
Ciências Biológicas

LEONARDO BERALDO DE SOUZA

O LOCAL DE NIDIFICAÇÃO DO SABIÁ-BARRANCO (*TURDUS LEUCOMELAS*) (AVES, TURDIDAE) AFETA A TEMPERATURA INTERNA DO NINHO DURANTE A INCUBAÇÃO E CUIDADO À PROLE?



Rio Claro
2013

LEONARDO BERALDO DE SOUZA

O LOCAL DE NIDIFICAÇÃO DO SABIÁ-BARRANCO (*TURDUS LEUCOMELAS*) (AVES, TURDIDAE) AFETA A TEMPERATURA INTERNA DO NINHO DURANTE A INCUBAÇÃO E CUIDADO À PROLE?

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Pizo Ferreira

Co-orientador: Prof. Dr. Guilherme Gomes

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Campus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas

Rio Claro
2013

598.2 Souza, Leonardo Beraldo
S729L O local de nidificação do sabiá-barranco (*Turdus leucomelas*)
(Aves, Turdidae) afeta a temperatura interna do ninho durante a incubação
e cuidado à prole? / Leonardo Beraldo Souza. - Rio Claro, 2013
65 f. : il., figs., gráfs.

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e bacharelado - Ciências
Biológicas Integral) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Bióciências de Rio Claro
Orientador: Marco Aurélio Pizo Ferreira
Coorientador: Guilherme Gomes

1. Ave. 2. Variação térmica. 3. *Turdus leucomelas*. 4. Nidificação. 5.
Incubação. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Dedico este trabalho às pessoas que, através de muito esforço, deram o apoio necessário para eu me manter focado, atingir objetivos e realizar sonhos, minha família, Anderson, Ana e Karla.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meus pais Ana e Anderson, que me propiciaram todo o suporte necessário para me manter fora de casa, me ouvindo e apoiando a todo o momento que precisei... Se hoje sou o homem que sou, devo tudo à educação e atenção que os senhores tiveram comigo. Em especial, agradeço minha irmã Karla que sempre me ouvia e aconselhava quando necessário.

Agradeço também a todos os meus familiares, que sempre estiveram próximos, mesmo enquanto estive fora de casa, me recebendo sempre de braços abertos todas as vezes que voltava para casa.

Agradeço a meus amigos Carina, Orlando, Marcos e Sérgio, que mesmo com a distância inevitável na qual nos encontramos, nunca deixaram de se lembrar de mim, e mesmo que em raras oportunidades na qual nos reunimos, sempre tivemos ótimas experiências juntos, boas conversas e muitas risadas.

Agradeço aos amigos e colegas que tive a felicidade de conhecer nesse período em Rio Claro; a minha classe, o eterno e inigualável “CBI 09”, com o qual convivi durante esses cinco anos, estudando, viajando, festejando e curtindo muito esse momento incrível das nossas vidas; Aos parceiros da república Metazoa que me proporcionaram as experiências mais malucas e engraçadas que tive na universidade; Às meninas da república Xurumelas pelas conversas até altas horas e as trocas de lâmpada e chuveiro. Em especial à grande amiga Bia, pelas conversas mais sérias e também aos momentos de risadas eternas que só tenho com você; Aos amigos Alexandre “Piru”, Matheus “Tcherby”, Bruno “Febem”, Gabriela “Mill”, Gabriela “Tibu”, Paula “Puca”, Vanessa “Fingers”, Abigail “Biga” e Débora “Baby”, pela parceria e felicidade compartilhada; Aos amigos Pedro “Coca” e Pedro “Garça”, que ao saírem da universidade, deixando muita saudade.

Agradeço, em especial, aos melhores amigos que tenho em Rio Claro, Jorge “Noé”, grande parceiro de república, festas, risadas, bebedeiras, conversas, tudo... se tornou um irmão no decorrer desses cinco anos; Lucas “Laranjinha”, muitas conversas, conselhos e risadas, obrigado por tudo; Marcel “Ameba”, muitas risadas e palhaçadas em todo e qualquer lugar possível e as zoeiras mais doidas nas aulas, obrigado por tudo; Fernanda “Arisca”, “bixete” predileta, parceira para tudo e grande

conselheira... muito obrigado pelas diversas noites em claro conversando e falando bobagem. Com certeza se tornarão amigos de longa data.

Agradeço aos colegas de trabalho e pesquisa Andréia, Matheus, Fábio, Marcela e Viviam, que foram ótimos companheiros de trabalho, proporcionando conversas que foram responsáveis pela paixão que criei pelo trabalho com aves.

Agradeço, em especial, ao Guilherme Gomes “Gui”, que além de ser um excelente co-orientador, com todas suas qualidades como pesquisador, teve muita paciência para tirar toda e qualquer dúvida que tive na realização desse trabalho. Além disso, no decorrer desse caminho, se tornou uma pessoa pela qual tenho muita admiração, pois além de me ajudar com o trabalho, também dedicou diversos momentos para conversas informais e momentos de aconselhamento em situações diversas. Obrigado por tudo.

Por fim, agradeço meu orientador Marco Aurélio Pizo, grande pesquisador na área de ornitologia, que deu total apoio ao meu trabalho, tendo muita paciência a cada correção e compartilhando toda sua experiência comigo. Obrigado por me iniciar na carreira de pesquisador.

"O homem que tem coragem de desperdiçar uma hora do seu tempo não descobriu o valor da vida."

Charles Darwin

RESUMO

Indivíduos da espécie *Turdus leucomelas* são adaptados a viver em ambientes já modificados pelo homem, conseguindo assim obter sucesso reprodutivo em suas nidificações na vegetação, bem como em seus ninhos construídos em edificações humanas. Os ninhos encontrados nas edificações são muitas vezes menos camuflados, sendo assim mais expostos a predadores comparativamente aos ninhos construídos na vegetação, entretanto, os ninhos construídos em edificações são frequentes, indicando uma possível vantagem associada a estes ninhos. Por meio dessa ideia se pressupôs que uma possível vantagem para essa construção em edificações estaria ligada à alteração na variação da temperatura interna do ninho durante o período de incubação e desenvolvimento dos filhotes, até que os mesmos abandonem seus ninhos. Nesse sentido, com auxílio de Ibuttons e TidBits (*data loggers* de temperatura), o presente trabalho teve como objetivo geral analisar a influência do local de nidificação no modo como a temperatura se conserva, bem como a mesma se altera dentro do microambiente em que o ninho está inserido, indicando possíveis vantagens associadas a essa escolha. Nas amostras encontradas junto à vegetação, os dados de temperatura apresentaram um padrão que demonstrava que a temperatura do microambiente dos ninhos não se fazia muito constante, oscilando juntamente com a temperatura ambiental; já nas amostras encontradas junto à construções humanas, os dados de temperatura apresentaram um padrão que demonstrava que a temperatura do microambiente dos ninhos se conservava por um tempo maior. Quando comparados os dois ambientes os quais se instalavam os ninhos, bem como os diferentes momentos do dia (período noturno e período diurno), a forma como a temperatura se conservava e o seu padrão de alteração dentro do ninho se mostrou significativamente diferente ($F=43,85$; $p<0,001$), com valores internos maiores e mais constantes em ninhos instalados em construção, quando comparados à vegetação. Ao observar os períodos do dia, foi constatado que em ambos os ambientes a temperatura interna do ninho atingiu os valores mais altos e superiores ao ambiente no período noturno, coincidindo com o repouso da fêmea durante a noite. Dados podem sugerir alterações na condução do calor, o que pode auxiliar na interpretação dos dados obtidos, como a diferença na constituição do ninho entre o local de sua instalação, no qual, ninhos em vegetação apresentavam maior porcentagem de raízes em sua estrutura e os ninhos em construções humanas apresentavam maior porcentagem de barro em sua estrutura. Portanto, os resultados evidenciam que a escolha do local de nidificação na espécie *T. leucomelas*, tem influência no padrão de variação da temperatura interna dos ninhos, acarretando em uma possível preferência ou maior eficiência na incubação.

PALAVRAS-CHAVE: *Turdus leucomelas*. Nidificação. Incubação. Variação térmica. Armazenadores de dados de temperatura.

ABSTRACT

Individuals of the species *Turdus leucomelas* are adapted to live in environments already modified by humans, thus obtaining reproductive success in their nesting in vegetation, as well as built their nests in human buildings. Nests found in buildings are often less camouflaged, making them more exposed to predators compared to nests built in vegetation; however the nests built buildings are common, indicating a possible advantage associated with these nests. By means of this idea if was assumed that a possible advantage to this construction in buildings is linked to a change in variation in the internal temperature of the nest during incubation and development of pups until they leave their nests. Accordingly, with the aid of iButtons and TidBits (temperature data loggers), the present study aimed to analyze the influence of the nesting site on how the temperature is kept, and how it changes in the microenvironment in which the nest is inserted, indicating potential benefits associated with that choice. In the samples found with the vegetation, temperature data showed a pattern of temperature of the microenvironment of the nests is not very stable, varying with ambient temperature, whereas in the samples found with the human constructions, the temperature data showed a pattern of temperature microenvironment nests more stable for a long time. When comparing the two environments which they settled nests, as well as the different times of day (daytime and nighttime), how the temperature was kept and pattern of change within the nest was significantly different ($F=43.85$, $p<0.001$), with higher and more constant internal temperatures in nests installed in construction, compared to vegetation. When observing periods of the day, it was found that in both environments the temperature inside the nest reached higher values and higher than the environment at night, coinciding with the rest of the female at night. Data may suggest changes in the conduction of heat, which can assist in the interpretation of data obtained as the difference in the constitution of the nest between the place of its installation, in which nests in vegetation had a higher percentage of roots in their structure and nests in human constructions had higher percentage of clay in its structure. Therefore, the results show that the choice of nesting site for the species *T. leucomelas*, has an influence on the pattern of variation of the temperature inside the nest, resulting in possible increased efficiency or preferably in the incubation.

KEYWORDS: *Turdus leucomelas*. Nesting. Incubation. Thermal variation. Temperature datalogger.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 A escolha das aves pelo local de nidificação	12
2.2 O microambiente formado dentro do ninho e suas alterações térmicas	14
2.3 O período de incubação nas aves e a variação de temperatura influenciando em seus comportamentos.....	16
2.4 <i>Data loggers</i> : ferramentas para captação de dados de temperatura.....	17
3 OBJETIVOS.....	19
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 Descrição da espécie.....	20
4.2 Área de estudo	21
4.3 Coleta de dados.....	22
4.4 Análise dos dados.....	24
5 RESULTADOS.....	25
5.1 Vegetação e construção e sua relação com a variação de temperatura nos ninhos	25
5.2 Vegetação e construção e sua relação com a diferença de temperatura nos ninhos (TDN - TPN)	27
5.3 Variação da temperatura média ambiental no decorrer do experimento	29
5.4 Comparação da constituição dos ninhos estudados	31
5.5 Fotografias térmicas para compreensão superficial dos dados.....	31
5.6 Análise individual dos ninhos.....	32
5.7 Análise geral das diferenças entre os ninhos em vegetação ou construção	45
6 DISCUSSÃO	48
6.1 Discussão individual dos ninhos.....	48
6.2 Discussão do contraste entre vegetação e construção.....	53
6.3 Discussão geral.....	54
7 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1 INTRODUÇÃO

O estudo da biologia reprodutiva pode gerar diversas informações importantes para o maior entendimento da biologia das espécies, fatores evolutivos, conservação das espécies, bem como pode levar também a respostas aos possíveis efeitos dos distúrbios antrópicos causados às espécies. Uma grande dificuldade hoje em estudar diversos assuntos ligados às aves neotropicais é que sua biologia básica é pouco conhecida, existindo pouca bibliografia para se apoiar (MARTIN, 1996; MEZQUIDA, 2002). Em relação à reprodução, por exemplo, os estudos se concentram na descrição dos ninhos, ovos e tamanho da ninhada (EULER, 1900; IHERING, 1900; SKUTCH, 1945; ONIKI, 1979; SKUTCH, 1985; SICK, 1997). Informações mais detalhadas envolvidas com a biologia reprodutiva, sucesso reprodutivo das espécies ou cuidado parental são pouco estudados mesmo nas espécies mais conhecidas ou abundantes (ROBINSON et al., 2000; FRANCISCO, 2006).

Uma das poucas informações que se tem da espécie *Turdus leucomelas* (Aves, Turdidae) é que esta ocupa regiões semi-florestais, vivendo à beira de matas, parques, matas de galeria, coqueirais e cafezais, entretanto, apresenta uma boa adaptação à vida em ambientes modificados pelo homem (SICK, 1997). Seu ninho é constituído basicamente de uma mistura de barro, folhas e raízes na parte externa e a parte interna é composta de um material mais macio, sendo este apoiado em galhos ou forquilhas (CARVALHO, 1957; SICK, 1997). Como a espécie é muito adaptada a viver em ambientes alterados pelo homem, também instala seu ninho em diversos locais de edificações.

O período reprodutivo do *Turdus leucomelas* estende-se desde o início de agosto até o fim de dezembro, época que passa pela primavera e pelo verão, sendo estas estações do ano as mais quentes e úmidas. Em quaisquer lugares em que seu ninho for construído, seu período de incubação e desenvolvimento do filhote aproxima-se sempre de uma mesma média (PIZO, comentário pessoal). Nesta espécie, o período de incubação dos ovos dura em média doze dias (HAVERSCHMIDT, 1959) e o período em que os pais alimentam os filhotes até que eles saiam dos ninhos é em média de 14 dias (PIZO, dados não publicados). No

período de incubação a fêmea fica no ninho durante diversos momentos, fazendo com que o calor gerado pelo seu corpo seja transferido para os ovos ali depositados, aumentando a temperatura do interior do ninho. Este calor é passado para os ovos através de uma região denominada placa de choco, parte ventral da ave mais vascularizada e com um número menor de penas, ou seja, uma janela térmica (SICK, 1997). A constituição de barro do ninho, que é considerado um isolante térmico natural, ajuda a manter a temperatura interna do ninho com baixa variação por um período maior de tempo, evitando assim as quedas bruscas de temperatura e uma diminuição na oscilação da mesma.

Durante a incubação a fêmea sai do ninho apenas para se alimentar e o macho não fica muito distante, assegurando que o risco de predação dos ovos diminua. Após a eclosão dos filhotes, ambos os parentais levam comida até o ninho, ausentando-se um pouco mais (PIZO, comentário pessoal).

Aparentemente os ninhos construídos junto às edificações humanas são mais visíveis, ou seja, não apresentam a mesma camuflagem conseguida nos ninhos construídos na vegetação, deixando os ninhos mais expostos aos diversos predadores. Entretanto, uma vez que ninhos construídos em edificações são muito comuns, é possível inferir que as aves obtenham alguma vantagem com a escolha deste local para construção. Uma das possíveis vantagens encontradas na construção dos ninhos nas edificações seria a diminuição da exposição do ninho às intempéries, como chuva, vento e até mesmo a radiação solar, sendo estas diretamente ligadas às trocas de calor realizadas entre a mãe e seus ovos ou filhotes (WALSBERG, 1985; COLLIAS & COLLIAS, 1984). Um ninho mais exposto necessita de uma manutenção térmica mais constante e isso faz com que o gasto energético da mãe seja mais elevado (WHITE & KINNEY, 1974; VLECK, 1981; ARDIA et al., 2006), ou seja, a mãe tem de elevar sua temperatura interna para que essa consiga suprir suficientemente os requerimentos de temperatura dos ovos. Outra estratégia para manter a temperatura dos ovos/filhotes nestas condições é ausentar-se menos dos ninhos.

Por meio deste trabalho, buscou-se comparar as variações de temperatura ocorridas em ninhos construídos em vegetação e construídos em edificações humanas através da análise de dados captados por *data loggers* de temperatura,

instalados dentro e próximos aos ninhos de *Turdus leucomelas*. Esta espécie foi escolhida para o trabalho com o intuito de aprimorar os conhecimentos de seu período reprodutivo e sua fisiologia envolvida nesse processo, sendo esta uma das espécies mais abundantes em áreas urbanas de várias partes do Brasil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A escolha das aves pelo local de nidificação

Apesar de algumas espécies de aves terem um comportamento muito flexível, os limites dentro desta flexibilidade devem ser demarcados, já que o indivíduo deverá lidar com a escolha de seu território e local de nidificação, de acordo com a disponibilidade de alimento e a competição existente entre indivíduos pelos mesmos recursos. Após escolher o território que irá ocupar naquele momento, o indivíduo ainda tem de atrair um parceiro, construir seu ninho, se reproduzir, manter sua prole e atingir o sucesso reprodutivo (CODY, 1981).

Em alguns casos, as espécies selecionam características mais específicas do ambiente para seu território, como por exemplo, o *Dumetella carolinensis*, que selecionam o tamanho e forma das folhas (OELKE & KLOPFER, 1970), bem como o *Dolichonyx oryzivorus* que selecionam locais com baixo acúmulo de lixo no solo (CODY, 1968; WIENS, 1969).

Diversas espécies podem exigir diferentes aspectos do ambiente para escolha do seu território (CODY, 1981), e a seleção dos locais de nidificação com características específicas, leva a uma maior sobrevivência da prole em muitas aves (DUNK et al., 1997; MARTIN, 1998; HATCHWELL et al., 1999).

Segundo o trabalho de Kolbe e Janzen (2002), realizado com a espécie de tartaruga (*Chelydra serpentina*), a seleção do local para nidificação é realizada pela fêmea, que contribui diretamente com a sobrevivência da prole. Esta seleção é feita entre um ambiente natural e um local modificado pela ação do homem, relacionando-os com a temperatura do ninho e o seu sucesso reprodutivo. Em ambos os locais, o indivíduo escolheu nidificar em substratos semelhantes (areia e grama). Com isso, observou-se que nos ninhos construídos em ambientes modificados pelo homem, havia uma queda de temperatura de aproximadamente 2°C, influenciando o sexo da prole e se tornando uma "armadilha" ecológica para manutenção da espécie (KOLBE & JANZEN, 2002). Entretanto, estudos de mesma característica ainda não foram realizados com aves, embora se saiba que em

algumas espécies a temperatura de incubação não influencia no sexo, mas sim na duração de seu período de incubação.

