

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA E FARMACOLOGIA
MESTRADO EM FISIOLOGIA**

**RITMO BIOLÓGICO DA TEMPERATURA CORPORAL
EM PREGUIÇAS (*Bradypus variegatus*)**

HELANE SANTOS TITO DE OLIVEIRA

**RECIFE-PE
2007**

HELANE SANTOS TITO DE OLIVEIRA

**RITMO BIOLÓGICO DA TEMPERATURA CORPORAL
EM PREGUIÇAS (*Bradypus variegatus*)**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado em Ciências Biológicas – área Fisiologia, da Universidade Federal de Pernambuco, como parte do pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Fisiologia.

Orientador:
Prof. Dr. Carlos Peres da Costa

Co-orientador:
Prof. Dr. John Fontenele Araújo

RECIFE – PE
2007

Oliveira, Helane Santos Tito de.

Ritmo biológico da temperatura corporal em preguiças (*Bradypus variegatus*) / Helane Santos Tito de Oliveira. – Recife: O Autor, 2007.

81 folhas : il., fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Fisiologia, 2007.

Inclui bibliografia e anexo.

1. Fisiologia animal 2. Bicho preguiça (*Bradypus variegatus*) 3. Temperatura corporal – preguiças I. Título.

591.1

CDU (2.ed.)

UFPE

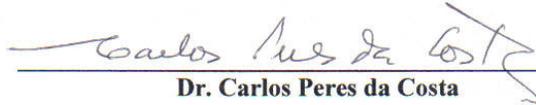
571.1

CDD (22.ed.)

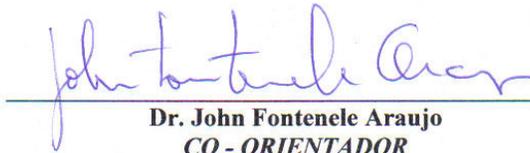
CCB – 2007-139

Helane Santos Tito de Oliveira

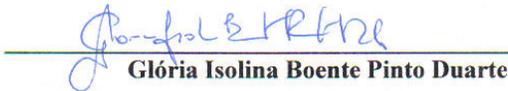
Ritmo Biológico da temperatura corporal em preguiças (*Bradypus variegatus*)



Dr. Carlos Peres da Costa
ORIENTADOR



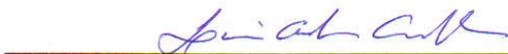
Dr. John Fontenele Araujo
CO - ORIENTADOR



Glória Isolina Boente Pinto Duarte



Carolina Virginia Macêdo de Azêvedo



Luís Carlos Carvalho

Recife

Ao meu Pai, maior incentivador da carreira acadêmica. Como Professor Universitário, sonha que eu siga seu caminho.

A minha Mãe, que sempre se faz presente na minha vida. Seus questionamentos me fazem repensar cada situação.

Aos meus irmãos, Edgar Neto e Fabiana: representam uma amizade incondicional que levarei por toda a vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Peres da Costa, pela orientação desse trabalho e pelos conhecimentos transmitidos, que contribuíram de forma significativa para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. John Fontenele Araújo, pelas sugestões relacionadas, ao uso do iButton[®], e a análise cronobiológica da temperatura corporal da preguiça *Bradypus variegatus*.

A Profa. Dra. Denia Palmeira Fittipaldi Duarte, pela amizade, carinho e pelos valiosos incentivos no campo pessoal e profissional. A sua visão crítica foi fundamental na apresentação final dessa dissertação.

Ao Prof. Dr. Luis Carlos Carvalho, por despertar o interesse pela Fisiologia e por me apresentar ao Prof. Dr. Carlos Peres, influenciando diretamente a decisão de fazer a seleção do Mestrado em Fisiologia na UFPE.

A Profa. Dra. Carolina Virgínia de Macedo Azevedo, por fornecer o sensor de temperatura, utilizado na primeira etapa dos experimentos.

Ao Prof. Dr. Valdir Luna, pela ajuda na análise estatística, e com informações sobre o comportamento da preguiça *Bradypus variegatus*.

Aos Professores do Departamento de Fisiologia e Farmacologia, pelos conhecimentos transmitidos nas disciplinas.

Aos inesquecíveis amigos: Eduardo Magalhães, Fátima Daniela, Hudson Andrewes e Francimar Ferrari, muito importantes, antes e durante essa jornada.

As amigas do Laboratório de Fisiologia Cardio-Pulmonar (LFCP): Cristina Belchior, Bruna Maggi, Luana Neri e Daniela Bezerra, pela ajuda, na coleta de dados e elaboração final dessa dissertação.

Aos estudantes da Pós-Graduação em Psicobiologia da UFRN: Sebastião Pacheco, Fabiana Barbosa, que contribuíram, com valiosas experiências, para a elaboração final dessa dissertação.

As alunas do Mestrado em Fisiologia da UFPE, em especial: Ana Paula, Carine Wisiolek, Andréa Rolim, Thais Josy, Marina, Priscila Passos e Manuela Batista do Mestrado em Nutrição, pela troca de conhecimentos nas disciplinas, e nos Laboratórios do Departamento de Fisiologia e Farmacologia.

Aos Monitores do LFCP: Thiago Fraga, Múcio Leôncio, Eduardo Pimentel, Daniel Henrique e Marcelo Patriota: pela amizade, carinho e momentos de descontração, proporcionados no LFCP.

As “meninas do pensionato”: Ana Paula, Déborah, Danielle, Adriana (PE), Karlla, Jussara, Micheline, Sara, Adriana (BA), Danuza, Camilla (MA), Zuely e Rita de Cássia, pelas longas conversas e momentos de descontração, especialmente, durante o jantar, muito importante, para quem está longe da família.

Aos funcionários do Departamento de Fisiologia e Farmacologia: Edvaldo, Solange, Márcio e Valéria, pela disposição, atenção e auxílio sempre que precisei.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal e do Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado. Foi fundamental na realização dessa Pós-graduação.

Ao IBAMA, que forneceu a licença para a realização desse trabalho, e disponibilizou as preguiças *Bradypus variegatus*.

As preguiças *Bradypus variegatus*, que, individualmente, enriqueciam a observação, e despertava o interesse em compreender a sua fisiologia.

Enfim, agradeço a todos, que ao longo desses dois anos fizeram parte de minha vida, contribuindo, direta ou indiretamente, com esse trabalho, com meu crescimento pessoal e profissional, e/ou fazendo o meu dia-a-dia, mais rico e alegre!

"Todos os dias, Deus nos dá um momento em que é possível mudar tudo que nos deixa infelizes. O instante mágico, é o momento em que um 'sim' ou um 'não' pode mudar toda a nossa existência".

Mahatma Gandhi

"Não somos o que deveríamos ser; não somos o que iremos ser. Mas graças a Deus, não somos o que eramos".

Martin Luther King

RESUMO

As preguiças são mamíferos heterotérmicos que apresentam a Temperatura Corporal (TC) média em torno de 33°C e respostas comportamentais, possivelmente, relacionadas ao ciclo Claro-Escuro (CE) e a temperatura ambiente. Estudos não são conclusivos quanto à ritmicidade biológica da TC durante 24h. O objetivo desse trabalho foi caracterizar o ritmo biológico da TC em preguiças *Bradypus variegatus* submetidas a diferentes condições de iluminação. Um sensor de temperatura iButton[®] DS1921G-F5, com frequência de amostragem de 30min, foi implantado, subcutaneamente na parede abdominal de 7 preguiças adultas, 6 machos e uma fêmea (3,63±0,55Kg). Paralelo ao registro da TC, foi realizada coleta, a cada 30min, dos comportamentos motivacionais, de atividade e de repouso. Os animais foram mantidos numa sala de experimentação, com isolamento térmico (24°C), acústico e iluminação artificial, que a submetia a um protocolo de 15 dias sob: ciclo CE (12:12h, luzes acesas às 06:00h), Claro-Constante (CC) e Escuro-Constante (EE), 5 dias em cada condição. Os parâmetros ritmométricos foram determinados pelo método COSINOR ($p < 0,05$) e o período, pelo Periodograma de Sokolove-Bushell. A TC de *Bradypus variegatus* mostrou ritmicidade circadiana, estatisticamente significativa, com valor médio ($X \pm DP$) de 32,81±0,19°C, amplitude de 0,28±0,13°C, e acrofase ocorrendo aproximadamente às 23:00h. O período (τ) da TC foi 21:52h±59min, durante a condição CC e 23:18h±36min, durante a condição EE. A TC apresentou aumentos, estatisticamente significativos, durante os comportamentos Alimentar (AL) e Deslocar (DS). A temperatura corporal de preguiças *Bradypus variegatus*, sob temperatura ambiental constante, apresenta ritmicidade circadiana, com acrofase ocorrendo na fase escura do ciclo CE. Os animais com maior massa corporal apresentaram as maiores amplitudes da temperatura corporal. O ritmo circadiano da TC é gerado endogenamente, e não depende dos comportamentos AL e DS. O aumento do τ da TC, com o CC, e a diminuição, com o EE, comprovam que a preguiça é um animal noturno.

Palavras-chave: Preguiças, temperatura corporal, ritmo circadiano.

ABSTRACT

Sloths are heterothermal mammals showing a mean Body Temperature (BT) of around 33°C, and behavioral responses possibly related with the light-dark cycle (LD) and ambient temperature. Reports on studies regarding BT rhythmicity during the 24h period are inconclusive. The aim of the present study was to characterize the biological rhythm of BT in *Bradypus variegatus* sloths under different lighting conditions. A temperature sensor (iButton® DS 1921G-F5), with a sample rate of 30 min, was implanted subcutaneously in the abdominal wall of 7 adult sloths, 6 males and 1 female (3,63±0,55Kg). Simultaneous to BT data collection, motivating, activity and resting behavior was observed, every 30min. The animals were kept in an experimental room with acoustical and thermal isolation (24°C) and artificial lighting, and submitted to a protocol of 15 days under: light-dark cycle (LD – 12:12h, lights on at 6:00h), constant light (LL) and constant darkness (DD), 5 days under each condition. The rhythmometric parameters were determined by the COSINOR technique ($p < 0,05$), and the period was determined by the Sokolove-Bushell periodogram. BT showed statistically significant circadian rhythmicity, with MESOR ($X \pm DP$) of 32,81±0,19°C, amplitude of 0,28±0,13°C, and acrophase occurring approximately at 23:00h. The BT period (τ) was 21:52h±59 min, in LL and 23:18h±36 min, in DD. BT showed statistically significant increase during feeding (FD) and dislocation (DS) behavior. The BT of the *Bradypus variegatus* sloths under constant ambient temperature, shows circadian rhythmicity, with acrophase occurring at the dark phase of LD cycle. The animals with the biggest body weight, had the highest BT amplitudes. The BT circadian rhythm is endogenous and does not depend on FD and DS behavior. The rise of τ , with LL, and reduction, in DD, prove that the sloth is a nocturnal animal.

Key-words: Sloths, body temperature, circadian rhythm

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo para explicar o setpoint de regulação da temperatura por uma rede sináptica de neurônios hipotalâmicos	16
Figura 2. Diagrama da organização centro-superfície e conexões do Núcleo Supraquiasmático.....	20
Figura 3. Representação gráfica de uma série temporal, da curva cosseno ajustada pelo COSINOR, e dos principais parâmetros rítmicos.....	22
Figura 4. Classificação taxonômica das preguiças.....	23
Figura 5. Fotografia da preguiça de três dedos, <i>Bradypus variegatus</i>	24
Figura 6. Distribuição das espécies do gênero <i>Bradypus</i> , nas Américas Central e do Sul.....	24
Figura 7. Sala de Experimentação (SE)	30
Figura 8. Componentes do sistema de aquisição da temperatura corporal.....	31
Figura 9. Comparação do registro do sensor de temperatura 65000000157E73 versus Termômetro de mercúrio.....	37
Figura 10. Actograma e forma de onda representativos da temperatura corporal da PG02 <i>B.variegatus</i>	40
Figura 11. Actograma e forma de onda representativos da temperatura corporal da PG04 <i>B.variegatus</i>	41
Figura 12. Registro da temperatura corporal (TC) e dos comportamentos: a.deslocar, b. alimentar, obtido na preguiça <i>B.variegatus</i> do Padrão 1 (PG04), durante quinze dias, no ciclo Claro-Escuro, e nas condições Claro Constante e Escuro Constante.....	45
Figura 13. Registro da temperatura corporal (TC) e dos comportamentos: a.deslocar, b. alimentar, obtido na preguiça <i>B.variegatus</i> do Padrão 2 (PG01), durante dez dias, no ciclo Claro-Escuro, e nas condições Claro Constante.....	46

