YR8 GY5	D				
38	YR5 GY6	E				
39	YR6 GY8	E				
40	YR7 GY8	D				
41	YR5 GY5	D				
42	YR5 GY7	E				
43	YR6 GY7	D				
44	YR7 GY6	E				
45	YR5 GY8	E				
46	YR8 GY7	E				
47	YR6 GY6	D				
48	YR6 GY5	D				
49	YR6 GY7	E				
50	YR8 GY6	D				
51	YR8 GY7	D				
52	YR6 GY8	E	1	X		
53	YR6 GY6	E	1	X		
54	YR7 GY5	D	1		X	
55	YR7 GY8	D	1		X	
56	YR7 GY6	E	1	X		
57	YR8 GY5	D	1		X	
58	YR5 GY7	E	1	X		
59	YR5 GY6	E	1	X		
60	YR8 GY8	D	1		X	
61	YR7 GY7	D	1		X	
62	YR5 GY8	E	1	X		
63	YR6 GY5	E	1	X		
64	YR5 GY5	D	1		X	
<b>Nº de tentativas</b>	<b>Nº acertos</b>					<b>Observações</b>
13	13					

### Laranja (10YR) X laranja (10YR)

Data: 24/02/11

Indivíduo: Ully

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: 10YR (5, 6, 7, 8)

Início: 16h 20min

Término: 17h

Tempo: chuvoso

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
1	YR5 YR8	D	1		X	
2	YR8 YR8	D	1		X	
3	YR5 YR5	E	0		X	
4	YR7 YR5	E	1	X		
5	YR6 YR7	D	0	X		
6	YR7 YR7	E	0		X	
7	YR7 YR7	D	0	X		
8	YR6 YR6	E	1	X		
9	YR7 YR8	E	0		X	
10	YR5 YR6	D	1		X	
11	YR8 YR7	D	0	X		
12	YR8 YR5	D	1		X	
13	YR7 YR6	E	1	X		
14	YR6 YR5	E	0		X	
15	YR5 YR7	D	0	X		
16	YR8 YR6	E	0		X	
17	YR6 YR7	E	1	X		
18	YR7 YR7	D	1		X	
19	YR8 YR8	E	1	X		
20	YR7 YR8	D	0	X		
21	YR5 YR8	D	0	X		
22	YR6 YR5	E	0		X	
23	YR5 YR6	D	0	X		
24	YR6 YR8	E	0		X	
25	YR5 YR5	D	0	X		
26	YR6 YR6	D	1		X	
27	YR7 YR6	E	1	X		
28	YR8 YR6	E	0		X	
29	YR7 YR5	E	0		X	
30	YR8 YR5	D	1	X		
31	YR8 YR7	D				
32	YR5 YR7	E				
<b>Nº de tentativas</b>	<b>Nº acertos</b>					<b>Observações</b>
30	13					Apresentou comportamento de cio.

Data: 25/02/11

Indivíduo: Ullý

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: 10YR (5, 6, 7, 8)

Início: 16h 20min

Término: 17h15min

Tempo: nublado

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
31	YR8 YR7	D	0	X		
32	YR5 YR7	E	0		X	
33	YR8 YR6	D	0	X		
34	YR7 YR7	E	1	X		
35	YR7 YR5	E	1	X		
36	YR8 YR8	D	1		X	
37	YR8 YR5	D	1		X	
38	YR5 YR6	E	1	X		
39	YR6 YR8	E	0		X	
40	YR7 YR8	D	0	X		
41	YR5 YR5	D	1		X	
42	YR5 YR7	E	0		X	
43	YR6 YR7	D	1		X	
44	YR7 YR6	E	1	X		
45	YR5 YR8	E	1	X		
46	YR8 YR7	E	0		X	
47	YR6 YR6	D	0	X		
48	YR6 YR5	D	1		X	
49	YR6 YR7	E	1	X		
50	YR8 YR6	D	1		X	
51	YR8 YR7	D	1		X	
52	YR6 YR8	E	0		X	
53	YR6 YR6	E	0		X	
54	YR7 YR5	D	1		X	
55	YR7 YR8	D	1		X	
56	YR7 YR6	E	0		X	
57	YR8 YR5	D	1		X	
58	YR5 YR7	E	0		X	
59	YR5 YR6	E	0		X	
<b>Nº de tentativas</b>	<b>Nº acertos</b>					<b>Observações</b>
29	16					Apresentou comportamento de cio.