A seleção do local para construção do ninho não se relaciona somente com a proteção contra predadores (MARTIN & ROPER, 1988) ou a necessidade de uma base para uma construção estruturalmente estável; esta, também se dá através da necessidade de um local com um microclima favorável à incubação, crescimento e sobrevivência da ninhada (WALSBERG, 1985; COLLIAS & COLLIAS, 1984).

O microclima dos ninhos pode ter uma grande influência na reprodução, gasto energético dos pais e sucesso da prole (ARDIA et al., 2006), sendo que, a temperatura é o fator mais importante e pode influenciar a viabilidade dos ovos (WEBB, 1987; COOK et al., 2003), o dispêndio de energia dos pais no balanço térmico da incubação (WHITE & KINNEY, 1974; VLECK, 1981), bem como o desenvolvimento dos filhotes (WEBB & KING, 1983; QUINNEY et al., 1986; VISSER, 1998; ARDIA, 2005a), como é observado em *Melanerpes formicivorus* (HOOGE et al., 1999) e em *Colaptes auratus* (WIEBE, 2001), nos quais os ninhos com temperaturas mais altas eram mais propensos a alcançar maior sucesso reprodutivo.

Além disso, quando se tem temperaturas médias, com baixos índices de oscilação, observa-se um número menor de interrupções na incubação (YOM-TOV & WRIGHT, 1993) obtendo uma redução dos custos energéticos da incubação (HAFTORN, 1983; 1988).

Outro fator que pode influenciar diretamente o microclima do ninho é a escolha da sua orientação de construção (CONNER, 1975; INOUE, 1976; RENDELL & ROBERTSON, 1994; BROWN & DOWNS, 2003; HARTMAN & ORING, 2003). É possível inferir que a explicação para esta escolha seria o controle à exposição ao sol (INOUE, 1976; KOROL & HUTTO, 1984; BALGOOYEN, 1990; HOOGE et al., 1999), sendo esta diferenciada de acordo com a região na qual a ave está inserida e as características do clima.

Diferindo das técnicas mais comumente empregadas, algumas espécies de regiões mais quentes, ou até mesmo em climas desérticos, constroem os ninhos de forma que o vento consiga passar pelo mesmo, fazendo com que sua temperatura abaixe mais facilmente (RICKLEFS & HAINSWORTH, 1969; ORR, 1970; AUSTIN, 1974; 1976; FACEMIRE et al., 1990).

A predação dos ninhos é reconhecida como um dos principais fatores da redução do número de jovens que conseguiriam se desenvolver (LACK, 1954; RICKLEFS, 1969). Sendo assim, a predação representa uma forte pressão seletiva na evolução dos hábitos de nidificação das aves, como por exemplo, sua altura em relação ao solo, já que a relação de predação dos ninhos é muitas vezes maior quando estes se encontram mais próximo do chão (NILSSON, 1984; RENDELL & ROBERTSON, 1989).

Na comparação de espécies semelhantes viventes em regiões geográficas diferentes (hemisfério norte e sul), observa-se que o período de incubação é maior mesmo na região em que a temperatura se mantém mais elevada (MARTIN, 2002; CHALFOUN & MARTIN, 2007). Este aspecto pode demonstrar que a variação geográfica, juntamente com a diferença de temperatura, pode refletir na escolha do local de nidificação e no desenvolvimento embrionário (MARTIN et al., 2007).

Toda esta seleção do local para construção do ninho é feita sob influência da experiência adquirida das aves (DILGER, 1962; SARGENT, 1965; COLLIAS & COLLIAS, 1984), já que foi observado que as aves mais experientes constroem ninhos mais eficientes e protegidos do que as aves mais novas, como por exemplo, em *Ploceus cucullatus* (COLLIAS & COLLIAS, 1964).

2.2 O microambiente formado dentro do ninho e suas alterações térmicas

Muitos fatores e características podem influenciar em como o microambiente formado dentro do ninho irá se comportar perante as alterações ambientais, podendo existir uma pressão seletiva para a escolha do local de nidificação, bem como o material de construção do ninho.

Existem alguns fatores que podem ser favoráveis para a manutenção do microclima, como por exemplo, o nível de incidência solar, a densidade da vegetação presente no local, a orientação do ninho, o tamanho do local em que o mesmo está inserido e a exposição à chuva e ao vento (WACHOB, 1996; HOOGE et al., 1999; REID et al., 2000; RAUTER et al., 2002, RADFORD & DU PLESSIS, 2003; ARDIA et al., 2006).

Existem três requisitos básicos que influenciam o microclima do ninho: a temperatura, a umidade e a quantidade necessária de oxigênio dentro do ninho, sendo que, dentre estes requisitos, o que tem maior influência é a temperatura (WALSBERG, 1980; WACHOB, 1996; KERN & COWIE, 2000; AR & SIDIS, 2002; LILL & FELL, 2007).

Já que a variação de temperatura influencia diretamente o sucesso reprodutivo das aves, é provável que estas escolham um ambiente para nidificar, no qual o microclima seja favorável (VAN RIPER et al., 1993; GLOUTNEY & CLARCK, 1997; BURTON, 2006; TIELEMAN et al., 2008).

Vários aspectos na arquitetura dos ninhos, sua localização e a capacidade de isolamento do material que o constitui, também influenciam diretamente o microambiente do ninho, sua variação térmica, bem como no sucesso reprodutivo ou o tamanho da prole (O'CONNOR, 1978), como por exemplo, o ninho de *Ficedula spp.*, no qual o tamanho do assoalho do ninho é relacionado diretamente ao tamanho da prole (KARLSSON & NILSSON, 1977; VAN BALEN, 1984; GUSTAFSSON & NILSSON, 1985; SLAGSVOLD, 1987; ALATALO et al., 1988). O custo energético da incubação também sofre influência destes fatores (CALDER, 1971; 1973; WALSBERG & KING, 1978; SKOWRON & KERN, 1980).

A quantidade de material isolante utilizado na confecção do ninho, a tensão entre eles (BURTT et al., 1991) e o material que reveste sua câmara incubadora, também são ligados à manutenção da temperatura interna do ninho (MASON, 1944; MOLLER, 1987; ROGERS et al., 1991) podendo influenciar na termorregulação da ninhada (MERTENS, 1977a) e aumentar o risco de hipertermia dos mesmos (MERTENS, 1977b).

As medidas do ninho, como a espessura das paredes ou a profundidade da câmara incubadora, são muito importantes para a manutenção da temperatura interna do ninho. Nas fêmeas de *Selasphorus platycerus*, quando a incubação é feita em ninho com câmara incubadora profunda, se gasta 50% a menos de energia na termorregulação, quando comparado a fêmeas que incubam em ninhos com câmara incubadora rasa (CALDER, 1973).

Quando os ovos se mantêm aquecidos por mais tempo, os pais aumentam sua taxa de forrageio (WHITE & KINNEY, 1974). Em contraponto, no caso da

incubação ocorrer em ninhos ineficientes na conservação de temperatura, os parentais passam por um maior estresse térmico (WHITE & KINNEY, 1974) levando a diminuição do tempo de forrageio.

Como a temperatura interna do ninho liga-se ao dispêndio energético dos pais quando os mesmos realizam a manutenção da temperatura de incubação, intensificando este gasto de acordo com a variação de temperatura dentro do ninho, é favorável para as aves a escolha de locais que não sofram muitas variações térmicas (WEBB, 1987; WACHOB, 1996; REID, 2000; DAWSON et al., 2005).

O desenvolvimento mais lento proporcionado por uma menor temperatura de incubação pode permitir um maior desenvolvimento das características intrínsecas que aprimoram o desempenho e a longevidade do indivíduo (RICKLEFS, 1993; ARENDT, 1997; 2001; 2003; BILLERBECK et al., 2001; MARTIN, 2002; BROMMER, 2003; SHINE & OLSSONO, 2003), entretanto, com o aumento do período que os ovos e filhotes tem de se manter no ninho, pode ocorrer um aumento na taxa de predação, levando a inferir que o aumento da longevidade pode ser mais vantajoso evolutivamente, do que o aumento do risco de predação da ninhada (WILLIAMS, 1966; LAW, 1979; BARBRAUD & WEIMERSKIRCH, 2001). Todavia, esta relação entre o que seria mais vantajoso, pode apresentar diferenças entre as diversas espécies.

Com isso, conseguimos inferir que tanto a constituição quanto o local em que o ninho é instalado tem total ligação com o custo reprodutivo, e que a construção do ninho pode gerar uma diminuição do gasto termodinâmico dos parentais para manter a temperatura do ninho ou influenciar as características dos filhotes (RHODES et al., 2009).

2.3 O período de incubação nas aves e a variação de temperatura influenciando em seus comportamentos

A baixa umidade do ambiente, a direção e intensidade do vento, a exposição ao sol e às intempéries, são fatores que podem ter influência no período de incubação das aves, gerando um grande estresse. Entretanto, existem aves que

conseguem se reproduzir até mesmo em ambientes extremamente perturbados (GRANT, 1982).

Segundo Grant (1982), a variação de temperatura, tal qual a variação de umidade dos ovos podem influenciar diretamente o comportamento dos parentais, como visto em seu trabalho com *Calidris pusilla*, que quando vai incubar sempre está com a região ventral molhada, bem como recobre seus ovos com lama. Este comportamento faz com que os ovos não atinjam temperaturas prejudiciais aos embriões.

Considerando que temperaturas acima de 43°C provavelmente acarretarão em danos irreversíveis aos filhotes (BALDWIN & KENDEIGH, 1932; MORENG & SHAFFER, 1951; DRENT, 1970; BENNETT & DAWSON, 1979), pode-se inferir que os parentais aumentam sua atenção para com os ovos. Com isso, tornam-se mais frequentes os períodos de incubação, impedindo que os ovos atinjam temperaturas letais em dias muito quentes ou então com o aumento da ninhada dentro do ninho (GRANT, 1982).

2.4 Data loggers: ferramentas para captação de dados de temperatura

Os *data loggers* são muitas vezes utilizados em diversos estudos com a necessidade de coletar dados de temperatura, apresentando uma ótima sensibilidade, captando e armazenando os dados de forma muito eficiente. Como característica importante, seu tamanho reduzido permite a implantação em diversos locais, inclusive ninhos de tamanhos distintos, possibilitando realizar trabalhos com diversas espécies. Entretanto, uma questão que pode impedir a sua utilização em trabalhos é seu elevado preço para importação.

Um grande número de visitas nos ninhos para prática do monitoramento acarreta na diminuição da presença dos pais junto ao ninho (VERBOVEN et al., 2001), podendo gerar um aumento na taxa de mortalidade dos ovos (ROBERT & RALPH, 1975), elevação da predação (LENINGTON, 1979; WESTMORELAND & BEST, 1985; MAJOR, 1990) bem como o abandono do ninho (ELLISON & CLEARY, 1978; GÖTSMARK, 1992). Por isso, os *data loggers* têm demonstrado eficácia em documentar diversos comportamentos, mostrando-se de extrema eficiência em

trabalhos que visam obter dados do período de incubação, coletando dados de flutuações de temperatura no ninho (BADYAEV et al., 2003; COOPER & MILLS, 2005; COOPER et al., 2005), não influenciando no comportamento dos pais.

Para muitas espécies, a instalação correta dos aparelhos, deixando-os camuflados e não expostos, torna sua presença não influente no comportamento da ave (HARTMAN & ORING, 2006), como é o caso do *Numenius americanus*, em que o *logger* não apresentou influência na sua taxa de sobrevivência, período de eclosão dos ovos ou o abandono dos ninhos (HARTMAN & ORING, 2006).

3 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar se a diferença na localização dos ninhos de *Turdus leucomelas* (vegetação ou edificação humana) influencia a variação de temperatura dentro do ninho durante o período de incubação e desenvolvimento do filhote.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição da espécie

Turdus leucomelas (figura 1), popularmente conhecido como sabiá-barranco é, dentre as espécies de Turdidae, a mais abundante em Rio Claro. Esta espécie ocupa o sub-bosque de ambientes florestais e semi-florestais. É também muito bem adaptada a áreas ocupadas pelo homem (SICK, 1997). Constrói seu ninho em galhos ou apoiado em forquilhas de árvores e também em diversos locais de construções humanas. Seus ninhos são feitos de barro, folhas e raízes entrelaçadas, sendo a parte interna composta de materiais mais macios para melhor alojar seus ovos e filhotes (figura 2). Os ninhos encontram-se em sua grande maioria em locais não muito altos (< 4 m de altura).

Seus ovos apresentam um padrão com coloração de fundo que varia de azul a branco e pintas marrons dispersas por todo o ovo. Estes ovos apresentam um peso médio de 5,8 gramas e tamanho de 29,1 milímetros de comprimento e 20,1 milímetros de largura (Figura 3).

Figura 1: Adulto da espécie *Turdus leucomelas*.



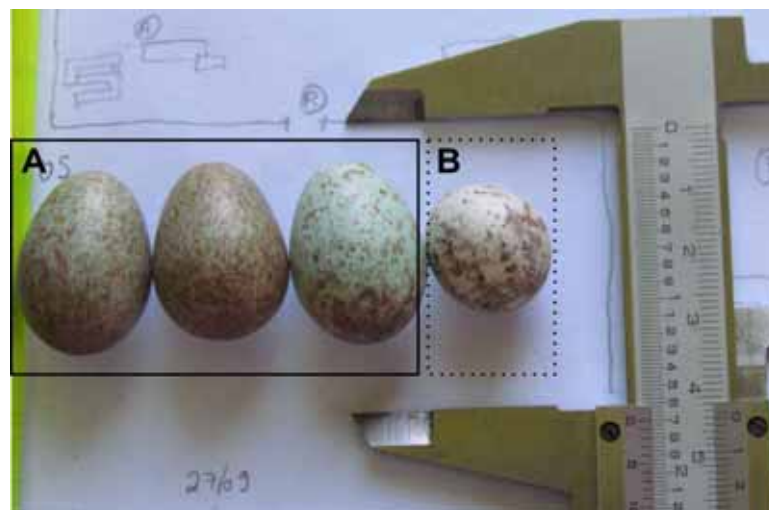
Fonte: Fotografia cedida por Fábio A. F. Jacomassa.

Figura 2: Ninho com ovos e filhote de *Turdus leucomelas*.



Fonte: Fotografia cedida por Fábio A. F. Jacomassa.

Figura 3: Ovos de *Turdus leucomelas* com diferenças no tamanho e padrão de coloração (A) e ovo de *Molothrus bonariensis* (B).



Fonte: Fotografia concedida por Fábio A. F. Jacomassa.

4.2 Área de estudo

Os indivíduos estudados encontram-se em uma área suburbana, dentro da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, no município de Rio Claro - SP (22°10' e 22°35'S e, 47°20' e 47°40'O). O campus é caracterizado por possuir

algumas áreas com pequenos fragmentos de vegetação e um grande número de edificações em meio destes.

A cidade encontra-se em uma região de clima subtropical com duas estações bem definidas, caracterizado por estiagens no inverno (junho a setembro) e chuvas no verão (dezembro a março). Este clima é controlado por massas tropicais e equatoriais, que predominam em mais de 50% do ano (MONTEIRO, 1973). As temperaturas médias anuais situam-se entre 18,1°C e 20,9°C (TROPMAIR, 1974) e a pluviosidade fica em torno de 1400 mm/ano.

4.3 Coleta de dados

O procedimento metodológico utilizado baseou-se na instalação de Ibuttons/Maxim® e Tidbit/Onset® (*data loggers* de temperatura) dentro e fora dos ninhos, respectivamente. Para coleta dos dados, os *data loggers* foram programados para fazerem suas leituras de temperatura de dois em dois minutos durante todo o período em que ovos e filhotes estavam presentes no ninho.

Como o Ibutton apresenta um limite para armazenamento de dados, foi realizada uma troca de aparelho entre o décimo e o décimo terceiro dia de cada coleta, para assim obter dados de todo período de incubação e desenvolvimento dos filhotes.

Estes *data loggers* foram devidamente calibrados no início e ao fim do experimento em câmaras climáticas do tipo BOD (Eletrolab, 122-FC) auxiliado por termômetro de mercúrio, gerando uma coleta dos dados precisa. Foram analisados nove ninhos, sendo quatro destes localizados em vegetação e os outros cinco instalados em construções humanas dentro do campus da universidade.

O Ibutton (figura 4), por apresentar um tamanho menor (aproximadamente 17 milímetros) foi implantado dentro do ninho. Este foi impermeabilizado com auxílio de luvas de látex e envolto com fita esparadrapo, impedindo qualquer tipo de dano ao aparelho. O mesmo foi camuflado com uma mistura de terra e água, levando sua coloração a algo que se aproxime à cor da parte interna de cada ninho. A partir deste momento foi realizada sua fixação através de linhas de nylon transparentes presas ao Ibutton, passadas através do ninho com o auxílio de uma agulha e fixadas

em algum lugar próximo. A instalação deixou o *data logger* bem próximo aos ovos, permitindo um registro mais fidedigno da variação da temperatura. Todo o processo de instalação foi feito entre cinco e dez minutos, no início ou fim do período luminoso do dia, minimizando o *stress* dos indivíduos e sem qualquer tipo de dano ao ninho.

O Tidbit (figura 5), que apresenta um maior tamanho, foi fixado em um raio de 30 cm do ninho, sendo este exposto às mesmas condições em que o ninho está construído.

Para obtenção dos dados da temperatura do ambiente foram solicitados os dados fornecidos pelo Centro de Análise e Planejamento Ambiental - CEAPLA - localizado dentro da área onde se encontram os ninhos em estudo.