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Dados de identificação e valores individuais e médios do peso corporal e da temperatura retal de preguiças *Bradypus variegatus* no início e após quatro semanas. ... 36
- Tabela 2.** MESOR, Acrofase, Amplitude e Porcentagem Rítmica (%R) para a temperatura corporal avaliados pelo teste COSINOR em preguiças *Bradypus variegatus*, submetidas a ciclo Claro-Escuro por cinco dias. 38
- Tabela 3.** Valores Máximo e Mínimo da temperatura corporal de preguiças *Bradypus variegatus*, nas condições Claro-Escuro (CE), Claro-Constante (CC) e Escuro-Constante (EE) por cinco dias..... 39
- Tabela 4.** Períodos estatisticamente significativos para a temperatura corporal de *B. variegatus* nas condições Claro Constante (CC) e Escuro Constante (EE), obtidos pelo periodograma de Sokolove/Bushell ($p < 0,05$). 39
- Tabela 4.** Porcentagem de Ocorrência dos Comportamentos “Urinar” (UR), “Posição Habitual” (PH), “Repouso no Chão” (RC), “Repouso no Galho” (RG) “Movimentos Corporais” (MC), “Defecar” (DE), “Coçar” (GR), “Alimentar” (AL), “Deslocar” (DS) obtidos nas preguiças *Bradypus variegatus* avaliadas, durante o ciclo Claro-Escuro (CE), Claro Constante (CC) e Escuro-Constante (EE). 42
- Tabela 5.** Acrofases dos comportamentos alimentar e deslocar, e da temperatura corporal (TC) das preguiças *B. variegatus* submetidas ao ciclo Claro-Escuro (CE), por cinco dias, avaliadas pelo teste COSINOR ajustado para 24h..... 43
- Tabela 6.** Períodos estatisticamente significativos para os comportamentos alimentar (AL) e deslocar (DS) de preguiças *B. variegatus* obtidos, nas condições (cinco dias em cada) Claro Constante (CC) e Escuro Constante (EE), pelo periodograma de Sokolove/Bushell ($p < 0,05$). 44
- Tabela 7.** Médias da temperatura corporal de preguiças (*B. variegatus*), antes e após os comportamentos deslocar e alimentar, nas três condições estudadas: Claro-Escuro (CE), Claro Constante (CC) e Escuro Constante (EE). 45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ϕ	Acrofase
ω	Frequência angular
τ	Período
A	Amplitude
AL	Alimentar
C	Neurônio efector de conservação de calor
CC	Claro Constante
CE	Claro Escuro
DE	Defecar
DFE	Departamento de Fisiologia e Farmacologia
DS	Deslocar
EE	Escuro Constante
EEG	Eletroencefalograma
FC	Frequência Cardíaca
FIG	Folheto Intergeniculado
$f_{(i)}$	Valor da variável biológica
FR	Taxa de disparo de cada neurônio
GR	Coçar
I	Neurônio insensível a temperatura
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
LFCP	Laboratório de Fisiologia Cardiopulmonar
MB	Corpo Mamilar
MC	Movimentos Corporais
MESOR	Midline Estimating Statistic of Rhythm
NPY	Neuropeptídeo Y
NR	Núcleo da Rafe
NSQ	Núcleo Supraquiasmático
OC	Quiasma Óptico
PH	Postura Habitual
RC	Repouso no Chão
RG	Repouso no Galho
SE	Sala de Experimentação
SO	Sala de Observação
SP	Neurônio do Corno Espinhal
T_{ci}	Temperatura crítica inferior
T_{cs}	Temperatura crítica superior
$t_{(i)}$	Instante em que a variável biológica foi medida
TRH	Tracto Retino-hipotalâmico
TRP	Receptores de Potencial Transiente
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UR	Urinar
W	Neurônio sensível ao calor
w	Neurônio efector de perda de calor

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Temperatura Corporal em Mamíferos	13
1.1.1. As temperaturas corporais: central e superficial	14
1.2. A Termorregulação em Mamíferos	14
1.2.1. Regulação da produção e perda de calor	16
1.3. Ritmos Biológicos	17
1.3.1. O Relógio Biológico	19
1.3.2. Modulação Circadiana da Temperatura Corporal	21
1.3.3. Análise dos Ritmos Biológicos	22
1.4. A Preguiça <i>Bradypus variegatus</i>	23
1.4.1. Classificação taxonômica	23
1.4.2. Distribuição geográfica	24
1.4.3. Algumas características das preguiças	25
1.4.4. Termorregulação	26
2. OBJETIVOS	28
2.1. Objetivo Geral	28
2.2. Objetivos Específicos	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Animais	29
3.2. Aclimatização às Condições Experimentais	29
3.3. Estudo da Temperatura Corporal	30
3.3.1. Caracterização das condições experimentais – Experimento piloto	30
3.3.2. Programação do iButton®	31
3.3.3. Implante do iButton®	32
3.3.4. Registro da Temperatura	32
3.3.5. Retirada do iButton® e Decodificação dos sinais	33
3.4. Estudo do Comportamento	33
3.5. Análise dos Dados de Temperatura e Comportamento	35
4. RESULTADOS	36
4.1. Características dos Animais Estudados: Peso e Temperatura Retal	36
4.2. Estudo da Temperatura Corporal	37
4.2.1. Experimento Piloto	37
4.2.2. Registro da Temperatura em diferentes condições de iluminação	38
4.3. Comportamentos exibidos pelas preguiças	42
4.3.1. Relação temporal entre os Comportamentos Alimentar e Deslocar e da Temperatura Corporal em CE	43
4.3.2. Comportamentos Alimentar e Deslocar em CC e EE	44
4.4. Temperatura corporal durante os Comportamentos Alimentar e Deslocar	44
5. DISCUSSÃO	Erro! Indicador não definido.
6. CONCLUSÕES	Erro! Indicador não definido.
7. REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.
8. APÊNDICES	Erro! Indicador não definido.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Temperatura Corporal em Mamíferos

A temperatura ambiental limita a distribuição dos animais no planeta e ao mesmo tempo determina a velocidade de seus processos biológicos. A faixa de temperatura ambiental na terra é muito maior que a permitida para a vida. Em geral, a vida ocorre na faixa entre 0°C e 40°C, e a maioria dos animais vive em limites muito mais estreitos (PROSSER; BROWN, 1966).

Em muitos animais a temperatura corporal modifica-se de acordo com as variações da temperatura ambiental; são denominados pecilotérmicos ou ectotérmicos. Nesta classificação estão incluídos: répteis, anfíbios, peixes e invertebrados. Outros animais regulam a temperatura corporal em uma faixa estreita ($\pm 2^\circ\text{C}$), e são chamados homeotérmicos ou endotérmicos. Neste grupo estão incluídos os pássaros e os mamíferos (WITHERS, 1992; RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000; CAMPBELL; REECE, 2002).

Os animais endotérmicos conseguem manter estável a sua temperatura corporal central, mesmo sob flutuações da ambiental. A endotermia traz como importante vantagem, uma temperatura corporal alta e estável, que permitem adaptações, nos sistemas circulatório e respiratório, possibilitando, a esses animais, a dissipação de calor durante o desempenho de atividades intensas (JUDY, 1979; WITHERS, 1992; RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000; CAMPBELL; REECE, 2002; REFINETTI, 2005).

Algumas espécies de pequenos mamíferos e aves apresentam, em momentos de atividade, características endotérmicas, e durante o repouso, temperaturas mais baixas, acompanhando a ambiental. Essas espécies são denominadas heterotérmicas. Para não perder estoques energéticos, quando não podem se alimentar, esses animais entram em hibernação ou torpor, estado marcado pela redução da taxa metabólica e da temperatura corporal, aproximando-se, da ambiental (CAMPBELL; REECE, 2002; RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000).

Os mamíferos de ordens mais primitivas como monotremos, marsupiais e edentados, representados aqui, pela équidna, canguru e preguiça, respectivamente, possuem uma regulação limitada da temperatura corporal, e são classificados como heterotérmicos. Embora consigam manter a temperatura corporal acima da média ambiental, seus valores flutuam, de acordo com os valores máximos e mínimos do ambiente, especialmente, em

momentos de inatividade (PROSSER; BROWN, 1966; RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000).

1.1.1. As temperaturas corporais: central e superficial

Aschoff em 1956 formulou o conceito de dois componentes termorregulatórios: as temperaturas central e superficial (KRÄUCHI; WIRZ-JUSTICE, 2001). Na maioria dos mamíferos a faixa fisiológica normal para a temperatura central, está entre 37°C e 38°C (RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000).

A produção de calor no corpo é gerada, principalmente, pela atividade metabólica de órgãos internos. O coração e o cérebro correspondem a 8% da massa corporal, mas produzem 70% do calor corporal de repouso, o qual é removido para a periferia, por condução célula-a-célula e por convecção forçada através da parede vascular, para o sangue (JUDY, 1979). A circulação dissipa o calor do centro do corpo, para as regiões mais frias: as superfícies de pele distal (mãos e pés) e proximal (tronco) (ASCHOFF *apud* KRÄUCHI; CAJOCHEN; WIRZ-JUSTICE, 2005).

A temperatura superficial, sempre mais baixa que a central, tem uma estreita relação com o comportamento sono-vigília do animal. Durante o sono, a temperatura superficial das regiões mais distais, aumenta (HUIZENGA et al, 2004), ao passo que, e as temperaturas superficiais das regiões proximais, e central diminuem; durante a vigília, ocorre o inverso (KRÄUCHI; WIRZ-JUSTICE, 1994).

1.2. A Termorregulação em Mamíferos

O sistema termorregulador é formado por três componentes principais: os sensores, ou termorreceptores, o controlador central e o sistema de órgãos efetores. Existem dois tipos de termorreceptores: os centrais, localizados no hipotálamo anterior; e os periféricos, sob a pele da face, mãos, tórax e pernas (JUDY, 1979; BRIESE, 1998; HOLTZCLAW, 2001; CAMPBELL; REECE, 2002).

A temperatura corporal é mantida a poucos graus Celsius do limite superior de sobrevivência do animal, possivelmente, determinado pelo estado de desnaturação das

proteínas; e, relativamente distante do limite inferior de sobrevivência. Devido a essa assimetria térmica, a maioria dos termorreceptores centrais dispara em resposta o aumento do calor corporal (ROMANOVSKY, 2006).

Os termorreceptores periféricos são sensíveis ao frio e ao calor e os mais superficiais (abaixo da epiderme) são sensíveis, principalmente, ao frio (ROMANOVSKY, 2006). Os receptores de frio exibem atividade máxima para temperaturas em torno de 25°C e atuam na faixa de 10°C a 40°C. Já os receptores de calor apresentam atividade máxima próximo à 40°C, e faixa de atuação, aproximadamente, entre 30°C a 45°C. A maioria dos receptores periféricos é bastante ativa durante mudanças na temperatura ambiental, mas se adaptam quando ela atinge um valor estável (PROSSER; BROWN, 1966; BALDO, 1999).

Os receptores periféricos de frio estão localizados imediatamente abaixo da epiderme, enquanto que, os de calor estão localizados, mais profundamente, na derme. Existem ainda sensores, localizados no esôfago, estômago, grandes veias intra-abdominais, e outros órgãos, que respondem às mudanças da temperatura corporal central (BALDO, 1999).

Acredita-se que a termosensibilidade depende de mudanças nos potenciais de membrana dos termorreceptores. Uma classe de canais iônicos denominados Receptores de Potencial Transiente (TRP) é responsável pela detecção da temperatura. Esses canais podem ser subclassificados em seis famílias: o calor ativa as famílias TRPV1-V4, M2, M4, e M5; e o frio, as TRPM8 e A1 (ROMANOVSKY, 2006).

Os termorreceptores centrais e periféricos transmitem as informações ao controlador central, que as compara com um valor de referência. Segundo Briese (1998), a temperatura interna, a cada instante, é comparada com uma **referência “desejada”** pelo organismo: o *set-point*. Boulant (2006) explica que o *set-point* é formado por uma rede sináptica cercada por quatro diferentes tipos de neurônios hipotalâmicos (Figura 1): sensíveis ao calor, insensíveis à temperatura, efetores que produzem ganho de calor e efetores que produzem perda de calor. Os neurônios insensíveis à temperatura mantêm a frequência de disparo praticamente constante, em resposta ao aquecimento ou esfriamento local. Os sensíveis ao calor recebem aferência ascendente dos termorreceptores comparam com o nível de disparo dos neurônios insensíveis, e encaminham aos efetores específicos as respostas termorregulatórias, para impedir que a temperatura central eleve-se junto com a ambiente.

Em resumo, as informações provenientes das temperaturas periférica e central ativam mecanismos de perda ou conservação de calor, no hipotálamo. O centro da perda de calor é formado por neurônios da região pré-óptica e do hipotálamo anterior, enquanto que, o

da conservação e produção de calor é constituído por células nervosas do hipotálamo posterior (HOLTZCLAW, 2001; WILLIS, 2004).

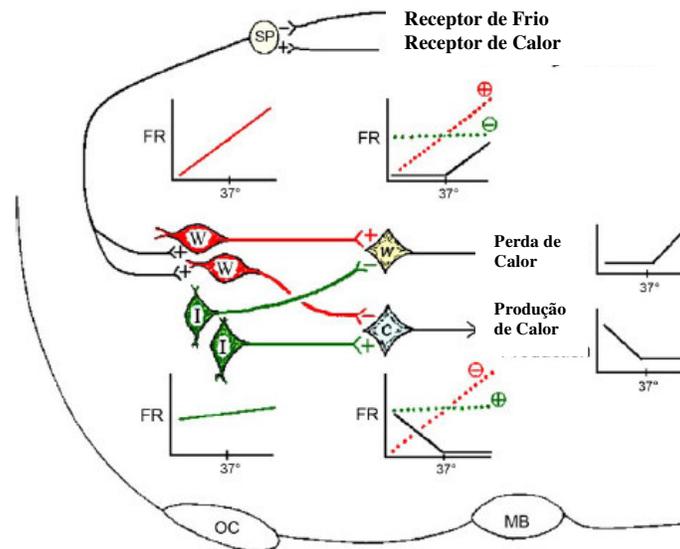


Figura 1. Modelo para explicar o setpoint de regulação da temperatura por uma rede sináptica de neurônios hipotalâmicos (W=neurônio sensível ao calor; I=neurônio insensível à temperatura; w=neurônio efetor de perda de calor; c=neurônio efetor de conservação de calor; SP=neurônio do corno espinhal dorsal; OC=quiasma óptico; MB=corpo mamilar; FR=taxa de disparo de cada neurônio). Fonte: Boulant, (2006, p.1348)

As vias eferentes que transmitem os impulsos aos efetores são: o sistema nervoso autônomo, cuja porção simpática, controla as respostas vasomotoras, e o sistema nervoso somático, que exerce o controle da função voluntária e de pequenos movimentos musculares, como àqueles associados aos calafrios (JUDY, 1979).

1.2.1. Regulação da produção e perda de calor

Para Withers (1992), os mamíferos mantêm a temperatura central, praticamente, constante regulando a produção e perda de calor. A zona de termoneutralidade corresponde a uma faixa limitada, no extremo mais elevado, pela Temperatura crítica superior (Tcs), e, no extremo mais baixo, pela Temperatura crítica inferior (Tci). Nessa região, a taxa de produção e perda de calor são iguais, e a constância da temperatura corporal é mantida, simplesmente, pelo aumento do isolamento corporal (regulação física).

A maioria dos mamíferos tropicais apresenta T_{ci} entre 20°C e 30°C, e abaixo desses valores, os mecanismos responsáveis pela produção de calor são ativados (regulação metabólica). Se a temperatura aumentar acima da T_{cs} , o isolamento da superfície corporal não é suficiente, e mecanismos de dissipação de calor, como sudorese e ofegação, são acionados para evitar o aumento da temperatura corporal (RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000).

