

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA

ANDREA FERRARI

Organização temporal em *Pyrrhura lepida lepida*

São Paulo
2008

ANDREA FERRARI

Organização temporal em *Pyrrhura lepida lepida*

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Psicologia.

Área de Concentração: Neurociências e Comportamento

Orientador: Prof.Dr. Luiz Silveira Menna-Barreto

São Paulo
2008

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Ferrari, Andrea.

Organização temporal em *Pyrrhura lepida lepida* / Andrea Ferrari; orientador Luiz Menna-Barreto. --São Paulo, 2008.

65 p.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Psicologia Experimental) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1. Ritmos biológicos 2. Ritmos circadianos 3. Etologia animal 4. Aves 5. *Pyrrhura lepida lepida* 6. Cronobiologia I. Título.

BF637.C45

FOLHA DE APROVAÇÃO

Andrea Ferrari

Organização temporal em *Pyrrhura lepida lepida*

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Psicologia.
Área de Concentração : Neurociência e Comportamento

Aprovada em:

Banca Examinadora

Prof (a) Dr (a). _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof (a) Dr (a). _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof (a) Dr (a). _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof (a) Dr (a). _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof (a) Dr (a). _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Aos meus pais, Solange e Décio, por terem me apresentado os livros.... e por tudo mais.

À Isadora e Rebeca, minhas gatinhas (*Felis Catus*), pela silenciosa e deliciosa companhia felina durante as horas de trabalho.

A todos os animais que não podem, por algum motivo, viver em liberdade.

Agradecimentos

À Universidade de São Paulo, por possibilitar a realização desse trabalho.

À Fundação Parque Zoológico de São Paulo, por autorizar minha coleta de dados.

À Secretaria da Educação do Estado de São Paulo pela bolsa concedida.

Ao Prof. Luiz Menna-Barreto, pela confiança, ética, ensinamentos e incentivo ao trabalho com as aves.

Aos profissionais do Zoológico de São Paulo, que sempre me receberam com carinho e respeito, Prof. Dr. José Luiz Catão Dias, Fernanda Junqueira Vaz, Oriel Nogale e todos os tratadores do setor de aves.

Aos professores César Ades e Elenice Ferrari pelas sugestões no exame de qualificação.

À professora Miriam Andrade pelas sugestões metodológicas.

À Profa. Roberta Medeiros do Centro Universitário São Camilo, quem me falou pela primeira vez em ritmos biológicos.

À minha grande amiga, Fernanda Torres, pela co-orientação na iniciação científica, por tanto me ensinar, pelas revisões de texto e, principalmente, por nossas longas conversas. Ah, por me escolher para madrinha de seu casamento (adorei).

À querida Raquel Carvalho, por todas as sugestões no início desse projeto, pelas revisões de texto, pelas caronas, pelas cervejas.....

À queridíssima Leila Affini, por ser a grande “mãe” do GMDRB. Sempre ajudando, aconselhando e organizando nossas vidas. Adoro você.

Aos meus queridos amigos do GMDRB (Grupo Multidisciplinar de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos), Leiloca, Fernanda, Raqueleta, Dani Wey, Zé Ricardo, Leandro, Mario, Magnus, Mark, Ana Amélia, Juju, Marcinha, Roberta (grande amiga de prazos apertados), Rodrigo, Flavio, Eduardo, Maria Eugênia, Clarissa, Hadassa, Andreas, por todo profissionalismo, cooperação, amizade, baladas e deliciosa convivência....algo tão raro nos dias de hoje. Vocês são especiais.

Ao meu tio Antonio Cordeiro de Souza por sempre incentivar meu trabalho.

Ao Chorão e a Natalia pela revisão de Abstract

Ao meu irmão, Rafael Ferrari, por ser meu grande amigo e pela paciência com os horários alternativos de trabalho. Aos meus pais, sempre apoiando e incentivando, caronas ao Zoológico.....

Sim, escrevo versos, e a pedra não escreve versos.
Sim, faço idéias sobre o mundo, e a planta nenhuma.
Mas é que as pedras não são poetas, são pedras;
E as plantas, são plantas só, e não pensadores.
Tanto posso dizer que sou superior a elas por isto,
Como que sou inferior.
Mas não digo isso: digo da pedra, “é uma pedra”,
Digo da planta, “é uma planta”,
Digo de mim, “sou eu”.
E não digo mais nada. Que mais há a dizer?

Fernando Pessoa

Resumo

Os comportamentos de muitos animais expressam-se de forma rítmica como um mecanismo de adaptação a um ambiente cíclico. O objetivo deste estudo foi descrever a distribuição diária de comportamentos observados em *Pyrrhura lepida lepida* para caracterizar sua organização temporal. Observamos individualmente o comportamento de quatro aves residentes na Fundação Parque Zoológico de São Paulo, sob condições naturais de iluminação e temperatura. Receberam comida e água ad libitum e foram filmadas dia e noite, continuamente. Registramos a duração das categorias comportamentais: deslocamento, inatividade, cuidados corporais, cuidados com o ninho, interação social, atividade alimentar e debicar, a cada hora do dia, por três dias consecutivos. Os registros foram feitos com o programa EthoLog 2.2 (Ottoni, 2000). A detecção dos ritmos de cada comportamento foi feita com a utilização do programa El Temps (Diez-Nogueira, 2005) que gera periodogramas segundo o algoritmo de Lomb-Scargle (significância $p \leq 0,05$). O método Cosinor (Halberg et al, 1972; Nelson et al, 1979; Benedito Silva, 1988) foi utilizado para a identificação de parâmetros rítmicos, como o mesor e a acrofase. Encontramos ritmicidade diária para as categorias deslocamento, inatividade, atividade alimentar e debicar. Para cuidados com o ninho observamos ritmo bimodal para uma das aves, ritmo diário para duas aves e arritmicidade para uma ave. A diferença entre as fases da reprodução em que os animais se encontravam talvez tenha ocasionado tal resultado. Para interação social e cuidados corporais não encontramos perfis rítmicos e pudemos observar a ocorrência destes comportamentos dia e noite. Maiores investigações ecológicas e funcionais devem ser feitas para melhor compreensão desse padrão arritmico. Nossos resultados mostram a existência de uma organização temporal de comportamentos e sincronização entre as aves, o que deve ser funcionalmente importante nos processos de interação com o ambiente.

Abstract

The behaviours of many animals are organized in the rhythmic pattern as mechanism of the adaptation in a cyclical environment. The goal of this research was describe the daily distribution of the behaviors in *Pyrrhura lepida lepida*, to characterize your temporal organization. It was observed, individually, the behaviour of four birds that are living at the Zoo of São Paulo, under a constant condition of illumination and temperature. It was given food and water *ad libitum* and the birds were filmed day and night, continuously which were recorded the duration of the behavioural categories: dislocate, inactivity, body cares, nest care, social interaction, food activity and perch peck, each hour, for three days consecutives. The registers were done with the programme EthoLog 2.2 (Ottoni, 2000). The rhythmic of the behaviours were analyzed through the programme El Temps (Diez-Nogueira, 2005) that utilize spectral analyze for to produce Lomb- Scargle periodograms (significance $p \leq 0.05$). The Cosinor method (Halberg et al, 1972; Nelson et al, 1979; Benedito Silva, 1988) was utilized to identificate the rhythmic parameters, such the mesor and the acrophase. It was found daily rhythms for the categories: dislocate, inactivity, food activity e perch peck. For nest care, was observed bimodal rhythm for one bird and daily rhythm for two birds e arrhythmicity for one bird. The difference between the phases of reproduction of the animals, maybe has provided that result. The social interaction and body care showed an outline arrhythmicity and it was observed its incident day and night. For the better understanding of the pattern arrhythmicity it `s necessary a deep ecological and functional investigation. The results showed the existence of the behavioral temporal organization and synchronicity among the birds which must be functionally important in the processes of interaction with the environment.

Keywords: Rhythm, *Pyrrhura lepida lepida*, birds.

SUMÁRIO

1 Introdução	01
1.1 Adaptação temporal.....	01
1.2 Ritmos biológicos em aves.....	05
1.2.1 Ritmos circanuais.....	05
1.2.2 Ritmos circadianos.....	07
1.2.3 Psitacídeos.....	09
1.2.4 <i>Pyrrhura lepida lepida</i>	12
2 Objetivos	14
3 Métodos	15
3.1 Animais.....	15
3.2 Condições de manutenção.....	15
3.3 Coleta de dados.....	16
3.4 Análises estatísticas.....	17
4 Resultados	19
4.1 Atividade inatividade.....	19
4.2 Tempo diário dedicado a cada categoria comportamental em porcentagem.....	22
4.3 Deslocamento.....	24
4.4 Inatividade.....	28
4.5 Cuidados corporais.....	32
4.6 Cuidados com o ninho.....	34
4.7 Interação social.....	38
4.8 Atividade Alimentar.....	40
4.9 Debicar.....	43

5 Discussão	46
5.1 Deslocamento.....	49
5.2 Inatividade.....	50
5.3 Cuidados corporais.....	51
5.4 Cuidados com o ninho.....	52
5.5 Interação Social.....	54
5.6 Atividade alimentar.....	55
5.7 Debicar.....	56
6 Considerações finais e perspectivas	57
7 Limitações do presente estudo	58
8 Referências Bibliográficas	61

1 Introdução

1.1 Adaptação temporal

O ambiente em que os seres vivos estão inseridos apresenta características que exercem pressões de seleção na variabilidade genética de populações e promove o ajuste de organismos ao ambiente, o que definimos como adaptação (FUTUYMA, 2002). Entre os diversos eventos ambientais que atuam na seleção natural podemos destacar, com grande importância, sinais temporais e observamos que fatores externos que oscilam periodicamente são cruciais para a organização biológica da matéria viva. Assim, os organismos adaptam-se aos fenômenos cíclicos como alternância entre dia e noite, ciclos de maré, estações do ano, entre outros.

De acordo com Morgan (2004), o ciclo claro/escuro permite aos animais uma preferência entre dois habitats, que ainda que geograficamente congruentes, podem ser significativamente diferentes em suas características geofísicas e biológicas de acordo com a fase do dia. Distintas espécies podem segregar-se temporalmente dividindo-se em diurnas, noturnas e crepusculares, de acordo com suas possibilidades sensoriais, disponibilidade alimentar, estratégias de defesa contra predação, entre outros (DUNLAP; LOROS; DECOURSEY, 2003). Esta segregação temporal de nicho possibilita aos organismos que co-habitam em determinado ambiente uma divisão de recursos e aparece como possibilidade complementar à segregação espacial.

A maior parte dos seres vivos estudados, entre eucariontes e procariontes, exibe o que pode ser considerado uma “internalização” dos ciclos ambientais, que permite uma previsão interna da próxima etapa ambiental e um ajuste satisfatório às mudanças periódicas que o cercam. As primeiras

evidências dessa incorporação temporal foram descritas por Jean Jacques de Mairan (1729), que observou a permanência de movimentos periódicos das folhas de uma espécie de Mimosa sob condições constantes de iluminação.

Diversos outros pesquisadores, trabalhando com outras espécies, demonstraram a presença de ritmos biológicos em condições constantes e não apenas como simples respostas às oscilações ambientais (ROTENBERG; MARQUES; MENNA-BARRETO, 2003). Quando observamos a manifestação de um ritmo biológico em constância ambiental o chamamos de ritmo em livre curso e, geralmente, percebemos que o período do ritmo é diferente daquele expresso em condições naturais (MARQUES; GOLOMBEK; MORENO, 2003). Essa manifestação de ritmos endógenos em muitos organismos estudados sugere a presença de sistemas de temporização, ou seja, estruturas responsáveis pela gênese do tempo biológico. A expressão “sistemas de temporização” é utilizada por representar a integração de diversas estruturas atuantes no controle temporal endógeno, substituindo a expressão “relógios biológicos”, que pode equivocadamente ser interpretada como uma única estrutura anatômica responsável por gerar ritmicidade em variáveis biológicas (MENNA-BARRETO, 2005).

As variáveis biológicas que exibem ritmicidade são muitas e algumas delas apresentam correlato ambiental, ou seja, mostram - se sincronizados com ciclos externos, como o ritmo de atividade e repouso de um animal sincronizado ao ciclo claro / escuro ambiental, ou migrações sincronizadas com estações do ano. Outros ritmos biológicos não demonstram tal correspondência, como os batimentos cardíacos ou ciclo menstrual das mulheres.

Classificamos os ritmos biológicos de acordo com sua frequência e dizemos que um ritmo é circadiano quando seu período varia entre 20 e 28 horas. Os ritmos com maior frequência, com períodos menores que 20 horas, são chamados de ultradianos, enquanto os ritmos com menor frequência, com períodos maiores que 28 horas, são chamados de infradianos (MARQUES; GOLOMBEK; MORENO, 2003).

A sincronização entre um ritmo biológico e um evento ambiental cíclico pode acontecer por meio de um processo conhecido como arrastamento. O ritmo endógeno, com período ligeiramente distinto daquele do ciclo ambiental, ajusta sua fase e período ao ciclo ambiental, seja por adiantamento ou atraso de fase. Estabelece-se então uma relação de fase estável entre o ritmo endógeno e o evento ambiental. Aschoff (1960) chamou esse evento ambiental capaz de sincronizar um ritmo biológico de *Zeitgeber*, algo como doador de tempo, ou “cronador” na expressão proposta pelo Prof. Timóteo (comunicação pessoal).

Uma variável rítmica pode também sofrer a ação de eventos ambientais não-cíclicos, assim, um animal que se encontra em fase de repouso, ao perceber o risco de predação, exhibe atividade (fuga) em uma fase na qual isso não costuma acontecer. Dizemos que houve mascaramento do ritmo e este processo é fundamental como mecanismo adaptativo, pois confere plasticidade ao sistema oscilatório endógeno (MARQUES; WATERHOUSE, 1994; MROSOVSKY, 1999).

Eventos cíclicos também podem atuar mascarando ritmos, mas neste caso, gera-se uma resposta imediata que desaparece assim que o ciclo ambiental estiver ausente, e provavelmente não há atuação no sistema de

temporização. Assim, um animal diurno que receba oferta periódica de alimentos à noite pode exibir ritmo de atividade repouso sincronizado ao ciclo alimentar, com atividade noturna. Quando tal ciclo deixa de existir, a atividade noturna também desaparece, sem fases de episódios transientes, então, dizemos que o ritmo de atividade repouso foi mascarado pelo ciclo de alimentação.

Podemos dizer que o ajuste de comportamentos ao ambiente pode acontecer através de dois mecanismos de sincronização, arrastamento e mascaramento, sendo que o arrastamento permite um ajuste rigoroso de fases entre um ritmo biológico e um *Zeitgeber*, ao passo que, o mascaramento garante plasticidade a esse sistema. Essa atuação conjunta pode contribuir de forma significativa para a adaptação dos organismos à dinâmica ambiental.

Com um sistema de temporização os organismos são capazes de responder adequadamente às oscilações ambientais, antecipando-se, e sincronizar suas condições fisiológicas e comportamentais à fase do ciclo ambiental mais adequada. Também ajusta seus sistemas funcionais de forma harmônica em uma seqüência temporal, o que chamamos de organização temporal interna (MARQUES; GOLOMBEK; MORENO, 2003). Percebemos esta organização interior quando observamos 24 horas da vida de um animal e verificamos que determinados comportamentos se expressam seguindo uma determinada organização temporal e não como uma seqüência aleatória de eventos (HORWICH, 1980).

Além de ajustar variáveis biológicas com fases ambientais adequadas, um sistema de temporização também é fundamental para sincronizar atividades de indivíduos de um mesmo grupo. Segundo Cloudsley–Thompson

(1960) as espécies ao sincronizarem as atividades de seus indivíduos, promovem maior possibilidade de encontros entre os gêneros e, portanto, sucesso reprodutivo. O autor também comenta sobre o benefício seletivo que há na sincronização de atividades de co-específicos para a proteção contra predadores, pois um organismo sozinho, fora do bando, tem mais chance de ser predado.

Observamos sincronização interespecífica, pois animais carnívoros especializados apresentam atividade sincronizada com a atividade de suas presas, enquanto carnívoros mais generalistas exibem menor correlação (CLOUDSLEY–THOMPSON, 1960).

Dessa forma, o desenvolvimento de um sistema de temporização que capacite os organismos a alterarem sua fisiologia e comportamento de acordo com as mudanças ambientais periódicas, seja de fatores bióticos ou abióticos, com mecanismos de sincronização e adaptação temporal pode ter grande valor adaptativo (MARQUES; WATERHOUSE, 2004). A ubiquidade dos ritmos biológicos entre as diversas espécies estudadas fortalece tal hipótese.

1.2 Ritmos biológicos em aves

1.2.1 Ritmos circanuais

Algumas aves apresentam um ano tipicamente marcado com tarefas seqüenciais relacionadas ao momento da reprodução. Entre os comportamentos associados à reprodução, destacam-se trocas de penas, engorda migratória e migração. Tais comportamentos são exibidos pelas aves como ritmos circanuais endógenos, principalmente em espécies que habitam

elevadas latitudes, embora, também estejam presentes em aves tropicais (IMMELMANN, 1973). Em um artigo de revisão Gwinner (2003) comenta sobre demonstrações do caráter endógeno dos ritmos circanuais das aves, pois em diversos estudos foram feitas observações da persistência desses ritmos em condições constantes, ou seja, sem alterações de fotoperíodo ao longo de 12 meses. Os ritmos biológicos, nesse caso, apresentavam período que diferia ligeiramente dos 12 meses do ano, o que é esperado quando observamos ritmos expressos em livre-curso.

É interessante notar que algumas aves diurnas, em sua etapa migratória, apresentam atividade adicional noturna no outono e primavera e essa característica (inquietação migratória) é preservada quando tais aves são mantidas em condições de claro/escuro constante sem nenhuma informação ambiental que caracterize as estações do ano. Nessa fase de atividade noturna adicional as aves apresentam queda nos níveis de melatonina noturna, o que pode ocasionar a atividade noturna adicional ou ser consequência dessa atividade extra (GWINNER, 1996).

Gwinner (1996) comenta que o sistema de temporização circanual também exerce influência na duração do vôo migratório. Aves em cativeiro, sob condições constantes de fotoperíodo, apresentam duração e quantidade de inquietação migratória similar àquela da distância de migração que a espécie costuma efetuar o que sugere a presença de uma base genética para tal comportamento e um controle endógeno.

De acordo com Klein (1974), um sistema de controle circanual endógeno permite maior precisão no ajuste de eventos anuais com etapas ambientais adequadas, pois garante que as oscilações ambientais irregulares exerçam

pouco efeito imediato sobre as aves. Assim, diz o autor, mecanismos não rígidos são facilmente influenciados por “ruídos” de pistas ambientais, enquanto, um sistema oscilatório circanual é sincronizado somente por um *Zeitgeber*, como variação de fotoperíodo ao longo das estações do ano, sendo menos suscetível a variações ambientais irregulares.

1.2.2 Ritmos circadianos

Os conspícuos ritmos circanuais não são os únicos exemplos de ritmicidade comportamental em aves, pois uma série de variáveis biológicas apresenta ritmicidade circadiana. Alguns estudos referentes à organização temporal das aves revelam que a glândula pineal, a retina e um grupo de neurônios hipotalâmicos homólogos aos núcleos supraquiasmáticos de mamíferos¹, são responsáveis pela gênese de oscilação circadiana comportamental em grupos de aves já estudados. Essas estruturas anatômicas podem ser chamadas de osciladores e estão relacionadas ao arrastamento fótico, visto que, a fotorrecepção em aves acontece com atuação da retina, glândula pineal e fotorreceptores encefálicos (BRANDSTÄTTER; GWINNER, 2001).