A fim de ilustrar como materiais distintos se comportam de acordo com sua condutibilidade, com auxílio de uma Câmera termográfica (Flir System - SC640), foram feitas imagens térmicas de ninhos instalados em construção e em vegetação.

Figura 4: Ibutton/Maxim® utilizado para obtenção dos dados de temperatura interna do ninho.



Fonte: ELETRONICS-BASE, (2013).

Figura 5: Tidbit/Onset® utilizado para obtenção dos dados de temperatura próximo ao ninho.



Fonte: ENVCO. *Environmental Equipment*, (2009).

4.4 Análise dos dados

Os dados de temperatura interna do ninho e próxima ao ninho foram contrastados entre si, levando à obtenção das diferenças de temperatura, as quais, por sua vez, foram analisadas na comparação entre os diferentes locais de nidificação.

Através dos dados gerais ambientais disponibilizados pelo CEAPLA, pudemos observar como a temperatura se comportou no período em que a coleta de dados foi realizada, obtendo uma temperatura média geral para o ambiente e assim comparando como os locais de nidificação distintos se comportam perante a mesma condição térmica.

A análise estatística de todos os dados coletados dos perfis térmicos nos diferentes locais de nidificação, bem como sua relação com a temperatura ambiente, foi realizada no programa SAS[®] 9.0, no qual fizemos uso de Análise de variância fatorial (ANOVA) e testes de comparação múltipla de Bonferroni, comparando as médias das temperaturas ao longo dos intervalos de tempo durante a fase de ovo e filhote, sendo que, para afirmação estatística, utilizamos nível global de significância de 5%.

Tanto a variável dependente temperatura como a diferença entre a temperatura interna e próxima ao ninho foram usadas na comparação entre os diferentes ninhos, relacionando-os com o tamanho da prole, fase de desenvolvimento e período do dia. Com isso conseguiu-se contrastar as possíveis diferenças encontradas nas nidificações presentes nos diferentes locais do ambiente.

Tendo em vista as variações das fases observadas nos diferentes ninhos, local de nidificação e material usado na construção do ninho, optou-se além da análise conjunta dos ninhos de construção e vegetação, uma análise e descrição individual de cada ninho observado. Neste caso, foram utilizados os mesmos testes e variáveis categóricas e dependentes citadas acima.

5 RESULTADOS

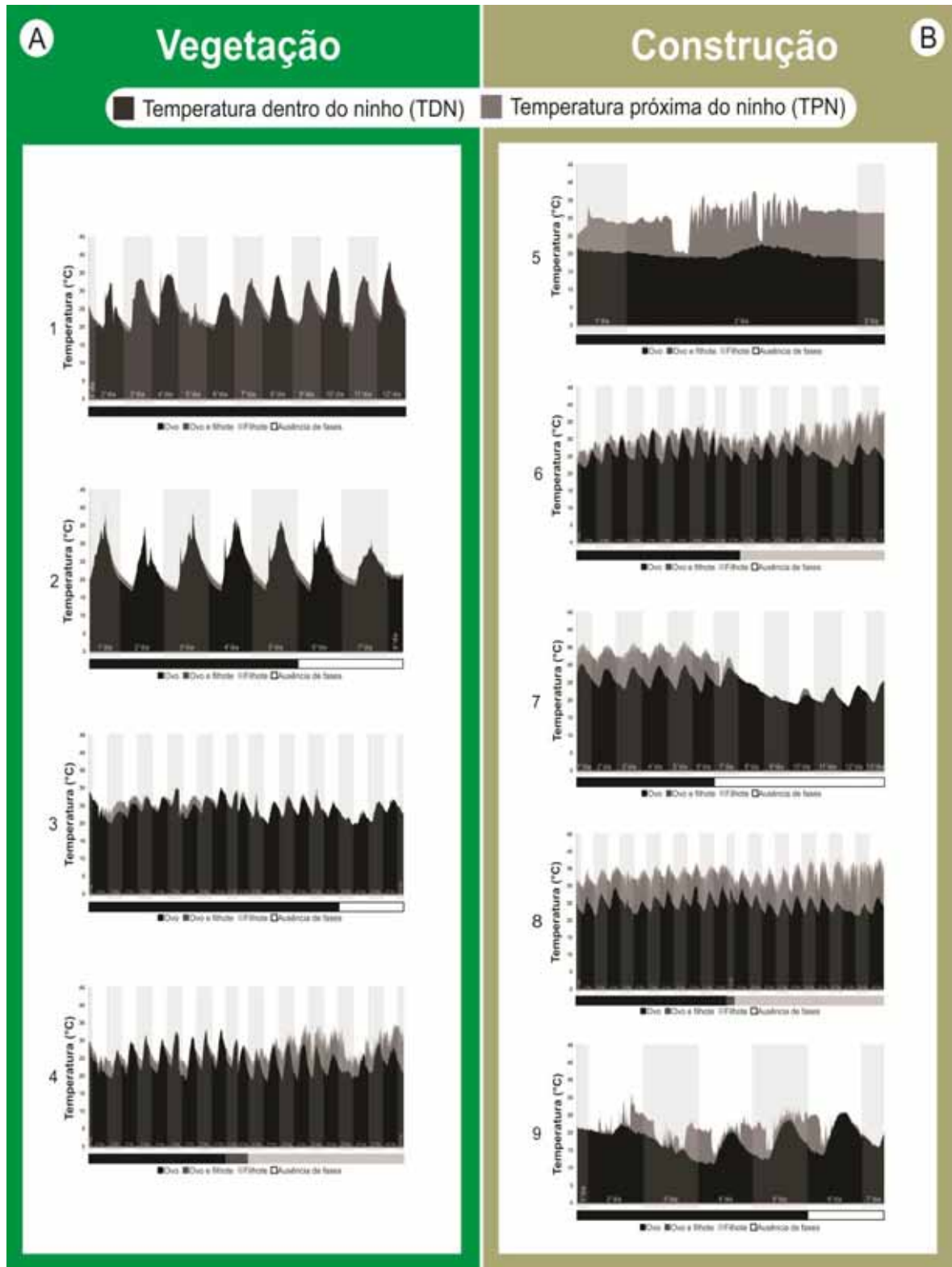
5.1 Vegetação e construção e sua relação com a variação de temperatura nos ninhos

A forma com que a temperatura se mantém dentro dos ninhos, bem como o seu padrão de variação diário, se comporta de maneira distinta entre ninhos construídos em vegetação e edificações (Figura 6).

Em ambos os tipos de ninho observa-se um pico de temperatura do início para o meio da tarde bem como uma queda no início da noite e então o seu ponto mínimo no fim da madrugada e início da manhã.

Foi observado uma diferença na amplitude de temperatura ($T^{\circ}\text{C}^{\text{max}} - T^{\circ}\text{C}^{\text{min}}$) quando se compara as amostras obtidas no ambiente de vegetação com as obtidas no ambiente de edificações, sendo a amplitude menor nos ninhos instalados em edificações. Esta diferença na amplitude se deve, possivelmente, à menor exposição dos ninhos presentes em construção a todos os fatores que possam influir na variação da temperatura, como a exposição ao sol, o vento ou então intempéries.

Figura 6: Diferença na temperatura dentro do ninho e próxima ao mesmo. Ninhos localizados em vegetação (A) e construção (B); barras claras separam os dias; (análise detalhada dos ninhos será apresentada a seguir).



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Vegetação e construção e sua relação com a diferença de temperatura nos ninhos (TDN - TPN)

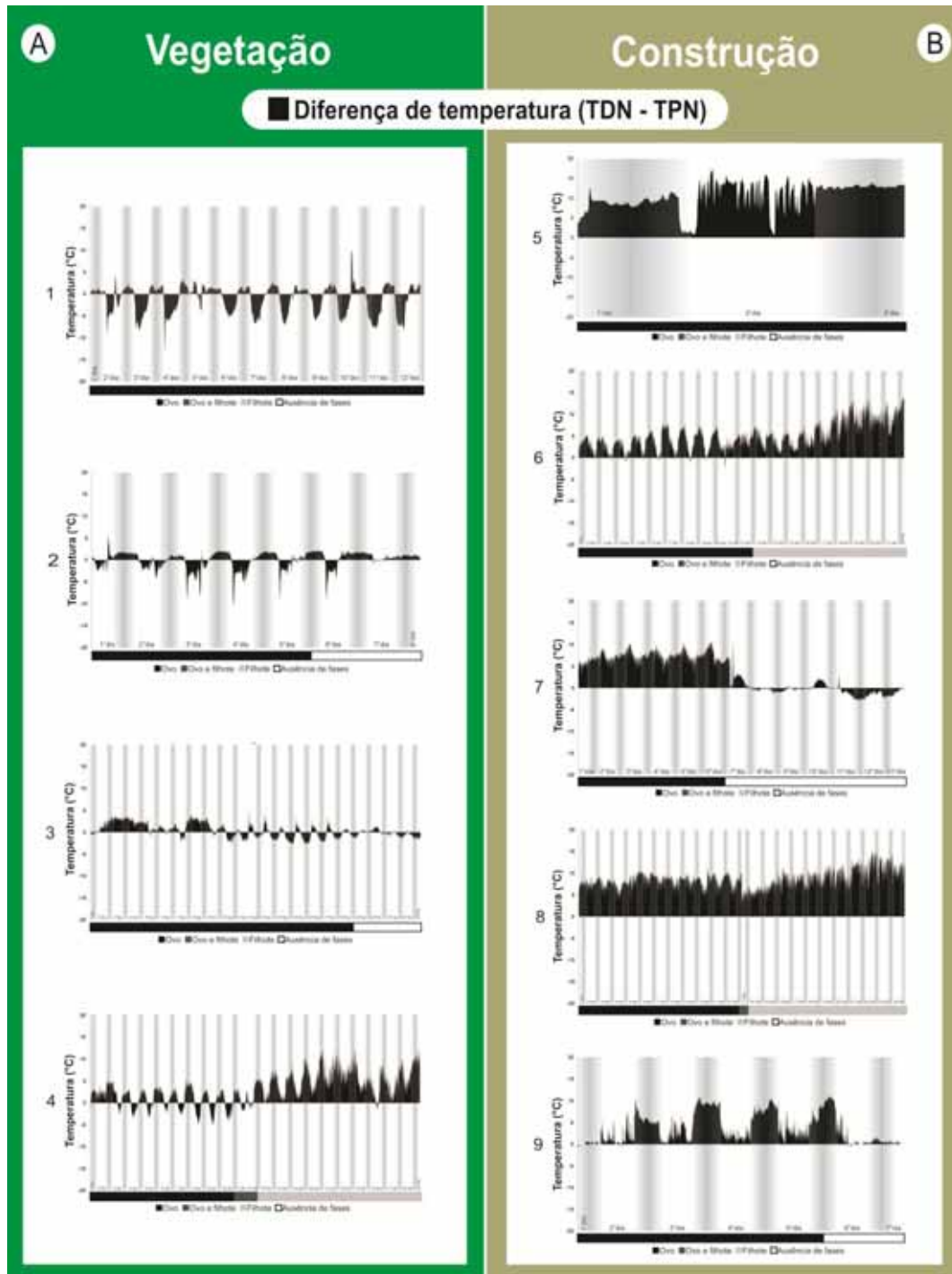
Através da análise dos gráficos gerados pelo contraste da diferença de temperatura dentro do ninho (TDN) com a temperatura próxima ao ninho (TPN), observou-se uma diferença no padrão de variação da temperatura relacionada ao local de nidificação - vegetação e construção.

Em ambos os ambientes, foi observado um padrão de oscilação da temperatura que se dá de acordo com o período do dia. Com auxílio do gradiente de cor empregado no gráfico, é possível saber quando a alteração ocorre no período noturno ou então no período diurno.

Em ambos ambientes, a temperatura dentro do ninho atinge valores mais altos no período noturno, entretanto, observou-se um padrão diferenciado entre as amostras analisadas em vegetação em relação à construção. A temperatura dentro do ninho é mais alta nas amostras obtidas no ambiente construção. Isso se deve, possivelmente, a uma menor troca de energia entre ambiente e ninho devido sua localização, que propicia uma possível diminuição de contato com o ambiente.

Através da figura 7, conseguimos verificar uma diferença marcante entre as amostras de vegetação comparativamente às de construção, sendo essa relacionada à diferença de temperatura (TDN - TPN), que se mantém com menor variação e com valores mais altos nos ninhos em construção.

Figura 7: Comparação entre ninhos instalados em vegetação (A) e construção (B) considerando o padrão de variação de temperatura gerado pela diferença entre a temperatura dentro do ninho (TDN) e a temperatura próxima ao ninho (TPN). A graduação entre tons de cinza representa o passar do dia, com a parte mais escura (noite) e a parte mais clara (dia); (análise detalhada dos ninhos será apresentada a seguir).



Fonte: Elaborado pelo autor.

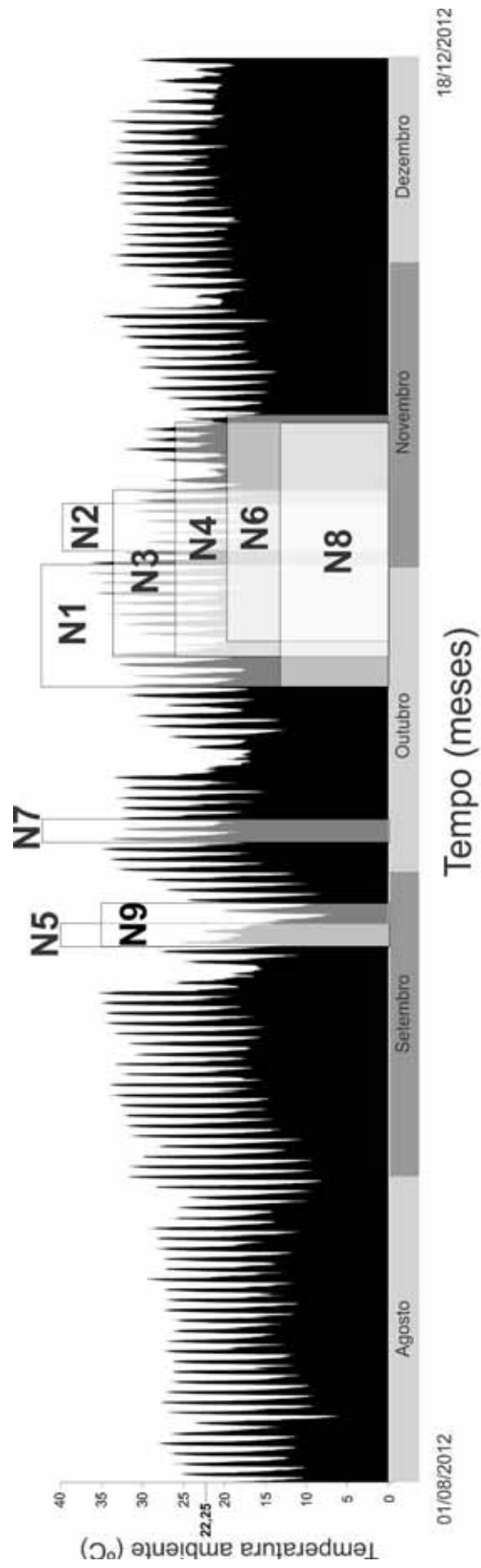
5.3 Variação da temperatura média ambiental no decorrer do experimento

Pela análise do gráfico (figura 8), podemos compreender como a temperatura do ambiente no qual o experimento foi realizado se alterou no decorrer dos meses, bem como a distribuição das amostras, sendo as barras correspondentes aos ninhos e sua posição relacionada ao período em que a coleta foi feita, bem como sua duração. A maior parte dos dados foi coletada em épocas semelhantes, diferindo apenas em algumas amostras.

As temperaturas do ambiente em geral, comparadas às temperaturas do ambiente vegetação e ambiente construção variaram de forma significativamente diferente ($F=2680,0$; $p<0,001$), sendo a média e desvio padrão (σ) da temperatura ambiental de $22,24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\sigma = 0,031$), diferindo da média correspondente à vegetação que é de $25,07^{\circ}\text{C}$ ($\sigma = 0,026$) e também da construção, que é de $24,85^{\circ}\text{C}$ ($\sigma = 0,029$).

Os meses em que o experimento foi realizado também se comportaram de maneira diferente, levando em conta suas médias de temperatura entre agosto e dezembro, que variaram entre $18,80^{\circ}\text{C}$ ($\sigma = 5,385$); $21,06^{\circ}\text{C}$ ($\sigma = 5,385$); $23,99^{\circ}\text{C}$ ($\sigma = 5,385$); $23,23^{\circ}\text{C}$ ($\sigma = 5,386$); $25,11^{\circ}\text{C}$ ($\sigma = 5,386$), respectivamente.

Figura 8: Variação da temperatura ambiental no período de agosto a dezembro de 2012, com a distribuição dos ninhos estudados de acordo com a época com a época foram coletados. Em destaque, a temperatura média ambiental de todo o período estudado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.4 Comparação da constituição dos ninhos estudados

Foi observado que os ninhos construídos em locais de vegetação, ou então instalados juntamente a algum tipo de vegetação, possuíam em sua estrutura, maior constituição de material vegetal em sua mistura de barro e raízes.

Por outro lado, os ninhos que eram construídos juntamente a edificações humanas, tendo como base de construção superfícies mais uniformes, produziam ninhos com maior constituição de barro em sua mistura de barro e raízes.

Em ambos os casos, o material que forrava a câmara incubadora era sempre constituído de material vegetal mais macio.