O isolamento depende diretamente da espessura da pelagem. Dessa forma, mamíferos pequenos possuem uma pelagem curta e leve, vivem em situações climáticas específicas, ou hibernam para escapar de perdas excessivas de calor (SCHIMTD-NIELSEN, 1996; CAMPBELL; REECE, 2002). No frio, os animais endotérmicos aumentam o isolamento térmico adotando posturas mais compactas. Em ambientes aquecidos, eles dissipam calor e reduzem o isolamento térmico adotando posturas mais estendidas (MOUNT, 1979).

1.3. Ritmos Biológicos

Os eventos biológicos que apresentam uma repetição periódica são chamados ritmos biológicos. Os ritmos estão evidentes na maioria dos seres vivos: ciclos de atividade e repouso, de batimentos cardíacos, da temperatura corporal, da pressão arterial, entre outros; permitindo a adaptação dos organismos aos ciclos ambientais de luz e temperatura (MARQUES; GOLOMBEK; MORENO, 2003).

Os elementos capazes de gerar os períodos dos ritmos biológicos são chamados de marcapassos ou relógios biológicos, que se sincronizam aos fatores cíclicos ambientais, os *zeitgebers* (doadores de tempo). Destes, o mais poderoso é a alternância entre claro e escuro (AFECHÉ; CIPOLLA-NETO, 1999).

Os ritmos biológicos podem ser classificados de acordo com a frequência das oscilações biológicas, em: circadianos, ultradianos e infradianos. Os ritmos circadianos (*circa diem*), acontecem aproximadamente a cada 24 horas ($24 \pm 4h$), como por exemplo, o ritmo de atividade e repouso dos animais. Os ritmos ultradianos são aqueles que se repetem em menos de 24 horas, por exemplo os batimentos cardíacos. Os ritmos infradianos, se repetem mais de uma vez por dia, apresentando intervalos superiores a 24 horas, dentre eles o ciclo menstrual nas mulheres (HALBERG, 1960).

As três propriedades principais dos ritmos biológicos são: a persistência em condições constantes; a compensação de temperatura e a sincronização aos fatores cíclicos ambientais.

Sob condições constantes de laboratório, os ritmos biológicos persistem, ou seja, continuam a se expressar durante dias, meses, ou anos. Eles são denominados ritmos em livre-curso (*free-running*) e expressam o relógio biológico endógeno com período (τ), ligeiramente, diferente daquele em condições normais (MARQUES; GOLOMBEK; MORENO, 2003).

Para determinar o ritmo endógeno de um parâmetro fisiológico é necessário excluir todos os possíveis *zeitgebers*. As variáveis ambientais mais comumente controladas são: luminosidade e temperatura. Sob condições constantes a periodicidade dos organismos testados pode: 1) cessar, quando a variável ambiental escolhida é desfavorável (ambiente muito quente); 2) continuar, com um período exato de 24 horas, porque, possivelmente, um *zeitgeber* ainda está ativo; 3) continuar expressando-se, com um τ mais ou menos constante, e, se não existe outra periodicidade no ambiente com que o organismo possa sincronizar-se, então ela é considerada, realmente, endógena (ASCHOFF, 1960).

Na maioria das espécies o τ do relógio biológico endógeno depende da quantidade de luz. Sob condições constantes, o aumento da intensidade luminosa, reduz o τ , nas espécies diurnas, e aumenta nas noturnas. A diminuição da intensidade de luz provoca efeito inverso (ASCHOFF, 1960).

Os ritmos biológicos endógenos mostram compensação de temperatura, ou seja, poucas modificações no τ , quando submetidos às oscilações da temperatura ambiental (MARQUES; GOLOMBEK; MORENO, 2003).

A sincronização é o processo de ajuste dos ritmos circadianos pela ação dos fatores ambientais. Esse processo permite aos animais organizem suas atividades nos mesmos momentos diariamente. Dessa forma, por exemplo, os animais noturnos, possuem sua atividade na fase de escuro, enquanto que, os diurnos, na fase de claro.

A sincronização ao ciclo claro-escuro ou sincronização fótica pode ser efetuada por dois mecanismos: arrastamento ou mascaramento. Quando obtida pelo arrastamento, a luz atua diretamente sobre os osciladores biológicos, ajustando o ritmo gerado por eles (MROSOVSKY, 1999; MARQUES; GOLOMBEK; MORENO, 2003). Se a sincronização for obtida pelo mascaramento, o ajuste não atinge os osciladores biológicos, eles ocorrem pela atuação dos estímulos fóticos diretamente sobre as estruturas efetoras (ASCHOFF, 1960; MROSOVSKY, 1999).

O mascaramento é um fenômeno que possibilita ao organismo responder, instantaneamente, a um estímulo ambiental. Estes têm ação direta sobre a amplitude, nível médio e/ou forma de onda, sem modificar o τ do parâmetro fisiológico (ASCHOFF, 1960). O fenômeno do mascaramento pode ser positivo, quando o agente mascarador aumenta a expressão rítmica, ou negativo, quando essa expressão é diminuída ou mesmo suprimida (MARQUES; GOLOMBEK; MORENO, 2003).

Diferentes intensidades luminosas podem aumentar, permitir ou inibir determinados comportamentos. Gander e Moore-Ede (1983) observaram marcado aumento da temperatura corporal de primatas, imediatamente, após o acender das luzes, e diminuição, ao apagá-las.

Mrosovsky (1990) utilizou o termo Reostasia (reos = ajustável) para descrever a capacidade ajustável do organismo ao ambiente, e sugeriu os termos Reostasia Preditiva, para respostas geradas em antecipação a uma modificação periódica do ambiente; e Reostasia Reativa, para as respostas imediatas. O primeiro mecanismo é realizado pelo arrastamento a variável ambiental e, conseqüente, sincronização; e o segundo, pelo mascaramento.

1.3.1. O Relógio Biológico

A glândula pineal constitui um excelente fotorreceptor com função marcapasso em anfíbios e répteis. Nesses animais, identifica-se um conjunto de neurônios hipotalâmicos osciladores precursores do Núcleo Supraquiasmático (NSQ) do hipotálamo.

Nas aves, a ritmicidade origina-se no núcleo NSQ e a glândula pineal tem função de transdutor fotoendócrino, que modifica a taxa de secreção hormonal em resposta às mudanças da iluminação (GOLOMBEK; CARDINALI; AGUILAR-ROBLERO, 1997).

O principal marcapasso circadiano nos mamíferos situa-se no NSQ, cujos neurônios exibem padrão circadiano de metabolismo e atividade elétrica. A lesão dessas células elimina a maioria dos ritmos fisiológicos e comportamentais (RUSAK; ZUCKER, 1979; MOORE, 1983).

O NSQ está localizado no hipotálamo ventral anterior, dorsal ao quiasma óptico, rostral às comissuras supra-ópticas, e ventrolateral ao III ventrículo. Ele recebe informações sobre a luminosidade do ambiente através do Tracto Retino-Hipotalâmico (TRH), Folheto Intergeniculado (FIG) e Núcleo da Rafe (NR); o que permite sincronizar o ritmo endógeno ao ciclo claro-escuro (REUSS, 1996).

O glutamato é o principal mediador da informação fótica do TRH para NSQ. O neurotransmissor envolvido na aferência do FIG para NSQ é o Neuropeptídeo Y (NPY), possivelmente, desempenhando a função de adaptação às mudanças de fases. O NR constitui uma aferência serotoninérgica para o NSQ, provavelmente, com função de modulador das respostas do marcapasso à luz (REUSS, 1996).

O NSQ é composto por duas subdivisões anatômicas e funcionais, as regiões: central e superficial (Figura 2). A saída da região central é circadiana, e modulada pelo sinal fótico, enquanto que, a saída da região superficial reflete à da central, modulada pelas aferências não-visuais provenientes de uma grande quantidade de áreas (MOORE; SPEH; LEAK, 2002).

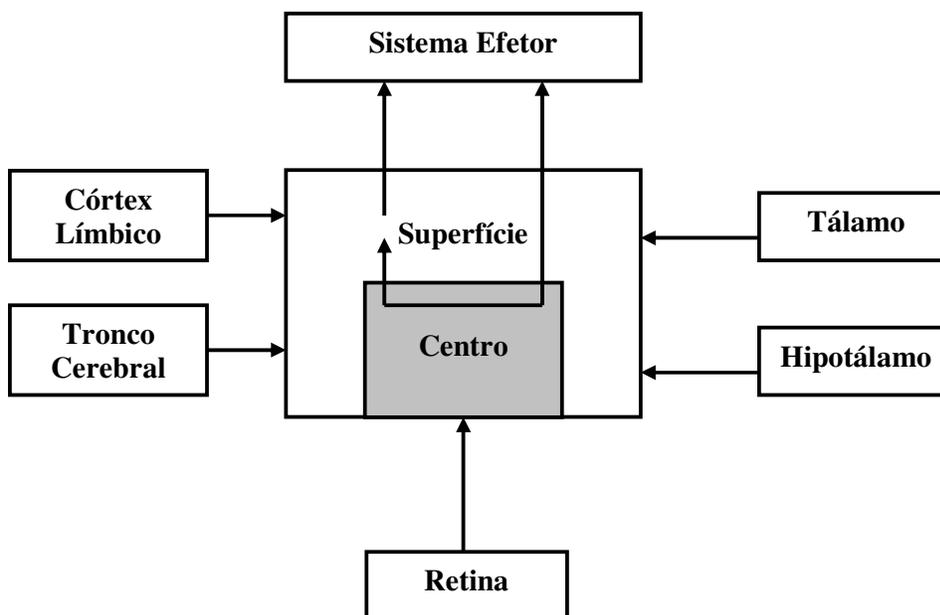


Figura 2. Diagrama da organização centro-superfície e conexões do Núcleo Supraquiasmático. Fonte: Adaptado de Moore, Speh, Leak (2002, p.96)

No NSQ, os osciladores neuronais estão acoplados para funcionar como um marcapasso, que controla uma série de sistemas efetores incluindo aqueles que regulam o ciclo de atividade-reposo, a temperatura corporal central e a função neuroendócrina. Do NSQ partem conexões eferentes para as adjacências do hipotálamo: área pré-óptica anterior, área hipotalâmica anterior; assim como, para as áreas retroquiasmática e hipotalâmicas posterior (MOORE; SPEH; LEAK, 2002). Acredita-se que esse núcleo possa sincronizar alguns ritmos, pelo arrastamento de osciladores em níveis mais baixos (RUSAK, 1989).

Os neurônios do NSQ são constituídos por um mecanismo molecular de oscilação. As transcrições do RNAm dos genes *Per* (*Period*) e de uma molécula repressora, são ativadas por dois produtos gênicos: *CLOCK* (*circadian locomotor output cycle kaput*) e *BMAL1/MOP3* (*brain and muscle ARNT-like protein 1*). A molécula repressora diminui a atividade transcricional dos produtos *CLOCK*, *BMAL1/MOP3*, no próprio núcleo. A redução do nível dessas proteínas reinicia a transcrição gênica (ALBRECHT et al, 2001; RIPPERGER, 2002).

1.3.2. Modulação Circadiana da Temperatura Corporal

O ritmo circadiano da temperatura é considerado um marcador central utilizado para testar a ritmicidade de variáveis comportamentais. Este ritmo origina-se de um sinal proveniente do NSQ para o hipotálamo anterior e área pré-óptica (REFINETTI, 2005; HOLTZCLAW, 2001; WILLS, 2004).

O sistema circadiano gera um sinal oscilatório que modula o disparo dos neurônios insensíveis ao calor, e ativa os responsáveis pela produção ou perda de calor (BOULANT, 2006). A saída integrada desses dois sistemas produz uma oscilação limitada, pelo sistema termorregulatório (REFINETTI, 2005).

A temperatura corporal central pode modificar-se de acordo com a condição luminosa. Na ausência de luz, as temperaturas periféricas, proximal e distal da pele, imediatamente, aumentam, enquanto que, a temperatura central declina levemente. Evidências sugerem uma ligação do hormônio melatonina, liberado pela glândula pineal, na ausência de luminosidade, com a regulação da temperatura corporal central (HOLTCLAW, 2001). No homem a melatonina reduz temperatura central à noite, aumenta a dissipação periférica de calor, e o fluxo nas artérias cerebrais que irrigam os centros termorregulatórios no hipotálamo (MAHLE et al., 1997; CAGANACCI et al., 1997; BURGESS et al., 2001). Acredita-se que esses efeitos são produzidos pela ativação de receptores periféricos no músculo liso vascular ou no coração (CAGANACCI et al, 1997).

Os mecanismos termorregulatórios modificam-se de acordo com o ciclo sono-vigília. No sono sincronizado, eles estão operantes, semelhante ao estado de vigília. No sono dessincronizado ocorre uma queda da termossensitividade da maioria dos neurônios e prejuízo das respostas termorregulatórias, devido à desativação de estruturas diencefálicas, e ao predomínio das romboencefálicas (PARMEGGIANI, 1990).

O ciclo de atividade-reposo provoca mudanças na amplitude e na fase gerada pelo marcapasso endógeno da temperatura corporal. Refinetti (1999) observou, estudando diferentes espécies de mamíferos, que os ritmos de atividade e temperatura corporal aumentam e alcançam a acrofase ao mesmo tempo. Castillo et al (2005) encontrou maior amplitude do ritmo da temperatura corporal, em camundongos com maior atividade locomotora.

1.3.3. Análise dos Ritmos Biológicos

A análise dos ritmos dos fenômenos fisiológicos ou comportamentais exige o processamento dos dados por métodos de análise das séries temporais. Dentre eles, existem: o método ritmométrico COSINOR, o teste Circular e o periodograma de Sokolove/Bushell.