A contribuição individual de cada uma dessas estruturas na produção de ritmicidade apresenta considerável variação de acordo com a espécie estudada. Em pardais (*Passer domesticus*), a glândula pineal é fundamental para a persistência da ritmicidade circadiana, pois quando esses animais são pinealectomizados perdem o padrão rítmico de variáveis como atividade

¹ Estrutura responsável pelo padrão rítmico circadiano de diversas variáveis em mamíferos.

locomotora, temperatura, entre outras. Mas, há algumas evidências, como a permanência do ritmo por um tempo até que ele desapareça, sugerindo a existência de outros osciladores hierarquicamente inferiores na produção destes ritmos, (GASTON; MENAKER, 1968).

Outras espécies não perdem totalmente a ritmicidade quando pinealectomizadas. Em estudos feitos por Janick e colaboradores (1992) estorninhos europeus (*Sturnus vulgaris*) não perdem totalmente a ritmicidade circadiana, enquanto codornas preservam um padrão rítmico quando submetidas a esta condição (SIMPSON; FOLLETT, 1981). Já lesões envolvendo o oscilador hipotalâmico desencadeiam perdas de ritmicidade em todas as espécies estudadas, embora outros estudos sejam necessários para melhor compreensão de seu papel como oscilador (KUMAR; 2004, 2005). Essa região possui receptores para melatonina, sugerindo estreita relação entre o oscilador e os ritmos de melatonina.

Como a retina também secreta melatonina na corrente sangüínea de algumas espécies de aves, como pombos e codornas, ela também pode contribuir para a ritmicidade, o que é evidente em estudos com pombos (EBIHARA, 1987). Gwinner (1989) propôs um modelo de ressonância interna para explicar as atuações conjuntas desses osciladores, que influenciam um ao outro amplificando e auto-sustentando a ritmicidade circadiana das aves.

Quando os tecidos dessas estruturas (retina, glândula pineal e oscilador hipotalâmico) são isolados observa-se ritmicidade auto-sustentada nos níveis celulares e moleculares, ou seja, sua propriedade intrínseca de oscilador é preservada (KUMAR, 2005). Entretanto, como já descrito anteriormente, a

remoção de uma das estruturas geralmente promove perda de ritmicidade de variáveis biológicas, variando de acordo com cada espécie.

Segundo Brandstatter e Gwinner (2001), para melhor esclarecimento sobre essa variedade relacionada ao papel de certas estruturas anatômicas na geração de padrões rítmicos, necessitamos de maiores explicações ecológicas e funcionais. O resultado dessa interação de estruturas osciladoras circadianas e variação na contribuição de cada uma delas de acordo com a espécie estudada é uma série de expressões rítmicas comportamentais ajustadas ao momento ambiental mais favorável. Encontramos aves com ritmos marcantes de atividade e repouso, atividade alimentar, atividade de canto, entre outras.

1.2.3 Psitacídeos

A ordem Psittaciforme compreende um grupo de aves com características que facilitam muito a sua identificação, pois apresentam bico recurvado, pés zigodáctilos e cores de penas brilhantes, geralmente verdes, vermelhas, amarelas, até espécies pouco coloridas. Os psitacídeos são distribuídos principalmente no Hemisfério Sul e prevalecem em regiões tropicais – existem algumas poucas espécies no Hemisfério Norte. São fortemente representados na Austrália e América do Sul, embora existam alguns exemplares africanos e asiáticos (FORSHAW, 1989).

Florestas tropicais úmidas de terra baixa, cujas árvores apresentam diversidade de frutos, flores e sementes, são habitats em que encontramos abundância de psitacídeos, pois a maior parte das espécies alimenta-se com tais recursos (JUNIPER; PARR, 1998).

Os psitacídeos são aves gregárias, por no mínimo uma fase do ano, e monogâmicos, com pouquíssimos exemplos de poligamia. É comum observar vôos de bandos com os pares já estabelecidos. Há registros de cativoeiro mostrando a tendência de comerem e empoleirar-se em pares, e quando há corte, o macho costuma regurgitar alimento para a fêmea e ambos trocam contato físico como fricção de bicos e coçar as penas do par (FORSHAW, 1989; JUNIPPER; PARR, 1998; SICK, 1984).

Há pouquíssimos relatos sobre o sistema de temporização de aves psitacíformes, seja referente às estruturas anatômicas osciladoras ou mesmo em relação às manifestações comportamentais rítmicas. Sengupta e Maitra (2006) realizaram um estudo sobre a influência da glândula pineal e da melatonina nos processos de função testicular sazonal de *Psittacula krameri*, ave Psitacíforme. Os resultados do trabalho demonstram que a pinealectomia e a exposição ao claro constante suprimem o pico noturno de melatonina circulante, mas a influência de tais condições na função testicular, durante a fase de reprodução, é diferente. A pinealectomia impede a involução testicular no final da fase de reprodução, sugerindo que a pineal exerce um papel anti-gonadal. A supressão de melatonina, devido à condição claro constante, não provoca esse resultado e possivelmente outras substâncias relacionadas à glândula pineal devem estar envolvidas com a regressão gonadal dessa espécie de periquito, e não a melatonina. Percebemos a relação inversa entre atividade da glândula pineal e atividade testicular sazonal nesse psitacídeo, mas nada se sabe sobre a ação da glândula pineal nos ritmos circadianos do grupo.

Alguns autores fazem observações sobre o padrão segundo o qual o grupo distribui determinados comportamentos no tempo. De acordo com Sick (1984), os indivíduos pertencentes à ordem psitaciformes possuem um bom sistema de orientação, pois freqüentam fruteiras isoladas, em sua época de frutificação, periodicamente durante anos fazendo grandes deslocamentos para chegar até a fonte de alimentação. Os deslocamentos estacionais com intuito de procurar alimentos são muito comuns para várias espécies desse grupo, embora as migrações de longa distância sejam raras. Assim, dizemos que os psitacídeos não são sedentários nem migratórios, mas movimentam-se dentro de uma área geográfica em busca de recursos, que em muitos casos, são sazonais (JUNIPER; PARR, 1998).

Quanto à distribuição de comportamentos diários também parece haver certa organização temporal, pois de acordo com Sick (*op. cit.*), algumas espécies, como *Cyanopsitta sp.*, descem na parte da manhã e à tarde para a margem de lagos, onde bebem água. Araras e papagaios da Amazônia realizam migrações diárias, pois durante o dia são encontrados na mata contínua e depois se deslocam para matas de galeria para pernoitar.

Pesquisadores da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (DUARTE da ROCHA, C.F; BERGALO, H,G; SICILIANO, S, 1988), fizeram uma descrição de comportamentos de deslocamentos circadianos nas espécies *Amazona amazônica*, *Aratinga leucophthalmus*, *Pionus fucus*, *Pionus menstruus* e *Brotogeris versicolurus*, revelando que as cinco espécies apresentam um ritmo de atividade diária. Durante o dia ficam na mata de terra firme e ao entardecer procuram seus dormitórios em uma região ilhada. Por volta de 05h30min essas aves começam a vocalizar e fazer vôos rasteiros, até que o bando todo esteja

reunido, então começam a ganhar altura e deslocar-se para a mata de terra firme. Dessa forma, percebemos uma seqüência de comportamentos exibida diariamente.

A partir das observações relatadas por tais pesquisadores podemos pensar em uma organização temporal de comportamentos em psitacídeos que deve refletir a ecologia e história evolutiva de cada espécie. Buscamos com esse trabalho descrever ritmos diários comportamentais em psitacídeos, especificamente, na espécie *Pyrrhura lepida lepida* e compreender como esses animais distribuem alguns de seus comportamentos ao longo de 24 horas.

1.2.4 *Pyrrhura lepida lepida*

O gênero *Pyrrhura* é caracterizado por aves de pequeno – médio porte, com longas caudas e ausência de dimorfismo sexual. A espécie *Pyrrhura lepida lepida* (novo nome para *Pyrrhura perlata*), conhecida popularmente como Tiriba-pérola, é habitante de florestas de terra firme nos estado do Pará (Belém e Rio Capim) e leste do Maranhão (FORSHAW, 1989). Encontra-se atualmente classificada como em perigo de extinção pela Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção produzida pelo IBAMA.

Há poucos relatos sobre os hábitos da espécie e sobre o gênero *Pyrrhura*, provavelmente devido à dificuldade em observá-las em ambiente natural. As aves pertencentes ao gênero são relativamente silenciosas comparadas a outros psitacídeos, pois não fazem barulhos ao comer nas árvores, e realizam poucos chamados antes de começar o vôo, provavelmente para sincronizar a saída do bando (BRINGTSMITH, 1999).

Há registros de *Pyrrhura lepida lepida* nas margens de clareiras e mata secundária da floresta (JUNIPER; PARR, 1998), mas não há informações sobre sua dieta ou reprodução. Especulações são feitas a partir de hábitos das co-genéricas. Em Forshaw (1989) há informações sobre sucesso reprodutivo da espécie em cativeiro e a incubação dos ovos foi realizada pela fêmea por 23 dias. O macho entrava à noite no ninho para repouso. Os filhotes ficaram no ninho até sete semanas após a eclosão.

O estudo de animais em condições de cativeiro proporciona um acompanhamento mais detalhado de um espécime, principalmente ao se tratar de observações contínuas. O acompanhamento rigoroso de uma condição artificial permite maiores detalhes sobre os comportamentos exibidos pelo animal, embora, saibamos que as transposições de resultado para o ambiente natural devem ser cuidadosas.

O ambiente de cativeiro pode criar situações em que os organismos respondam de forma distinta ao que observaríamos em campo, e vice-versa. Entretanto, comportamentos observados em cativeiro permitem a formulação de hipóteses e ajudam na elaboração de protocolos para estudos de campo, assim como, estudos de campo favorecem hipóteses que devem ser testadas em condições experimentais. Desta forma, a união de estudos de cativeiro e ambiente natural tem contribuído de forma relevante à compreensão dos seres vivos.

Decidimos começar nossos estudos sobre organização temporal em psitacídeos com a espécie *Pyrrhura lepida lepida*, em função do número disponível (dezenas) na Fundação Parque Zoológico de São Paulo. Um interesse adicional foi o fato de essa espécie estar ameaçada de extinção em

condições naturais, servindo, idealmente, como fundamento para projetos de conservação. Os resultados que observarmos poderão ser valiosos para futuras especulações ecológicas e funcionais de tais manifestações. Então, manipulações experimentais poderão ser feitas, para testar hipóteses, seja em cativeiro ou condições naturais.

2 Objetivos

Pretendemos com este estudo descrever a distribuição diária de categorias comportamentais que foram observadas em *Pyrrhura lepida lepida* mantidas em cativeiro sob condições ambientais naturais. Esperamos constatar um padrão rítmico para cada categoria e estabelecer as relações temporais entre as mesmas. Para isso, registramos as durações de cada categoria comportamental, hora a hora, e verificamos se há oscilação diária significativa de cada categoria.

A detecção da presença de padrão diário significativo (ver metodologia) permite identificar as fases nas quais tendem a ocorrer as expressões máximas (acrofases) dos comportamentos observados. Com esses dados poderemos analisar as diversas relações de fase que se estabelecem e buscamos caracterizar o que se concebe como “organização temporal interna” das aves observadas. A partir dos resultados sobre a organização temporal dos comportamentos poderemos entender o que consistiria uma “organização temporal externa²” a ser lida nas interações com ciclos ambientais no ambiente de cativeiro.

² Conceito em elaboração (Menna-Barreto, com. pessoal) que se refere às relações de fase entre ciclos ambientais e ritmos fisiológicos e comportamentais.

3 Métodos

3.1 Animais

A coleta de dados dos animais foi realizada na Fundação Parque Zoológico de São Paulo entre os meses de novembro e dezembro de 2006. Fizemos as observações preliminares sobre o comportamento das aves a partir das imagens registradas e, então, pudemos definir as categorias comportamentais a serem analisadas. Analisamos quatro aves juvenis, dois machos e duas fêmeas, com nascimento entre agosto e dezembro de 2004, cuja maturidade sexual já havia sido alcançada. São aves nascidas e devidamente cadastradas pela Fundação Parque Zoológico de São Paulo.

3.2 Condições de manutenção

As aves foram mantidas alojadas em gaiolas que continham um ninho de madeira para que os indivíduos pudessem utilizar como dormitório, reproduzir e se abrigar de condições ambientais desfavoráveis. Dentro de cada gaiola havia dois poleiros e recipientes com água e alimentação.

Observamos 2 gaiolas pareadas, cada uma com um casal de aves. Consideramos como primeira gaiola aquela na qual se encontravam as aves 1 e 2, sendo a segunda gaiola aquelas onde estavam as aves 3 e 4.

Os animais sempre estiveram submetidos às condições naturais de claro/escuro, temperatura e umidade e assim foram mantidos durante nossas observações. Recebiam alimentação de acordo com normas do Zoológico que disponibilizava o alimento das 07h30min até 15h30min para evitar a presença de ratos durante a noite. Para nosso estudo introduzimos alimentação *ad libitum*

três dias antes de começar as observações. Portanto, durante a etapa de observação, as aves receberam alimentação e água *ad libitum*, sendo que a alimentação consistia em sementes de girassol, ração e frutas, conforme procedimento aplicado por profissionais do Zoológico de São Paulo. Os tratadores completavam os recipientes com mais alimento às 07h30min e às 16h.

3.3 Coleta de dados

As aves foram filmadas com câmeras do tipo “day/night”, ou seja, adequadas para registrar eventos também em baixa luminosidade. Cada gaiola ficava com uma câmera instalada em lugar estratégico, que permitia a visualização de toda gaiola, e outra instalada dentro do ninho. Coletamos imagens das aves por 15 dias, durante 24 horas. Analisamos dados de três dias consecutivos para cada ave, totalizando 288 horas de observação, para esse estudo inicial.

O critério de amostragem utilizado é o focal para permitir que cada animal seja analisado individualmente registrando todo tipo de comportamento que ele expresse. O critério de registro utilizado foi o contínuo, em que todas as ocorrências são registradas, permitindo que haja informações sobre frequência, duração e horário de início e término de cada comportamento (MARTIN; BATESON, 1986). Slater (1978) sugere a utilização do método contínuo ou completo para estudos relativos à frequência e duração de comportamentos.

As durações dos episódios comportamentais foram registradas com a utilização do programa EthoLog 2.2 (OTTONI, 2000).

De acordo com Slater (1978) para estudos com abordagem em distribuição de comportamentos em diferentes momentos do dia, categorizações mais gerais de comportamento são adequadas. Portanto, analisamos a variabilidade de durações dos episódios comportamentais de sete categorias que foram manifestadas pelas aves: deslocamento, inatividade, atividade alimentar, debicar, interação social, cuidados corporais e cuidados com o ninho, ao longo do dia. A descrição de cada categoria pode ser observada na Tabela 1.

Deslocamento	Registramos deslocamento para todos os momentos em que a ave se moveu na gaiola (chão ou paredes) ou ninho, seja por meio de vôos, pulos ou passos.
Inatividade	Registramos inatividade para todos os momentos em que a ave não estava em deslocamento e não realizava qualquer outra categoria comportamental considerada no presente estudo. Portanto, não devemos definir inatividade como episódios de sono, descanso ou ausência de movimento, e sim, como episódios de ausência das categorias comportamentais descritas.
Cuidados Corporais	Definimos como cuidados corporais os momentos em que a ave passava o bico ou os pés entre as penas de seu corpo.
Cuidados com o ninho	Classificamos como cuidados com o ninho os momentos em que a ave encontrava-se utilizando o bico para retirar pedaços da parede do ninho e também quando movimentava os farelos e ovos depositados no mesmo.
Interação Social	Chamamos de interação social todos os episódios de contato físico entre o casal de aves, como limpeza social ou troca de alimentos. Durante as observações as aves não realizaram comportamentos agonísticos.
Atividade Alimentar	Classificamos como atividade alimentar os momentos em que a ave procurava por alimento ou água nos recipientes ou na base da gaiola. Não incluímos aqui troca de alimento (regurgitado).
Debicar	Classificamos como debicar os momentos em que a ave desliza o bico pelo poleiro e quando retira pedaços e engole.

3.4 Análises estatísticas

Para verificar a variabilidade diária dos sete comportamentos estudados criamos séries temporais a partir das observações realizadas. Totalizamos 28 séries temporais que foram analisadas individualmente. Iniciamos a análise com uma representação gráfica descritiva, cronograma, que permitiu avaliar a evolução dos dados em função do tempo (BENEDITO-SILVA, 2003). Com os cronogramas das categorias comportamentais estabelecemos a média da duração (em segundos) para cada hora e verificamos a quantidade de tempo dedicado diariamente a cada categoria.

A detecção dos possíveis ritmos de cada categoria comportamental foi feita com a utilização do programa El Temps (DIEZ-NOGUEIRA, 2005) que utiliza a análise espectral para gerar periodogramas segundo o algoritmo de Lomb- Scargle (significância $p \leq 0,05$). Utilizamos intervalo de investigação de 300 a 1600 minutos para detecção de periodicidades ultradianas e circadianas. Para estudar um comportamento de uma variável no domínio da frequência a análise espectral é um método adequado, pois com este método, podemos ter uma inspeção visual (periodograma) da intensidade de cada frequência que seja significativa na série temporal, não considerando as oscilações aleatórias (BENEDITO-SILVA, 2003). Assim, de acordo com Fagen & Young (1978), o produto final de uma análise espectral é a abundância relativa de todas possíveis ciclicidades do comportamento.