5.5 Fotografias térmicas para compreensão superficial dos dados

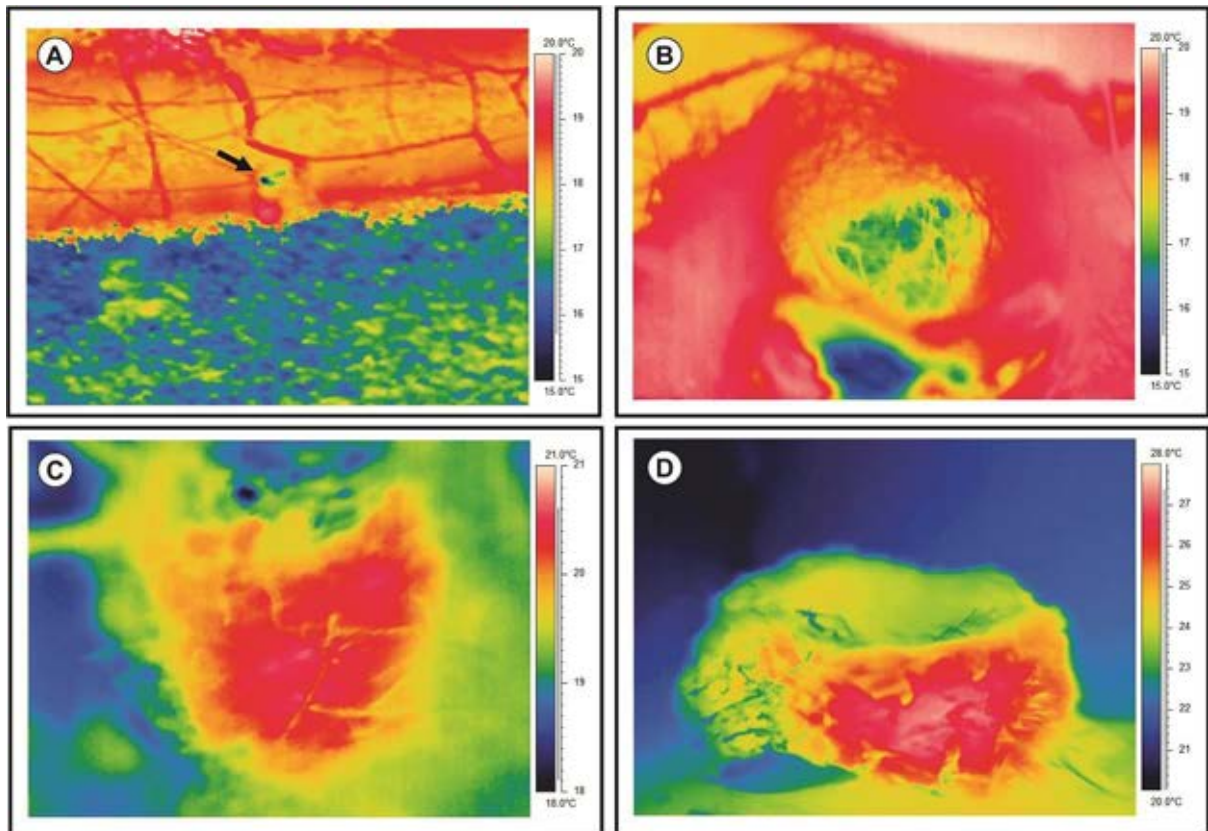
A partir da observação das imagens térmicas (figura 9), podemos visualizar como o ambiente e os materiais nele inserido se comportam de maneira distinta no que diz respeito à sua condutibilidade térmica, ou seja, sua capacidade de conduzir energia térmica em diferentes velocidades, sendo esta, específica para cada material.

Isto é bem representado quando se compara a temperatura do ambiente com a temperatura dos materiais nele presente, ou então na comparação dos ninhos instalados nos diferentes locais (Figuras 9C e 9D), que atingiram diferentes picos de temperatura em imagens obtidas no mesmo dia e em condições semelhantes, já que as mesmas foram coletadas em um pequeno intervalo de tempo (21°C e 28°C respectivamente). Isso pode ter ocorrido por conta do material presente em sua constituição, que apesar de ser o mesmo em ambos os casos, se apresentam em quantidades diferentes para cada ninho. A figura 9C representa um ninho típico de vegetação, com maior quantia de material vegetal (raízes) em sua estrutura e a figura 9D representa um ninho típico de construção, com maior quantia de barro em sua estrutura. A diferença de temperatura se deve, possivelmente, à diferença na condutibilidade dos materiais.

Contudo, o objetivo do presente trabalho não foi a análise de imagens termográficas, tampouco a condução de calor em diferentes ninhos, mas sim, a

descrição do perfil térmico em diferentes locais de nidificação. Dados termográficos, condução e capacidade térmica poderia ser o objetivo de trabalhos futuros.

Figura 9: Fotografia térmica com vista geral de um ninho (A) e sua câmara incubadora (B); vista lateral de um ninho em vegetação (C) e outro em construção(D).



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.6 Análise individual dos ninhos

Vegetação

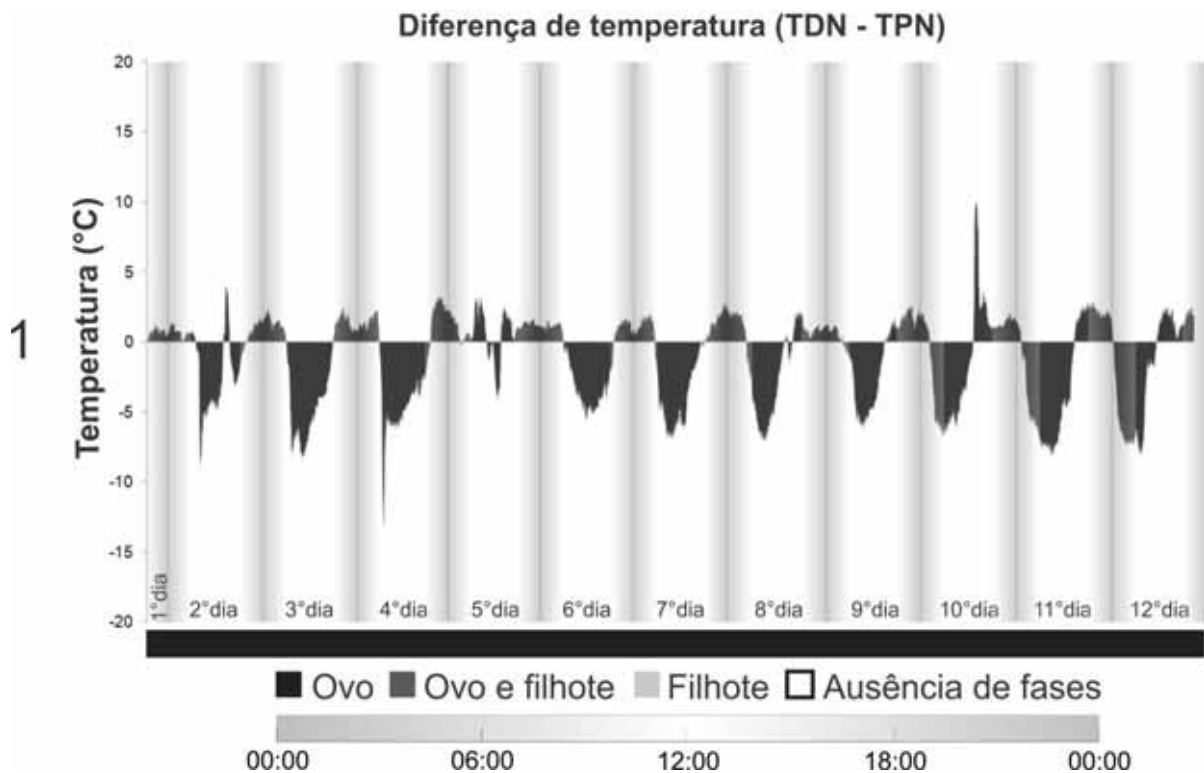
Ninho A1 - O ninho apresentou um padrão oscilatório em sua temperatura durante todo o seu período de coleta, sendo que, na maioria dos dias de análise, a amostra teve sua temperatura interna com valores abaixo da temperatura coletada próxima ao ninho no período claro do dia. Nesta amostra (figura 10), a temperatura interna do ninho variou de maneira significativamente diferente entre os momentos de dia e noite ($F=3310,29$; $p<0,001$).

Esta forma como a temperatura variou se deve, possivelmente, ao fato do ninho se encontrar em um local com total abertura para vento e umidade, uma possível forma de troca de calor entre o ninho e o ambiente, todavia, o ninho não estava exposto à incidência direta de luz.

Do primeiro para o segundo dia, a amostra teve uma variação no seu número de ovos, sendo este um fator que influenciou significativamente a variação da temperatura interna do ninho ($F=41,95$; $p<0,001$), bem como a sua relação com o período do dia, que teve o seu ganho de temperatura significativamente alterado de acordo com o número de ovos no ninho ($F=113,33$; $p<0,001$). A temperatura, possivelmente, é mais constante quando encontramos um maior número de ovos, comparativamente ao mesmo ninho com um número menor de ovos.

Foi observado que a amostra tinha maior porcentagem de material vegetal em sua constituição e uma câmara incubadora com aproximadamente 3 cm de profundidade, que possivelmente explica a grande alteração de temperatura durante os dias de análise. Outro fator que pode ser considerado é a detecção de uma diminuição do período em que a fêmea realizava a incubação após o primeiro contato realizado com o ninho. Posteriormente, constatou-se o abandono do ninho e dos ovos.

Figura 10: Ninho construído em vegetação, com análise que considera a diferença entre sua temperatura interna e próxima, demonstrando seu padrão de variação.



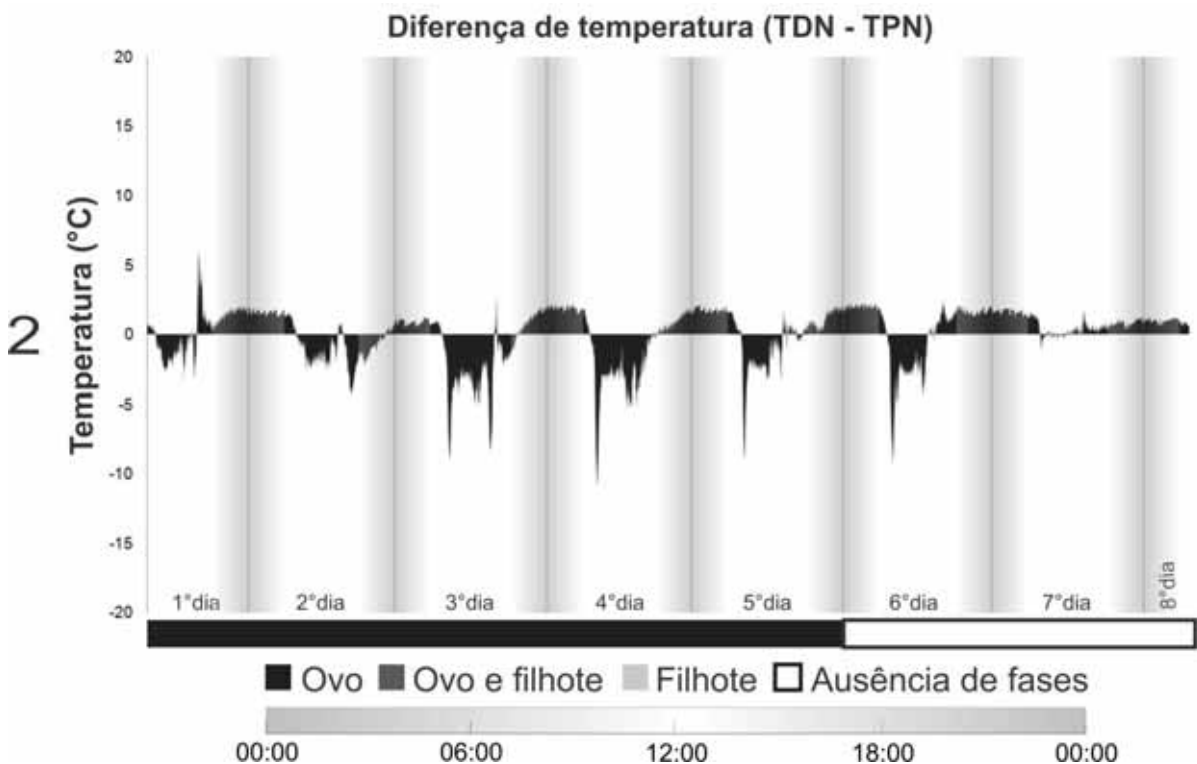
Fonte: Elaborado pelo autor

Ninho A2 - Esta amostra apresentou um padrão oscilatório de temperatura durante uma parte do período de coleta (figura 11). Na maioria dos dias de análise, a amostra teve sua temperatura interna com valores abaixo da temperatura coletada próxima ao ninho no período claro do dia, apresentando uma diferença significativa na variação da sua temperatura interna de acordo com o período do dia ($F=611,51$; $p<0,001$).

Este padrão de variação de temperatura, possivelmente se deve ao fato do ninho estar completamente exposto a diversos fatores que podem ser responsáveis por trocas de temperatura entre o ambiente e o microambiente do ninho, como por exemplo, sua exposição à radiação solar, vento, umidade e outras intempéries. Outro fator a ser considerado é a constituição do ninho, que como observado, tem maior porcentagem de material vegetal em sua estrutura, possibilitando uma diminuição na constância e armazenamento de temperatura dentro do ninho.

O ninho passou pelo estresse da predação, levando os parentais ao abandono. Este fato pode ser possivelmente representado no gráfico pela mudança no padrão de variação da temperatura, na qual passa a não oscilar bruscamente do sexto para o sétimo dia de coleta, demonstrando a não influência da mãe no controle da temperatura interna do ninho e o equilíbrio do mesmo com a temperatura ambiente.

Figura 11: Ninho construído em vegetação, com análise que considera a diferença entre sua temperatura interna e próxima, demonstrando seu padrão de variação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ninho A3 - O ninho se encontrava em um local com pouca exposição direta à radiação solar, entretanto tinha total abertura para vento e umidade. O mesmo tinha maior porcentagem de material vegetal em sua constituição e uma câmara incubadora quase ausente, com aproximadamente 1 cm de profundidade. Após contato com o ninho, foi detectada uma predação gradativa, na qual o primeiro ovo foi predado três dias após a instalação, o segundo sete dias após a instalação e o terceiro aproximadamente dezesseis dias após.

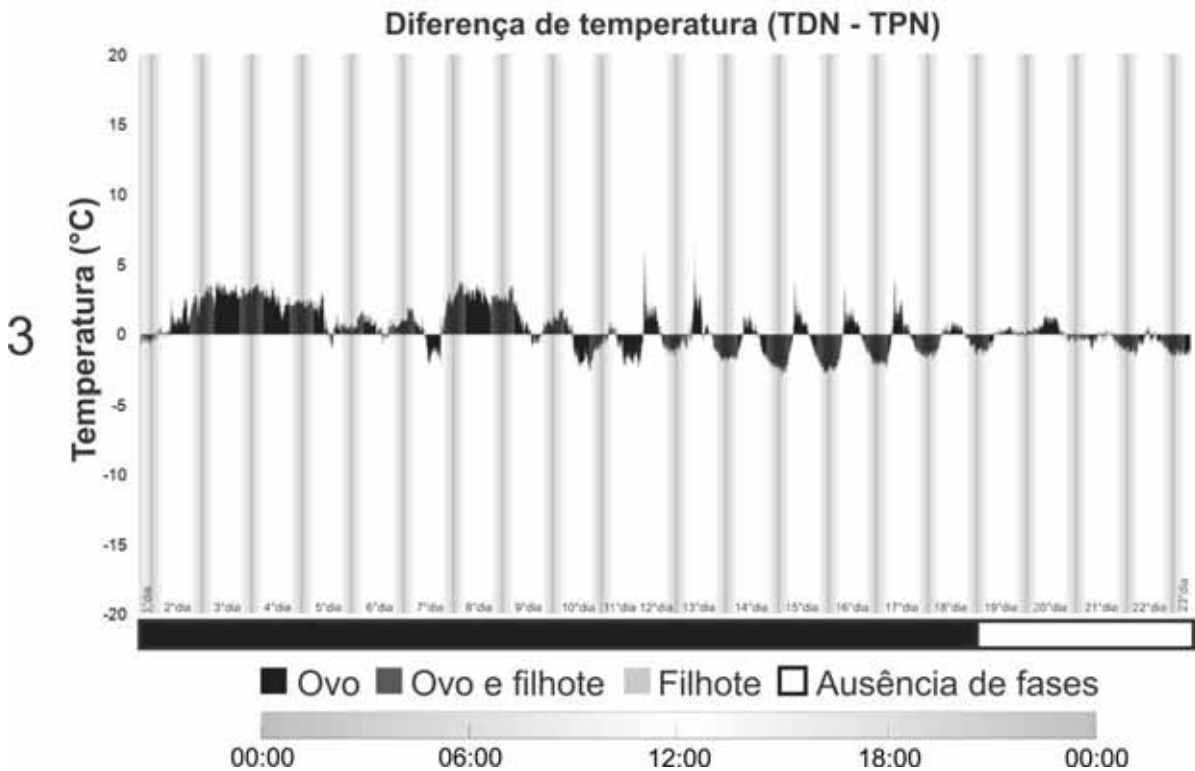
Nesta amostra foi observado um padrão inicialmente diferenciado dos outros ninhos, no qual, em alguns dias a temperatura se manteve mais alta dentro do ninho em todos os períodos (figura 12). Esse fator se deve, possivelmente, pelas características da constituição do ninho e a estrutura quase ausente da câmara incubadora, que levaram a mãe a manter um período de incubação mais longo.

No quinto, nono e décimo nono dia observou-se uma grande mudança no padrão de temperatura tal qual o ninho apresentava. Essa mudança ocorreu, possivelmente, por conta do estresse recorrente da predação, que aconteceu exatamente próxima a esses dias. Logo após o primeiro ovo ser predado, a temperatura interna do ninho diminuiu, indicando uma possível ausência da mãe junto ao ninho. O mesmo ocorreu logo após a predação do segundo ovo. Entre o período em que o ninho abrigava apenas um ovo e o dia no qual o último foi predado, o ninho apresentou um padrão semelhante às outras amostras. Após o último ovo ser predado, os pais abandonaram o ninho, levando, possivelmente, ao equilíbrio da temperatura interna do ninho à temperatura ambiente.