Data: 28/02/11

Indivíduo: Ully

SD+: 10YR (5, 6, 7, 8) X SD-: 10YR (5, 6, 7, 8)

Início: 16h 10min

Término: 16h 40min

Tempo: ensolarado

Nº t	Brilhos	SD+	Ac/Er	Lado E	Lado D	Observações
33	YR8 YR6	D				
34	YR7 YR7	E				
35	YR7 YR5	E				
36	YR8 YR8	D				
37	YR8 YR5	D				
38	YR5 YR6	E				
39	YR6 YR8	E				
40	YR7 YR8	D				
41	YR5 YR5	D				
42	YR5 YR7	E				
43	YR6 YR7	D				
44	YR7 YR6	E				
45	YR5 YR8	E				
46	YR8 YR7	E				
47	YR6 YR6	D				
48	YR6 YR5	D				
49	YR6 YR7	E				
50	YR8 YR6	D				
51	YR8 YR7	D				
52	YR6 YR8	E				
53	YR6 YR6	E				
54	YR7 YR5	D				
55	YR7 YR8	D				
56	YR7 YR6	E				
57	YR8 YR5	D				
58	YR5 YR7	E				
59	YR5 YR6	E				
60	YR8 YR8	D	0	X		
61	YR7 YR7	D	0	X		
62	YR5 YR8	E	0		X	
63	YR6 YR5	E	0		X	
64	YR5 YR5	D	1		X	
<b>Nº de tentativas</b>	<b>Nº acertos</b>					<b>Observações</b>
5	1					Como o recinto foi rastelado, não respondeu a muitas tentativas.

**ANEXO A – Declaração do Comitê de Ética no  
Uso Animal (CEUA)**



**Universidade de Brasília**

Instituto de Ciências Biológicas  
Comitê de Ética no Uso Animal

Brasília, 28 de junho de 2010

### **DECLARAÇÃO**

Declaramos que o projeto intitulado **“LOBO-GUARÁ: ANÁLISE DA VISÃO EM CORES”**, UnBDOC nº 48.653/2010, sob responsabilidade do Prof. Dr. Valdir Filgueiras Pessoa, foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso Animal (CEUA) do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília.

Prof. Antonio Sebben  
Coordenador do CEUA



## **ANEXO B – Tabela de Gellermann**



## TABELA DE GELLERMANN

1.	R R R L L R L R L L
2.	R R R L L R L L R L
3.	R R L R L R R L L L
4.	R R L R L L R R L L
5.	R R L R L L L R R L
6.	R R L L R R L R L L
7.	R R L L R R L L R L
8.	R R L L R L R R L L
9.	R R L L R L L R R L
10.	R R L L L R R L R L
11.	R R L L L R L R R L
12.	R L R R L R R L L L
13.	R L R R L L R R L L
14.	R L R R L L L R R L
15.	R L R L L R R R L L
16.	R L L R R R L R L L
17.	R L L R R R L L R L
18.	R L L R R L R R L L
19.	R L L R R L L R R L
20.	R L L R L R R R L L
21.	R L L R L L R R R L
22.	R L L L R R L R R L
23.	L R R R L L R L L R
24.	L R R L R R L L L R
25.	L R R L R L L L R R
26.	L R R L L R R L L R
27.	L R R L L R L L R R
28.	L R R L L L R R L R
29.	L R R L L L R L R R
30.	L R L R R L L L R R
31.	L R L L R R R L L R
32.	L R L L R R L L R R
33.	L R L L R L L R R R
34.	L L R R R L R L L R
35.	L L R R R L L R L R
36.	L L R R L R R L L R
37.	L L R R L R L L R R
38.	L L R R L L R R L R
39.	L L R R L L R L R R
40.	L L R L R R R L L R
41.	L L R L R R L L R R
42.	L L R L R L L R R R
43.	L L L R R L R R L R
44.	L L L R R L R L R R

**ANEXO C** – Autorização para atividades com finalidade científica do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO)



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

<b>Número:</b> 28744-1	<b>Data da Emissão:</b> 05/05/2011 09:59
Dados do titular	
Nome: Paula de Aragao Costa Vicentini Jotta	CPF: 001.735.801-90
Título do Projeto: Determinação da visão de cores no lobo-guará através da sequência gênica	
Nome da Instituição: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	CNPJ: 00.038.174/0001-43

#### Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta e análise de dados	05/2011	03/2012

De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto.

#### Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passa da, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA nº 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico <a href="http://www.ibama.gov.br">www.ibama.gov.br</a> (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES). Em caso de material consignado, consulte <a href="http://www.icmbio.gov.br/sisbio">www.icmbio.gov.br/sisbio</a> - menu Exportação.
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospeção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br/cgen">www.mma.gov.br/cgen</a> .
7	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	BRASILIA	DF	Fundação Jardim Zoológico de Brasília	Fora de UC

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Chrysocyon brachyurus

#### Material e métodos

1	Amostras biológicas (Carnívoros)	Sangue, Fragmento de tecido/órgão
---	----------------------------------	-----------------------------------

#### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	Instituto de Psicologia - Universidade de São Paulo	cole�o

Este documento (Autoriza o para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instru o Normativa n 154/2007. Através do código de autentica o abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

**Código de autentica o: 34788994**