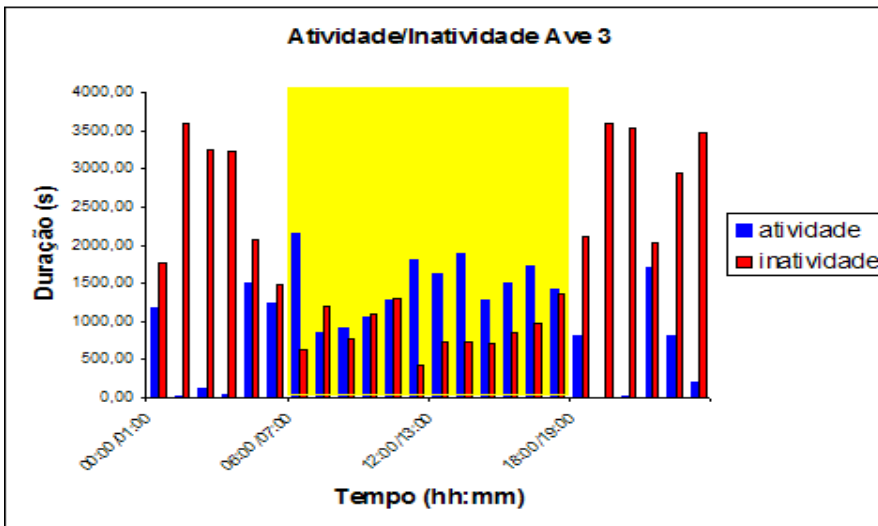
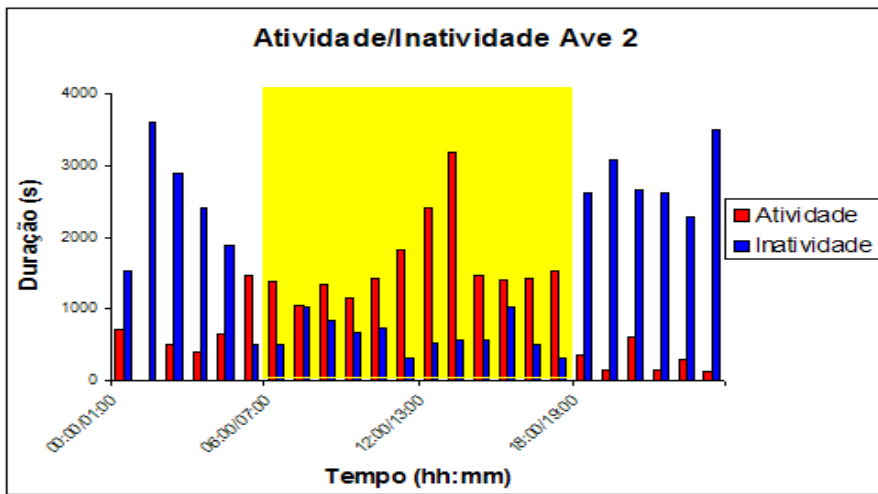
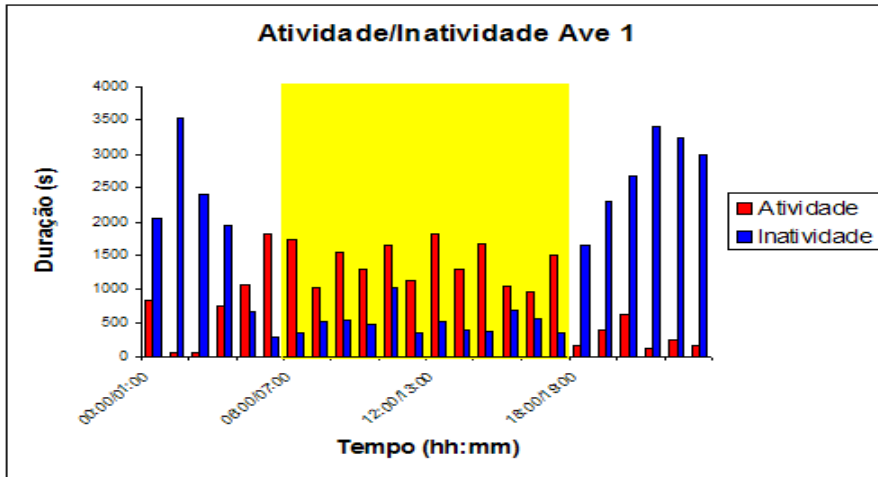
Após a análise espectral e a detecção de periodicidades das durações das categorias comportamentais estudadas utilizamos o método Cosinor (HALBERG et al, 1972; NELSON et al, 1979; BENEDITO-SILVA, 1988) que faz

um ajuste da série temporal a uma função co-seno. O Cosinor permite a identificação de parâmetros rítmicos como o mesor (que corresponde ao valor médio da curva ajustada de um ritmo), a amplitude (valor da diferença entre os valores máximos, ou mínimos, e o valor médio da curva ajustada de um ritmo) e também da acrofase (o momento em que se espera que a variável estudada atinja seu valor máximo). Detectamos a acrofase de cada categoria comportamental e estabelecemos relações temporais entre os comportamentos estudados.

4 Resultados

4.1 Atividade /Inatividade

Iniciaremos nossas análises com a descrição do padrão de atividade inatividade, para um dia hipotético, que foi estabelecido a partir das médias do tempo de duração de atividade e inatividade em cada hora. Consideramos fase de atividade como a soma de todos os valores médios das categorias comportamentais deslocamento, cuidados corporais, cuidados com o ninho, interação social, atividade alimentar e debicar. Para inatividade utilizamos as informações da própria categoria.



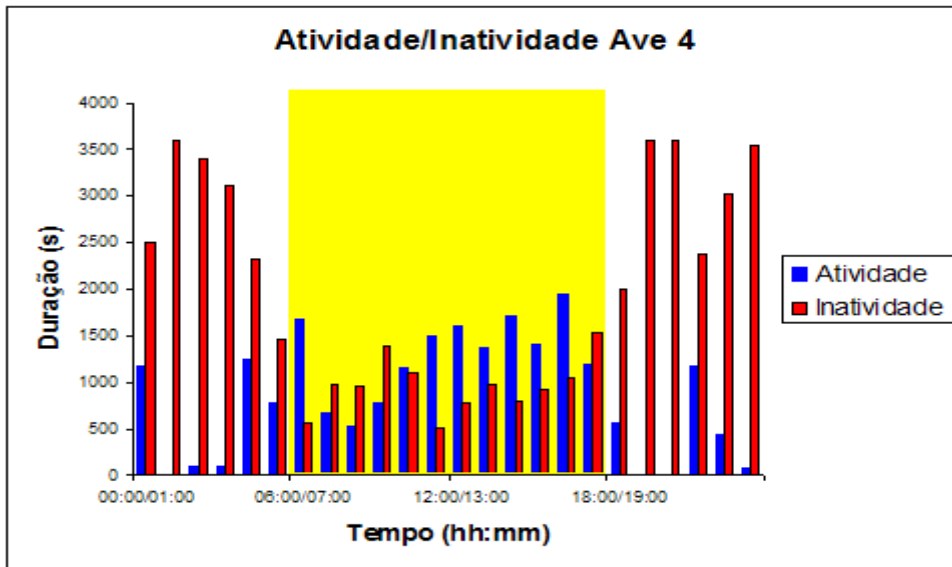
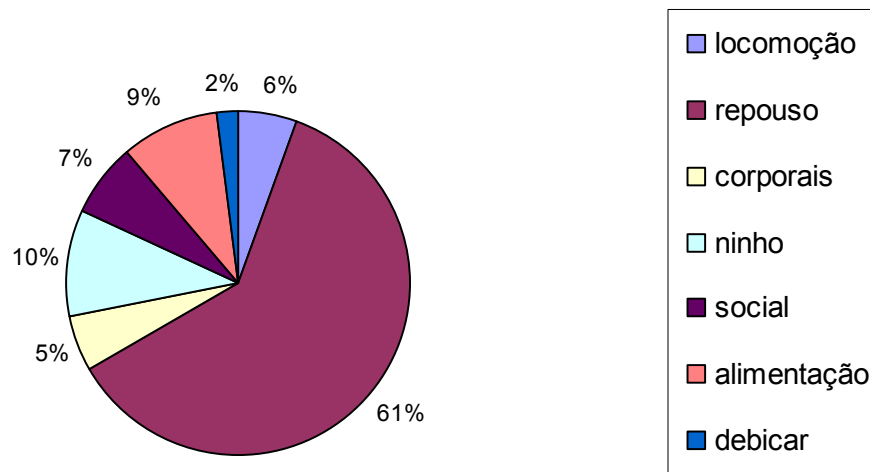


Figura 1: Histogramas de atividade inatividade. Nas abscissas temos os intervalos de hora e nas ordenadas os valores médios da duração de atividade e inatividade. Representamos a fase clara do dia com a cor amarela. Consideramos arbitrariamente fase clara as horas entre 06h-18h e fase escura as horas entre 18h01min e 05h59min.

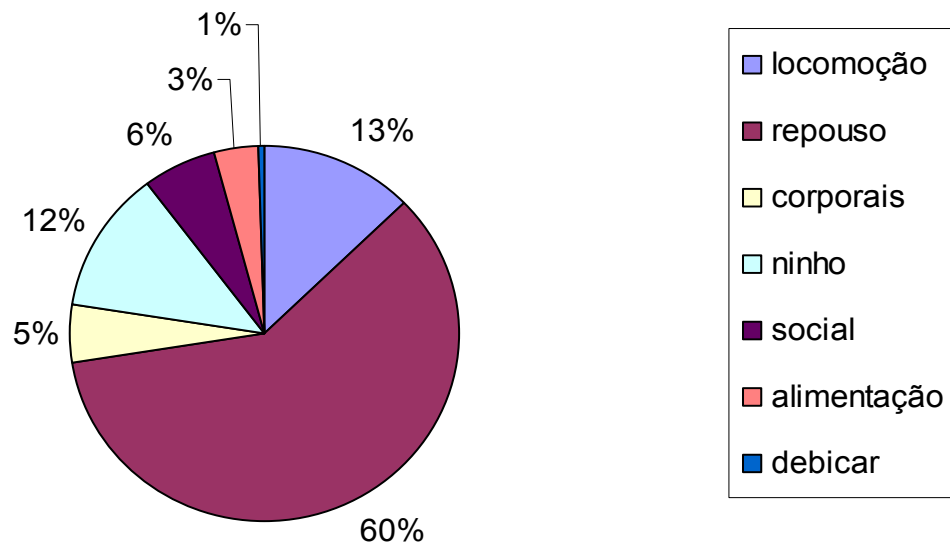
Podemos observar, para todas as aves, fases de maior concentração de atividade, com valores que ultrapassam os momentos de inatividade, durante o dia. Na fase escura encontramos maiores valores para a inatividade. Todas as aves apresentam momentos de atividade noturna e fases de repouso diurno, mas há clara variabilidade entre tais comportamentos no que diz respeito ao dia e a noite.

4.2 Tempo diário dedicado a cada categoria comportamental em porcentagem

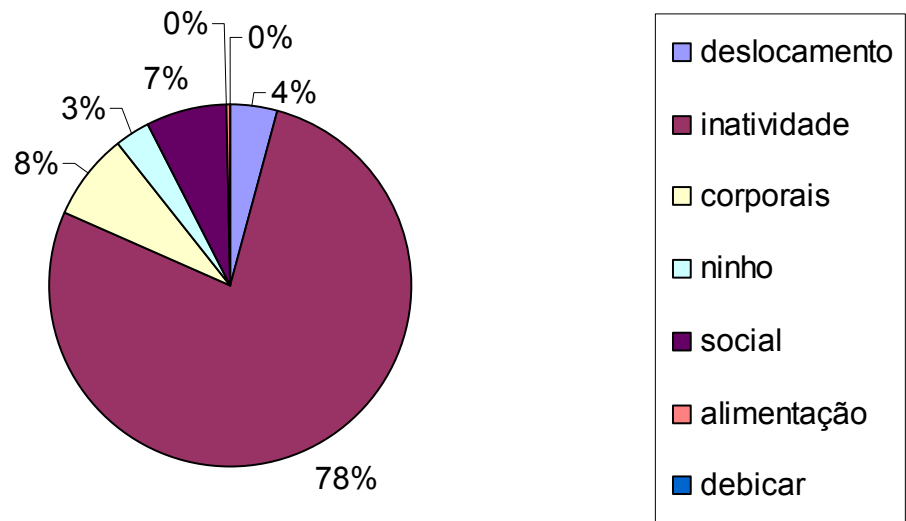
Distribuição das Categorias Comportamentais Ave 1



Distribuição das Categorias Comportamentais Ave 2



Distribuição das Categorias Comportamentais Ave 3



Distribuição de Categorias Comportamentais Ave 4

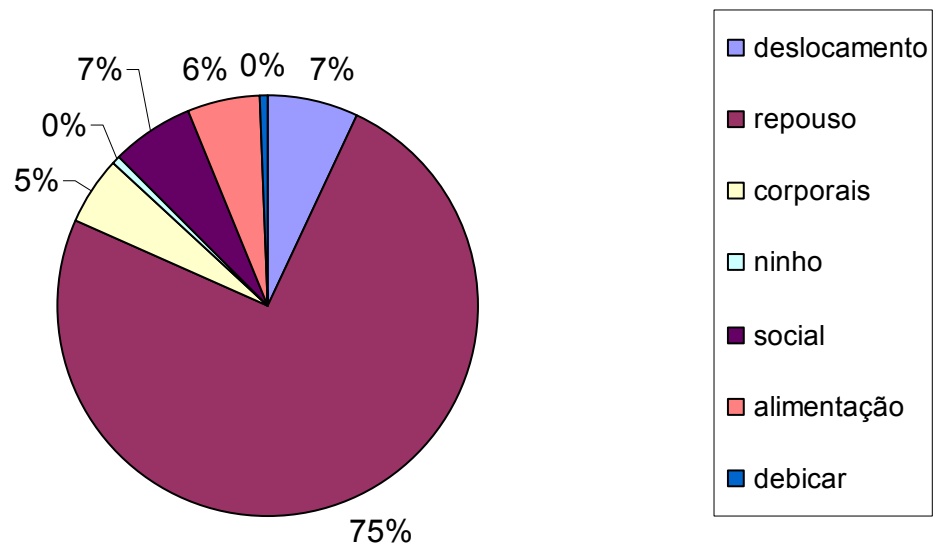


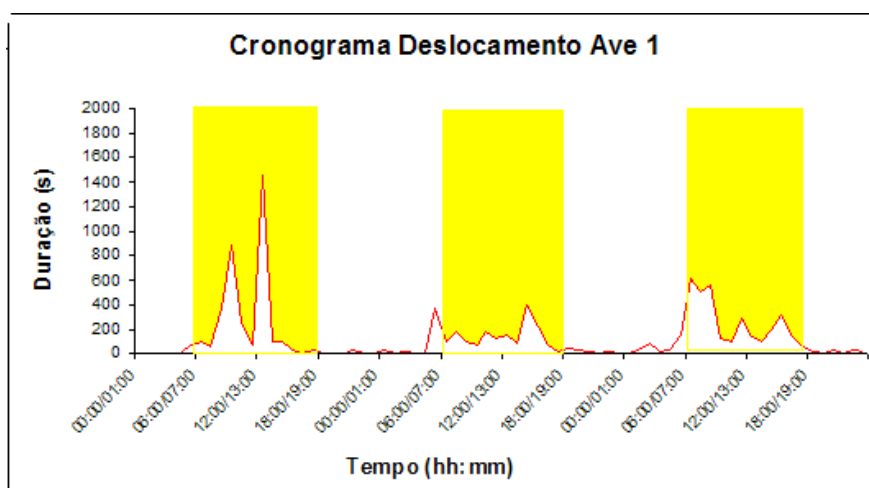
Figura 2. Distribuição das porcentagens diárias das categorias comportamentais.

Os gráficos circulares permitiram uma visualização do tempo diário (em porcentagem) em que as aves estiveram realizando cada um dos comportamentos. Podemos notar que as aves passam a maior parte de tempo em inatividade, principalmente as aves 3 e 4. Há similaridade entre os percentuais de interação social e cuidados corporais para as quatro aves e nota-se que existe certa diferença quanto à dedicação aos cuidados com o ninho e à atividade alimentar. A categoria debicar apresenta os menores índices percentuais.

Iniciaremos agora análises específicas para cada categoria comportamental, com informações referentes aos períodos de possíveis manifestações rítmicas e valores de alguns parâmetros rítmicos.

4.3 Deslocamento

Os cronogramas que permitiram as primeiras observações visuais sobre os perfis da categoria deslocamento em função do tempo podem ser conferidos na figura 3.



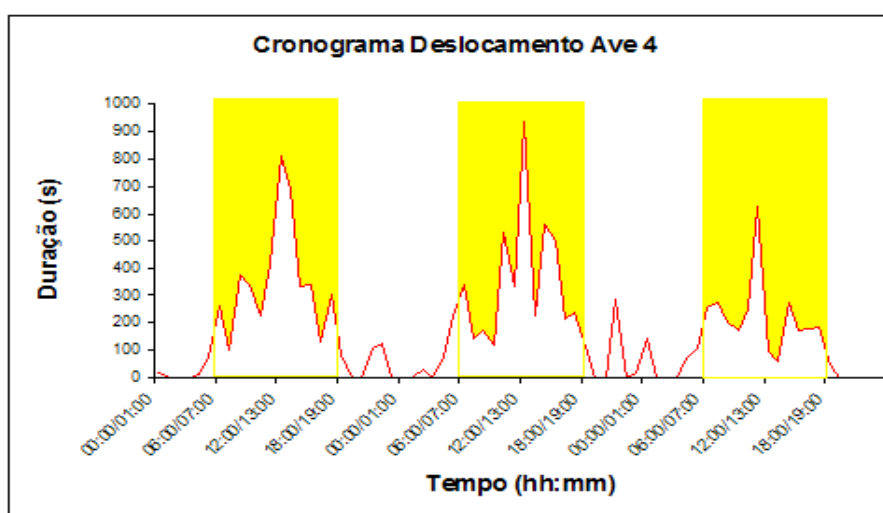
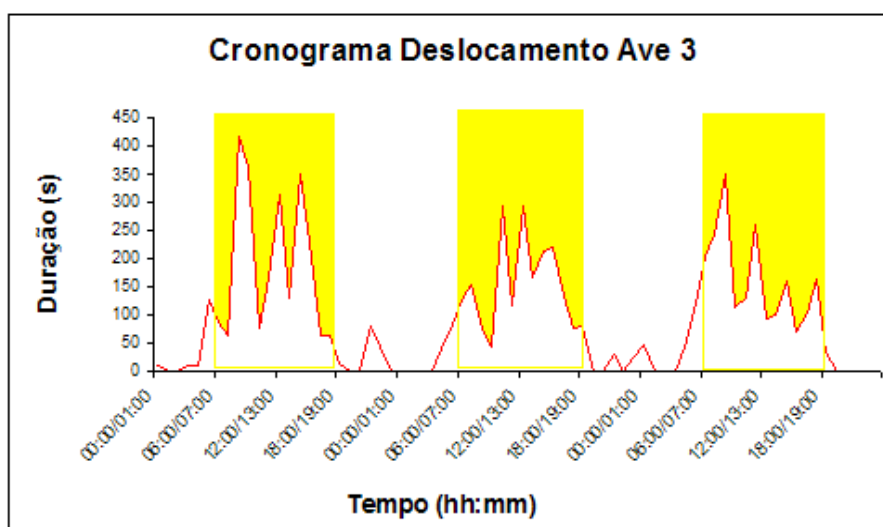
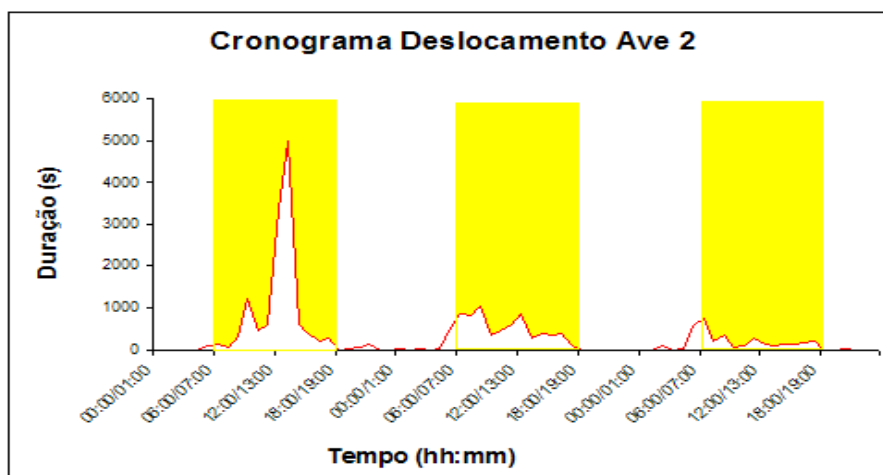
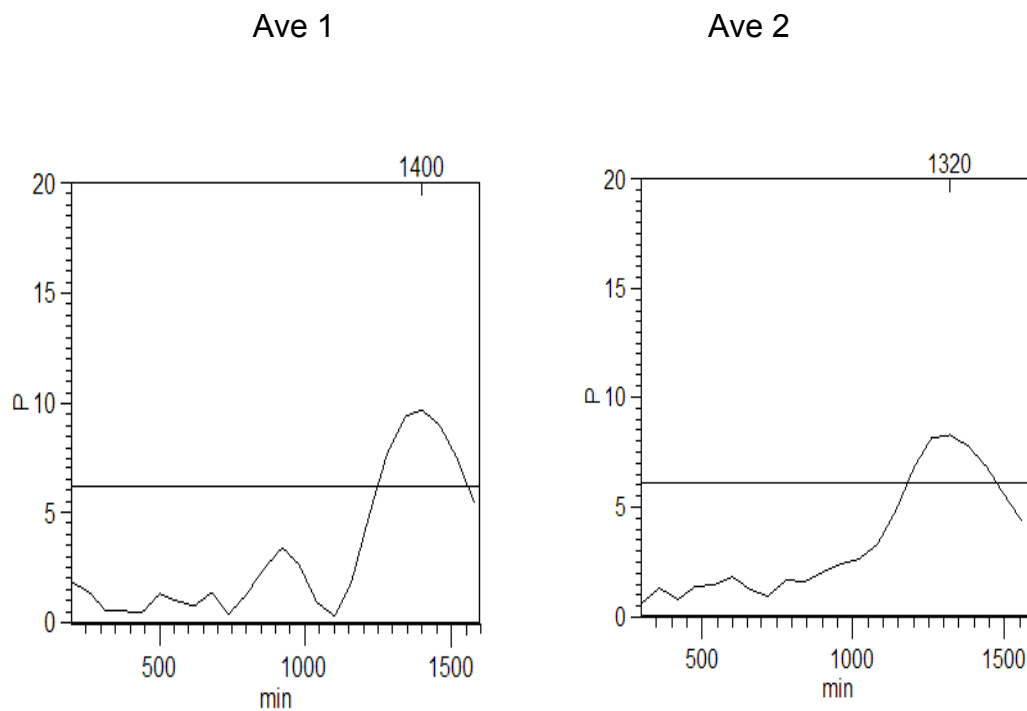


Figura 3: Cronogramas da categoria comportamental deslocamento. Nas abscissas temos os intervalos de hora e nas ordenadas os valores das durações do comportamento. Representamos a fase clara do dia com a cor amarela. Consideramos arbitrariamente fase clara as horas entre 06h -18h e fase escura as horas entre 18h01min e 05h59min.