Houve uma diferença significativa no modo como a temperatura interna do ninho se alterou de acordo com a diminuição do número de ovos dentro do ninho ($F=1244,25$; $p<0,001$), bem como nos diferentes períodos do dia ($F=56,91$; $p<0,001$), sendo estes fatores, possíveis influências no padrão de variação da temperatura presente no gráfico.

A relação entre o número de ovos no ninho, e o modo como a temperatura interna do mesmo se altera nos diferentes períodos do dia apresentou uma diferença significativa ($F=136,76$; $p<0,001$).

Figura 12: Ninho construído em vegetação, com análise que considera a diferença entre sua temperatura interna e próxima, demonstrando seu padrão de variação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ninho A4 - O ninho se encontrava em um local com exposição intermediária à radiação solar, entretanto tinha total abertura para vento e umidade. O mesmo tinha maior porcentagem de material vegetal em sua constituição e uma câmara incubadora de 5 cm, aproximadamente.

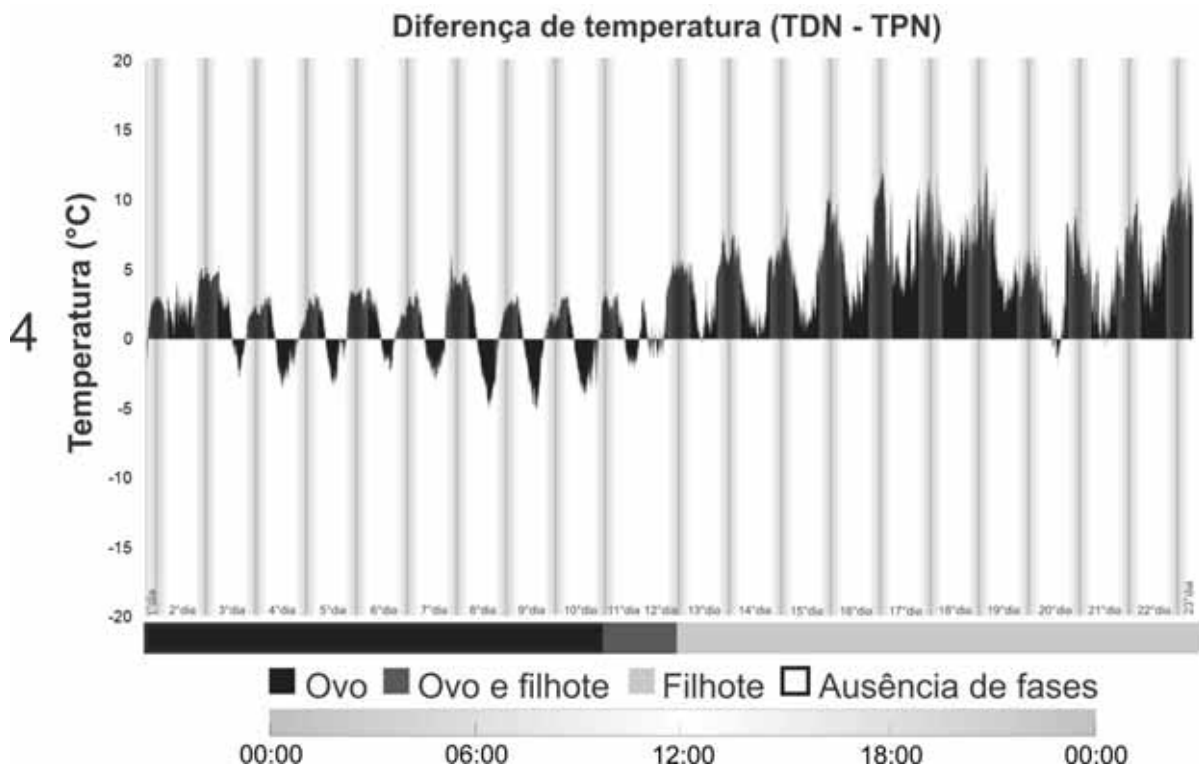
Dentre as quatro amostras coletadas em vegetação, esta foi a única que apresentou todas as fases de desenvolvimento. Com isso se observou uma diferença significativa no ganho de temperatura dentro do ninho quando relacionado às diferentes fases de desenvolvimento ($F=15678,92$; $p<0,001$) (figura 13). Outro fator que influenciou significativamente a variação de temperatura dentro do ninho foi o período do dia (dia e noite) no qual o ninho se encontrava ($F=1608,13$; $p<0,001$). A relação da fase de desenvolvimento dos indivíduos com seu ganho de calor nos diferentes períodos do dia também apresentou resultados significativos ($F=18,68$; $p<0,001$).

Nesta amostra, observou-se um aumento da temperatura interna do ninho a partir do décimo segundo dia, sendo esta, possivelmente relacionada à presença dos filhotes no ninho, já que estes também são responsáveis pela manutenção da temperatura interna do ninho.

No período em que apenas a fase de ovo se encontra no ninho, observou-se uma representação semelhante da alteração de temperatura das amostras anteriores, com a temperatura próxima ao ninho superando a interna no período próximo ao meio do dia e a temperatura interna superando a temperatura próxima ao ninho no período noturno, sugerindo a presença da fêmea no ninho.

Após o décimo terceiro dia, quando se encontram apenas os filhotes no ninho, foi observado um aumento na temperatura interna do ninho. Isso se deveu, possivelmente, ao metabolismo energético dos filhotes, que passam a gerar mais calor e assim, influenciar a temperatura interna do ninho.

Figura 13: Ninho construído em vegetação, com análise que considera a diferença entre sua temperatura interna e próxima, demonstrando seu padrão de variação.

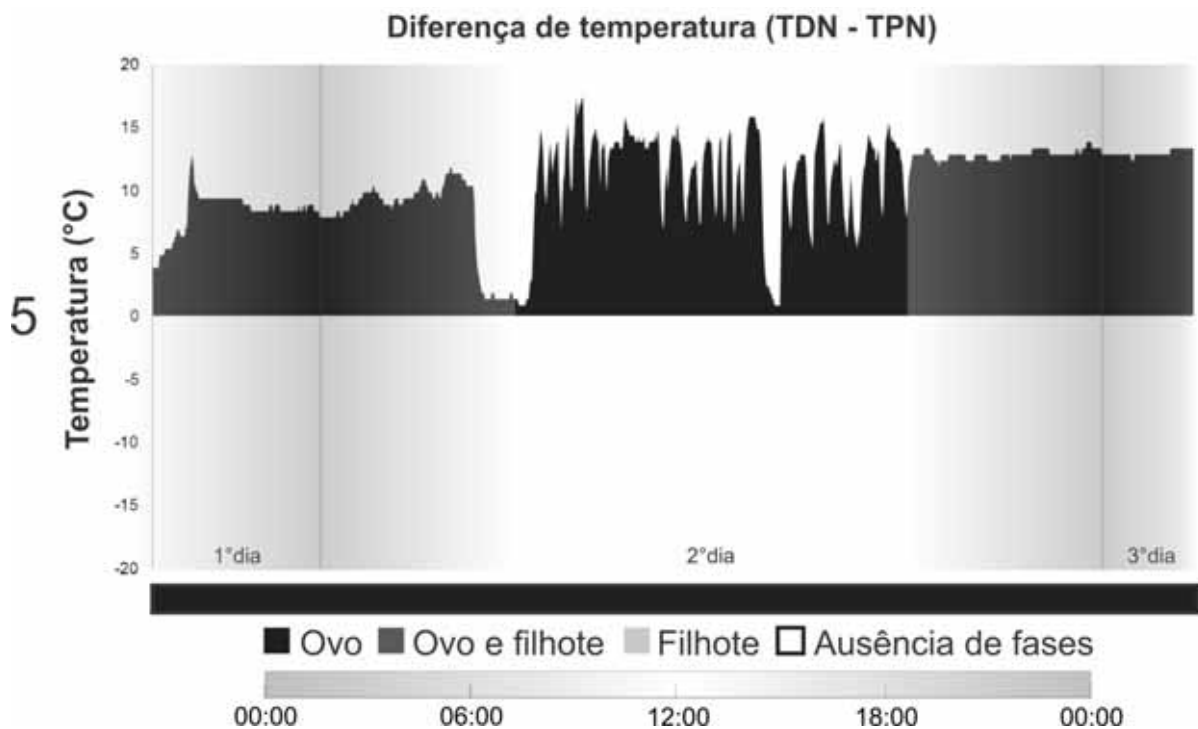


Fonte: Elaborado pelo autor.

Construção

Ninho B5 - O ninho se encontrava em um local com exposição à luz difusa e não ficava exposto à chuva, entretanto, tinha total abertura ao vento. Sua estrutura continha maior porcentagem de barro em sua constituição e uma câmara incubadora de aproximadamente 5 cm. Como ele se encontrava sobre um aparelho de ar condicionado e as leituras se mostraram diferente do padrão observado nas outras amostras (figura 14), inferiu-se que houve uma possível influência desse aparelho na coleta de dados, não considerando esta amostra no presente trabalho.

Figura 14: Ninho construído em edificação humana, com análise que considera a diferença entre sua temperatura interna e próxima, demonstrando seu padrão de variação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

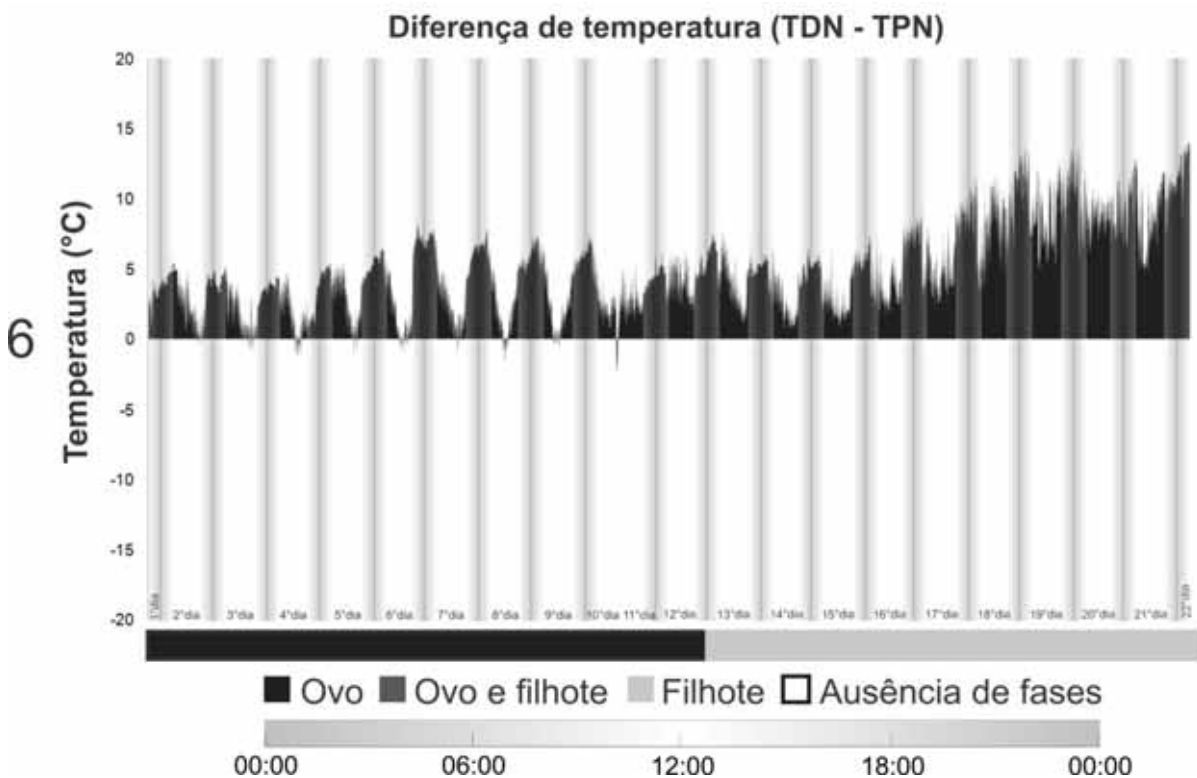
Ninho B6 - O ninho se encontrava instalado em um local com pouco contato com todos os fatores que possivelmente têm influência no microambiente do ninho. Dentre todas as amostras, esta apresentava o menor contato com a luz, sendo esta apenas difusa e de baixa incidência, pouco contato com vento e nenhum contato com intempéries, já que o ninho estava completamente protegido.

Sua estrutura, como os demais ninhos encontrados juntamente a edificações humanas, apresentava maior porcentagem de barro em sua constituição e uma câmara incubadora de aproximadamente 5 cm.

Na coleta de seus dados, constatou-se uma diferença significativa na forma como a temperatura interna do ninho se alterava (figura 15), de acordo com a fase de desenvolvimento dos indivíduos ($F=7218,64$; $p<0,001$), atingindo temperaturas mais altas e menos oscilantes quando o ninho apresentava somente filhotes.

Como visto nas outras amostras, o período do dia apresentou influência significativa em como a temperatura interna do ninho variava ($F=1344,40$; $p<0,001$), bem como entre a relação da fase de desenvolvimento dos indivíduos e seu ganho de calor nos diferentes períodos do dia ($F=50,27$; $p<0,001$).

Figura 15: Ninho construído em edificação humana, com análise que considera a diferença entre sua temperatura interna e próxima, demonstrando seu padrão de variação.



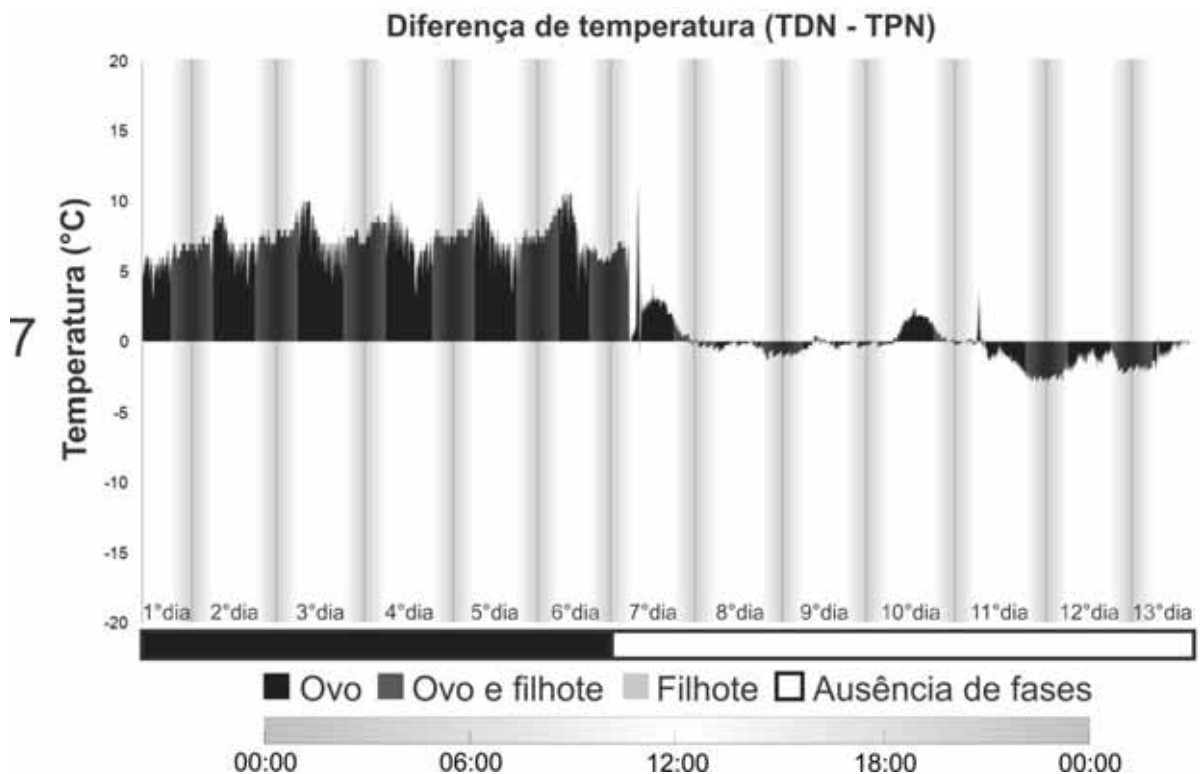
Fonte: Elaborado pelo autor.

Ninho B7 - A amostra estudada apresentava uma câmara incubadora profunda, com 7 cm aproximadamente, sendo esta, a mais profunda dentre as outras amostras. O ninho estava instalado em um local com pouca exposição à radiação solar direta, recebendo luz difusa forte, entretanto, tinha total abertura para vento e não ficava exposto à chuva. Ao contrário das outras amostras encontradas juntamente a edificações humanas, este ninho tinha maior porcentagem de material vegetal em sua constituição, sendo este fator, possivelmente explicado porque o ninho estava instalado juntamente a uma trepadeira presa à parede da edificação.

Os pais se mostraram bem agressivos e estavam sempre bem próximos, entretanto, o ninho foi predado seis dias após a instalação dos *loggers*. Este fato pode ser visualizado através do gráfico (figura 16), que mostra a queda da temperatura do ninho no sétimo dia, indicando possivelmente o abandono do ninho pelos parentais. Isso leva a um equilíbrio térmico entre o ambiente e o interior do ninho.

Neste ninho, observou-se uma diferença significativa da variação de temperatura em relação ao período do dia em que se encontrava ($F=818,10$; $p<0,001$).

Figura 16: Ninho construído em edificação humana, com análise que considera a diferença entre sua temperatura interna e próxima, demonstrando seu padrão de variação.