Segundo Benedito-Silva (2003) o método COSINOR consiste em ajustar a uma função cosseno, uma série temporal de n dados medidos, de forma que:

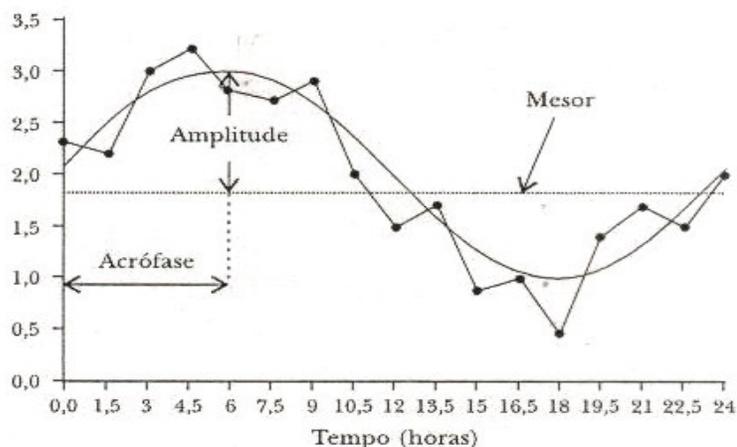


Figura 3. Representação gráfica de uma série temporal, da curva cosseno ajustada pelo COSINOR, e dos principais parâmetros rítmicos.

$$f_{(i)} = \text{MESOR} + A \cos(\omega t_i + \phi), \text{ em que:}$$

- $f_{(i)}$ é o valor da variável biológica no i -ésimo ponto da série de dados de n pontos;
- MESOR (Média Ajustada do Ritmo), é o valor médio da função cosseno em torno do qual as oscilações ocorrem;
- A é a Amplitude, ou seja, é a variação da média em relação aos valores máximo e mínimo da curva ajustada;
- ω é a frequência angular expressa em graus por unidade de tempo;

- t_i é o instante em que a variável $f_{(i)}$ foi medida;
- ϕ é a acrofase, que corresponde ao ângulo de fase do valor máximo da função cosseno, expresso em graus, ou na unidade temporal.

O teste circular ou *Rayleigh* analisa a direção e a orientação dos dados de um fenômeno cíclico. É testada a significância estatística do vetor médio, ou seja, se as acrofases observadas, estão distribuídas, uniformemente, ao longo da circunferência, ou se tem uma direção preferencial. O teste considera o comprimento do vetor médio que, em termos cronobiológicos, corresponde ao intervalo de confiança da acrofase.

O periodograma de Sokolove/Bushell identifica os períodos de oscilação de uma série temporal (dados coletados) e determina, dentre eles, aqueles estatisticamente significativos (SOKOLOVE; BUSHELL, 1978).

Na análise do ritmo circadiano da temperatura corporal as características mais comumente avaliadas são: acrofase, amplitude e período (HANNEMAN, 2001).

1.4. A Preguiça *Bradypus variegatus*

1.4.1. Classificação taxonômica

As preguiças são mamíferos Euterianos, da ordem *Edentata* (= *Xenarthra*), famílias *Bradypodidae* (gênero *Bradypus*) e *Megalonychidae* (gênero *Choloepus*), conforme Figura 3 (WETZEL; AVILA-PIRES, 1985).

As espécies, das preguiças do gênero *Choloepus*, ou preguiças-de-dois-dedos, e do gênero *Bradypus*, ou preguiças-de-três-dedos, estão apresentadas na Figura 3. A espécie *Bradypus variegatus* estudada neste trabalho pode ser observada na Figura 4.

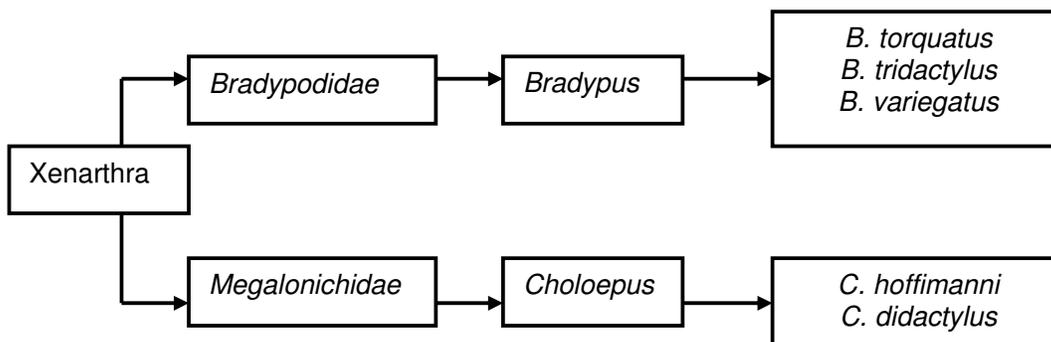


Figura 4. Classificação taxonômica das preguiças.



Figura 5. Fotografia da preguiça de três dedos, *Bradypus variegatus*.

1.4.2. Distribuição geográfica

As preguiças são encontradas nos países de clima tropical e subtropical das Américas Central e do Sul (Figura 5). A espécie *Bradypus variegatus* é, freqüentemente, encontrada no Nordeste do Brasil (WETZEL; AVILA-PIRES, 1985).

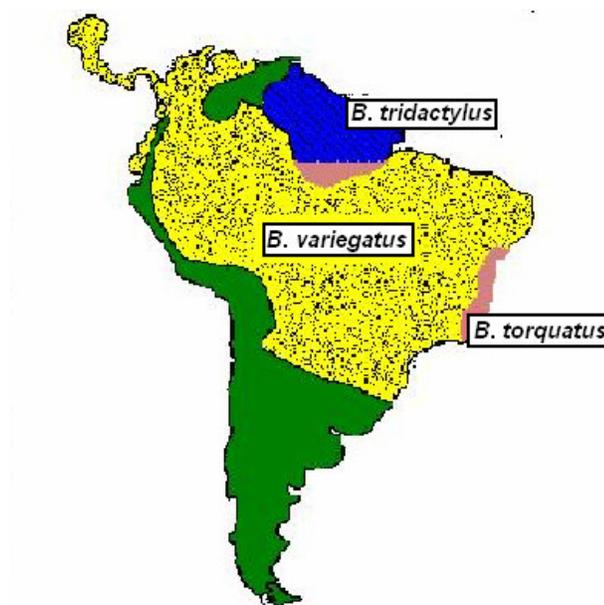


Figura 6. Distribuição das espécies do gênero *Bradypus*, nas Américas Central e do Sul. Fonte: Wetzel e Ávila-Pires (1985, p.9).

1.4.3. Algumas características das preguiças

As preguiças dos gêneros *Bradypus* e *Choloepus* apresentam pêlos longos. Em *Bradypus*, estes se encontram reforçados, na sua origem, por uma camada adicional de aproximadamente 0,05mm de diâmetro. O pêlo das preguiças estabelece uma relação simbiótica com algas, que auxiliam o isolamento térmico, ao proteger as raízes da umidade (AIELLO, 1985).

O gênero *Choloepus* possui menos pêlos e couro mais grosso que o *Bradypus*, no entanto, apresenta a mesma capacidade de isolamento, necessária ao seu baixo metabolismo. Dentre os animais tropicais estudados por Scholander et al (1950a,b), as preguiças possuem isolamento térmico semelhante aos pequenos mamíferos do ártico.

Segundo Britton e Atinkson (1938) as preguiças são pouco adaptadas a resistir a variações, ainda que moderadas, da temperatura ambiente. Esses animais possuem um dispositivo que conserva calor no centro corporal: a *rete mirabile*. É um sistema circulatório presente nos membros, constituído de numerosas artérias e veias dispostas lado a lado, onde o calor do sangue arterial é transferido para as veias através do sistema de troca de calor por contracorrente. O gradiente de temperatura no leito arteriovenoso da *rete*, soma mais que 1°C/cm, cerca de 30 vezes maior que o gradiente de temperatura sob condições normais na artéria braquial do homem (SCHOLANDER; KROG, 1957).

Howarth e Toole (1973) investigaram o ciclo (24h) de atividade do *Choloepus hoffmanni* e observaram que ele começa a mover-se após as 19:30h, e continua com a atividade elevada por duas ou três horas depois. Estudando o comportamento de preguiças *B.variegatus*, Silva (1999) observou que, isoladas em cativeiro, elas podem ser caracterizadas como noturnas, com padrão de atividade bimodal, decorrente de um pequeno surto de atividade pela manhã e um grande surto no início da noite. Amorim (2006) e Silva (2007) demonstraram que os comportamentos de atividade motora, na preguiça *B.variegatus*, ocorrem principalmente, no início da fase escura do ciclo dia/noite, e que entre eles apenas os comportamentos “movimentos corporais” e “deslocar”, apresentaram ritmo circadiano, durante o ciclo claro-escuro.

A visão da preguiça é adaptada à atividade diurna e noturna (PIGGINS; MUNTZ, 1985). Andrade-da-Costa et al (1989), estudando o gênero *Choloepus*, afirmaram que a retina tem organização vertical, e o trato visual possui alta resolução e percepção de profundidade, adaptados à vida noturna e adequados para desempenhar a função de guiar o movimento dos membros e a localização das garras nos galhos.

Moura Filho (1981) registrou o Eletroencefalograma (EEG) de *B.tridactylus*, correlacionando-o com o comportamento observado. Foi encontrado: o comportamento locomotor em 30,6% do tempo, e o comportamento dormir no tempo restante. Análise dos registros dos EEGs mostraram 56% do tempo diário, em sono leve; 10,31%, em sono profundo, e 33,95%, em vigília, evidenciando que esses animais passam 66% do tempo de sua vida diária em inatividade.

1.4.4. Termorregulação

As variações da temperatura corporal na maioria dos mamíferos primitivos são importantes do ponto de vista da evolução dos mecanismos regulatórios para manutenção de uma temperatura corporal constante. Os *xenarthras* têm baixa temperatura corporal (média 34,1°C e faixa 32,7°C a 35,5°C) enquanto que, a maioria dos mamíferos regula sua temperatura entre 36°C e 38°C (MACNAB, 1985).

Kredel (1928) observou que a temperatura aérea é o principal determinante da temperatura da preguiça *Bradypus tridactylus*, e que a atividade pode ser responsável por algumas flutuações no seu valor.

Britton e Atkinson (1938) observaram em preguiças no cativeiro, uma temperatura retal média 3°C a 4°C, mais baixa que a de outros mamíferos. Quanto às diferenças entre gêneros estudados, os autores verificaram que: a preguiça *Bradypus* é mais inerte, possuindo temperatura corporal mais baixa e uma faixa de variação maior (4°C) que a preguiça *Choloepus* (1,5°C).

Britton e Kline (1939), avaliando a temperatura retal em *Bradypus*, observaram que a exposição do animal ao sol tropical por 1-2 horas, aumentava a temperatura retal em 4-5°C e a atividade do animal em 50-100%.

Goffart (1971) mensurou a temperatura da preguiça *Choloepus hoffmanni* com um sensor de temperatura retal, por quatorze ciclos e encontrou um ritmo circadiano com valores extremos de 33,6°C a 36,2°C. As temperaturas mais baixas foram registradas entre 07:00 e 13:00h, e as mais altas, entre 18:00 e 02:00h, sem contudo, apresentarem correlação com o pico de atividade motora ou de alimentação.

Segundo Gilmore e Da Costa (1995), a temperatura corporal das preguiças *Bradypus variegatus* varia de acordo com a faixa de 30 a 34°C, sendo mais baixa nas horas

frias da noite, quando estão inativas. Esses animais são restritos a áreas tropicais, nas quais a temperatura ambiente sofre pouca variação durante o ano.

A produção de calor, necessária para manter a temperatura corporal acima da T_{ci} , é originada, principalmente, do metabolismo muscular na forma de tremor e/ou atividade. A preguiça, embora com uma grande capacidade de isolamento, que é semelhante aos de mamíferos do ártico, é ainda, o animal mais sensível à temperatura, devido ao seu baixo metabolismo (SCHOLANDER et al, 1950a,b).

A baixa taxa metabólica basal dos *Xenarthras* arbóreos pode estar diretamente relacionada à reduzida massa muscular, que constitui cerca de 25% do peso corporal, ao contrário dos 45% observados em outros mamíferos. Esta taxa metabólica parece correlacionar-se à vida arborícola do animal, que dispõe de suprimento alimentar mais acessível e constante (MACNAB, 1985, BRITTON; ATKINSON, 1938).

Sob condições laboratoriais com a temperatura da sala mantida entre 25-27°C, a preguiça *Choloepus hoffmanni* ancora-se no chão ou na forquilha e se enrola como uma bola apertada. Quando submetida a uma temperatura ambiente acima de 30°C, encosta suas costas no chão, supostamente para perder calor através da superfície corporal (ENDERS, 1940). Embora *Bradypus* também apresente comportamento similar ao *Choloepus*, até o presente não existe na literatura trabalhos avaliando como sua temperatura corporal varia nas 24h, bem como, se ela é influenciada pelo comportamento.

Considerando a temperatura corporal um dos principais indicadores da sincronização entre o relógio biológico e os estímulos externos, tais como, o ciclo claro-escuro, o conhecimento do ritmo da temperatura corporal em preguiças *Bradypus variegatus* trará dados sobre este parâmetro e abrirá novas possibilidades para o estudo da Fisiologia deste animal.

Os recentes avanços tecnológicos têm levado ao surgimento no mercado, de sistemas de identificação, monitorização e rastreamento de animais domésticos e selvagens. Um desses sistemas é o iButton® que possibilita o registro e armazenamento dos dados de temperatura de várias séries temporais, permitindo a obtenção e o estudo do perfil de variação da temperatura nesses animais. Um aspecto interessante desse sistema é que, além de ser de baixo custo, requer um pequeno procedimento cirúrgico para ser implantado subcutaneamente, causando assim, pouco desconforto e estresse mínimo ao animal.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O presente estudo teve por objetivo geral caracterizar o ritmo da temperatura corporal em preguiças (*Bradypus variegatus*), sob diferentes condições de iluminação.

2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram caracterizar:

- O ritmo da temperatura corporal exibido pelo animal, quando submetido ao ciclo claro-escuro (CE);
- O período do ritmo endógeno da temperatura corporal nas condições Claro-Constante (CC) e Escuro-Constante (EE);
- A influência do repertório comportamental exibido pelo animal, no ritmo biológico da temperatura corporal.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Animais

Este trabalho foi realizado com sete preguiças (*Bradypus variegatus*), sendo seis machos e uma fêmea (PG3), mediante autorização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Processo Nº 02019002944/2002-18, Documento Nº02019001131/06-54, e da Comissão de Ética em Experimentação Animais da UFPE Processo Nº 008378/2006-77.

Os animais que participaram do estudo apresentaram boas condições de saúde, caracterizadas pela manutenção: do peso corporal (perda não inferior a 10%, em relação ao valor inicial aferido, quando o animal foi entregue pelo IBAMA), da temperatura retal e dos comportamentos motor e alimentar, durante o período experimental, o qual durou, em média, 25 dias.