Os cronogramas da categoria comportamental deslocamento permitem uma visualização clara de perfis rítmicos para as quatro aves. Observamos facilmente a concentração de episódios de deslocar na fase clara, com pouquíssimos momentos noturnos, principalmente nas aves 1 e 2. As aves 3 e 4 exibem um pouco mais de deslocamento na fase noturna, mas ainda assim, pouco, quando comparado à fase diurna. A sugestão de que existe ritmicidade diária para o comportamento é confirmada pela análise espectral. Podemos verificar na figura 4 os periodogramas resultantes.



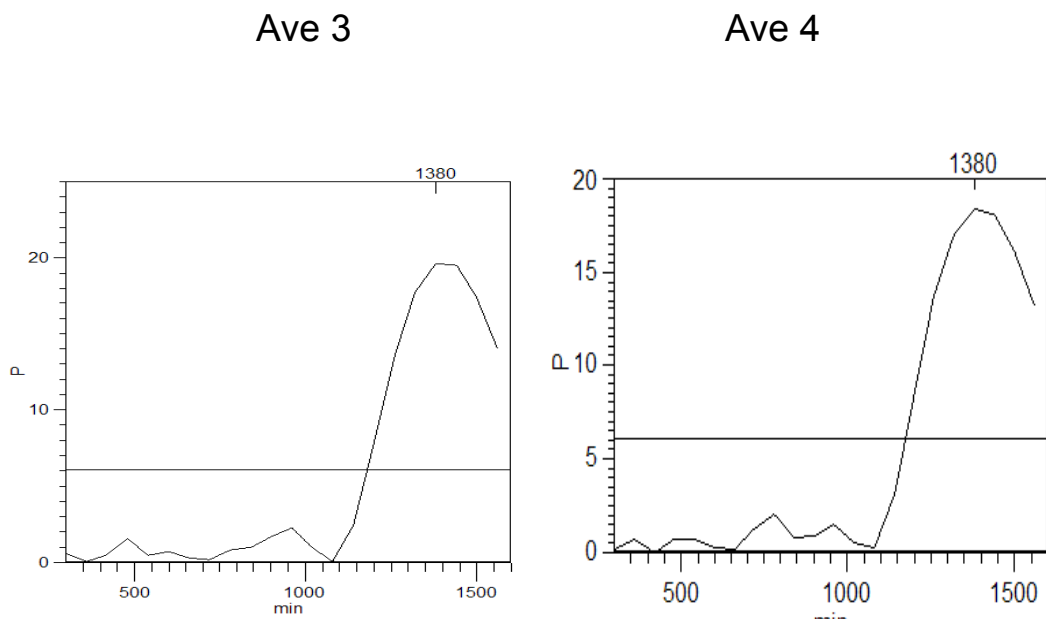


Figura 4. Periodogramas do comportamento deslocar. Os valores acima da linha horizontal são significativos ($p < 0,05$).

Encontramos periodicidade significativa para todas as aves dentro da faixa circadiana. Para a ave 1 há período de 1400 minutos (23,33h). A ave 2 exibe período de 1320 minutos (22 h). Período de 1380 (23h) para as aves 3 e 4.

Os parâmetros rítmicos encontrados pelo método Cosinor, cujos ritmos e circadianos (24h) foram confirmados para todas as aves, serão mostrados a seguir na tabela 2.

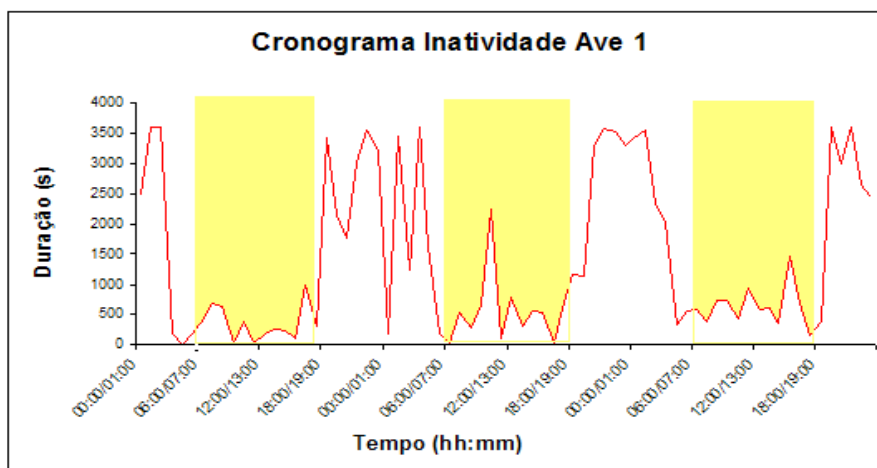
Tabela 2. Parâmetros rítmicos das curvas ajustadas do ritmo do comportamento deslocar. Significância $p < 0,005$).

	Porcentagem Rítmica	Valor de P	Mesor	Acrofase	Desvio padrão	Período
Ave1	26.25%	0, 000	127,65s	09h59min	128,69min	24h
Ave 2	18.13%	0, 001	319,08s	11h01min	159,80min	24h
Ave 3	54.88%	0, 000	97,71s	10h54min	69,29min	24h
Ave 4	50.92%	0, 000	180,6s	11h43min	74,95min	24h

Os resultados obtidos através do método Cosinor permitem evidenciar alguma variação nos valores de Mesor (estimativa estatística para o valor médio. As acrofases (fase em que encontramos os valores máximos da curva senóide ajustada pelo método Cosinor) apresentam pouca variação entre as aves estudadas, e estão alocadas na fase matutina.

4.4 Inatividade

Podemos verificar na figura 5 os cronogramas do comportamento inatividade das quatro aves analisadas.



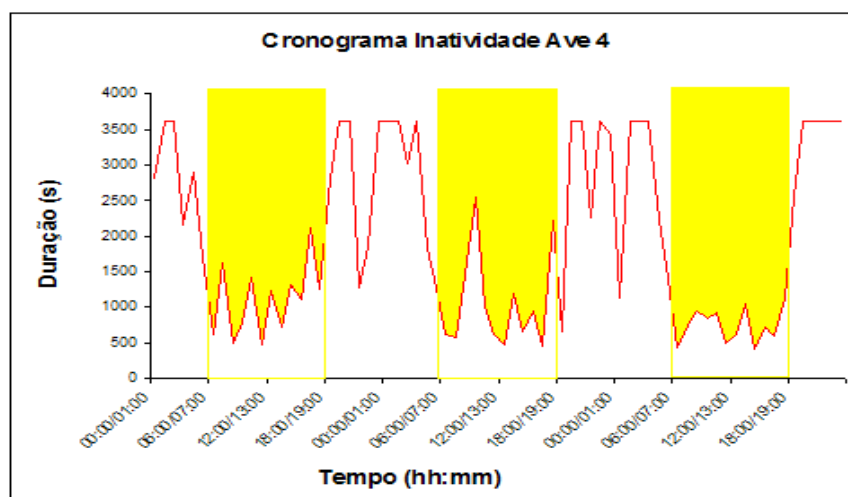
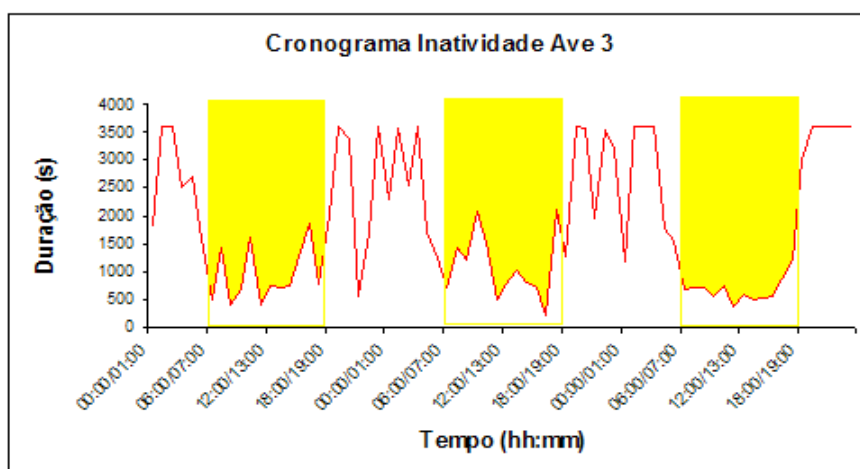
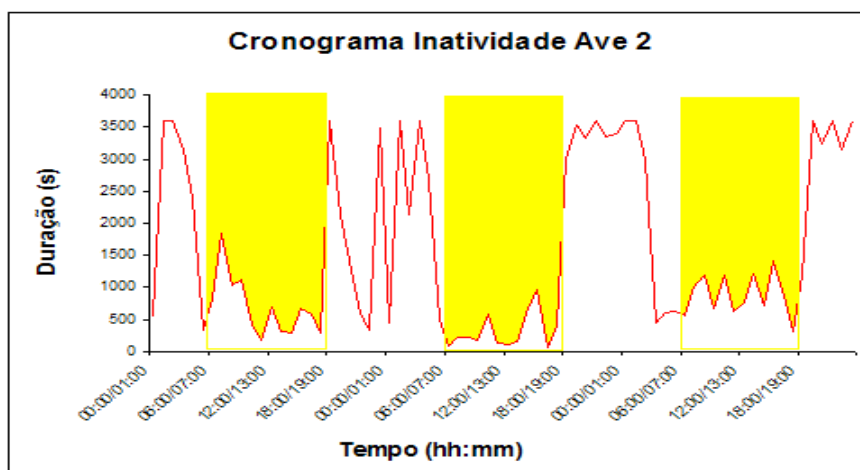
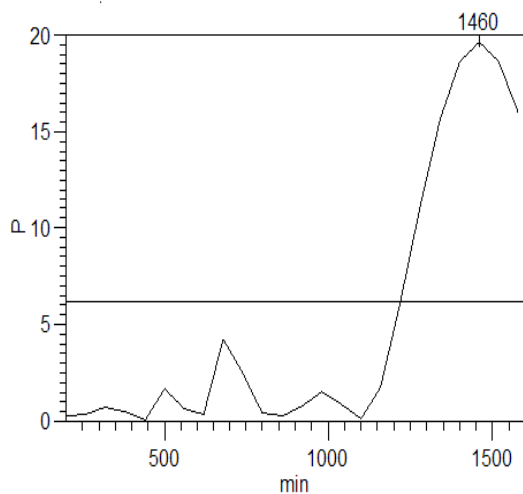


Figura 5: Cronogramas da categoria comportamental inatividade. Nas abscissas temos os intervalos de hora e nas ordenadas os valores das durações do comportamento. Representamos a fase clara do dia com a cor amarela. Consideramos arbitrariamente fase clara as horas entre 06h-18h e fase escura as horas entre 18h01min e 05h59min.

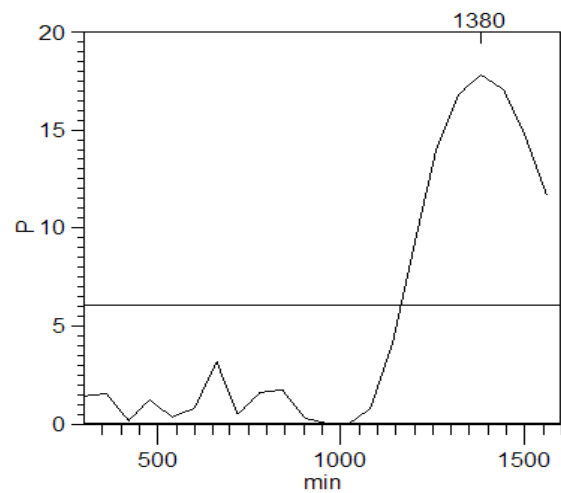
Os cronogramas de todas as aves permitem a visualização de um perfil rítmico para o comportamento inatividade, com clara distinção entre dia e noite, sendo que as maiores concentrações do comportamento acontecem à noite e os menores valores durante o dia. Não é um comportamento exclusivamente noturno, pois há momentos de inatividade durante o dia.

Foi encontrado ritmo diário significativo para todas as aves estudadas de acordo com a análise espectral (figura 6).

Ave 1



Ave 2



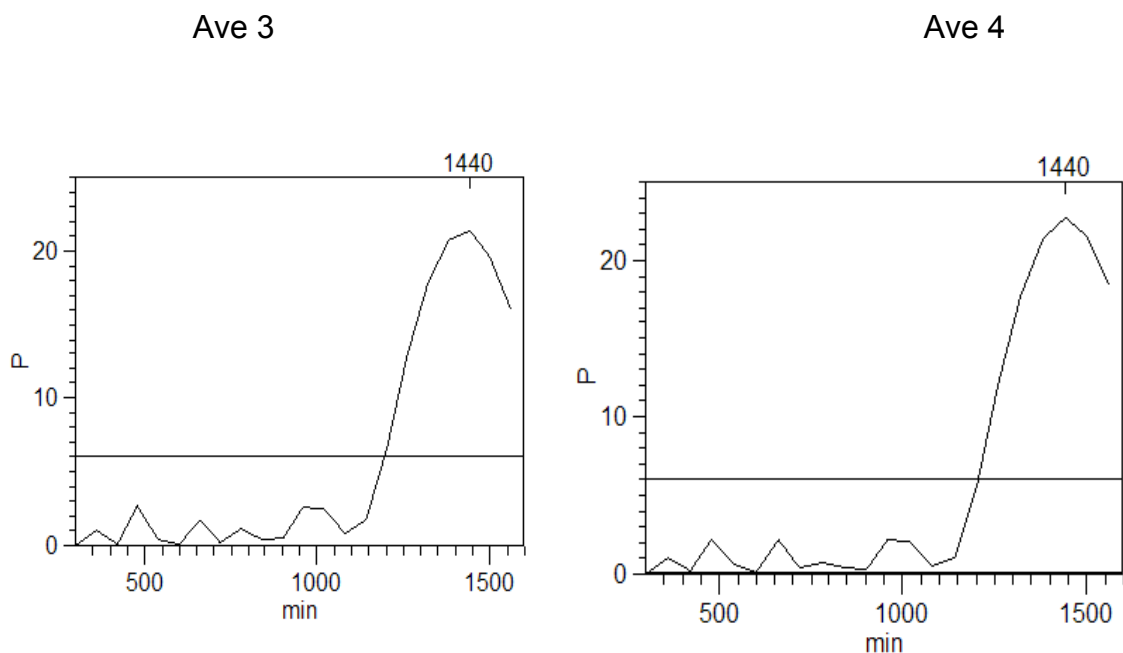


Figura 6. Periodogramas do comportamento inatividade. Os valores acima da linha horizontal são significativos ($p < 0,05$).

Encontramos ritmicidade diária significativa para todas as aves. Para a ave 1 há período de 1460 minutos (24,33h). A ave 2 exibe ritmo com período de 1380 minutos (23h). As aves 3 e 4 apresentam periodicidade de 1440 minutos (24h).

Os parâmetros rítmicos encontrados pelo método Cosinor, cujos ritmos e circadianos (24h) foram confirmados para todas as aves, serão mostrados a seguir na tabela 3:

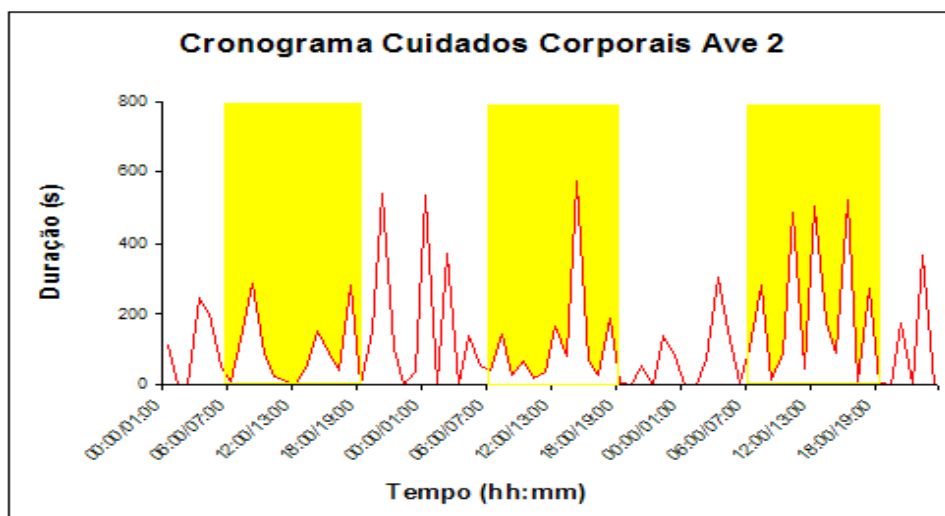
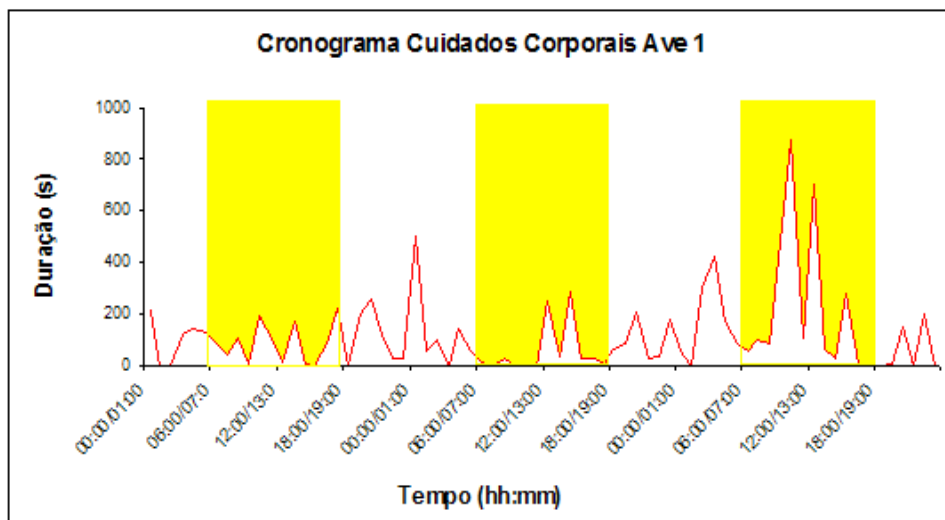
Tabela 3. Parâmetros rítmicos das curvas ajustadas do ritmo do comportamento inatividade. Significância $p < 0,005$).