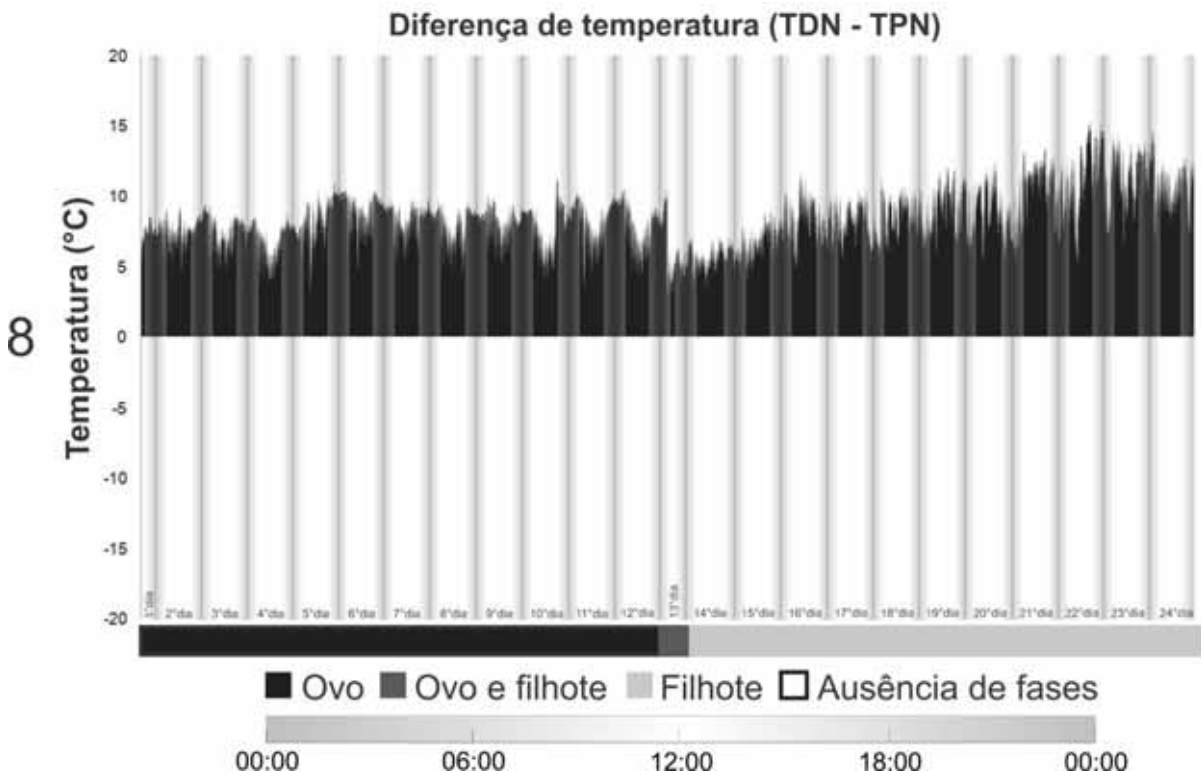
Fonte: Elaborado pelo autor.

Ninho B8 - Este ninho apresentava as mesmas características da amostra B7, já que é o mesmo ninho, com o mesmo casal de aves, entretanto, esta coleta foi realizada em períodos distintos. Neste evento, a temperatura interna do ninho esteve com valores constantemente superiores à temperatura próxima ao ninho (figura 17), não apresentando uma grande amplitude em relação à sua variação diária, entretanto, o período do dia apresentou influência significativa na forma como a temperatura variou no decorrer do dia ($F=162,89$; $p<0,001$).

Como observado, a temperatura interna do ninho foi mais baixa no período de ovo, enquanto em período de filhote, a temperatura atingiu valores mais altos. Assim, a fase de desenvolvimento apresentou influência significativa em como a temperatura no microclima do ninho se comportou ($F=1398,90$; $p<0,001$). Além disso, houve diferença significativa na relação da fase de desenvolvimento dos indivíduos e seu ganho de calor nos diferentes períodos do dia ($F=196,86$; $P<0,001$).

Outro ponto que foi observado é o aumento da temperatura de acordo com o desenvolvimento dos filhotes, indicando que, possivelmente, com o aumento do metabolismo dos indivíduos, aumenta também o ganho de energia dentro do ninho.

Figura 17: Ninho construído em edificação humana, com análise que considera a diferença entre sua temperatura interna e próxima, demonstrando seu padrão de variação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

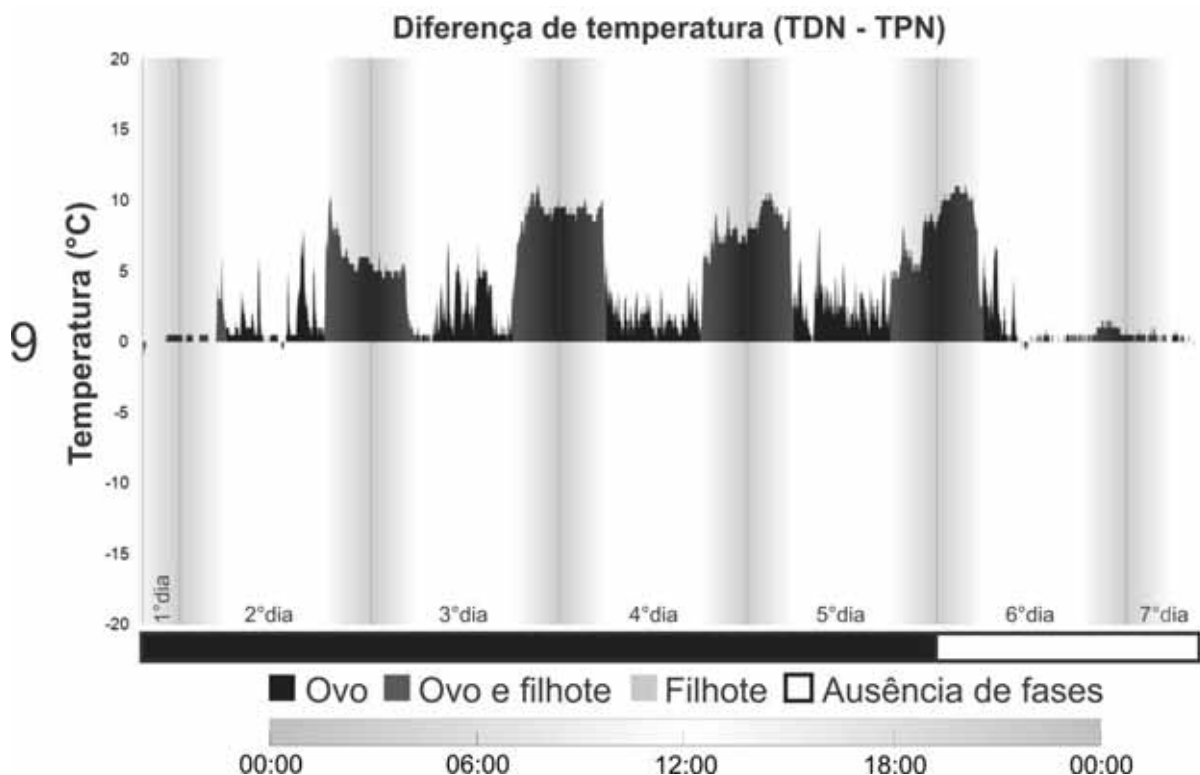
Ninho B9 - O ninho se encontrava em um local com exposição direta de luz durante um período do dia, entretanto, possuía total abertura para vento e não ficava exposto à chuva. Sua estrutura era mais constituída de barro e sua câmara incubadora tinha aproximadamente 5 cm.

Nesta amostra (figura 18), constatou-se um afastamento da fêmea logo após a instalação do *data logger* durante todo o período noturno, entretanto, após o decorrer do dia, a fêmea foi novamente visualizada no ninho, como pode ser observado no gráfico através do aumento de temperatura no período noturno do segundo dia.

Constatou-se um padrão oscilatório da temperatura durante a coleta, na qual, possivelmente, a fêmea se fazia presente para realizar a incubação, na sua grande maioria, no período noturno. Como nas outras amostras, houve diferença significativa no modo como a temperatura variou durante os diferentes períodos do dia ($F=290,73$; $p<0,001$). Os picos ocorrentes durante o dia, provavelmente mostram algumas visitas da fêmea, entretanto, não é possível distinguir se ela está realmente realizando a incubação ou só se fazendo presente no ninho.

O ninho foi predado aproximadamente cinco dias após o início da sua coleta de dados, e após isso, a fêmea abandonou o ninho, como pode ser observado no gráfico (figura 18), no qual a temperatura tendeu ao equilíbrio com o ambiente após o quinto dia de coleta.

Figura 18: Ninho construído em edificação humana, com análise que considera a diferença entre sua temperatura interna e próxima, demonstrando seu padrão de variação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

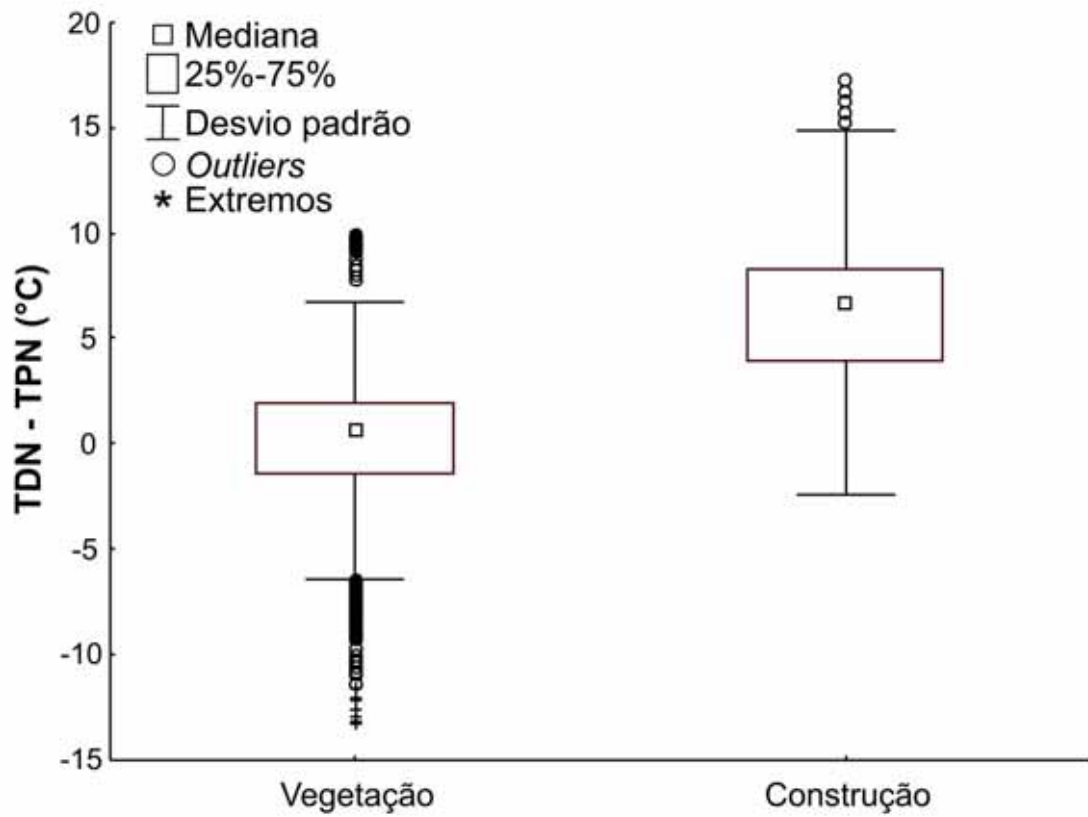
5.7 Análise geral das diferenças entre os ninhos em vegetação ou construção

Foi observada, inicialmente, uma distinção na estrutura da construção dos ninhos nesses ambientes diferentes, os quais podem ser responsáveis por influenciar o modo como a temperatura se conserva e se modifica dentro do microambiente dos ninhos. Outro ponto seria o próprio ambiente no qual o ninho está inserido, bem como todos os fatores neles presentes, podendo influenciar novamente o microclima no qual o ninho está inserido. Sendo assim, foi constatada uma diferença significativa entre os ambientes estudados em relação à variação de temperatura ($F=58388,17$; $p<0,001$) (figura 19). Também houve diferença significativa entre os ambientes quando relacionado à forma como a temperatura varia ($F=2531,93$; $p<0,001$) (figura 20).

Existem padrões de variação de temperatura para cada ambiente, sendo esses, passíveis de influencia no comportamento dos pais no momento da incubação e desenvolvimento dos filhotes.

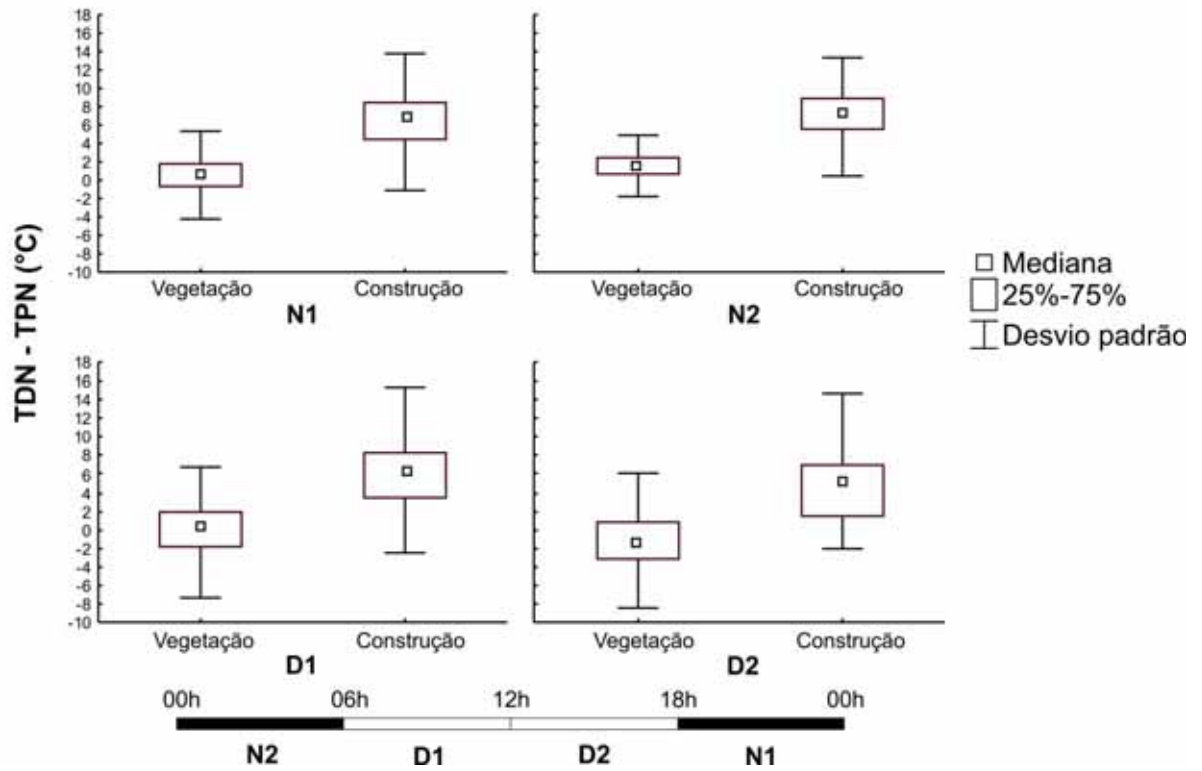
O modo como a temperatura variou, quando relacionado aos períodos do dia, também apresentou uma diferença significativa entre os ambientes ($F=43,85$; $p<0,001$), (figura 20).

Figura 19: Variação da temperatura interna dos ninhos presentes em vegetação ou edificações humanas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 20: Comparação entre os ambientes de acordo com o período do dia (N1, N2, D1 e D2) no qual a coleta foi realizada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

6 DISCUSSÃO

No presente estudo foram feitos acompanhamentos e coleta de dados da variação de temperatura interna e próxima a nove ninhos, para assim avaliar a possível diferença entre a construção do ninho em vegetação ou então juntamente à edificações humanas.

Segundo Cody (1981), as aves fazem a escolha do seu local de nidificação de acordo com a disponibilidade de alimento e a competição por espaço e recursos com outros indivíduos. Entretanto, podem existir outros fatores que são responsáveis por influenciar a escolha do local de nidificação em aves, como por exemplo, locais protegidos contra predadores (MARTIN & ROPER, 1988) ou então um local com um microclima favorável (WALSBERG, 1985; COLLIAS & COLLIAS, 1984).

Como a temperatura é o fator com maior influência no microclima do ninho (WALSBERG, 1980; WACHOB, 1996; KERN & COWIE, 2000; AR & SIDIS, 2002; LILL & FELL, 2007), período de incubação e desenvolvimento dos filhotes (WEBB, 1987; COOK et al., 2003), bem como, diretamente ligado ao dispêndio energético dos parentais (WHITE & KINNEY, 1974; VLECK, 1981), todo e qualquer fator que influencie seu ganho ou então a sua manutenção no ninho são considerados de extrema importância.

6.1 Discussão individual dos ninhos

Algumas particularidades de cada ninho e/ou microambiente no qual o mesmo está inserido, podem ser diretamente responsáveis pelos resultados obtidos. Com isso, através de particularidades encontradas nos ninhos quatro e seis, foi possível observar alguns fatores interessantes.

Um dos fatores que pode ser influente é a forma como o ninho se expõe ao ambiente, já que o contato direto com fatores ambientais (vento, umidade e radiação solar) pode gerar diferenças em como a temperatura variou dentro do ninho (WALSBERG, 1985; COLLIAS & COLLIAS, 1984). Esse fator foi evidenciado pela maior diferença de temperatura entre o ambiente e o ninho seis (figura 15), quando

contrastado com o ninho quatro (figura 13). Com a menor exposição do ninho seis, mantém-se a temperatura do ninho (gerada pela fêmea) em valores mais elevados e por um período mais longo de tempo.