3.2. Aclimatização às Condições Experimentais

Inicialmente, para a aclimatização ao cativeiro, as preguiças trazidas ao Laboratório de Fisiologia Cardiopulmonar (LFCP) do Departamento de Fisiologia e Farmacologia (DFF) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife-PE, foram transferidas para o biotério localizado na granja Ananda, no município de Camaragibe-PE, por um período de sete dias. Durante esse período foi realizada avaliação do estado de hígidez, a partir da monitorização: do aspecto físico, da atividade motora, da alimentação e da temperatura retal. O biotério foi construído em uma área arborizada, sendo constituído por uma estrutura de alvenaria de 1m de altura e 1m de tela de aço galvanizado, que proporcionava aos animais, condições de ventilação e iluminação adequadas. O piso, revestido de cimento e areia, possui no centro, um tronco de madeira com galhos, nos quais os animais podiam se manter sentados ou suspensos.

Após o período de aclimatização, as preguiças foram trazidas para Sala de Experimentação (SE), localizada no LFCP, e mantidas na mesma por três dias, antes do início da coleta de dados.

A SE (Figura 6) mede aproximadamente 13,5m², possui isolamento térmico (24°C) acústico e iluminação artificial. Em uma de suas paredes existe um visor unidirecional,

que permite a observação do animal na sala anexa, denominada de Sala de Observação (SO), local onde os pesquisadores registravam, em uma tabela (APÊNDICE A), os comportamentos apresentados pelo animal durante o período experimental. No centro da SE havia um tronco de madeira bifurcado, medindo cerca de 1,5m de altura, onde os animais podiam adotar suas posturas mais comuns (suspensa, sentada, cabeça para baixo, entre outros). Reservatórios com água e folhas frescas de embaúba foram colocados próximo à base do tronco.

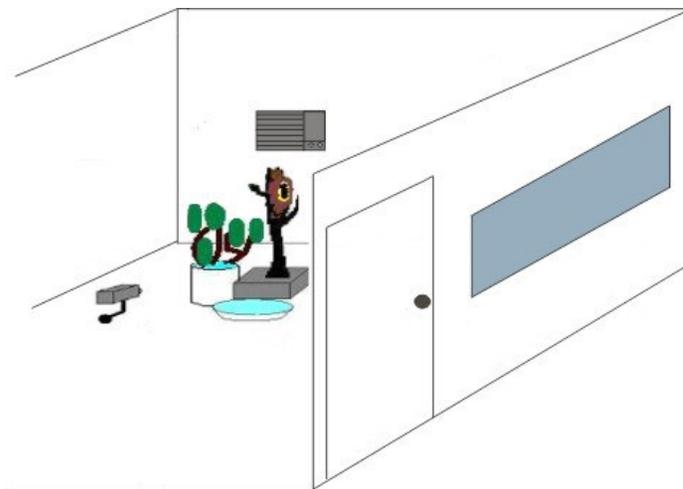


Figura 7. Sala de Experimentação (SE)

3.3. Estudo da Temperatura Corporal

3.3.1. Caracterização das condições experimentais – Experimento piloto

Inicialmente, com o objetivo de caracterizar as condições a serem adotadas no presente trabalho, foi realizado um experimento piloto em um animal macho, que atendia as condições preliminares de aclimatação ao biotério (item 3.2.), e que tinha permanecido por dez dias na SE. Este animal havia participado, no Laboratório de Fisiologia Cardiopulmonar (LFCP), do Departamento de Fisiologia e Farmacologia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, de um estudo biotelemétrico de medida da Pressão Arterial e estava aclimatizado à condição CC. Nele foi implantando o iButton®, já programado, conforme descrito, a seguir, nos itens 3.3.3. e 3.3.2, respectivamente. Três dias após o implante do sensor, o comportamento e a temperatura corporal do animal foram avaliados na condição CC, por mais cinco dias.

Após cinco dias de registro, o iButton® foi retirado e os dados de temperatura, processados. Esse experimento possibilitou determinar: a) que o tempo necessário para a recuperação do animal ao implante foi de 48 horas; b) que a melhor frequência de amostragem dos dados foi de uma coleta a cada 30 minutos; e c) as condições de aquisição da temperatura, no que diz respeito ao funcionamento do sensor, por meio do teste de acurácia do iButton®, em banho-maria com a temperatura da água na faixa de aquisição da temperatura corporal do animal (28° a 35°C), e posterior comparação destes valores, com um termômetro de mercúrio.

3.3.2. Programação do iButton®

Para aquisição dos dados de temperatura corporal em preguiças (*B.variegatus*), foi realizada a programação do iButton® DS 1921G – F5 (iButton®, Maxim Integrated Products, Inc., Sunnyvale, CA, USA, Figura 7), um sensor de temperatura que mede, aproximadamente, 16 mm de diâmetro por 6,25mm de altura, com peso de 3,1 g. Essa etapa foi realizada acoplando o sensor ao receptor DS1402D-DR8 Blue Dot (iButton®, Maxim Integrated Products, Inc., Sunnyvale, CA, USA), e este, ao adaptador DS 9490R 1-Wire® (iButton®, Maxim Integrated Products, Inc., Sunnyvale, CA, USA), o qual encontrava-se conectado, diretamente, à porta USB de um computador compatível com o IBM/PC.

O iButton® coleta as informações da temperatura e as armazena em uma memória interna (DAVIDSON et al, 2003). O *software* iButton Viewer 32® foi utilizado como interface para definir as condições de aquisição de temperatura, como: datas e horários do início e do término da coleta, bem como a frequência de amostragem. O iButton® dispõe de uma memória que pode estocar 2048 pontos, trabalhando na faixa de -20 a +85°C, com resolução de 0,5°C, que na frequência de amostragem escolhida, totalizava 42,7 dias.



Figura 8. Componentes do sistema de aquisição da temperatura corporal: a) iButton®; b)Receptor DS1402D-DR8 Blue Dot; c) Adaptador DS9490R.

3.3.3. Implante do iButton®

Para o implante do iButton®, o animal foi fixado à mesa cirúrgica em decúbito dorsal, e, após tricotomia da região abdominal e limpeza com álcool iodado, procedeu-se à anestesia local com cerca de 2mL de Xylestesin® (Cloridrato de lidocaína a 2%, sem vasoconstritor, Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos Ltda., Itapira-SP, Brasil). Usando técnicas de assepsia do ambiente e do material cirúrgico, a preguiça foi submetida ao procedimento de implante do sensor. Para isso, a dois centímetros acima da cicatriz umbilical foi feita uma incisão transversal de cerca de 3cm na parede abdominal, seguida da divulsão dos tecidos subcutâneos para obtenção de uma cavidade, tendo-se o cuidado de preservar o peritônio. O interior da cavidade foi lavado com solução fisiológica a 0,9% estéril, seguida da aplicação de Rifocina (rifamicina sódica 10mg/ml, Aventis, São Paulo-SP, Brasil). O iButton® esterelizado foi implantado nesta cavidade, com posterior sutura da pele. A região suturada foi recoberta por um curativo de gaze e esparadrapo, ficando protegida da ação do animal. Cobertura antibiótica sistêmica com dose única (0,1mL/3Kg) do Multibiótico Pequeno Porte® (benzilpenicilina benzatina – 600.000UI, Vitalfarma, São Sebastião do Paraíso/MG, Brasil) foi administrada. Após, 48 horas, foi iniciado o registro da temperatura corporal.

3.3.4. Registro da Temperatura

Seis preguiças (*Bradypus variegatus*), cinco machos e uma fêmea, aclimatizadas a SE e com o sensor de temperatura implantando, foram submetidas individualmente, a ciclo CE (12:12h, luzes acesas as 06:00h), durante cinco dias. Com o objetivo de induzir o livre-curso, no sexto dia, os animais foram submetidos a condição CC (24h) e permaneceram nessas condições por mais cinco dias, totalizando dez dias de registro. Após esse procedimento, três animais foram submetidos, a condição EE, por mais cinco dias (24h), totalizando nestes, quinze dias de registro.

Durante todo período de coleta de dados, e com os animais sob livre movimentação e monitorados na SE, foram oferecidas água e folhas frescas de embaúba (*Cecropia sp*) *ad libitum*, as quais foram trocadas diariamente em horário fixo e pré-determinado (ao meio-dia).

3.3.5. Retirada do iButton® e Decodificação dos sinais

Ao final de dez dias de coleta de dados, para quatro preguiças e quinze dias, para três, os animais foram novamente fixados à mesa cirúrgica, para retirada do sensor de temperatura, mediante anestesia local com cerca de 2mL de Xylestesin®, usando técnicas de assepsia do ambiente e do material cirúrgico.

No local da sutura, foi realizada uma nova incisão de aproximadamente 3cm e, após divulsão dos tecidos, o iButton® foi retirado da região abdominal subcutânea. Após lavagem da cavidade com solução fisiológica a 0,9% e aplicações de Rifocina, a pele foi novamente suturada, sendo recoberta por um curativo de gaze e esparadrapo. O animal recebeu outra cobertura antibiótica sistêmica em dose única de 0,1mL/3Kg do Multibiótico Pequeno Porte® (benzilpenicilina benzatina – 600.000UI, Vitalfarma, São Sebastião do Paraíso/MG, Brasil), e, após uma semana de recuperação na SE do LFCP, e retirada dos pontos, foi libertado nas matas de Aldeia, no município de Camaragibe-PE, ou devolvido ao IBAMA (conforme a orientação desse órgão).

Após ser retirado do animal, o sensor de temperatura foi imerso em banho para efetuar o teste de acurácia. Seus valores de temperatura foram comparados com os de um termômetro de mercúrio Enviro-Safe (H-B Instrument Company, USA) com acurácia de 0,5°C. Os dados de temperatura, registrados no iButton®, foram transferidos para um computador por meio de seu acoplamento ao receptor DS1402D-DR8 Blue Dot, o qual estava conectado ao adaptador DS 9490R 1-Wire® e este, por sua vez, à porta USB do computador. Os dados foram lidos pelo programa iButton Viewer 32®, salvos como arquivos de texto e transferidos para planilhas do Microsoft Excel 2003.

3.4. Estudo do Comportamento

Concomitante ao registro de temperatura, foi efetuada a coleta dos dados comportamentos exibidos pelo animal. O protocolo de avaliação comportamental foi definido de acordo com os estudos de Fadda (1990), Silva (1999) e Duarte (2000), sendo assim:

- ALIMENTAR (AL): quando o animal procura o alimento e o direciona a boca, o mastiga e o deglute;
- COÇAR (GR): o animal passa os dedos de quaisquer um dos membros em qualquer área do corpo, em batidas rítmicas, rápidas e curtas;

- DEFECAR (DE): o animal expele material fecal;
- URINAR (UR): o animal expele urina;
- DESLOCAR (DS): o animal move-se pelo menos 20cm ao longo dos galhos de madeira, no tronco ou no solo;
- MOVIMENTO CORPORAL (MC): o animal mostra qualquer movimento corporal não especificado;
- POSIÇÃO HABITUAL (PH): o animal apresenta os membros anteriores fletidos e agarrados ao galho, sentado no chão ou forquilha, com o tronco ereto e os membros anteriores cruzados por diante do peito e a cabeça mergulhada entre estes;
- REPOUSO NO GALHO (RG): animal permanece imóvel, suspenso no galho ou na forquilha;
- REPOUSO NO CHÃO (RC): animal permanece imóvel, no solo, em qualquer postura;

O registro dos comportamentos foi realizado, mediante observação, a partir do visor unidirecional existente na SO, da frequência de ocorrência dos comportamentos dos animais na SE. O padrão comportamental foi avaliado por meio de janelas de observação instantâneas, intervaladas por trinta minutos. As observações foram realizadas por dois pesquisadores diferentes, previamente treinados para identificação dos padrões comportamentais. Cada comportamento observado foi assinalado em uma tabela; construída para reproduzir o etograma do animal (APÊNDICE A).

A coleta de dados da fase escura foi realizada por uma micro-câmera da marca Zetro, (São Paulo, Brasil), que filma em preto e branco e com sensibilidade de 0,05 lux. As imagens foram capturadas por uma placa de vídeo All-in-Wonder Pro (ATI Technologies INC., Ontário, Canadá, 1999), utilizando o *software* ATI All-in-Wonder PRO, sob interface do Windows 98. Os vídeos foram armazenados como arquivos de extensão ATI, no disco rígido de um computador compatível com IBM/PC, para análise por meio do software NERO Show Time (Nero, AG, Karlsbad, Germany, 2004). Como a aquisição da imagem foi contínua, os comportamentos foram registrados por meio de seleção da imagem a cada trinta minutos.

Os valores da temperatura corporal, registrados a cada trinta minutos, foram correlacionados com o etograma do animal, obtido na mesma frequência de amostragem.

3.5. Análise dos Dados de Temperatura e Comportamento

As planilhas geradas no Microsoft Excel 2003 foram submetidas ao *software* El Temps versão 1.209 (DIEZ-NOGUERA, 1999), e as comparações de médias foram realizadas pelo programa SPSS versão 8,0, sob interface do Windows XP, para determinação dos cálculos estatísticos.

Os cálculos do MESOR, das acrofases, dos desvios padrão e das porcentagens rítmicas (%R) dos dados de temperatura e comportamento foram realizados pelo método do COSINOR, para o período de 24h ($p < 0,05$) na condição de CE. Os parâmetros obtidos foram considerados desde que a %R fosse maior que 15% (ENRIGHT, 1989; MIKULECKY, 1991). O cálculo dos períodos (τ) nas condições de CC e EE foi realizado por meio do periodograma de Sokolove/Bushell.

Análise dos valores alcançados pela temperatura corporal, durante as ocorrências dos comportamentos, nas condições de CE, CC e EE, foram determinados para cada animal da seguinte forma: 1) localização dos momentos de ocorrência dos comportamentos em cada ciclo; 2) identificação do valor de temperatura imediatamente anterior ao início do comportamento; 3) identificação do maior valor de temperatura atingido durante o comportamento; 4) média dos valores de temperatura obtidos antes e depois do comportamento em cada ciclo.