	Porcentagem Rítmica	Valor de P	Mesor	Acrofase	Desvio padrão	Período
Ave1	54.95%	0, 000	1387,65s	22h34min	69,29min	24h
Ave 2	48.06%	0, 000	1545,71s	22h54min	79,90min	24h
Ave 3	60.12%	0, 000	1827,88s	23h05min	62,22min	24h
Ave 4	64.02%	0, 000	1921,40s	23h02min	57,27min	24h

Semelhante ao comportamento deslocar, encontramos pouca variação nos valores dos mesores entre as aves e também há proximidade nos momentos em que ocorrem as acrofases, neste caso, entre 22h34min e 23h05min (fase noturna).

4.5 Cuidados Corporais

As primeiras demonstrações do perfil diário do comportamento cuidados corporais podem ser verificadas com os cronogramas da figura 7.



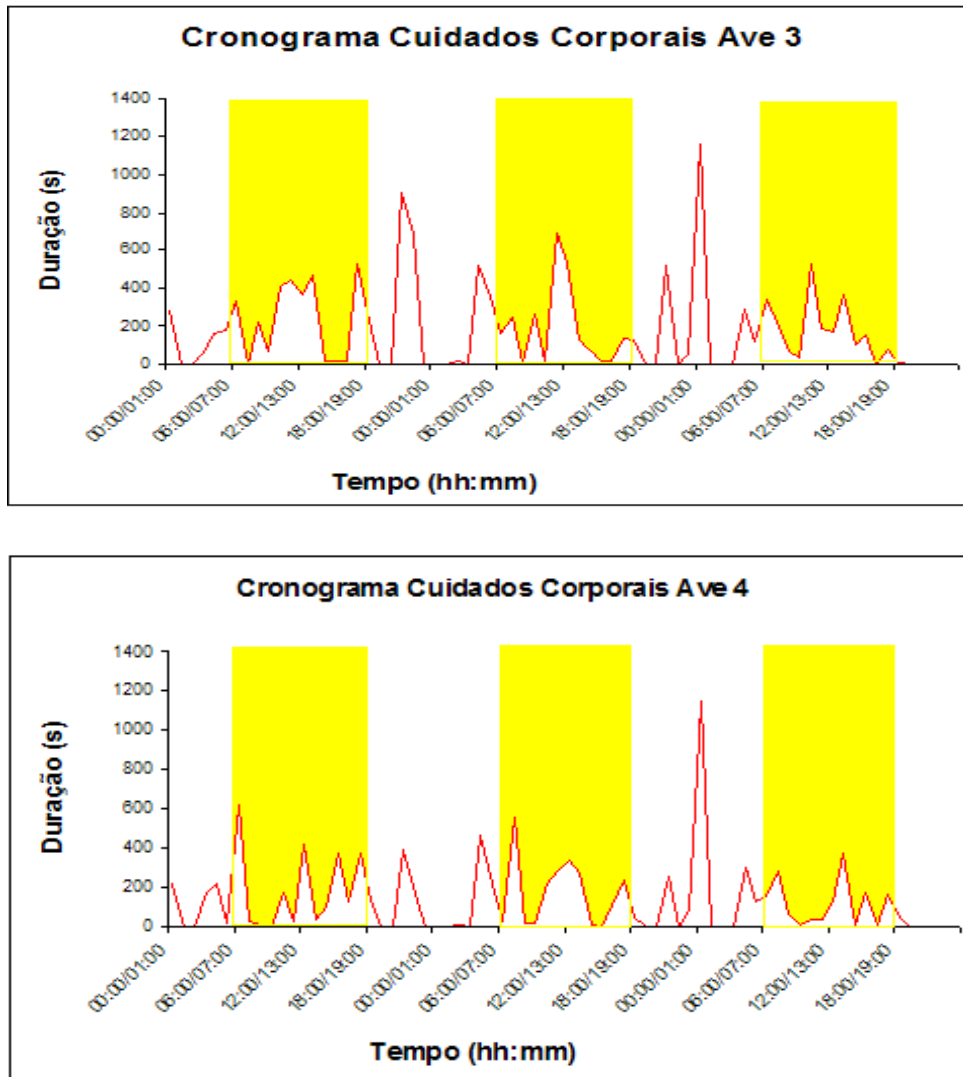
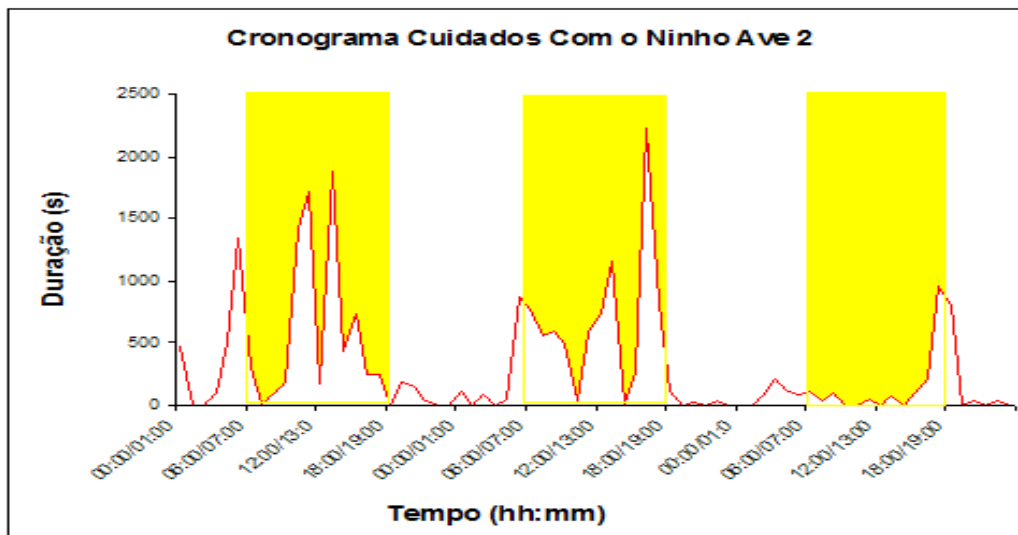
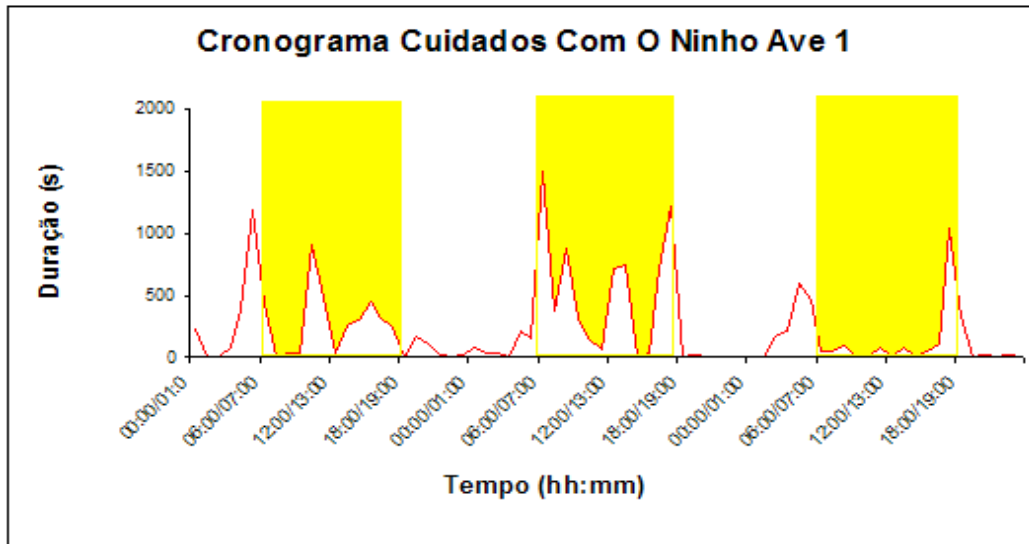


Figura 7: Cronogramas da categoria comportamental cuidado corporal. Nas abscissas temos os intervalos de hora e nas ordenadas os valores das durações do comportamento. Representamos a fase clara do dia com a cor amarela. Consideramos arbitrariamente fase clara as horas entre 06h-18h e fase escura as horas entre 18h01min e 05h59min.

A partir da visualização dos cronogramas percebemos que não há um perfil rítmico para o comportamento cuidado corporal. Observamos distribuição do comportamento ao longo das 24 horas em todas as aves, sem maiores diferenças de concentração, seja dia ou noite. A ausência de ritmicidade (diária ou ultradiana) foi confirmada pela análise espectral e pelo método Cosinor.

4.6 Cuidados com o ninho

Podemos fazer as primeiras inspeções visuais do comportamento cuidados com o ninho a partir dos cronogramas abaixo (figura 8).



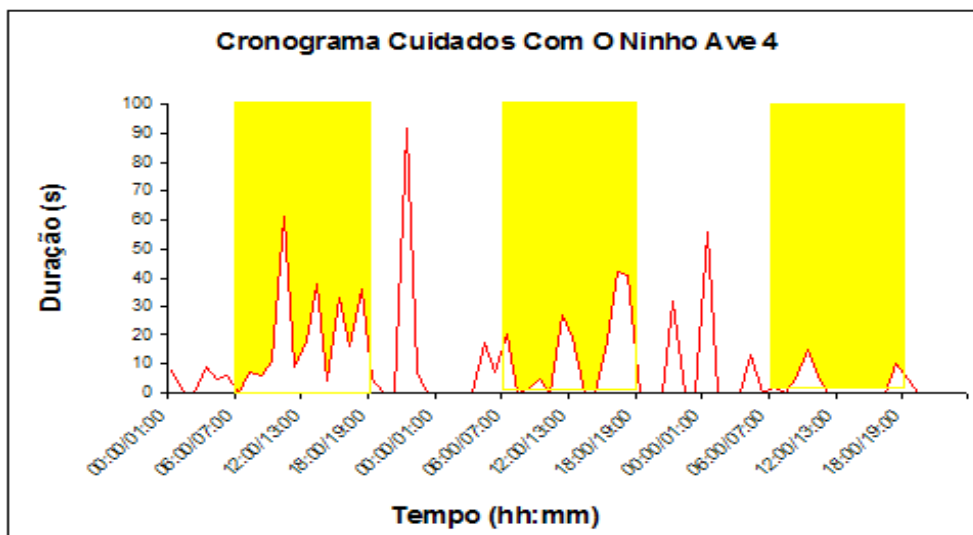
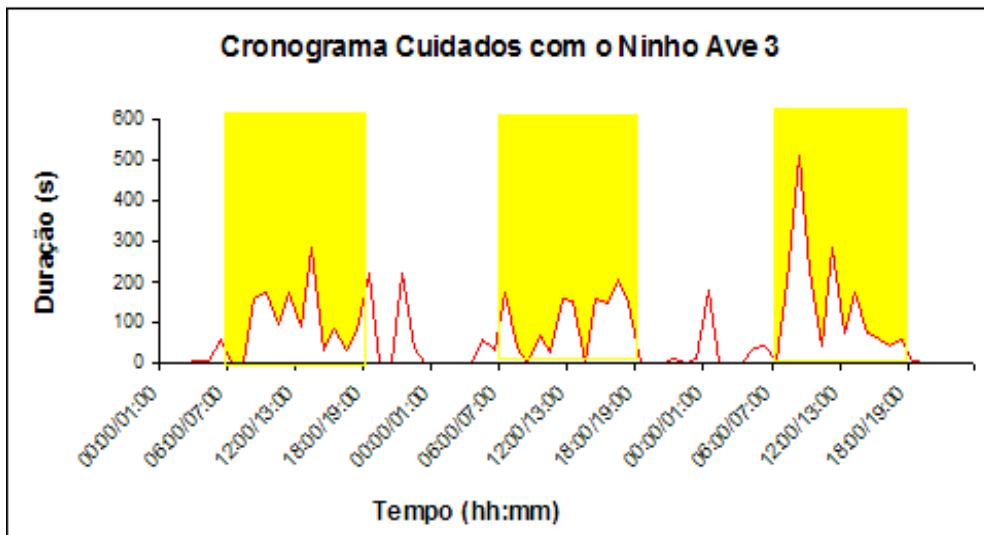


Figura 8: Cronogramas da categoria comportamental cuidados com o ninho. Nas abscissas temos os intervalos de hora e nas ordenadas os valores das durações do comportamento. Representamos a fase clara do dia com a cor amarela. Consideramos arbitrariamente fase clara as horas entre 06h-18h e fase escura as horas entre 18h01min e 05h59min.

Os perfis observados para cuidados com o ninho parecem não ser homogêneos entre as aves estudadas, o que talvez reflita a diferença entre as fases reprodutivas em que se encontravam os dois casais. Para a ave 1, embora exista uma irregularidade na distribuição do comportamento, parece haver maior concentração nas fases crepusculares, sugerindo um padrão

bimodal para o comportamento. Já a ave 2 apresenta valores mais altos concentrados na fase clara, nos dois primeiros dias, e o terceiro dia parece atípico. Neste caso, uma série de dados maior poderia contribuir com resultados mais consistentes.

A ave 3 também concentra maiores valores na fase clara e, aqui, parece haver um padrão com ritmo diário. Para a ave 4, encontramos um perfil de arritmicidade e baixas concentrações do comportamento.

O resultado da análise espectral nos mostra ritmicidade significativa apenas para a ave 3, cujo periodograma, pode ser observado na figura 9. Para as outras aves não encontramos resultados significativos.

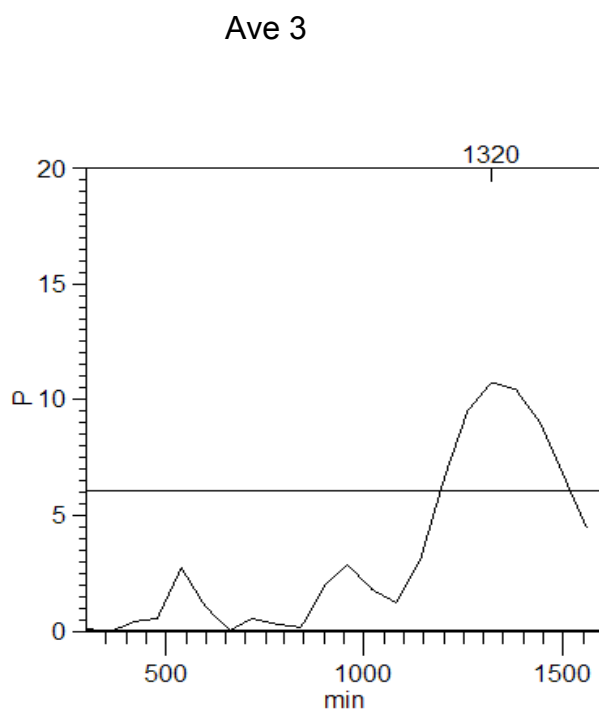


Figura 9. Periodograma do comportamento cuidado com o ninho. Os valores acima da linha horizontal são significativos ($p < 0,05$).

Encontramos periodicidade de 1320 minutos para a ave 3 (22h).

Com o método Cosinor, pudemos detectar ritmicidade apenas para a ave 1 (12 horas) e para as aves 2 e 3 (24 horas). Para a inspeção visual do perfil rítmico das aves 1 e 2, em que a análise espectral não foi significativa, optamos por inserir a curva senóide (figura 10), ajustada pelo método Cosinor, já que não há periodograma para a visualização. Encontra-se na tabela 4 os parâmetros rítmicos para o comportamento.

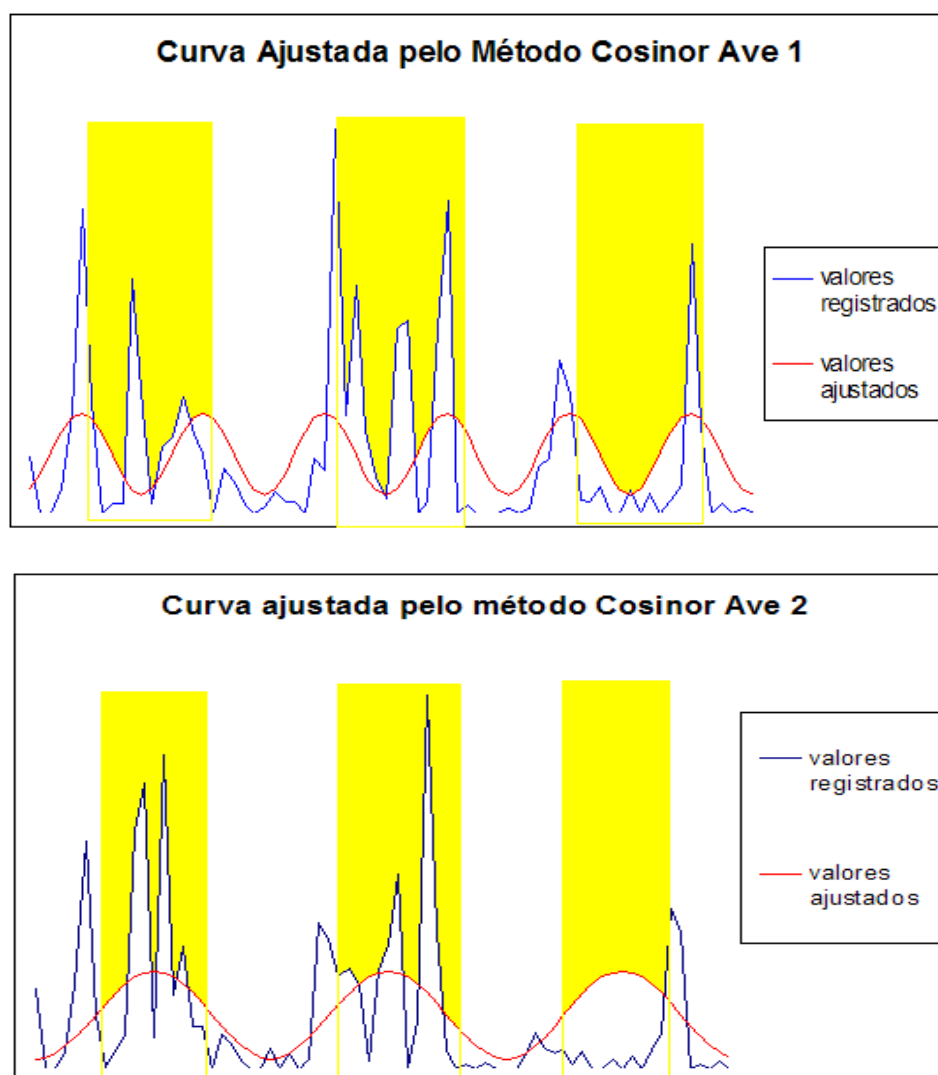


Figura 10: Curvas ajustadas dos ritmos de cuidados com o ninho. Período de 12 horas para a ave 1 e de 24 horas para a ave2. A cor amarela representa arbitrariamente a fase clara.