A constituição do ninho também tem influência em como a temperatura é mantida e conduzida em seu interior (O'CONNOR, 1978). No ninho quatro, instalado em vegetação, observou-se uma maior constituição de raízes em sua estrutura, possibilitando uma diminuição do tempo em que a temperatura se manteve dentro do ninho. Isso se deve, possivelmente, à menor capacidade deste material em conservar a temperatura interna do ninho. O contrário ocorre no ninho seis, que tem como maior constituinte de sua estrutura o barro, material este que, possivelmente, possui maior capacidade de isolamento e assim mantém por um período mais longo a temperatura no ninho.

Todos os fatores que influenciam a troca de energia entre o ninho e o ambiente são responsáveis pela alteração dos comportamentos da fêmea no período de incubação (GRANT, 1982), que, como observado no ninho quatro, a fêmea não fica incubando os ovos durante o dia, pois, possivelmente, o aumento da temperatura do ambiente foi o suficiente para a manutenção da temperatura interna do ninho.

Foram verificadas algumas características individuais em todos os ninhos, levando a variações presentes no ambiente, microambiente, estrutura e material que constitui os ninhos, levando a uma diferenciação na forma como a temperatura irá variar dentro do ninho.

No primeiro ninho, encontrado em vegetação, observou-se que sua temperatura interna apresentou valores que superam a temperatura próxima ao ninho, entretanto, a mesma só se fez, em sua grande maioria, nos períodos noturnos, que possivelmente representam o momento em que a fêmea se faz presente no ninho, não possibilitando diferir se a mesma está em processo de incubação, ou somente se abrigando no período noturno. Nos momentos em que a temperatura do ambiente apresentou maiores valores que a temperatura interna do ninho, é provável que a fêmea não tenha contato com o ninho e apenas a estrutura seja responsável por manter a temperatura em um nível adequado para manutenção do período de desenvolvimento do embrião.

No segundo ninho, encontrado em vegetação, observou-se as mesmas características do ninho um, entretanto, nesta amostra pudemos avaliar o comportamento dos pais que, após ocorrer a predação, abandonaram o ninho. Após este momento, a temperatura interna e próxima ao ninho tendeu a equiparação, indicando que a ausência dos ovos, bem como a presença dos parentais são os possíveis responsáveis pela manutenção da temperatura do ninho.

No terceiro ninho, encontrado em vegetação, encontramos uma situação diferente das outras amostras, já que o ninho construído pelos parentais não era constituído por uma câmara incubadora como normalmente é característico na espécie, sendo esta muito rasa ou quase inexistente. Com isso, as trocas de calor entre o ninho e o meio provavelmente se faziam em maior velocidade (CALDER, 1973), o que pode nos levar a inferir uma explicação ao comportamento implicado pela fêmea e observado no gráfico, no qual esta não realiza grandes intervalos entre os períodos de incubação, levando a temperatura interna a se manter com pouca oscilação e sempre acima da temperatura próxima ao ninho, diferenciando das outras amostras coletadas em vegetação.

Isso ocorreu durante os quatro primeiros dias, coincidindo com o primeiro evento de predação, que possivelmente gera um estresse à fêmea e a leva a modificar seu comportamento por alguns dias. Dois dias após essa mudança de comportamento, a fêmea volta a se manter em períodos mais longos de incubação, entretanto, logo após esse retorno, ocorre o segundo evento de predação, fazendo com que a fêmea sofra novamente o possível estresse e volte a ausentar-se do ninho por períodos maiores. Desde então o comportamento da fêmea já não foi mais o mesmo, e o microambiente do ninho passou a se comportar de maneira semelhante às outras amostras. Após a predação do último ovo, a fêmea abandonou o ninho e a temperatura interna e próxima ao ninho se tornaram semelhantes.

No quarto ninho, encontrado em vegetação, tivemos a primeira experiência em observar todas as fases de desenvolvimento. Durante o período em que se encontravam no ninho apenas ovos, obtivemos características semelhantes aos ninhos anteriormente discutidos, em que a temperatura interna do ninho superou a próxima ao ninho no período noturno, nos indicando que possivelmente neste período a fêmea estava presente no ninho, realizando o processo de incubação. Ao

observar a junção das duas fases dentro do ninho (ovo e filhote) nota-se uma queda na temperatura interna do ninho, sendo esta possivelmente explicada pela ausência da fêmea realizando a incubação para que não corra o risco do filhote ser morto. Por outro lado, ainda existia um ovo no ninho e o mesmo não liberou tanta energia quanto os filhotes, para que a temperatura do ninho se mantivesse mais elevada.

Após a eclosão de todos os ovos, o ninho passou apenas a ter filhotes dentro de sua câmara incubadora e sua temperatura interna se mostrou maior que a temperatura próxima ao ninho, possivelmente representando todo o calor liberado pelos filhotes no decorrer do seu desenvolvimento.

Depois da quarta amostra, observou-se que os ninhos apresentavam uma maior porcentagem de barro em sua estrutura, sendo isto, uma das possíveis explicações para a diferença de ganho de temperatura dentro dos ninhos estudados, já que diferentes materiais possuem condutibilidade diferente.

No quinto ninho, encontrado em construção, observou-se uma situação um pouco adversa às demais, já que as temperaturas coletadas não apresentaram uma variação acompanhando a temperatura ambiental, ou seja, estas se apresentaram de forma um tanto quanto uniforme, mesmo com a temperatura ambiental oscilando ao passar do dia. Este fato mostra como o ambiente é influente no microclima do ninho (O'CONNOR, 1978; RHODES et al., 2009). Todavia, ao verificar a temperatura coletada do ambiente próximo ao ninho, verificou-se que foram coletados dados comprometidos por um duto de ar condicionado, com isso, neste caso perdeu-se a base de comparação das temperaturas, o que nos levou a inferir uma possível falha na obtenção dos dados e exclusão desta amostra.

No sexto ninho, encontrado em construção, observou-se novamente todas as fases de desenvolvimento durante a coleta dos dados. Neste, a temperatura interna do ninho superou a temperatura próxima ao ninho quase que em sua totalidade, sendo que no período de incubação, pudemos observar uma oscilação que provavelmente é causada pela presença da fêmea no ninho nos períodos noturnos, tal qual é também observado no ninho quatro.

Como esta variação é contrária ao aumento e diminuição normalmente ocorrido no decorrer do dia, é possível inferir que o ninho estava recebendo energia térmica de alguma fonte, sendo essa possivelmente a fêmea realizando a

incubação. A partir do momento que os ovos eclodiram, a temperatura interna do ninho passou a ser maior, comparativamente ao período de incubação, sinalizando uma possível interferência do calor metabólico dos filhotes no microclima do ninho, como observado também na amostra quatro.

Outro fator que pode ser considerado é o local no qual o ninho estava inserido, já que neste caso, o mesmo não tem nenhum contato com incidência solar direta, bem como uma grande proteção contra o vento, minimizando assim sua alteração de temperatura através da troca com o meio. Este fator leva a um maior controle da fêmea para com as alterações térmicas do ninho.

No sétimo ninho, encontrado em construção, podemos observar como nas outras amostras, os picos de temperatura, com os quais pudemos inferir a presença da fêmea em sua atividade de incubação. Além disso, esta amostra apresentava uma característica muito marcante, sendo esta representada pelo momento exato em que o ninho foi predado e posteriormente abandonado pelos parentais, levando a uma queda brusca de temperatura e posteriormente igualando-se ao ambiente. Isso nos leva a inferir que a atividade da fêmea dentro do ninho, bem como a presença dos ovos na câmara incubadora levou a manutenção da temperatura do microambiente do ninho.

No oitavo ninho, encontrado em construção, encontramos também todas as fases de desenvolvimento, sendo este, como apresentado nas outras amostras, dotado de oscilações de temperatura que marcaram possivelmente os períodos de incubação da fêmea, entretanto, diferindo das outras amostras, este ninho não apresentou uma diferença muito marcante de temperatura entre o período de incubação e a presença dos filhotes no ninho. Isso, possivelmente pode ter ocorrido por causa das características do ninho, que, mesmo sendo considerado e estar presente em um ambiente de construção, apresentou características muito semelhantes a um ninho de vegetação. Com isso, podemos inferir que, com sua maior exposição às trocas com o ambiente, bem como sua constituição, não permitiram um aumento muito abrupto de temperatura, bem como sua constância dentro do micro ambiente.

No nono ninho, encontrado em construção, podemos observar também os períodos em que a fêmea possivelmente estava presente no ninho no período

noturno. Nesta amostra pudemos observar também mais facilmente, o que possivelmente representa todas as visitas que a fêmea fazia no ninho durante a fase luminosa do dia, na qual observamos alguns picos de temperatura. Esta amostra também foi predada e mostrou o momento em que possivelmente os pais abandonaram o ninho e a temperatura caiu abruptamente e aproximou-se à temperatura próxima ao ninho.

6.2 Discussão do contraste entre vegetação e construção

Na avaliação comparativa dos ninhos construídos em vegetação com os ninhos construídos em edificações humanas, foi possível observar que existe uma diferença significativa no modo como a temperatura dentro e próxima ao ninho variaram. Este dado nos leva a inferir que a escolha do local de nidificação pode influenciar diretamente o microclima do ninho.

Outro ponto a ser abordado é o quanto a temperatura relacionada a esses diferentes ambientes variaram. Observou-se que, nas edificações humanas, a temperatura atinge diferenças maiores (TDN - TPN), quando comparada à vegetação, mostrando diferença significativa. Isso nos leva a inferir que o microambiente escolhido para construção do ninho (não só o ambiente no qual ele está inserido), pode influenciar em como o ninho irá se comportar junto ao ambiente no âmbito energético, ou seja, como ele realiza as trocas de energia com o mesmo, e como se comporta na sua função de retentor de energia térmica.

Levando em conta o modo como a temperatura ambiental no período do experimento variou, foi possível observar que os microambientes reagiram de maneiras diferentes, com os locais em vegetação seguindo um padrão semelhante ao ambiente e os locais em edificações humanas demonstrando padrões mais distintos do ambiente. Com isso, foi possível inferir que os ninhos presentes em vegetação podem ser mais influenciados pelo ambiente, e sua menor constância na temperatura das amostras em vegetação, pode ser explicada pelo contato direto com os fatores que possivelmente acarretam as mudanças de temperatura.

6.3 Discussão geral

É provável que existam vantagens em ambos os ambientes nos quais os ninhos são instalados, sendo grande parte dessas vantagens e desvantagens ligadas ao modo como ocorre a dinâmica da temperatura entre o ambiente, o micro ambiente e o ninho, e como o indivíduo irá responder a essas mudanças, gerando assim, possíveis alterações evolutivas ao longo do tempo.

O possível potencial de influência do microambiente no desenvolvimento do embrião e dos filhotes pode ser responsável pela escolha do local de nidificação pelos pais (WALSBERG, 1985; COLLIAS & COLLIAS, 1984); O dispêndio de energia empregado pelos pais e o sucesso reprodutivo de sua prole também tem grande influência nessa escolha.

Com as alterações no ambiente, algumas espécies podem conseguir se adaptar e continuar a nidificar e se reproduzir, podendo até encontrar vantagens em se associar com as modificações humanas, como é o caso do *T. leucomelas*, entretanto, pode haver espécies que não consigam se adaptar a essas mudanças, e assim acabem por perder cada vez mais espaço para nidificar e manter sua espécie.

7 CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos da coleta de dados dos ninhos da espécie *T. leucomelas* e comparação entre a instalação dos ninhos nos ambientes distintos de vegetação e construção humana, pode-se concluir que:

- O tamanho da prole faz com que a temperatura interna do ninho varie significativamente.
- As diferentes fases encontradas dentro do ninho apresentam influência significativa na variação de temperatura do ninho.
- A alteração de temperatura dentro do microambiente do ninho é influenciada pelo período do dia.
- A instalação do ninho em locais distintos influencia no modo como a temperatura do microclima irá variar.
- Dentre os ambientes comparados, encontrou-se diferença significativa em como a temperatura se altera, bem como o quanto ela irá se modificar, provavelmente devido ao contato direto com as intempéries e fontes de calor ou troca do mesmo, fornecidas pelo ambiente (sol, vento, chuva, etc.).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALATALO, R. V.; CARLSON, A.; LUNDBERG, A.; Nest cavity size and clutch size of Pied Flycatchers *Ficedula hypoleuca* breeding in natural tree-holes. **Ornis Scandinavica**, Estados Unidos, v.19, p.317-319, 1988.
- AR, A.; SIDIS, Y. Nest microclimate during incubation. In: DEEMING, D. C. (Ed.), **Avian incubation: Behaviour, environment, and evolution**. Oxford University Press, Oxford, UK, p. 143–160, 2002.
- ARDIA, D. R. Cross-fostering reveals an effect of spleen size and nest temperatures on immune function in nestling European Starlings. **Oecologia**, Alemanha, v.145, p. 326–333, 2005a.
- ARDIA, D. R.; PÉREZ, J. H.; CLOTFELTER, E. D. Nest Box orientation affects internal temperature and nest site selection by Tree Swallows. **Journal of Field Ornithology**. Estados Unidos, v.77, p.339–344, 2006.
- ARENDDT, J. D. Adaptive intrinsic growth rates: an integration across taxa. **The Quarterly Review of Biology**, Estados Unidos, v.72, p.149–177, 1997.
- ARENDDT, J. D.; WILSON, D. S.; STARK, E. Scale strength as a cost of rapid growth in sunfish. **Oikos**, Copenhagen, v.93, p.95–100, 2001.
- ARENDDT, J. D. Reduced burst speed is a cost of rapid growth in anuran tadpoles: problems of autocorrelation and inferences about growth rates. **Functional Ecology**, Reino Unido, v.17, p.328–334, 2003.
- AUSTIN, G. T. Nesting success of the cactus wren in relation to nest orientation. **The Condor**, Estados Unidos, v.76, p.216-217, 1974.
- AUSTIN, G. T. Behavioral adaptations of the Verdin to the desert. **The Auk**, Estados Unidos, v.93, p.245-262, abr. 1976.
- BADYAEV, A. V.; HILL, G. E.; BECK, M. L. Interaction between maternal effects: onset of incubation and offspring sex in two populations of a passerine bird. **Oecologia**, Alemanha, v.135, p.386–390, mar. 2003.
- BALDWIN, S. P.; KENDEIGH, S. C. Physiology of the temperature of birds. **Cleveland Museum of Natural History**. Ohio, Cleveland, p. 196, 1932.
- BALGOOYEN, T. G. The orientation of American Kestrel nest cavities revisited. **Journal of Raptor Research**, Estados Unidos, v.24, p.27–28, 1990.
- BARBRAUD, C.; WEIMERSKIRCH, H. Emperor penguins and climate change. **Nature**, Reino Unido, v.411, p.183–186, mai. 2001.

- BENNETT, A. F.; DAWSON, W. R. Physiological responses of embryonic Heermann's Gulls to temperature. **Physiological Zoology**, Estados Unidos, v.52, p.413-421, out. 1979.
- BILLERBECK, J. M.; LANKFORD, T. E. Jr.; CONOVER, D. O. Evolution of intrinsic growth and energy acquisition rates. I. Trade-offs with swimming performance in *Menidia menidia*. **Evolution**, Estados Unidos, v.55, p.1863–1872, 2001.
- BROMMER, J. E. Immunocompetence and its costs during development: an experimental study in blue tit nestlings. **Proceedings of The Royal Society**, Londres, v.271, p.110–113, 2003.
- BROWN, M.; DOWNS, C. T. The role of shading behaviour in the thermoregulation of breeding crowned plovers (*Vanellus coronatus*). **Journal of Thermal Biology**, Reino Unido, v.28, p.51–58, 2003.
- BURTON, N. H. K. Nest orientation and hatching success in the tree pipit *Anthus trivialis*. **Journal of Avian Biology**, Estados Unidos, v.37, p.312–317, 2006.
- BURTT, E. H.; JR., W. CHOW; G. A. BABBITT. Occurrence and demography of mites of Tree Swallow, house wren, and eastern Bluebird nests. In: LOYE, J.E.; ZUK, M. (Ed.), **Bird-parasite interactions: Ecology, evolution, and behaviour**. Oxford University Press. New York, p.104-122, 1991.
- CALDER, W. A. Temperature relationships and the nesting of the Calliope Hummingbird. **The Condor**, Estados Unidos, v.73, p.314-321, 1971.
- CALDER, W. A. An estimate of the heat balance of a nesting hummingbird in a chilling climate. **Comparative Biochemistry Physiology**. v.46A, p.291-300, 1973.
- CARVALHO, C. T. A nidificação de *Turdus l. albiventer* Spix (Passeres: Turdidae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoológica**. v.4, p.1-13, 1957.
- CHALFOUN, A. D.; MARTIN, T. E. Latitudinal variation in avian incubation attentiveness and a test of the food limitation hypothesis. **Animal Behaviour**, Estados Unidos, v.73, p.579-585, jan. 2007.
- CODY, M. L. On the methods of resource division in grassland BIRD communities. **The American Naturalist**. Estados Unidos, v.102, p.107-147, mar. 1968.
- CODY, M. L. Habitat Selection in Birds: The roles of vegetation structure, competitors, and productivity. **BioScience**. Estados Unidos, v.31, p.107-113, fev. 1981.
- COLLIAS, E. C.; COLLIAS, N. E. The development of nest-building behavior in a Weaverbird. **The Auk**, Estados Unidos, v.81, p.42-52, jan. 1964.

COLLIAS, N. E.; COLLIAS, E. C. Nest building and bird behavior. **Princeton University Press**, Princeton, New Jersey, p. 336, 1984.

CONNER, R. N. Orientation of entrances to woodpecker nest cavities. **The Auk**, Estados Unidos, v.92, p.371–374, abr. 1975.