A análise estatística dos dados de temperatura foi realizada por meio das seguintes técnicas de estatística descritiva: média e desvio padrão (DP), intervalo de confiança a 95% e valores mínimo e máximo. A verificação das hipóteses de normalidade dos dados, e da igualdade de variâncias foram realizadas através dos testes de Kolmogorov-Smirnov e do teste F de Levene, respectivamente. Os dados apresentaram distribuição normal e igualdade de variâncias, possibilitando a utilização dos testes *t-Student* pareado e não pareado, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$), para a comparação das médias: dos pesos, das temperaturas retais e dos dados de temperatura corporal obtidos em diferentes condições de iluminação.

O teste de correlação de Pearson, com significância de 95% foi aplicado para comparar os dados registrados pelos sensores de temperatura e por um termômetro de mercúrio, trabalhando na mesma faixa de aquisição.

4. RESULTADOS

4.1. Características dos Animais Estudados: Peso e Temperatura Retal

A Tabela 1 mostra os valores absolutos e médios ($X \pm DP$) do peso corporal e da temperatura retal dos animais utilizados neste estudo, no início, ou seja, no dia em que as preguiças (*B.variegatus*) foram trazidas do IBAMA para LFCP/UFPE, e no final do estudo, isto é, após quatro semanas. Observa-se que, embora a maioria dos animais tenha apresentado individualmente, redução no peso corporal, quando este parâmetro foi comparado em seus valores médios inicial e final, a diferença entre eles não foi estatisticamente significativa ($p > 0,05$, teste *t de Student* pareado).

Tabela 1. Dados de identificação e valores individuais e médios do peso corporal e da temperatura retal de preguiças *Bradypus variegatus* no início e após quatro semanas.

PARÂMETRO ANIMAIS	PESO (kg)		TEMPERATURA RETAL (°C)	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
PG00*	3,75	3,50	28,5	30,0
PG01	3,65	3,40	28,0	31,0
PG02	4,65	4,50	28,0	28,0
PG03	3,70	3,60	28,5	29,0
PG04	3,25	3,85	32,0	30,0
PG05	2,80	2,60	33,0	31,0
PG06	3,80	3,85	32,0	28,0
X±DP	3,60 ± 0,6	3,60 ± 0,6	30,0 ± 2,2	29,6 ± 1,3

* Os resultados da PG00, não foram utilizados no presente estudo, apenas nesta Tabela, uma vez que eles foram obtidos no Experimento Piloto.

A temperatura retal (Tabela 1), no final do experimento, em relação aos valores iniciais, elevou-se em três animais (PG00, PG01, PG03), permaneceu a mesma em um (PG02) e reduziu-se em três (PG04, PG05 e PG06). Quando estes valores foram comparados, não houve diferença entre eles ($p > 0,05$, teste *t de Student* pareado).

4.2. Estudo da Temperatura Corporal

4.2.1. Experimento Piloto

Foram utilizados dois sensores na aquisição da temperatura corporal: os sensores 65000000157E73 e DC4F2000006B44.

A Figura 8 mostra o gráfico construído com os valores de temperatura medidos, durante o teste de acurácia do sensor 65000000157E73, comparados com os obtidos com o termômetro de mercúrio. Observa-se linearidade entre eles e coeficiente de correlação de *Pearson* de $R= 0,997$ ($p<0,05$); para o sensor DC4F2000006B44 esse coeficiente foi $R=0,998$ ($p<0,05$). Estes resultados mostraram que a aquisição da temperatura pelos dois sensores disponíveis foi fidedigna.

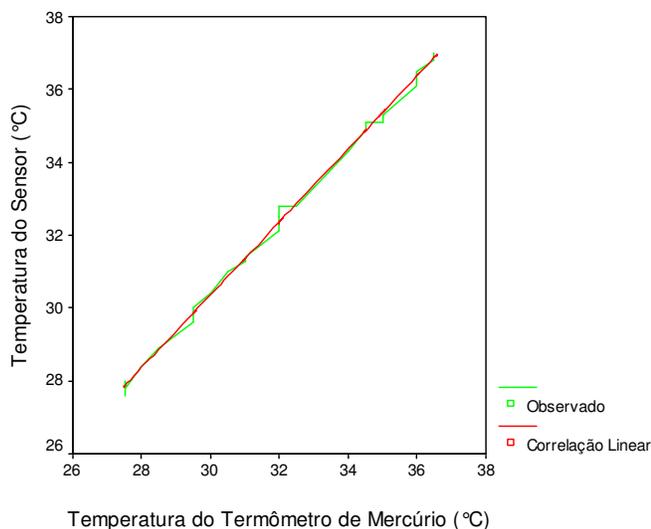


Figura 9. Comparação do registro do sensor de temperatura 65000000157E73 *versus* Termômetro de mercúrio.

O animal (PG00) utilizado no Experimento Piloto foi submetido a cinco dias de CE e dez dias de CC. Durante cinco dias em CC, apresentou faixa de variação da temperatura corporal de 31,6 a 34,9°C e um período de 20h, caracterizando uma ritmicidade circadiana ($24\pm 4^\circ\text{C}$).

4.2.2. Registro da Temperatura em diferentes condições de iluminação

A temperatura corporal das preguiças *Bradypus variegatus* apresentou ritmicidade circadiana na condição de CE, permitindo-se analisar os seguintes parâmetros: MESOR, amplitude, acrofase. A PG01 foi a única que não apresentou ritmicidade circadiana nesta condição.

A Tabela 2 apresenta as temperaturas médias (MESOR) e as amplitudes da temperatura corporal dos animais estudados, calculadas pelo teste COSINOR ($p < 0,05$), durante 24 horas por cinco dias de coleta de dados, na condição CE.

Tabela 2. MESOR, Acrofase, Amplitude e Porcentagem Rítmica (%R) para a temperatura corporal avaliados pelo teste COSINOR ($p < 0,05$) em preguiças *Bradypus variegatus*, submetidas a ciclo Claro-Escuro por cinco dias.

ANIMAIS	TEMPERATURA CORPORAL			
	MESOR (°C)	ACROFASE (h)	AMPLITUDE (°C)	%R
PG 02	32,5±0,07	20:46±01:28	0,4±0,1	99,97
PG 03	32,9±0,06	19:54±03:07	0,1±0,1	99,98
PG 04	32,8±0,07	23:54±00:55	0,4±0,1	99,98
PG 05	33,0±0,02	21:32±02:03	0,2±0,1	99,98
PG 06	32,7±0,06	07:10± 01:29	0,3±0,1	99,98
MÉDIA ±DP	32,8±0,20		0,3±0,1	

Os valores médios não foram diferentes entre os animais avaliados (intervalo de confiança a 95%). As acrofases da temperatura corporal de *B.variegatus* ocorreram, predominantemente, na fase escura do ciclo CE. Diferentemente, na PG06 esse parâmetro exibiu a acrofase na fase clara.

Quanto a amplitude, observa-se que a PG03 apresentou amplitude mais baixa quando comparadas às demais, enquanto que as PG02, PG04 e PG06 apresentaram as amplitudes mais altas. Ao comparar a Tabela 1 com a Tabela 2, observa-se que as maiores amplitudes foram encontradas nos animais com maior massa corporal.

Ao analisar a faixa de variação da temperatura corporal das preguiças nas três condições de iluminação (Tabela 3), observa-se que esse parâmetro aumentou ($p > 0,05$, teste *t de Student*, pareado) na maioria dos animais (PG02, PG03 PG04, PG05), quando submetidos à condição CC em relação a CE. As PG05 e PG06 também aumentaram a faixa de variação da temperatura corporal, quando submetidas à condição EE, em relação a CC ($p > 0,05$, teste *t de*

Student, não pareado). A média dos valores máximo e mínimo da faixa de variação da temperatura corporal das preguiças *B.variegatus* estudadas foi de 31,7 e 34,2 °C, durante o ciclo CE, 31,3 e 34,5°C, na condição CC e 30,8 e 34,3°C na condição EE.

Tabela 3. Valores Máximo e Mínimo da temperatura corporal de preguiças *Bradypus variegatus*, nas condições Claro-Escuro (CE), Claro-Constante (CC) e Escuro-Constante (EE) por cinco dias.

ANIMAIS	TEMPERATURA CORPORAL					
	CE		CC		EE	
PG	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
01	30,9	34,6	32,1	34,8	-	-
02	31,8	34,0	31,6	34,5	-	-
03	32,4	34,3	31,9	34,9	-	-
04	31,5	34,0	29,0	34,0	31,0	34,0
05	32,3	34,4	31,6	34,9	30,4	34,8
06	31,0	34,0	31,5	34,0	31,0	34,0
MÉDIA ± DP	31,7	34,2	31,3	34,5	30,8	34,3

De acordo com o periodograma de Sokolove/Bushell, a temperatura corporal das preguiças (*B.variegatus*) apresentou períodos estatisticamente significativos ($p < 0,05$), nas condições de CC e EE; com valores médios de 24:52min ± 9min e 23:18min ± 36min, respectivamente (Tabela 3). Observa-se que os períodos aumentaram no CC ($p < 0,05$, teste *t de Student*, não pareado) e diminuíram no EE em relação ao ciclo CE (1440 min).

Tabela 4. Períodos estatisticamente significativos para a temperatura corporal de *B. variegatus* nas condições Claro Constante (CC) e Escuro Constante (EE), obtidos pelo periodograma de Sokolove/Bushell ($p < 0,05$).

PERIODOGRAMA (min)		
CONDICÃO	CC	EE
ANIMAIS		
PG01	1525	-
PG02	1490	-
PG03	1450	-
PG04	1445	1380
PG05	1450	1375
PG06	1595	1440
MÉDIA	1492,5 ± 59	1398,3 ± 36

As Figuras 10 e 11 mostram, respectivamente, os actogramas típicos e as formas de onda da temperatura corporal das PG02 (nas condições CE e CC) e PG04 (nas condições CE, CC e EE). Observa-se nestas figuras que a temperatura oscila num período circadiano de 24h, tanto na condição CE (figuras 10b e 11b), quanto nas condições CC (Figuras 10c e 11c) e EE (Figura 11d). Os demais actogramas e formas de onda das PG01, PG03, PG05 e PG06 encontram-se representados no APÊNDICE B.

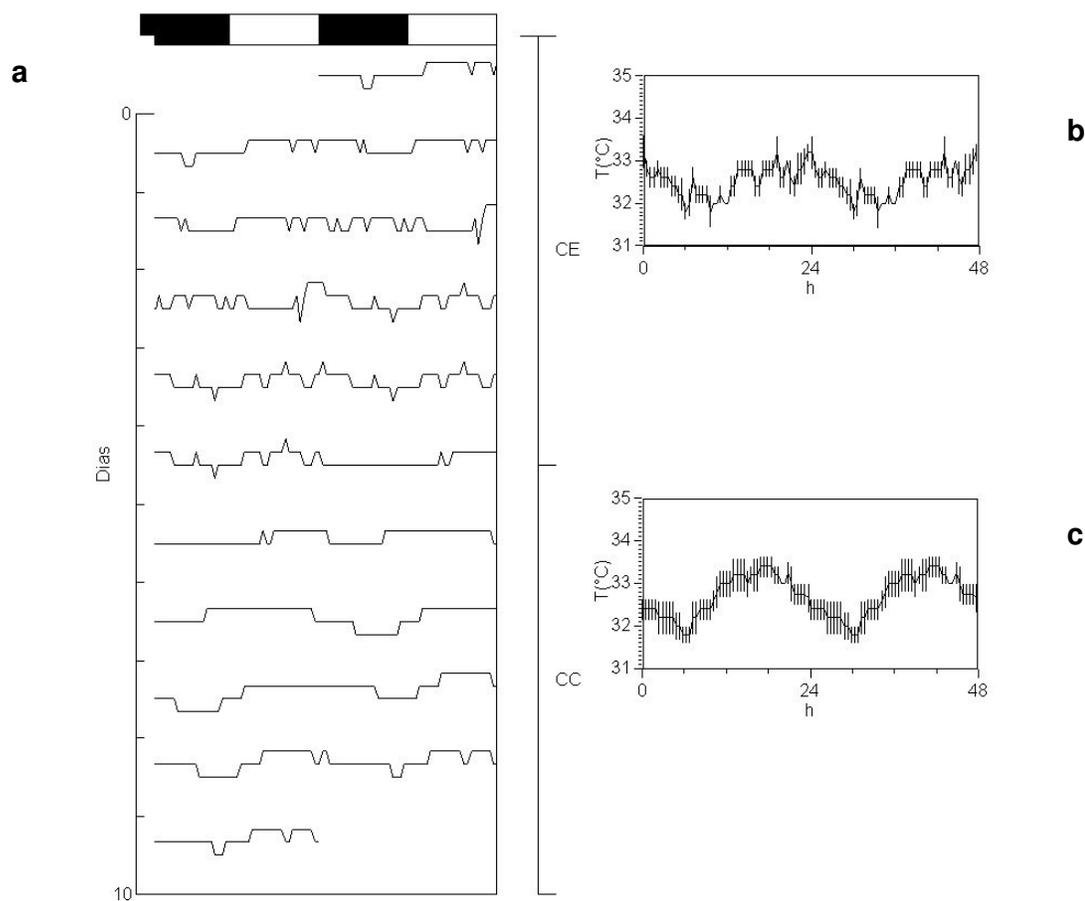


Figura 10. Actograma e forma de onda representativos da temperatura corporal da PG02 **a:** Actograma *double-plot* apresentando, para cada linha, os dados do dia corrente e do dia seguinte. As barras pretas indicam a fase escura do ciclo Claro-Escuro (CE). A escala lateral esquerda mostra a quantidade de dias em que o animal foi submetido a cada condição. **b e c:** Gráficos de formas de onda *double-plot* no ciclo CE e na condição Claro Constante (CC).