Podemos observar o padrão bimodal do comportamento expresso pela ave1. Para a ave 2 observamos ritmo diário, com maiores concentrações na fase clara. Os parâmetros rítmicos encontrados para as aves 1, 2 e 3 são descritos na tabela 4. Não encontramos valores significativos para a ave 4.

Tabela 4. Parâmetros rítmicos das curvas ajustadas do ritmo do comportamento cuidados com o ninho. Significância $p < 0,005$).

	Porcentagem Rítmica	Valor de P	Mesor	Acrofase	Desvio padrão	Período
Ave1	11.70%	0, 014	227,61s	04h57min	105,35min	12h
Ave 2	14.81%	0, 004	317,10s	12h02min	253,85min	24h
Ave 3	25.41%	0, 000	72.43s	11h23min	131,52min	24h

Encontramos diferença de período entre as aves, sendo que a ave 1 exibe um período de 12h, enquanto as aves 2 e 3 apresentam período de 24h. O valor do Mesor da Ave 3 diverge bastante em relação as outras aves, resultado de sua menor dedicação aos cuidados com o ninho. A acrofase da ave 1 difere em relação às outras, o que seria esperado devido ao caráter bimodal do comportamento.

4.7 Interação Social

Para o comportamento interação social, apresentaremos análise da dupla, já que o comportamento é exibido pelo par. Segue os cronogramas das aves (figura 11).

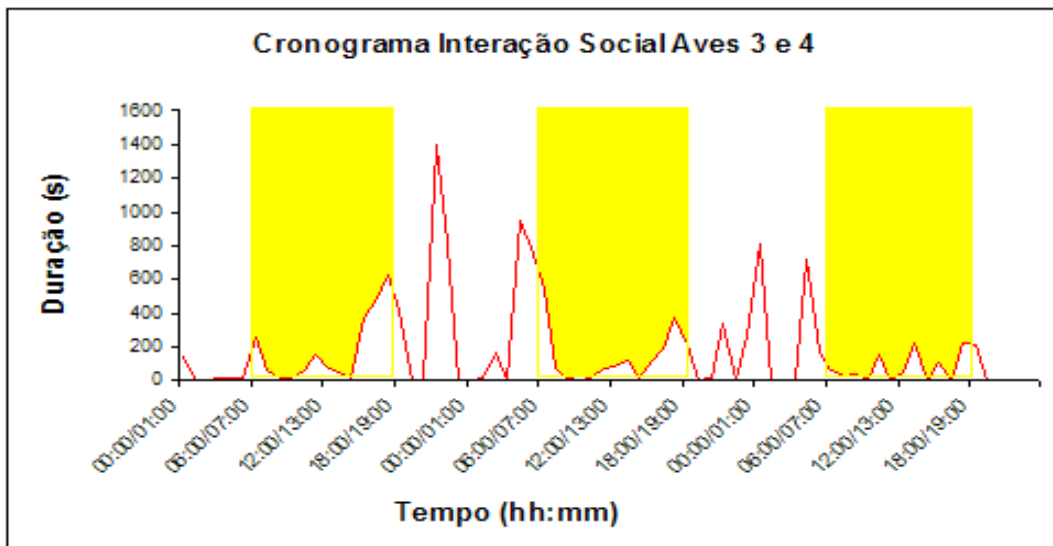
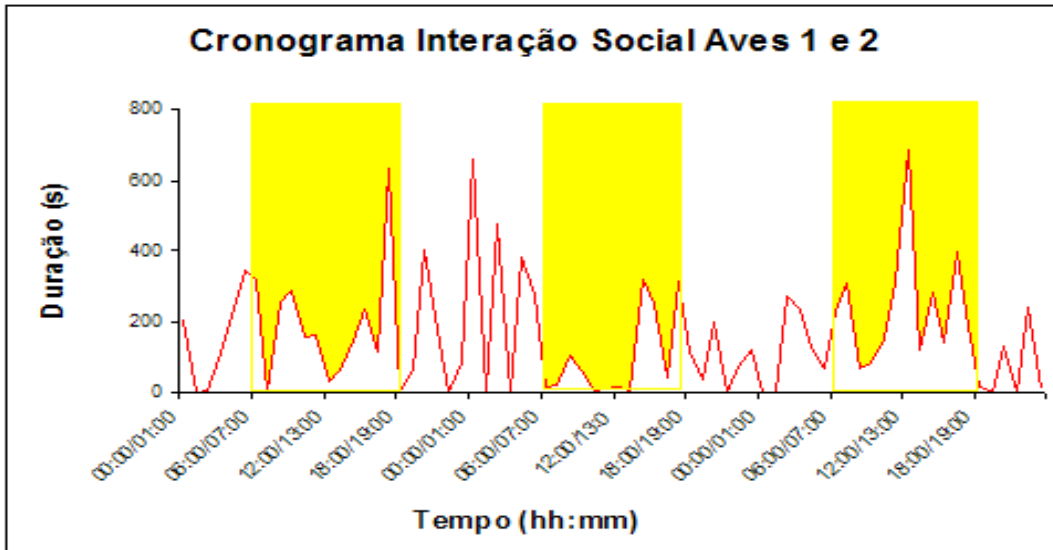
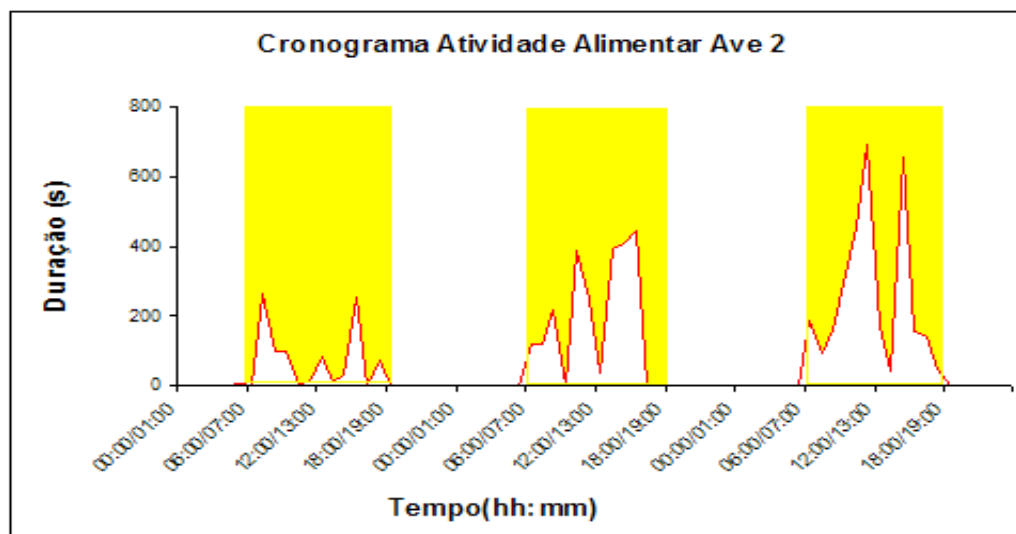
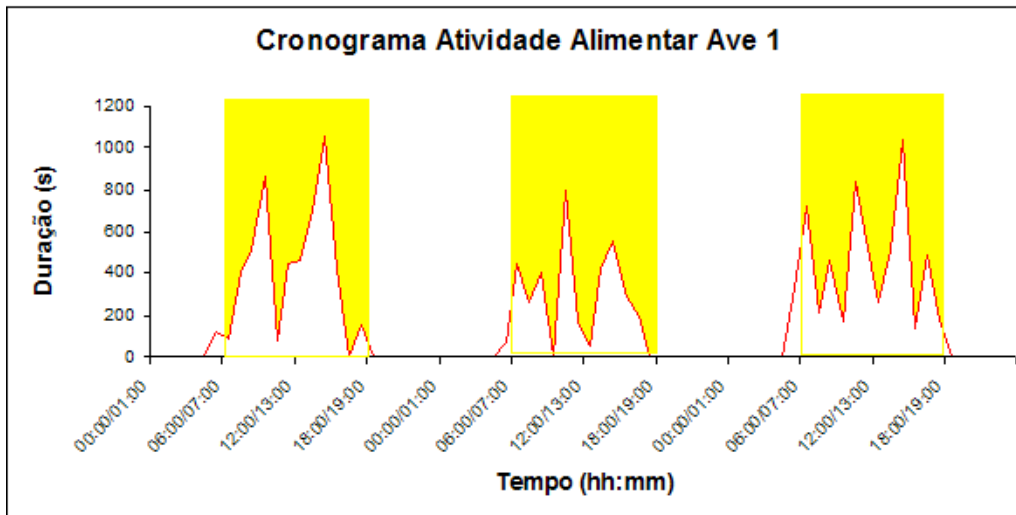


Figura 11: Cronogramas da categoria comportamental interação social. Nas abscissas temos os intervalos de hora e nas ordenadas os valores das durações do comportamento. Representamos a fase clara do dia com a cor amarela. Consideramos arbitrariamente fase clara as horas entre 06h-18h e fase escura as horas entre 18h01min e 05h59min.

Os cronogramas dos casais de aves demonstram certa irregularidade do comportamento, principalmente no primeiro casal (aves 1 e 2). O segundo casal (aves 3 e 4) também mostra certa irregularidade, embora pareçam concentrar seus valores máximos na fase escura. Não encontramos valores significativos, nem com a análise espectral e tampouco com o Cosinor.

4.8 Atividade Alimentar

Verificaremos agora os cronogramas para o comportamento Atividade Alimentar (figura 12).



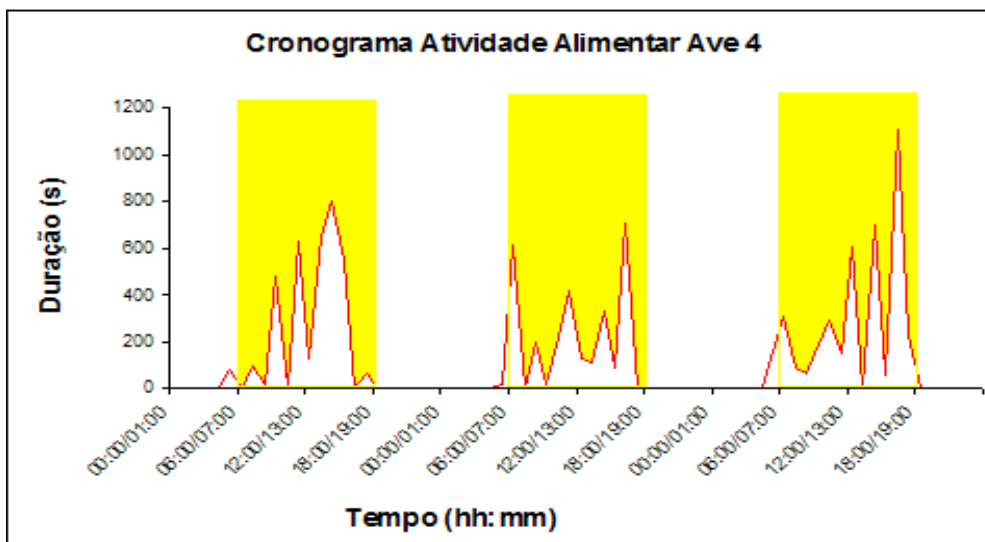
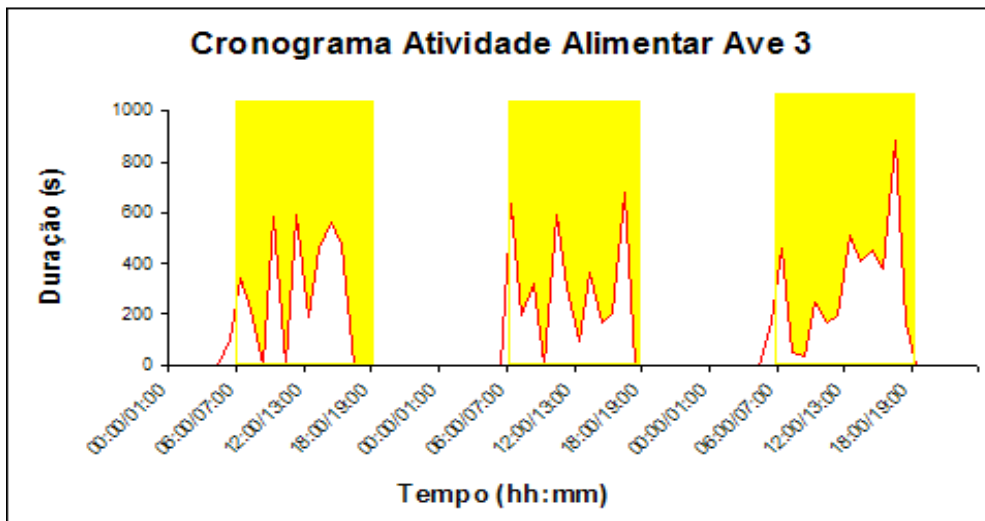


Figura 12: Cronogramas de a categoria comportamental atividade alimentar. Nas abscissas temos os intervalos de hora e nas ordenadas os valores das durações do comportamento. Representamos a fase clara do dia com a cor amarela. Consideramos arbitrariamente fase clara as horas entre 06h-18h e fase escura as horas entre 18h01min e 05h59min.

Encontramos atividade alimentar somente durante a fase clara. Houve ritmicidade significativa para as quatro aves (figura 13).

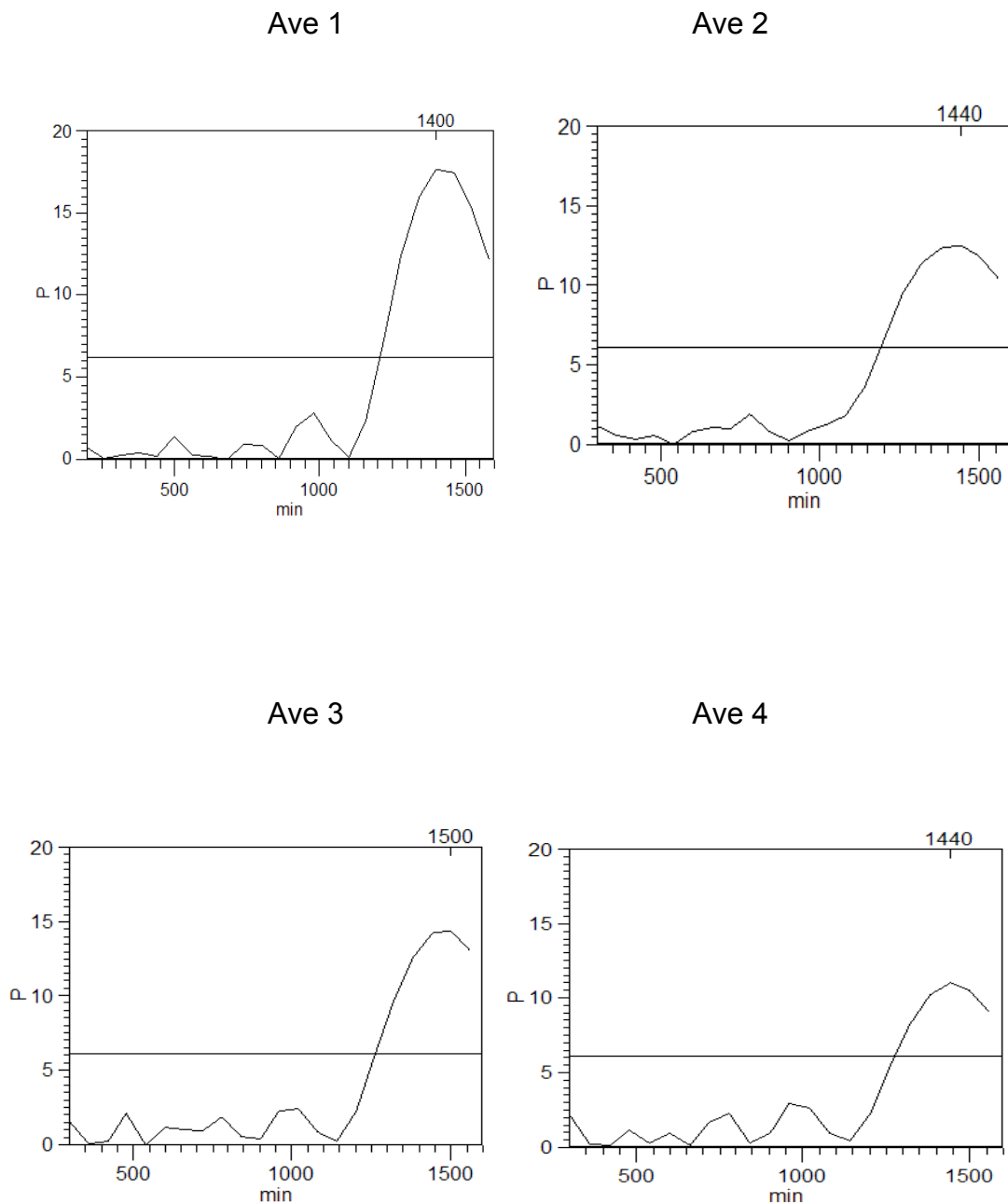


Figura 13. Periodograma do comportamento atividade alimentar . Os valores acima da linha horizontal são significativos ($p < 0,05$).

Encontramos periodicidades de 1400 minutos (23,33h) para as aves 1 e 4. Para a ave dois o período identificado foi 1440 minutos (24h) e para a ave 3 o período identificado foi 1500 minutos (25h). Os parâmetros rítmicos encontrados com o método Cosinor estão descritos na tabela a seguir:

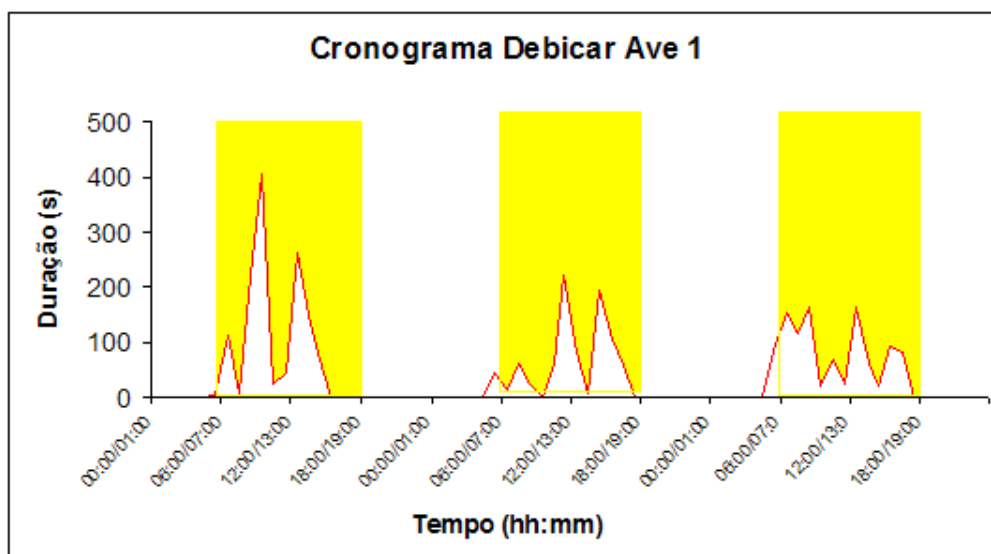
Tabela 5 Parâmetros rítmicos das curvas ajustadas do ritmo do comportamento atividade alimentar. Significância $p < 0,005$).