COOK, M. I.; BEISSINGER, S. R.; TORANZOS, G. A.; RODRIGUEZ, R. A.; ARENDT, W. J. Trans-shell infection by pathogenic micro-organisms reduces the shelf life of non incubated bird's eggs: a constraint on the onset of incubation? **Proceedings of the Royal Society**. London, v.270, p.2233–2240, 2003.

COOPER, C. B.; MILLS, H. New software for quantifying incubation behavior from time-series recordings. **Journal of Field Ornithology**. Estados Unidos, v.76, p.352–356, 2005.

COOPER, C. B.; HOCHACHKA, W. M.; BUTCHER, G.; DHONDT, A. A. Seasonal and latitudinal trends in clutch size: thermal constraints during laying and incubation. **Ecology**. Estados Unidos, v.86, p.2018–2031, ago. 2005.

DAWSON, D. R.; LAWRIE, C. C.; O'BRIEN, E. L. The importance of microclimate variation in determining size, growth and survival of avian offspring: experimental evidence from a cavity nesting passerine. **OEcologia**. Alemanha, v.144, p.499–507, 2005.

DILGER, W. C. The behavior of lovebirds. **Scientific American**. Estados Unidos, v.206(1), p.88-99, 1962.

DRENT, R. H. Functional aspects of incubation in the Herring Gull. **Behaviour Supplement**. v.17, p.1-132, 1970.

DUNK, J. R.; SMITH, R. N.; CAIN, S. L. Nest-site selection and reproductive success in Common Ravens. **The Auk**. Estados Unidos, v.114, p.116–120, jan. 1997.

ELETRONICS-BASE. **Eletronics base**. 2013. Disponível em: <<http://electronicsbase.com/eSite/index.php/projects/complete-projects/127-ibutton-avr-readout-example-project-used-with-ds1990r-f5>>. Acesso em: 03 out. 2013.

ELLISON, L. N.; CLEARY, L. Effects of human disturbance on breeding of Double-Crested Cormorants. **The Auk**. Estados Unidos, v.95, p.510–517, jul. 1978.

ENVCO. **Environmental Equipment**. 2009. Disponível em: <<http://www.envcoglobal.com/catalog/product/single-parameter-instruments/tidbit-temperature-data-logger-v2.html>>. Acesso em: 03 out. 2013.

EULER, C. Descrição de ninhos e ovos das aves do Brasil. **Revista do Museu Paulista**. São Paulo, v.4, p.9-148, 1900.

FACEMIRE, C. F.; FACEMIRE, M. E.; FACEMIRE, M. C. Wind as a factor in the orientation of entrances of cactus wren nests. **The Condor**. Estados Unidos, v.92, p.1073-1075, nov. 1990.

FRANCISCO, M. R. Breeding biology of the Double-Collared seedeater (*Sporophila caerulescens*). **The Wilson Journal of Ornithology**. Estados Unidos, v.118, p.85-90, 2006.

GLOUTNEY, M. L.; CLARK, R. G. Nest-site selection by Mallards and Blue-Winged teal in relation to microclimate. **The Auk**. Estados Unidos, v.114, p.381-395, jul. 1997.

GÖTSMARK, F. The effects of investigator disturbance on nesting birds. **Current Ornithology**. Estados Unidos, v.9, p.63-104, 1992.

GRANT, G. S. Avian Incubation: Egg Temperature, nest Humidity, and behavioral thermoregulation in a hot environment. **Ornithological Monographs**. Estados Unidos, v.30, p.1-75, 1982

GUSTAFSSON, L.; NILSSON, S. G. Clutch size and breeding success of Pied and Collared fly-catchers *Ficedula spp.* in nest-boxes of different sizes. **Ibis**. Reino Unido, v.127, p.380-385, 1985.

HAFTORN, S. Egg temperature during incubation in the Great Tit *Parus major*, in relation to ambient temperature, time of day, and other factors. **Fauna Norvegica**, Serie C, Cinclus. v.6, p.22-38, 1983.

HAFTORN, S. Incubating female passerines do not let the egg temperature fall below the 'Physiological Zero Temperature' during their absences from the nest. **Ornis Scandinavica**. Estados Unidos, v.19, p.97-110, mai. 1988.

HARTMAN, C. A.; ORING, L. W. Orientation and microclimate of Horned Lark nests: the importance of shade. **The Condor**. Estados Unidos, v.105, p.158-163, 2003.

HARTMAN, C. A.; ORING, L. W.; An inexpensive method for remotely monitoring nest activity. **Journal of Field Ornithology**. Estados Unidos, v.77, p.418-424, 2006.

HATCHWELL, B. J.; RUSSELL, A. F.; FOWLIE, M. K.; ROSS, D. J. Reproductive success and nest-site selection in a cooperative breeder: effect of experience and a direct benefit of helping. **The Auk**. Estados Unidos, v.116, p.355-363, abr. 1999.

HAVERSCHMIDT, F. Notes on the nesting of *Turdus leucomelas* in Surinan. **The Wilson Bulletin**. Cidade, v.71(2), p.175-177, jun. 1959.

HOOGE, P. N.; STANBACK, M. T.; KOENIG, W. D. Nest-site selection in the Acorn Woodpecker. **The Auk**. Estados Unidos, v.116, p.45-54, jan. 1999.

IHERING, H. V. Catálogo crítico-comparativo dos ninhos e ovos das aves do Brasil. **Revista do Museu Paulista**. São Paulo, v.4, p.191-300, 1900.

INOUE, D. W. Nonrandom orientation of entrance holes to woodpecker nests in aspen trees. **The Condor**. Estados Unidos, v.78, p.101–102, 1976.

KARLSSON, J.; NILSSON, S. G. The influence of nest-box area on clutch size in some hole nesting passerines. **Ibis**. Reino Unido, v.119, p.207-211, 1977.

KERN, M. D.; COWIE, R. J. Female Pied Flycatchers fail to respond to variations in nest humidity. **Comparative Biochemistry and Physiology**. v.127A, p.113–119, 2000.

KOROL, J. J.; HUTTO, R. L. Factors affecting nest site location in Gila Woodpeckers. **The Condor**. Estados Unidos, v.86, p.73–78, fev. 1984.

KOLBE, J. J.; JANZEN, F. J. Impact of nest-site selection on nest success and nest temperature in natural and disturbed habitats. **Ecology**. Estados Unidos, v.83, p.269-281, 2002.

LACK, D. The natural regulation of animal numbers. **Oxford University Press**, Oxford, p.343, 1954.

LAW, R. Optimal life histories under age-specific predation. **The American Naturalist**. Estados Unidos, v.114, p.399–417, set. 1979.

LENINGTON, S. Predators and Blackbirds: The “uncertainty principle” in field biology. **The Auk**. Estados Unidos, v.96, p.190–192, jan. 1979.

LILL, A.; FELL, P. J. Microclimate of nesting burrows of the Rainbow Bee-eater. **Emu, Austral Ornithology**. Austrália, v.107, p.108–114, 2007.

MAJOR, R. E. The effect of human observers on the intensity of nest predation. **Ibis**. Reino Unido, v.132, p.608–612, 1990.

MARTIN, T. E.; AUER, S. K.; BASSAR, R. D.; NIKLISON, A. M.; LLOYD, P. Geographic variation in avian incubation periods and parental influences on embryonic temperature. **Evolution**. Estados Unidos, v.61, p.2558-2569, nov. 2007.

MARTIN, T. E.; ROPER, J. J. Nest predation and nest-site selection in a western population of the Hermit Thrush. **The Condor**. Estados Unidos, v.90, p.51-57, fev. 1988.

MARTIN, T. E. Life history evolution in tropical and south temperate birds: What do we really know? **Journal of Avian Biology**. Estados Unidos, v.27, p.263-271, 1996.

MARTIN, T. E. Are microhabitat preferences of coexisting species under selection and adaptive? **Ecology**. Estados Unidos, v.79, p.656–670, mar. 1998.

MARTIN, T. E. A new view for avian life history evolution tested on an incubation paradox. **Proceedings of the Royal Society B**. Reino Unido, v.269, p.309-316, 2002.

MASON, E. A. Parasitism by Protocalliphora and management of cavity-nesting birds. **The Journal of Wildlife Management**. Estados Unidos, v.8, p.232-247, jul. 1944.

MERTENS, J. A. L.. Thermal conditions for successful breeding in Great Tits (*Parus major* L.). II. Thermal properties of nests and nestboxes and their implications for the range of temperature tolerance of Great Tit broods. **Oecologia**. Alemanha, Berlim, v.28, p.31-56, 1977a

MERTENS, J. A. L. Thermal conditions for successful breeding in Great Tits (*Parus major* L.). **Oecologia**. Alemanha, Berlim, v.28, p.1-29, 1977b.

MEZQUIDA, E. T. Nidificación de ocho especies de Tyrannidae en la reserva de Ñacuñán, Mendoza, Argentina. **El Hornero**. Argentina, v.17, p.31-40, 2002.

MOLLER, A. P. Nest lining in relation to the nesting cycle in the Swallow *Hirundo rustica*. **Ornis Scandinavica**. Estados Unidos, v.18, p.148-149, 1987.

MONTEIRO, C. A. F. A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: Estudo geográfico sob a forma de atlas. **Instituto de Geografia**, Universidade de São Paulo, 129 p., 1973.

MORENG, R. E.; SHAFFER, C. S. Lethal internal temperatures for the chicken, from fertile egg to mature bird. **Poultry Science**. Estados Unidos, v.30, p.255-266, 1951.

NILSSON, S. G. The evolution of nest-site selection among hole-nesting birds: The importance of nest predation and competition. **Ornis Scandinavica**. Estados Unidos, v.15, p.167-175, out. 1984.

O'CONNOR, R. J. Nest box insulation and the timing of laying in Wytham Woods population of Great Tits *Parus major*. **Ibis**. Reino Unido, v.120, p.534-537, 1978.

OELKE, V. H.; KLOPFER, P. H. Licht als stimulationfaktor in der biotopwahl Von katzendrosseln (*Dumetella carolinensis*, Mimidae). **Journal für Ornithologie**. Alemanha, v.111, p.357-361, 1970.

ONIKI, Y. Is nesting success of birds low in the tropics? **Biotropica**. Estados Unidos, v.11, p.60-69, 1979.

ORR, Y. Temperature measurements at the nest of the Desert Lark (*Ammomanes deserti deserti*). **The Condor**. Estados Unidos, v.72, p.476-478, 1970.

QUINNEY, T. E.; HUSSELL, D. J. T.; ANKNEY, C. D. Sources of variation in growth of Tree Swallows. **The Auk**. Estados Unidos, v.103, p.389–400, abr. 1986.

RADFORD, A. N.; DU PLESSIS, M. A. The importance of rainfall to a cavity-nesting species. **Ibis**. Reino Unido, v.145, p.692–694, 2003.

RAUTER, C. M.; REYER, H.; BOLLMANN, K. Selection through predation, snowfall and microclimate on nest-site preferences in the Water Pipit *Anthus spinoletta*. **Ibis**. Reino Unido, v.144, p.433–444, 2002.

REID, J. M.; MONAGHAN, P.; RUXTON, G. D. Resource allocation between reproductive phases: the importance of thermal conditions in determining the cost of incubation. **Proceedings of the Royal Society of London B**. Reino Unido, v.267, p.37–41, 2000.

RENDELL, W. B.; ROBERTSON, R. J. Nest-site characteristics, reproductive success and cavity availability for Tree Swallows breeding in natural cavities. **The Condor**. Estados Unidos, v.91, p.875–885, 1989.

RENDELL, W. B.; ROBERTSON, R. J. Cavity-entrance orientation and nest-site use by secondary hole-nesting birds. **Journal of Field Ornithology**. Estados Unidos, v.65, p.27–35, 1994.

RHODES, B.; O'DONNELL, C.; JAMIESON, I. Microclimate of natural cavity nests and its implications for a threatened secondary-cavity-nesting passerine of New Zealand, the South Island Saddleback. **The Condor**, Estados Unidos, v.111, p.462–469, 2009.

RICKLEFS, R. E.; HAINSWORTH, F. R. Temperature regulation in nestling Cactus Wrens: The nest environment. **The Condor**. Estados Unidos, v.71, p.32–37, jan. 1969.

RICKLEFS, R. E. Sibling competition, hatching asynchrony, incubation period and lifespan in altricial birds. **Current Ornithology**. Estados Unidos, v.11, p.199–275, 1993.

ROBERT, H. C.; RALPH, C. J. Effects of human disturbance on the breeding success of gulls. **The Condor**. Estados Unidos, v.77, p.495–499, 1975.

ROBINSON, T. R.; ROBINSON, W. D.; EDWARDS, E. C. Breeding biology and nest-site selection of song wrens in central Panama. **The Auk**. Estados Unidos, v.117, p.345–354, 2000.

ROGERS, C. A.; ROBERTSON, R. J.; STUTCHBURY, B. J. Patterns and effects of parasitism by *Protocalliphora siala* on Tree Swallow nestlings. In: LOYE, J. E.; EDS, M. Z. (Ed.). **Bird-parasite interactions: Ecology, evolution, and behaviour**. Oxford University Press. New York, p.123–139, 1991.

- SARGENT, T. D. The role of experience in the nest building of the Zebra Finch. **The Auk**. Estados Unidos, v.82, p.48-61, jan. 1965.
- SHINE, R.; OLSSON, M. When to be born? Prolonged pregnancy or incubation enhances locomotor performance in neonatal lizards (Scincidae). **Journal of Evolutionary Biology**. Reino Unido, v.16, p.823-832, 2003.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 914 p.
- SKOWRON, C.; KERN, M. The insulation in nests of selected North American songbirds. **The Auk**. Estados Unidos, v.97, p.816-824, out. 1980.
- SKUTCH, A. F. Incubation and nestling periods of central American birds. **The Auk**. Estados Unidos, v.62, p.8-37, 1945.
- SKUTCH, A. F. Clutch size, nesting success, and predation on nests of neotropical birds, reviewed. **Ornithological Monographs**. Estados Unidos, v.36, p.575-594, 1985.
- SLAGSVOLD, T. Nest site preference and clutch size in the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca*. **Ornis Scandinavica**. Estados Unidos, v.18, p.189-197, set. 1987.
- TIELEMAN, B. I.; VAN NOORDWIJK, H. J.; WILLIAMS, J. B. Nest site selection in a hot desert: trade-off between microclimate and predation risk? **The Condor**. Estados Unidos, v.110, p.116-124, 2008.
- TROPPEMIR, H. Variação da estrutura da mata galeria na Bacia do rio Corumbataí (SP) em relação à água do solo, tipo de margem e do traçado do rio. **USP. Instituto de Geografia**. São Paulo, v.8, p.1-28, 1974.
- VAN BALEN, J. H. The relationship between nest-box size, occupation and breeding parameters of the Great Tit *Parus major* and other hole-nesting species. **Ardea**. Holanda, v.72, p.163-175, 1984.
- VAN RIPER, C.; KERN, M. D.; SOGGE, M. K. Changing nest placement of Hawaiian Common Amakihi during the breeding cycle. **The Wilson Bulletin**. Estados Unidos, v.105, p.436-447, set. 1993.
- VERBOVEN, N.; ENS, B. J.; DECHESNE, S. Effect of investigator disturbance on nest attendance and egg predation in Eurasian Oystercatchers. **The Auk**. Estados Unidos, v.118, p.503-508, 2001.
- VISSER, G. Development of temperature regulation. In: STARCK, J. M.; RICKLEFS, R. E. (Ed.). **Avian growth and development: evolution within the altricial-precocial spectrum**. Oxford University Press, Oxford, UK, p.117-156, 1998.
- VLECK, C. M. Energetic cost of incubation in the Zebra Finch. **The Condor**. Estados Unidos, v.83, p.229-237, ago. 1981.

- WACHOB, D. G. A microclimate analysis of nest-site selection by Mountain Chickadees. **Journal of Field Ornithology**. Estados Unidos, v.67, p.525–533, 1996.
- WALSBERG, G. E.; KING, J. R. The energetic consequences of incubation for two passerine species. **The Auk**. Estados Unidos, v.95, p.644-655, out. 1978.
- WALSBERG, G. E. The gaseous microclimate of the avian nest during incubation. **American Zoologist**. Estados Unidos, v.20, p.363–372, 1980.
- WALSBERG, G. E. Physiological consequences of microhabitat selection. In: CODY, M. L. (ed.). **Habitat selection in birds**. Academic Press, Orlando, p. 389-413, 1985.
- WEBB, D. R.; KING, J. R. An analysis of the heat budgets of the eggs and nest of the White-crowned Sparrow, *Zonotrichia leucophrys*, in relation to parental attentiveness. **Physiological Zoology**. Estados Unidos, v.56, p.493–505, out. 1983.
- WEBB, D. R. Thermal tolerance of avian embryos: a review. **The Condor**. Estados Unidos, v.89, p.874–898, nov. 1987.
- WESTMORELAND, D.; BEST, L. B. The effect of disturbance on Mourning Dove nesting success. **The Auk**. Estados Unidos, v.102, p.774–780, out. 1985.
- WHITE, F. N.; KINNEY, J. L. Avian incubation. **Science**. Estados Unidos, v.186, p.107-115, 1974.
- WIEBE, K. L. Microclimate of tree cavity nests: is it important for reproductive success in Northern Flickers? **The Auk**. Estados Unidos, v.118, p.412–421, 2001.
- WIENS, J. A. An approach to the study of ecological relationships among grassland birds. **Ornithological Monographs**. Cidade, v.8, p.1-93, 1969.
- WILLIAMS, G. C. Natural selection, the cost of reproduction, and a refinement of Lack's Principle. **The American Naturalist**. Estados Unidos, v.100, p.687–690, 1966.
- YOM-TOV, Y.; WRIGHT, J. Effect of heating nest boxes on egg laying in the Blue Tit (*Parus caeruleus*). **The Auk**. Estados Unidos, v.110, p.95–99, jan. 1993.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Pizo Ferreira

Co-orientador: Prof. Dr. Guilherme Gomes

Aluno: Leonardo Beraldo de Souza