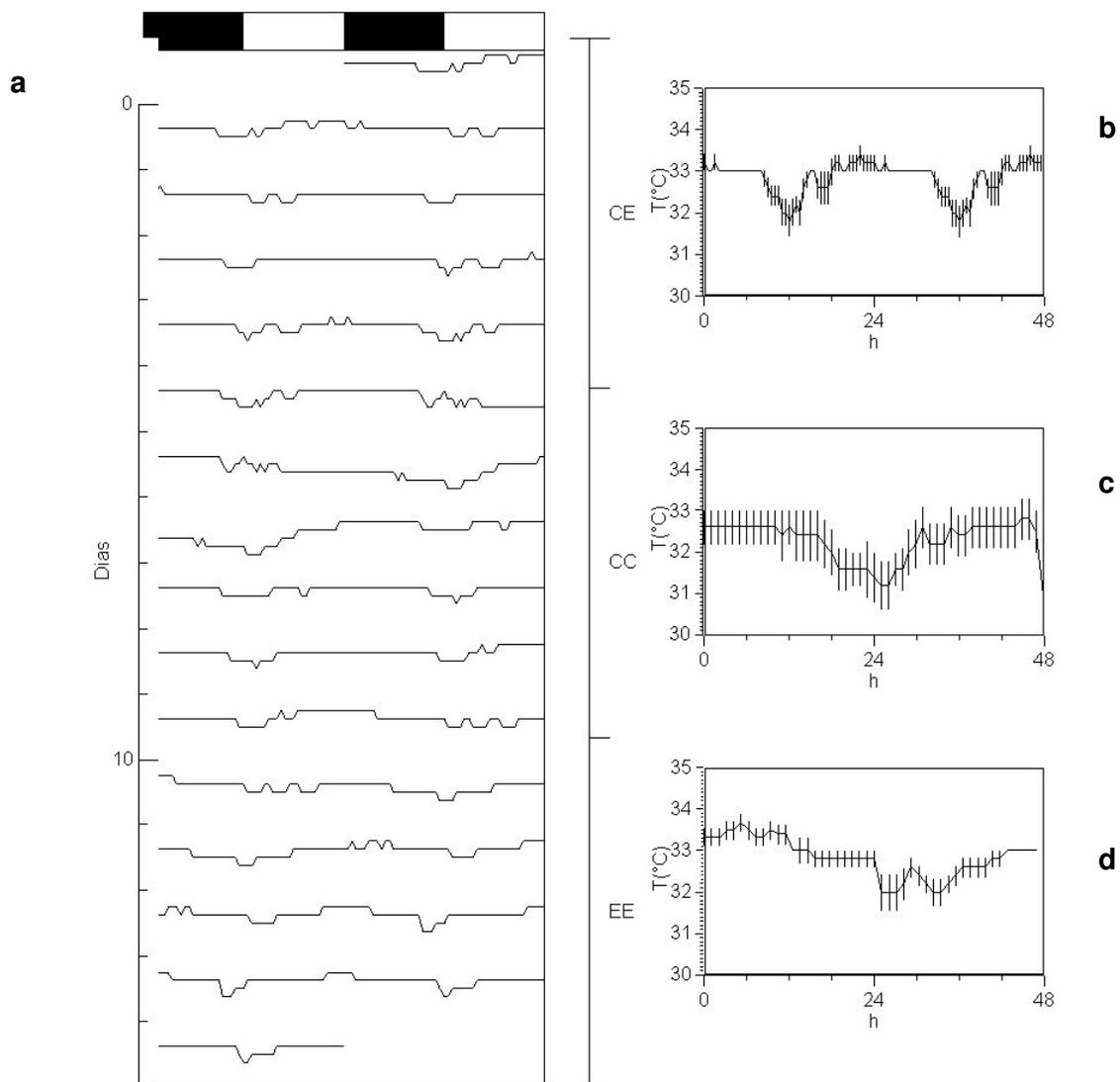


Figura 11. Actograma e forma de onda representativos da temperatura corporal da PG04. **a:** Actograma *double-plot* apresentando, para cada linha, os dados do dia corrente e do dia seguinte. As barras superiores horizontais pretas e brancas representam as fases escura e clara, respectivamente, do ciclo Claro-Escuro (CE). A escala lateral esquerda mostra a quantidade de dias em que o animal foi submetido a cada condição. **b, c e d:** Gráficos de formas de onda da temperatura corporal *double-plot* no ciclo CE, e nas condições Claro Constante (CC) e Escuro Constante (EE).

4.3. Comportamentos exibidos pelas preguiças

Os comportamentos descritos no Item 3.4 foram registrados e analisados nos animais estudados, nas três condições de iluminação. Os actogramas e as formas de onda obtidos para todos os animais encontram-se nos APÊNDICES C, D, E, F, G, H e I.

A Tabela 4 apresenta a porcentagem de ocorrência de cada comportamento, para cada animal e a porcentagem total de ocorrência de cada comportamento durante o período experimental. O comportamento mais observado nas preguiças avaliadas foi o Repouso no Chão, totalizando 58%, refletindo o maior momento de inatividade desses animais. Os comportamentos repouso no galho e movimentos corporais totalizaram cada um, ocorrência de 12% dentre os comportamentos avaliados.

Tabela 4. Porcentagem de Ocorrência dos Comportamentos “Urinar” (UR), “Posição Habitual” (PH), “Repouso no Chão” (RC), “Repouso no Galho” (RG) “Movimentos Corporais” (MC), “Defecar” (DE), “Coçar” (GR), “Alimentar” (AL), “Deslocar” (DS) obtidos nas preguiças *Bradypus variegatus* avaliadas, durante o ciclo Claro-

		PORCENTAGEM DE OCORRÊNCIA DOS COMPORTAMENTOS						
ANIMAIS		PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6	TOTAL
PARÂMETRO		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
UR		00	00	00	00	00	00	0,3
RC		40	47	30	41	28	55	58,0
RG		04	00	17	01	27	00	12,0
MC		08	07	16	09	05	05	12,0
DE		00	00	00	00	00	00	0,4
GR		00	00	01	00	00	00	0,4
AL		03	11	07	06	07	07	10,0
DS		05	02	05	04	07	08	8,0

Escuro (CE), Claro Constante (CC) e Escuro-Constante (EE).

Os comportamentos “alimentar” e “deslocar” apresentaram ocorrência de 10 e 8%, respectivamente, ritmicidade circadiana durante o ciclo CE em todos os animais estudados, e foram escolhidos para avaliar se influenciavam os níveis de temperatura corporal de *B.variegatus*.

4.3.1. Relação temporal entre os Comportamentos Alimentar e Deslocar e da Temperatura Corporal em CE

A Tabela 5 mostra as acrofases dos comportamentos alimentar e deslocar e da temperatura corporal nas preguiças *B.variegatus* avaliadas.

Tabela 5. Acrofases dos comportamentos alimentar e deslocar, e da temperatura corporal (TC) das preguiças *B.variegatus* submetidas ao ciclo Claro-Escuro (CE), por cinco dias, avaliadas pelo teste COSINOR ajustado para 24h.

ANIMAIS	ACROFASE (h)		TEMPERATURA CORPORAL
	COMPORTAMENTOS		
PG	ALIMENTAR	DESLOCAR	
02	19:54	20:37	20:46
03	19:18	19:22	19:54
04	13:55	14:13	23:54
05	17:30	18:20	21:32
06	21:51	19:37	07:10

As acrofases dos comportamentos alimentar e deslocar estavam em fase nas PG2, PG03, PG04 e PG05 mostrando existir uma relação entre esses comportamentos. Nas PG02 e PG03, eles ocorreram na fase escura do ciclo CE; na PG04 durante a fase clara; e na PG05, na transição da fase clara para a fase escura. Na PG06 houve uma diferença de fase de aproximadamente duas horas entre os comportamentos alimentar e deslocar.

De acordo com a tabela acima, foram encontrados dois padrões relacionando os comportamentos alimentar e deslocar com a temperatura corporal:

1) Padrão 1: animais com o comportamento alimentar (18:26±03:53) e deslocar (18:02±04:00) em fase, porém não estavam com a temperatura corporal (01:31±05:01), visualizado nas PG04 PG05 e PG06 (X±DP). Estes resultados mostram que, nesses animais, a acrofase da temperatura ocorre na fase escura, de modo independente dos comportamentos alimentar e deslocar.

2) Padrão 2: animais com o comportamento alimentar (19:54±00:29), deslocar (20:02±00:42) e temperatura corporal (20:20±00:36) em fase, visualizado nas PG02 e PG03 (X±DP). Estes resultados mostram que, nesses animais, a acrofase da temperatura ocorre na fase escura, relacionando-se aos comportamentos alimentar e deslocar.

4.3.2. Comportamentos Alimentar e Deslocar em CC e EE

Na Tabela 6, observa-se que os comportamentos alimentar e deslocar, das preguiças apresentaram períodos estatisticamente significativos ($p < 0,05$, periodograma de Sokolove/Bushell), nas condições de CC e EE. O período do comportamento alimentar, nas condições CC e EE, apresentou variabilidade entre os animais estudados. O periodograma do comportamento deslocar resultou em aumento desse parâmetro para a maioria dos animais na condição CC ($1475,8 \pm 65,5$ min) e redução na condição EE ($1393,3 \pm 76,9$ min).

Tabela 6. Períodos estatisticamente significativos para os comportamentos alimentar (AL) e deslocar (DS) de preguiças *B. variegatus* obtidos, nas condições (cinco dias em cada) Claro Constante (CC) e Escuro Constante (EE), pelo periodograma de Sokolove/Bushell ($p < 0,05$).

PERIODOGRAMA (min)				
CONDICÃO	ALIMENTAR		DESLOCAR	
	CC	EE	CC	EE
ANIMAIS				
PG01	1480		1520	
PG02	1390		1470	
PG03	1440		1560	
PG04	1455	1430	1490	1305
PG05	1470	1515	1445	1430
PG06	1390	1445	1370	1445
MÉDIA	$1437,5 \pm 39,3$	$1463,3 \pm 45,4$	$1475,8 \pm 65,5$	$1393,3 \pm 76,9$

4.4. Temperatura corporal durante os Comportamentos Alimentar e Deslocar

Nas três condições CE, CC e EE, os comportamentos alimentar e deslocar de *B. variegatus*, foram acompanhados de aumentos significativos ($p < 0,05$, teste *t de Student* pareado) na temperatura corporal (Tabela 7).

As Figuras 12 e 13 mostram a relação entre a temperatura corporal e os comportamentos deslocar e alimentar para os animais dos Padrões 1 e 2, respectivamente.

Observa-se, na Figura 12, que, a temperatura corporal da PG04 aumenta, precedida pelo deslocamento e continua aumentando e mantém-se elevada, mesmo sem o animal se deslocar (Padrão 1). Nesse padrão, a temperatura corporal parece ser independente do comportamento deslocar, o qual parece estar relacionado ao comportamento alimentar.

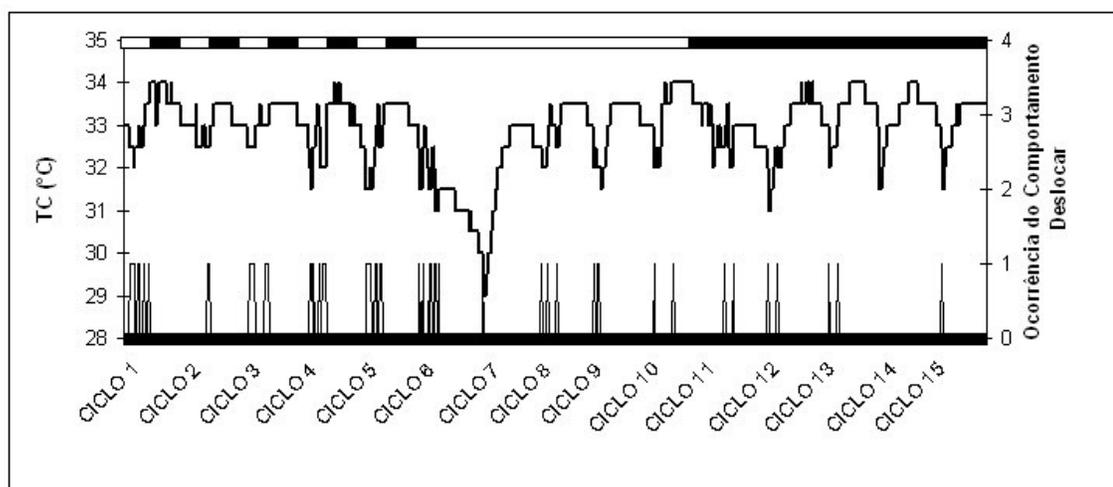
Tabela 7. Médias da temperatura corporal de preguiças (*B.variegatus*), antes e após os comportamentos deslocar e alimentar, nas três condições estudadas: Claro-Escuro (CE), Claro Constante (CC) e Escuro Constante (EE).

COMPORTAMENTO	TEMPERATURA (°C)					
	ANTES			APÓS		
	CE (n=6)	CC (n=6)	EE (n=3)	CE (n=6)	CC (n=6)	EE (n=3)
ALIMENTAR	32,44±0,61	32,37±0,51	31,76±0,28	33,52±0,51	33,66±0,57	33,39±0,48
DESLOCAR	32,33±0,58	32,21±0,46	31,77±0,29	33,67±0,34	33,99±0,34	33,73±0,34

n= número de animais

Os valores são médias ± DP

a



b

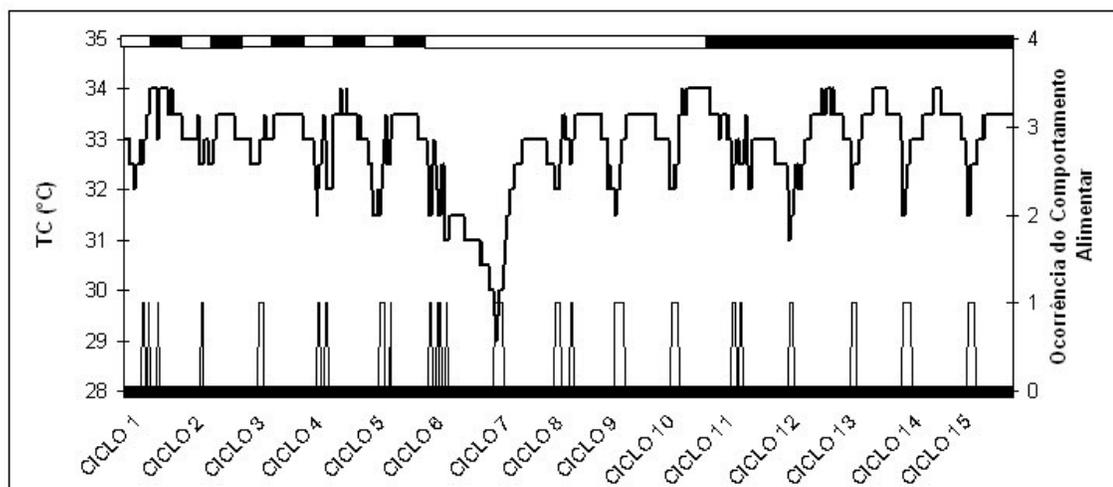


Figura 12. Registro da temperatura corporal (TC) e dos comportamentos: a.deslocar, b. alimentar, obtido na preguiça *B.variegatus* do Padrão 1 (PG04), durante quinze dias, no ciclo Claro-Escuro, e nas condições Claro Constante e Escuro Constante.