	Porcentagem Rítmica	Valor de P	Mesor	Acrofase	Desvio padrão	Período
Ave1	49.87%	0, 000	205,92s	11h04min	76,36min	24h
Ave 2	35.29%	0, 000	89,40s	11h28min	103,23min	24h
Ave 3	40.09%	0, 000	156,14s	11h43min	93,33min	24h
Ave 4	31.00%	0, 000	142,72s	12h27min	114,55min	24h

Observa-se pouca variabilidade entre os Mesores das aves, sendo que a maior variabilidade encontrada acontece entre as aves 1 e 2. As acrofases são similares entre as quatro aves.

4.9 Debicar

A descrição inicial de o comportamento debicar pode ser observada com os cronogramas abaixo (figura 14).



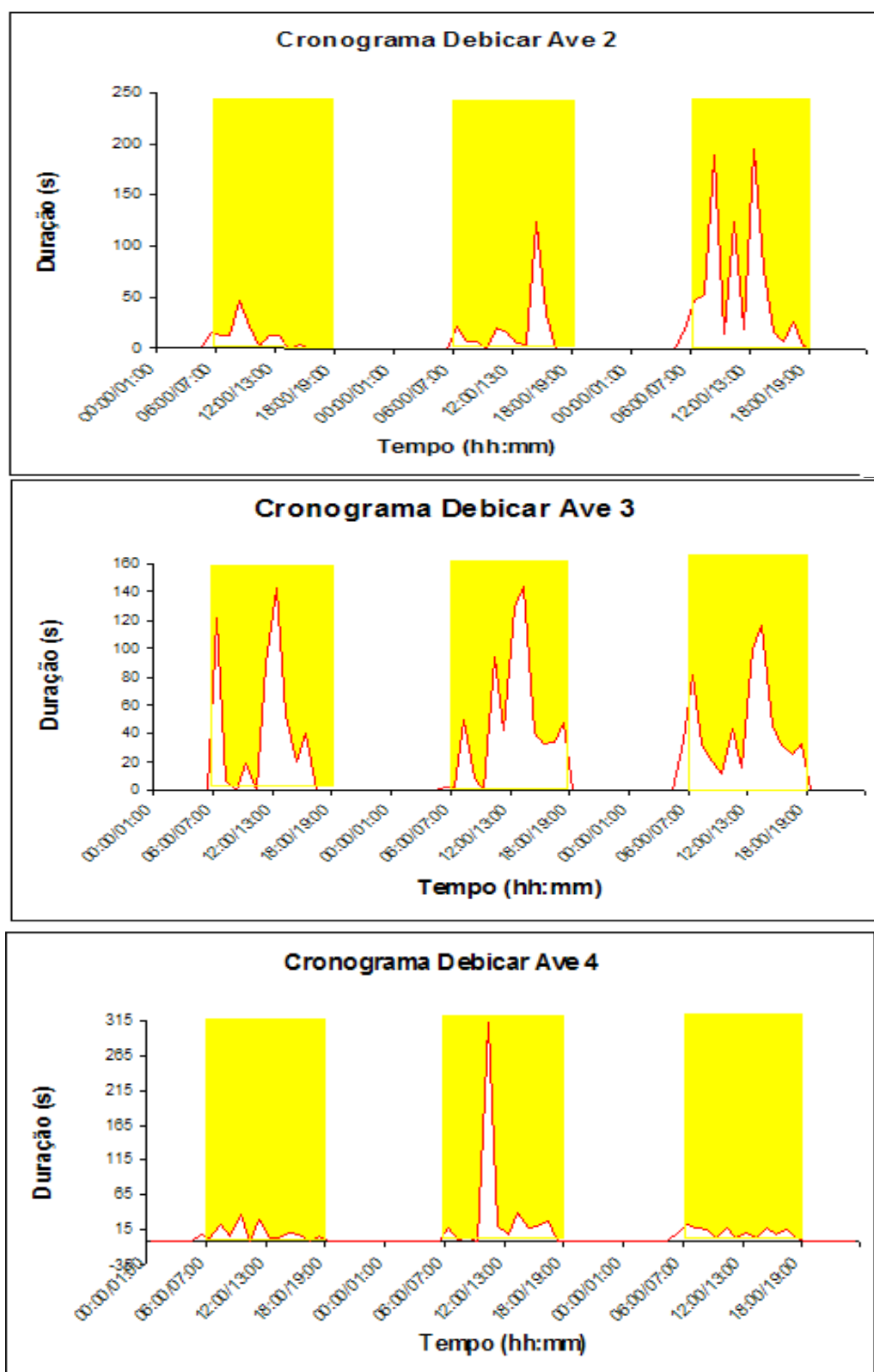


Figura 14. Cronogramas da categoria comportamental debicar. Nas abscissas temos os intervalos de hora e nas ordenadas os valores das durações do comportamento. Representamos a fase clara do dia com a cor amarela. Consideramos arbitrariamente fase clara as horas entre 06h-18h e fase escura as horas entre 18h01min e 05h59min.

A partir da observação dos cronogramas do comportamento debicar podemos verificar um perfil rítmico e concentrações do comportamento somente na fase clara. Encontramos ritmos diários para as aves 1, 2 e 3 com a análise espectral. Não encontramos ritmicidade significativa para a ave 4, provavelmente, devido à rarefação da série temporal, mas com o cronograma podemos evidenciar um padrão que sugere ritmicidade para o comportamento. Os periodogramas estão representados na figura 15.

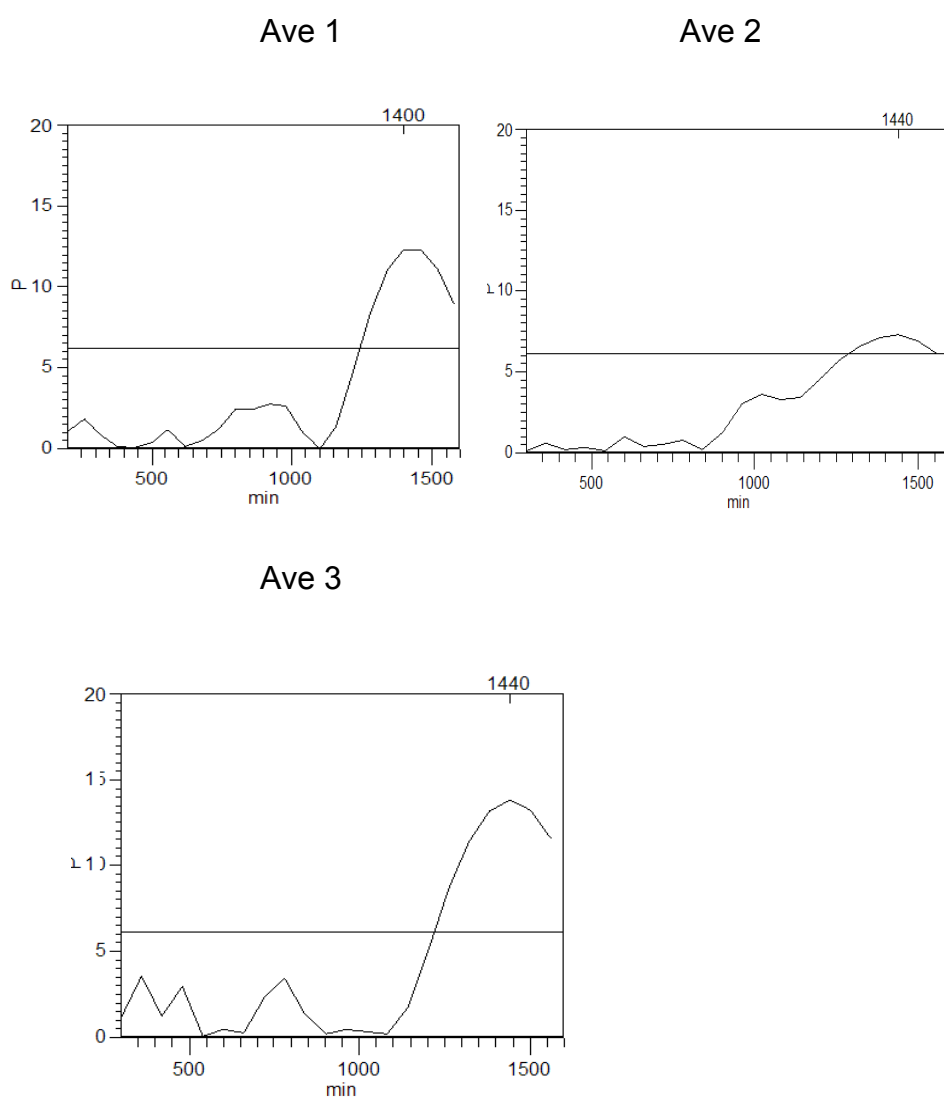


Figura 15. Periodograma do comportamento debicar. Os valores acima da linha horizontal são significativos ($p < 0,05$).

Encontramos periodicidade de 23,33h para a ave1. As aves 2 e 3 apresentam ritmos com período de 1440 minutos (24h). Os padrões rítmicos resultantes da análise com o Cosinor são descritos na tabela abaixo:

Tabela 6. Parâmetros rítmicos das curvas ajustadas do ritmo do comportamento atividade alimentar. Significância $p < 0,005$).

	Porcentagem Rítmica	Valor de P	Mesor	Acrofase	Desvio padrão	Período
Ave1	35.01%	0, 000	44.93s	10h23min	120,91min	24h
Ave 2	20.48%	0, 000	16.54s	10h24min	150,61min	24h
Ave 3	38.94%	0, 000	23.74s	11h33min	95,45min	24h
Ave 4	10.11%	0, 025	10.86s	10h31min	228,39min	24h

Há certa variabilidade entre os valores do mesor para as aves estudadas. Não encontramos muita variabilidade entre as acrofases.

5 Discussão

Estudos do comportamento animal realizados em cativeiro contribuem de forma satisfatória do ponto de vista da possibilidade de acompanhamento individual dos sujeitos analisados e controle de variáveis ambientais. Sabemos, no entanto, das limitações desses estudos, principalmente ao tentarmos estabelecer relações com o ambiente natural, assunto este que discutiremos no capítulo 6 (limitações do presente estudo). As informações colhidas em ambiente artificial, somadas a estudos de campo, enriquecem nossa compreensão sobre as diversas espécies. Poucas são as informações sobre os hábitos de *Pyrrhira lepida lepida*, o que dificulta um pouco as

interpretações de nossos resultados, mas não impedem possíveis especulações.

Em nossa pesquisa pudemos inserir câmeras, não só nas gaiolas, mas também nos ninhos das aves, o que possibilitou observações contínuas e evitou momentos com ausência de registros, o que prejudicaria o protocolo cronobiológico. As observações do comportamento noturno das aves, dentro de seus ninhos, trouxeram informações importantes sobre o modo como essas aves exibem seus comportamentos, o que será discutido adiante.

Quando analisamos temporalmente uma espécie, as primeiras questões costumam ser acerca da alocação temporal da mesma, com indagações sobre a fase na qual o animal concentra sua atividade, se é diurna, noturna ou crepuscular. A maior parte das aves psitacíformes é diurna, embora existam espécies noturnas encontradas na Nova Zelândia, Austrália, Filipinas (FORSHAW, 1989). Não há registro de psitacídeo considerado noturno entre os representantes brasileiros.

Observamos em nossas aves um padrão atividade inatividade que sugere maior concentração de atividade durante o dia. A ave não se alimenta, nem sai do ninho na fase escura e há poucos momentos de deslocamento à noite, o que pode significar ausência de forrageamento noturno, não surpreendendo por se tratar de um psitacídeo residente no Brasil. Essa estratégia, de concentrar atividade alimentar e forrageamento na fase clara, conferem proteção anti-predação em momentos desfavoráveis e é comum em espécies gregárias (DUNLAP; LOROS; DECOURSEY, 2004). Sabemos que psitacídeos são espécies geralmente formadoras de bandos ou pares, o que é comum entre animais diurnos.

Curiosamente, em nossas observações dentro dos ninhos, pudemos perceber a exibição de alguns comportamentos durante a fase noturna. Para deslocamento e cuidados com o ninho encontramos valores noturnos baixos, mas não ausentes. Já interação social e cuidados corporais acontecem frequentemente à noite. Podemos pensar que talvez tais comportamentos aconteçam em ambiente natural, pois sabemos que *Pyrrhuras*, em geral, pernoitam em pequenos grupos, dentro de cavidades de árvores, diferindo de outros psitacídeos que repousam em galhos de árvores com seus bandos (JUNIPER; PARR, 1998). Assim, dentro de seus dormitórios as aves podem exibir comportamentos fundamentais, como cuidados corporais e interagir com seu par, sem risco de predação.

Não sabemos se esse padrão é contínuo ao longo do ano ou se está associado à fase reprodutiva, mas as análises noturnas forneceram informações importantes, e novos estudos podem contribuir para melhor compreensão desse resultado.

As aves saem do ninho quando o dia começa a clarear, um pouco antes das 06h, e sempre voltam para o ninho antes do anoitecer, por volta de 17h:30m. Entretanto, notamos que durante o dia, as aves, tanto macho quanto fêmea, entram muitas vezes no ninho, experimentando uma exposição ativa ao ciclo claro/escuro, ao deslocar-se entre ambientes com diferentes intensidades luminosas. Não podemos saber se o ciclo claro escuro atua como sincronizador de ritmos diários para essas aves, ou se há outros fatores, como a atividade dos tratadores do Zoológico durante a fase clara. Futuras investigações sobre o efeito do ciclo claro escuro em ritmos comportamentais da espécie poderão auxiliar nossa compreensão.

O momento anual pode ter contribuído para nossos resultados e para a forma em que classificamos os comportamentos exibidos pelas aves, pois encontramos os indivíduos em etapa reprodutiva. Assim, análises em outras fases do ano podem resultar em classificações comportamentais distintas e novos estudos são necessários.

Nessa fase do ano, mês de novembro, verificamos que as aves ocupam a maior parte de seu dia com o que chamamos de inatividade. Encontramos resultado similar para *Amazona pretrei* em cativeiro, em etapa não reprodutiva, pois o papagaio concentrava a maior parte do tempo ao que o autor chamou descanso (PRESTES, 2000). Os outros comportamentos, cuja soma, chamamos de atividade, não são muito variáveis quando comparamos uma ave com a outra. Todas apresentam praticamente o mesmo tempo destinado aos cuidados corporais, interação social e debicar.

Encontramos diferença para o comportamento cuidados com o ninho, pois o casal que estava em fase de postura apresentou maior dedicação ao comportamento quando comparado com o outro casal.

Discutiremos agora os padrões rítmicos para cada categoria, objetivo central de nosso estudo.

5.1 Deslocamento

Para o comportamento deslocar, encontramos ritmicidade diária significativa ($p \leq 0,05$) para todas as aves quando utilizamos o periodograma de Lomb-Scargle. As baixas potências espectrais encontradas provavelmente são consequência do tamanho de nossa série temporal, com 72 pontos. Séries

pequenas geram periodogramas com menores potências espectrais por conter maior variabilidade entre os pontos. Mesmo assim, encontramos padrão de distribuição diária para todas as aves, deixando evidente o perfil rítmico do comportamento.

Os momentos em que encontramos maiores valores para o comportamento (acrofase) não são divergentes entre as aves, variando das 9h59min às 11h43min. Esse resultado é interessante, pois nos faz pensar na sincronização entre as aves. De acordo com Davidson e Menaker (2003), aves são criaturas claramente sociais e não podemos nos surpreender se pistas sociais (olfativas ou auditivas) atuarem como agentes sincronizadores para elas. Claro que alguns experimentos são necessários para confirmar tal hipótese. Outros possíveis fatores podem atuar sincronizando, seja por arrastamento ou mascaramento, tal comportamento. Encontramos maior concentração do comportamento na fase clara, o que é plausível com a hipótese de proteção contra predadores.

5.2 Inatividade

Verificamos que as aves passam a maior parte do tempo em inatividade, o que não deve ser confundido com episódios de sono, pois definimos inatividade como fases em que o animal não se desloca, nem realiza qualquer outro comportamento descrito aqui. Geralmente ele está parado, embora algumas vezes, movimente as asas ou a cabeça, sem sair do lugar.

Encontramos com a análise espectral ritmicidade dentro da faixa circadiana para todas as aves, e o comportamento atinge os valores máximos

na fase escura. As acrofases determinadas pelo método Cosinor são 22h34min (+- 69,29min) e 22h54min (+-79,90min) para as aves da primeira gaiola e 23h05min (+-62,22min) e 23h02min(+57,27mim) para as aves da segunda gaiola, mostrando clara sincronização entre as aves. Observamos oposição de fase entre as acrofases dos comportamentos inatividade e deslocamento o que pode ser lido na organização temporal interna das aves (MOORE- EDE; SULZMAN; FULLER; 1982).

5.3 Cuidados corporais

De acordo com Heinroth (1958) as penas das aves são estruturas muito elaboradas e seus cuidados devem ocorrer com grande dedicação. Em alguns momentos as aves se molham com a água disponibilizada na gaiola, e em outros, deslizam seus bicos por suas penas. Também utilizam seus pés para coçar-se. Para esse comportamento, não encontramos nenhuma ritmicidade, seja com a análise espectral, seja com o método Cosinor. O perfil de distribuição do comportamento ao longo dos dias, observado nos cronogramas das aves, parece ser contínuo e arritmico. Encontramos cuidados corporais em ambas as fases, clara e escura, dentro do ninho ou na gaiola.

Não detectamos nem mesmo ritmicidade ultradiana para tal comportamento, o que pode ser reflexo de uma estratégia para um comportamento essencial, que pode ser realizado em qualquer momento, durante o dia ou noite, dentro ou fora do ninho.

Também podemos pensar que as ferramentas que utilizamos para análise ajustam os ritmos em ondas senoidais, então, se houver

comportamentos que se expressem em forma não – senoidal, outras ferramentas talvez sejam necessárias (HOENEN; SCHIMMEL; MARQUES, 2001).

5.4 Cuidados com o ninho

Encontramos as aves, no momento de nossa coleta de dados, em fase de reprodução. O casal de aves da primeira gaiola encontrava-se em postura de seus ovos e até o final de nossas observações (3 dias) tínhamos 7 ovos e as aves ainda não tinham iniciado a incubação. O casal da segunda gaiola não havia começado a postura de ovos. Esta informação é relevante para discutirmos a diferença de resultados que encontramos entre os casais para esse comportamento, como por exemplo, o fato de o casal da primeira gaiola dedicar maior quantidade de tempo a essa atividade (10% ave 1 e 12% ave 2) do que o outro casal (3% ave 3 e 0% ave 4).

Chamamos de cuidados com o ninho os momentos em que a ave retirava lascas de madeira da caixa ninho e, também, quando movimentava os farelos depositados no chão do mesmo. Os psitacídeos fazem seus ninhos em cavidades, geralmente de árvores, e boa parte das espécies não traz material para seus ninhos, depositando os ovos em madeira em decomposição ou terra desintegrando (FORSHAW, 1989). Sabe-se que alguns periquitos roem o ninho em forma de retorta em cupinzeiros arbóreos, e em cativeiro, araras Canindé chegam a roer buracos no solo a fim de procriar. Papagaios e araras afofam o fundo de suas cavidades com madeira triturada, raspando as paredes, o que facilita a secagem do fundo banhado por fezes líquidas (JUNIPER; PARR,

1989). Pelas nossas observações, *Pyrrhura lepida lepida* também tem o hábito de roer madeira da parede de seu ninho. A incubação geralmente leva cerca de 23 dias para esta espécie, segundo registro em cativeiro, e há informações de que apenas a fêmea incuba os ovos (FORSHAW, 1989).

Quanto à ritmicidade, encontramos perfis rítmicos para três aves (o casal da primeira gaiola e a ave 3 da segunda gaiola). Com a análise espectral, encontramos ritmicidade apenas para a ave 3. Os ritmos detectados para as aves 1 e 2 só foram encontrados com o método Cosinor. Isto se deve, ao fato de métodos que utilizam os mínimos quadrados, como o Cosinor, serem fortemente adequados para séries com grandes amplitudes de ruídos, os *outliers* (HOENEN; SCHIMMEL; MARQUES, 2001) muito comuns em séries pequenas como a nossa.

Observamos um padrão bimodal, com característica crepuscular, para a ave 1 e ritmos diários para as aves 2 e 3. O fato de ave 1 apresentar ritmo bimodal, com período de 12 horas, pode refletir a fase em que este casal de ave encontra-se: postura de ovos. Talvez nesse momento aconteça uma alteração rítmica que favoreça o cuidado com a preparação para a chegada da prole, mas para afirmarmos isto precisaríamos de observações mais extensas, em várias fases da reprodução, para especularmos sobre uma alteração circanual. As aves da primeira gaiola passam mais tempo com atividades de cuidados com o ninho quando comparadas ao casal da segunda gaiola. Não encontramos ritmicidade para a ave 4, mas observações de momentos em que esta ave e seu par entrassem em postura seriam necessárias para melhores esclarecimentos.

5.5 Interação Social

Não encontramos ritmicidade para a interação social entre os casais. O primeiro casal parece exibir um perfil bem arritmico do comportamento e o segundo casal parece concentrar um pouco mais da atividade social em fases noturnas, pelo que observamos nos cronogramas. Esse resultado talvez seja decorrente do fato de incluirmos na categoria interação social, comportamentos diversos como limpeza social ou regurgitação de alimentos para o par, um comportamento de corte.

Porém, sabemos que psitacídeos são amplamente sociais e o fato de interagirem por todas as fases do dia não é de se estranhar. Como as aves estavam em pares nas gaiolas estudadas, temos apenas registros da interação entre casal e em fase de reprodução. De acordo com Pizo (2002) as interações sociais são variáveis ao longo do ano, e observações sobre alterações no tamanho do bando, durante a fase reprodutiva, não são incomuns. O pesquisador também adverte sobre as variações diárias encontradas no tamanho do bando em diversas espécies de psitacídeos, o que sugere um perfil rítmico de interação social. Para melhores conclusões, seriam necessárias observações do perfil rítmico de interação social em diversas fases do ano e também em grupos de aves.

O pareamento entre os casais estabelece-se de acordo com critérios dos profissionais do Zoológico de São Paulo que separam casais de aves em gaiolas tentando evitar consangüinidade. Às vezes, quando percebem o pareamento entre um casal que estava alocado em bandos, os profissionais do Parque deixam que o casal permaneça junto.

De acordo com informações fornecidas pela bióloga responsável pelo setor de aves do Zoológico, Fernanda Junqueira Vaz, em comunicação pessoal, as *Pyrrhuras* não apresentam comportamentos agonísticos com frequência elevada, principalmente quando em bandos de até cinco aves. Já foi observada uma ninhada de sucesso com bandos de até cinco aves, e todos os membros do grupo entravam no ninho, parecendo haver cooperação.

Novos estudos, com bandos e em outras fases do ano, podem contribuir com mais informações sobre o comportamento social dessas aves.

5.6 Atividade alimentar

Consideramos atividade alimentar os momentos em que a ave procura alimento ou água nos recipientes disponíveis nas gaiolas. Não consideramos aqui atividade de troca de alimentos (regurgitação) entre as aves, pois tal comportamento foi descrito nas interações sociais.

Houve ritmicidade diária no comportamento alimentar para todas as aves estudadas, lembrando que as aves só se alimentam durante a fase clara. Introduzimos em nosso estudo alimentação *ad libitum*, três dias antes das observações, pois horários restritos de alimento podem atuar sincronizando ritmos circadianos (HAU; GWINNER, 1997). O regime alimentar adotado pelo Zoológico consistia na oferta de alimento das 07h30min até 15h00min, esquema justificado como medida mitigadora da proliferação de ratos, provocada pelos restos de comida depositados no chão. Quando introduzimos alimentação *ad libitum*, os profissionais do Zoológico providenciaram

mecanismos que evitassem que os alimentos caíssem no chão em fases que os tratadores não pudessem limpar.

Com o regime alimentar que adotamos, percebemos que as aves começam a alimentação logo que saem do ninho, um pouco antes das 06h e fazem a última alimentação antes de entrar no ninho para pernoitar, por volta de 17h, sendo registrada alimentação no máximo até 17h40min.

As acrofases encontradas para atividade alimentar entre as aves estudadas foram entre 11h04min e 12h27min, no meio da fase clara. Novamente, não encontramos variabilidade entre as aves.

5.7 Debicar

Classificamos como debicar, o comportamento de deslizar o bico no poleiro, que ocorria geralmente após a alimentação e também o ato de retirar lascas de madeira do poleiro. Embora envolva limpeza do bico e poderíamos classificá-lo junto aos cuidados corporais, decidimos analisá-lo separadamente devido ao fato de percebermos que ele ocorre associado com a alimentação e não em qualquer fase do dia. Encontramos ritmicidade diária para o comportamento similar aos ritmos de alimentação, com menor amplitude. Para a ave 4 não encontramos ritmicidade significativa com a análise espectral, o que provavelmente resultou da rarefação dos dados. Os valores máximos do comportamento aconteceram entre 10h23min e 11h33min, não divergindo entre as aves.

6. Considerações finais e perspectivas

Nossas observações sobre o comportamento de *Pyrrhura lepida lepida* em cativeiro nos permitem a interpretação de que parece haver uma organização temporal interna para a exibição dos comportamentos das aves, e não expressão aleatória, resultado que está de acordo com nossa hipótese inicial. O fato de as acrofases coincidirem, entre as aves estudadas, mostra que há um ajuste entre as fases desses comportamentos, que há sincronização entre elas. Qual(s) o(s) fator (es) que atua(m) sincronizando esses ritmos, não sabemos, mas com a observação de ritmicidade diária e um caso de ritmo com padrão crepuscular, podemos pensar em interação com a luz ambiental, forte sincronizador para as aves (HAU; GWINNER, 1997).

Os funcionários do Parque trabalham no setor em que as aves estão alocadas entre 07h00min e 17h00min não sabemos se este é um fator que atue nos processos de sincronização das aves. Não encontramos perturbações nos resultados que possam ser atribuídas às atividades dos funcionários nas gaiolas, apenas pudemos observar que quando os tratadores se aproximavam das gaiolas, as aves entravam no ninho e logo voltavam à gaiola. Como nossas análises foram feitas hora a hora, talvez tais influências não tenham sido percebidas e acreditamos não terem resultado em alterações rítmicas, já que encontramos periodicidades significativas para comportamentos que parecem exibir padrão oscilatório.

As aves que estudamos costumam ser encontradas em clareiras ou regiões de mata secundária (JUNIPER; PARR; 1981). O fato de entrarem sempre no ninho, mesmo durante o dia, talvez esteja relacionado com a etapa

reprodutiva. Entretanto, podemos pensar também que o fato de as aves exibirem comportamentos como interação social e cuidados com o corpo, muitas vezes dentro do ninho, talvez seja reflexo da história evolutiva da espécie que precisa se defender contra predação em um ambiente que permite visibilidade ao predador. Alternativamente, talvez seja influência do ambiente de cativeiro, para elucidar essa questão novos estudos são necessários, seja em ambiente natural, ou em cativeiros, com mais espécimes e em diferentes fases do ano.

7 Limitações do presente estudo

O grupo das aves foi muito estudado por outros autores em relação às características rítmicas de diversas variáveis biológicas (CASSONE e MENAKER, 1984 ; GWINNER, 1971; EBIHARA e KAWAMURA, 1980). Portanto, temos uma boa descrição de padrões rítmicos comportamentais e fisiológicos em algumas espécies, assim como, compreensão de quais estruturas estão envolvidas com a gênese de tais oscilações. Entretanto, pouquíssimos trabalhos relatam a organização temporal dos psitacídeos, principalmente dentro dos padrões cronobiológicos, fato que limita comparações com a literatura. O que encontramos são relatos sobre a presença de variação diária ou anual em alguns comportamentos, mas nenhuma especificação de período do ritmo, acrofase ou relação temporal entre comportamentos distintos.

Sabemos que as tentativas de explicar nossos resultados com transposições ecológicas devem ser feitas com algumas restrições, pois os

comportamentos exibidos por organismos sob condições de cativeiro, não necessariamente correspondem necessariamente àqueles presentes em condições de campo. Entretanto, estudos com uma amostra homogênea, com condições ambientais idênticas, favorecem a validade interna da presente pesquisa, ou seja, manifestações comportamentais dentro da amostra estudada. De acordo com Altmann (1974) a validade interna de um estudo é essencial para posteriores interpretações e generalizações para populações em situações distintas (validade externa).

Não podemos discutir sobre o provável caráter endógeno de ritmos diários detectados, pois não fizemos nenhuma observação em condições constantes que permitisse essa constatação. A distribuição de comportamentos dentro de 24 horas é um reflexo de como as aves se comportam em determinada situação, de forma que, as manifestações comportamentais aconteçam em etapas ambientais adequadas.

Durante nossas observações, os casais estavam em momentos distintos de sua fase de reprodução, o primeiro casal estava já em postura e detectamos 7 ovos depositados no ninho. A incubação ainda não havia começado. O segundo casal ainda não havia iniciado a postura de ovos. As etapas da reprodução podem ser responsáveis pelas diferenças entre os comportamentos (e sua ritmicidade) exibidos pelos dois pares de aves, principalmente no que se refere aos cuidados com o ninho.

Em relação à nossa metodologia, uma limitação do uso de câmeras apareceu no caso das aves da segunda gaiola que em alguns momentos ficaram muito próximas à câmera impedindo a visualização das mesmas, para essas ocasiões registramos comportamento não identificado.

Pretendíamos analisar seis aves, e temos registros de todas por 15 dias, mas devido a uma série de problemas técnicos que envolveram equipamentos utilizados para a captação de imagens até problemas com a visualização dos vídeos, atrasaram, e muito nossas observações. Decidimos, portanto analisar três dias consecutivos para cada ave, tempo suficiente para a detecção de ritmos circadianos e ultradianos (nosso objetivo) e pudemos avaliar apenas 4 aves. Não sabemos se vamos poder aproveitar, para um aproxima ocasião, os registros das aves 5 e 6. Sabemos que os resultados obtidos com as 288 horas de observação das quatro aves puderam nos fornecer informações importantes que podem direcionar os objetivos de estudos futuros.

8 Referências Bibliográficas

ALTMANN, J. Observational study of behaviour: sampling methods. **Behaviour**, v. 49, p. 227-297, 1974.

ASCHOFF, J. Exogenous and endogenous components in circadian rhythms. **Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol**, v. 25, p.11-28,1960.

BENEDITO-SILVA, A.A. Metodologia de análise matemática e estatística dos ritmos biológicos. In: CIPPOLA-NETO,J.; MARQUES,N.; MENNA-BARRETO,L (Eds.).**Introdução ao estudo da cronobiologia**. São Paulo: Ícone editora, p.50-61, 1988.

BENEDITO-SILVA, A. A. Aspectos metodológicos da cronobiologia. In: MARQUES,N.;MENNA-BARRETO,L (Orgs). **Cronobiologia: princípios e aplicações**. São Paulo: Edusp, p. 297-320, 2003.

BRANDSTÄTTER,R.; GWINNER,E. Complex bird clocks. **Phil.Trans.R.Soc.Lond.B**, v.356, p.1801-1810, 2001.

BRIGHTSMITH, D. Stealth conures of the genus *Pyrrhura*.(1999) < <http://vtpb-www2.cvm.tamu.edu/brightsmith/Pyrrhura%20conures.htm>> Acesso em 05 de abr.2008.

CASSONE,V.M.; MENAKER, M. In the avian circadian system a neuroendocrine loop?. **J. Exp. Zool**,V.232, p. 539-549, 1984.

CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L. Adaptative functions of circadian rhythms. **Cold. Spring. Harbor. Symp. Quant. Biol**, v. 25, p.345-353, 1960.

DAVIDSON, A.J; MENAKER, M. Birds of a feather clock together – sometimes: social synchronization of circadian rhythms. **Current opinion in neurobiology**.v.13, p.765-769, 2003.

DUARTE DA ROCHA, C.F.; BERGALO, E.G.; SICILIANO, S. Migração circadiana em cinco espécies de psitacídeos em Parintins - AM. **Acta Amazônica**, v.18 (1-2), p.371-374, 1988.

DUNLAP, J.C.D; LOROS,J; DECOURSEY, P.J. **Chronobiology: biological timekeeping**. Sinauer Associates. 2003.

EBIHARA, S.; KAWAMURA, H. Central mechanism of circadian rhythms in birds. In :Tanabe, Tanaka e Ookawa (eds.) **Biological rhythms in birds – neural and endocrine aspects**, p. 71-76, Japan Scientific Societies Press, Tokyo, 1980.

EBIHARA, S., OSHIMA, I.,YAMADA,H.,GOTO,M. & SATO,K. Circadian organization in the pigeon. In: T. Hiroshige & K. Homma (eds.) **Comparative aspects of circadian clocks**, p.84-94. Sapporo, Hokkaido University Press, 1987.

FAGEN, R.M., YOUNG, D.Y. Temporal patterns of behaviour: durations, intervals, latencies, and sequences. In: Colgan, P.W (Ed.) **Quantitative ethology**. New York: John Wiley & Sons, p.79-114,1978.

FORSYTH, J. M. **Parrots of the world**. 3.ed. Willoughby: Lansdowne Press, 1989.

FUTUYMA, D.J. **Biologia evolutiva**. Funpec, 2002.

GASTON, S.; MENAKER, M. Pineal function: the biological clock in the sparrow ? **Science**, v.160, p.1125-1127 1968.

GWINNER, E. A comparative study of circannual rhythms in warblers. In: Menaker (ed.) **Biochronometry**. Nat. Acad. Sci., Washington, D.C, p. 405-427, 1971.

_____. Melatonin in the circadian system of birds: model of internal resonance. In: Hiroshige, T; Homma,K. (Eds.) **Circadian clocks and ecology**, p. 27-53. Sapporo, Hokkaido University Press, 1989.

_____. Circadian and circannual programmes in avian migration. **J Exp Biol**, v.199. p.39-48, 1996.

_____. Circannual rhythms in birds. **Current Opinion in Neurobiology**.v.13,p.770-778, 2003.

HAU, M.; GWINNER, E. Adjustment of house sparrow circadian rhythms to a simultaneously applied light and food zeitgeber. **Physiology & Behaviour**. v.62, n.5, p.973-981, 1997.

HAUBERG, F.; JHONSON, E.A.; NELSON, W., RUNGE, W.; SOTHERN, R. Autorhythmometry – procedures for physiologic self-measurements and their analysis. **Physiol. Teacher**, v. 1, p.1-11, 1972.

HEINROTH, O; HEINROTH, K. **The birds**. University of Michigan, 1958.

HOENEN, S.; SCHIMMEL, M.; MARQUES, M.D. Rescuing rhythms from noise: a new method of analysis. **Biological Rhythm Research**. v.32 (2), p.271-289, 2001.

HORWICH, R.H. Behavioral rhythms in the nilgiri langur, *Presbytis johnii*. **Primates**, v.21, n.2, p.220-229, 1980.

IMMELMANN, K. Role of the environment in reproduction as source of predictive information. In: Farmer, D. S (Ed.) **Breeding biology of birds**. Washington, D.C : National Academy of Sciences of the USA; 121-147, 1973.

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) Instrução Normativa nº3, de 27 de maio de 2003 – Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. 2003.

JANIK, D; DITTAMI, J; GWINNER, E. The effect of pinealectomy on circadian plasma melatonin levels in House Sparrows and European Starlings. **J Biol Rhythm**, v.7, p.277-286, 1992.

JUNIPER, T; PARR, M. **Parrots: a guide to the parrots of the world**. New Haven: Yale University Press, 1998.

KLEIN, H. The adaptational value of internal annual clocks in birds. In: Pengelley, E.T(Ed.). **Circannual clocks: annual biological rhythms**. New York, San Francisco, London: Academic Press; p. 347-391, 1974.

KUMAR, V. The bird clock: a complex, multi-oscillatory and highly diversified system. **Biological Rhythm Research**. v.35, n.1/2, p.121-144, 2004.

Kumar, V. Vertebrate circadian clock research: Do experiments on birds and lower vertebrates promise better insights? **Current Science**.v.89,n.5, 2005.

MARQUES, M.D.; WATERHOUSE, J.M.; Masking and the evolution of circadian rhythmicity. **Chronobiology International**,v.11,n.3, p.146-155,1994.

MARQUES, M.D.; WATERHOUSE, J.M.; Rhythms and Ecology: Do chronobiologists still remember nature?. **Special Issue of Biological Rhythm Research**, v.35, p. 1-2, 2004.

MARQUES, M.D.; GOLOMBEK, D.; MORENO, C.; Adaptação temporal. In: MARQUES, N; MENNA-BARRETO, L.S (Orgs.) **Cronobiologia: princípios e aplicações**. 3ªed. São Paulo, Edusp. 2003.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behaviour**. Cambridge: Cambridge University Press. p. 48-69, 1986.

MENNA-BARRETO, L. Relógio biológico: prazo de validade esgotado? **Revista Neurociência**.v.11,n.4, p 190-193, 2005.

MORGAN, A. Ecological significance of biological clocks. **Special Issue of Biological Rhythm Research**, v.35, 2004.

MOORE-EDE,M.C; SULZMAN,F.M; FULLER,C.A. **The clocks that time us-physiology of the circadian timing system**. Harvard University Press, 1982.

MROSOVSKY, N. Masking: history, definitions, and measurement. **Chronobiology International**.v.16,n.4,p.415-429, 1999.

NELSON, W.; TONG, Y.L. ; LEE, J.K.; HALBERG,F. Methods for Cosinor - Rhythmometry. **Chronobiologia**, 6: 305-323, 1979.

OTTONI, E. B. Etholog 2.2: a tool for the transcription and timing of behaviour observation sessions. **Behaviour Research Methods Instruments And Computers**, USA, v. 32, p. 446-449, 2000.

PIZO, M.A. Padrões e causas da variação no tamanho de bando de psitacídeos neotropicais. In: GALLETI, M; PIZO, M.A (Eds). **Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil**. Melopsittacus publicações científicas. Minas Gerais. 2002.

PRESTES, N. P. Descrição e análise quantitativa do etograma de *Amazona pretrei* em cativeiro. **Ararajuba**,v.8(1), p. 25-42, 2000.

ROTENBERG, L.; MARQUES, N.; MENNA-BARRETO, L. História e perspectivas da cronobiologia. In: MARQUES, N; MENNA-BARRETO,L (Orgs.) **Cronobiologia: princípios e aplicações**. 3ªed. São Paulo, Edusp. 2003.

SENGUPTA, A; MAITRA, S.K; The pineal gland, but not melatonin, is associated with the termination of seasonal testicular activity in an annual reproductive cycle in roseringed parakeet *Psittacula krameri* . **Chronobiology International**,v.23, n.5, p. 915-933, 2006.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Nova fronteira. Rio de janeiro, 1997.

SIMPSON, S.M; FOLLETT, B.K. Pineal and hypothalamic pacemakers: their role in regulating circadian rhythmicity in japanese quail. **J. Comp. Physiol A**, v.144, p-381-389, 1981.

SLATER P.J.B. **Quantitative Ethology**. Colgan, P.W (Ed.). New York: John Wiley & Sons, p.7-24, 1978.