Na Figura 13, a temperatura corporal também aumenta, precedida pelo deslocamento, porém, continua elevando-se com o deslocamento do animal (Padrão 2), sugerindo existir relação direta entre o deslocamento e o aumento da temperatura corporal nesses animais. O comportamento deslocar da PG01, estava associado ao alimentar, durante o ciclo CE, no entanto, esse padrão não se manteve na condição CC, quando o animal apresentou-se mais ativo na SE. Nesse padrão, a temperatura corporal parece ser dependente do comportamento deslocar, o qual parece independe do alimentar.

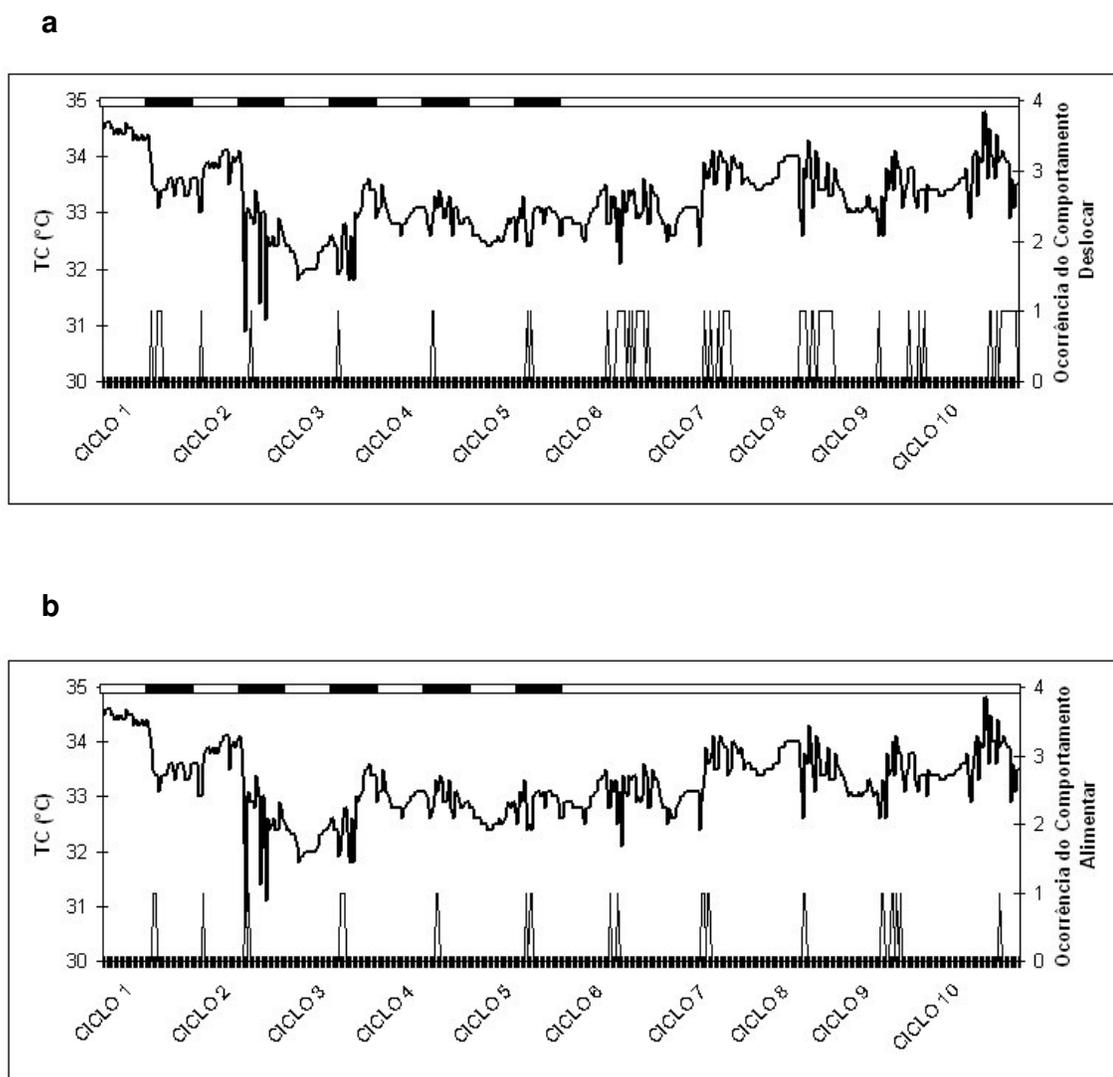


Figura 13. Registro da temperatura corporal (TC) e dos comportamentos: a.deslocar, b. alimentar, obtido na preguiça *B.variegatus* do Padrão 2 (PG01), durante dez dias, no ciclo Claro-Escuro, e nas condições Claro Constante.

5. DISCUSSÃO

Pesquisas científicas com animais selvagens utilizam vários parâmetros biológicos para avaliar as condições de higidez e a adaptação do animal ao ambiente, ao qual está sendo submetido. Dentre eles, a temperatura corporal é tida como um parâmetro referencial, que tem sido campo de estudo, não só de especialistas em controle da temperatura, como também da cronobiologia, uma vez que, o ritmo circadiano da temperatura corporal é utilizado para testar a ritmicidade de variáveis comportamentais, e para avaliar a adaptação do animal ao meio ambiente (HANNEMAN, 2001).

As preguiças (*Bradypus variegatus*) são mamíferos, heterotérmicos, que, embora apresentem a temperatura corporal abaixo da encontrada na maioria dos mamíferos homeotérmicos, mantém seus níveis térmicos acima da temperatura ambiental, flutuando com ela, especialmente, em momentos de inatividade (KREDEL, 1928; BRITTON; ATKINSON, 1938; GOFFART, 1971; GILMORE; DA COSTA, 1995).

Estudos anteriores avaliando aspectos da temperatura corporal em preguiças, realizados nos anos 30 e 70, com animais dos gêneros *Choloepus* e *Bradypus*, não foram conclusivos quanto à presença de ritmicidade circadiana neste parâmetro. Contudo, esses estudos não foram executados em ambientes com neutralidade térmica, o que, conseqüentemente, pode ter influenciado nos níveis de temperatura do animal (BRITTON; ATKINSON, 1938; KREDEL, 1928).

Goffart (1971) registrou por 14 ciclos CE a temperatura retal da preguiça *Choloepus hoffmanni*, mantida sob temperatura ambiental constante, e observou ritmicidade circadiana com valores mais elevados na fase escura, os quais não tinham correlação com a atividade motora ou alimentar do animal. Por outro lado, a temperatura corporal do gênero *Bradypus* apresenta características diferentes, daquelas observadas no gênero *Choloepus*, como por exemplo, valor médio mais baixo e maior faixa de variação (BRITTON; ATKINSON, 1938).

Para se obter respostas fisiológicas de um dado parâmetro, torna-se essencial eliminar fontes de estresse ao animal, tais como, o contato direto com o pesquisador, o manuseio desnecessário, restrição ao movimento, retenção ou confinamento. Assim, o uso da biotelemetria, na pesquisa animal, vem sendo uma valiosa ferramenta, quando são necessárias prolongadas leituras de variáveis fisiológicas em animais mantidos com liberdade de movimentos.

A avaliação da temperatura corporal nesse estudo foi realizada utilizando o ThermoChron iButton[®], um sensor de temperatura sem fio, que registra os dados e armazena-os em uma memória interna. Esse sistema de aquisição está sendo amplamente aplicado no estudo dos ritmos circadianos, sob condições de vigília e de sono, por apresentar vantagens tais como: ser de baixo custo, produzir pouca interferência na movimentação do animal, e possibilitar aquisição dos sinais com o animal não anestesiado e em condições de liberdade.

Os sensores de temperatura 65000000157E73 (utilizados nas PG04 e PG06) e DC4F2000006B44 (utilizado nos demais animais), tiveram seus valores comparados, com os obtidos por um termômetro de mercúrio, na faixa fisiológica da temperatura corporal da preguiça *B.variegatus* (28 a 34°C). Os iButtons[®] apresentaram linearidade e fidedigna reprodutibilidade, boa resolução e satisfatória acurácia, no registro dos dados de temperatura. Os valores, obtidos com esses sensores, foram melhores que os observados por Davidson et al (2003), em ratos não anestesiados, e por Lichtenbelt et al (2006), em humanos, durante estudos de validação dos iButtons[®].

Os critérios utilizados para a escolha da frequência de amostragem dos dados de temperatura corporal, utilizada nesse estudo, isto é, uma coleta a cada 30 minutos, foram definidos: 1) de acordo com o Teorema de Nyquist, que determina a frequência de amostragem como sendo duas vezes a maior frequência do sinal avaliado (YOUNG, 2001); 2) baseando-se nos valores empregados em outros estudos do ritmo da temperatura corporal em équidnas (GRIGG, et al, 2003) e em antílopes (FULLER et al, 2005); e, 3) para garantir o armazenamento dos dados por vários dias. Uma vez que, o iButton[®] possui uma capacidade de armazenamento de 2048 dados, e a coleta sendo realizada, a cada 30 minutos, poder-se-ia registrar a temperatura por cerca de 40 dias, atendendo, portanto, ao período de 15 dias de registro desse trabalho.

Para evitar interferências de fatores ambientais, no processo de sincronização do animal foi necessário, um rígido controle das condições experimentais. Para isso, as preguiças foram mantidas isoladas na sala experimental, em três diferentes condições de luminosidade: CE (12:12h, luzes acesas às 06h) CC e EE. A sala experimental foi mantida em condições constantes de temperatura (24°C), sob isolamento acústico e com disponibilidade *ad libitum* de alimento e água, de modo a garantir que as modificações, visualizadas no ritmo da temperatura fossem decorrentes apenas do efeito luminoso.

O repertório comportamental exibido pelo animal na SE, determinado em estudos anteriores, permitiu avaliar se o animal estava aclimatizado às condições experimentais. Estudos em preguiças, realizados por Duarte, Da Costa e Huggins (1982) e Silva (1999)

sugerem que esses animais devem ser mantidos sob observação, por pelo menos uma semana, antes do início do protocolo experimental.

A regularidade dos padrões comportamentais: alimentar, coçar, deslocar, repouso no chão, repouso no galho e movimentos corporais, de acordo com o descrito por outros autores (FADDA, 1990; SILVA, 1999; DUARTE, 2000; AMORIM, 2006), foi utilizada para determinar o grau de estresse do procedimento cirúrgico de implante do sensor. Assim, foi considerado que 48 horas após o implante, a preguiça estava apta a iniciar o protocolo experimental.

Os valores de peso e temperatura retal obtidos antes e após os experimentos, apresentados na Tabela 1, associados ao repertório comportamental, confirmaram que os animais estavam adaptados às condições do estudo. Individualmente, a perda de peso não excedeu 10% do peso inicial e a temperatura retal média, permaneceu dentro da faixa de variação considerada por Britton e Atkinson (1938) para *Bradypus*.

O registro da temperatura corporal de preguiças *B. variegatus* foi realizado em uma região de pele proximal ao tronco, com o sensor de temperatura implantando na parede abdominal, a 2 cm de distância da cicatriz umbilical.

O posicionamento interno do sensor de temperatura na região abdominal tem sido reportado em poucos estudos (TESSIER et al, 2003; MACLEAY et al, 2003; LIAO et al, 2005). MacLeay et al (2003) registraram a temperatura de ovelhas com sensores localizados na superfície peritoneal do rúmen ou na parede abdominal, e sugeriram que essa localização pode ser representativa da temperatura central.

Kräuchi e Wirz-Justice (1994) fixaram termo-acopladores na pele de humanos, com adesivo cirúrgico permeável, 1 cm acima da cicatriz umbilical. O registro gráfico da temperatura corporal obtida nesse local, assemelhou-se àquela mensurada por um termo-acoplador, inserido no reto.

O posicionamento externo do sensor na parede abdominal é largamente utilizado para mensurar a temperatura superficial de recém-nascidos que necessitam ser assistidos em unidades hospitalares. Fransson, Karlsson e Nilsson (2005) e Chong, Murphy e Matthews (2007) mensuraram a temperatura corporal de recém-nascidos com sensores (termistores) fixados com gel e fita adesiva permeável, sobre a cicatriz umbilical. Estes autores observaram que a temperatura na superfície externa do abdômen, não difere da temperatura retal, ou a diferença atinge apenas 1°C. No entanto, existem estudos que relatam o oposto. Thomas e Burr (2002) avaliaram a temperatura de mulheres saudáveis, com um dispositivo situado

externamente, sobre a lateral torácica direita, e observaram que, no momento do maior valor da temperatura retal, a temperatura torácica encontrava-se em seu valor mínimo.

O registro abdominal da temperatura corporal ainda poderia estar sujeito ao efeito do contato da superfície abdominal externa, com o chão frio durante o comportamento deslocar do animal. Entretanto, nas situações nas quais esse comportamento é adotado por longos períodos, não ocorreu diminuição na amplitude da temperatura corporal.

Apesar das divergências, sobre o local de aquisição da temperatura corporal na região abdominal, é preciso considerar, ao comparar esses resultados com os de outros autores, que a aquisição da temperatura no bicho-preguiça foi realizada internamente, o que evitou maiores interferências da temperatura ambiental. Essa localização do iButton® foi importante para garantir a aprovação do projeto pelo IBAMA, uma vez que, a cirurgia de implante do sensor não ofereceu riscos à saúde do animal e nem comprometeu suas atividades comportamentais.

A temperatura corporal das preguiças *Bradypus variegatus* apresentou ritmicidade circadiana na condição de CE, permitindo-se analisar os seguintes parâmetros: MESOR, amplitude, acrofase.

Os valores médios (MESOR) da temperatura corporal de *Bradypus variegatus*, analisados pelo COSINOR ($p < 0,05$) durante o ciclo CE, foram similares (Tabela 2), aos encontrados nos trabalhos de Almeida e Fialho (1924) e de Britton e Atkinson (1938), com os animais deste gênero submetidos à temperatura ambiental. Os valores médios registrados em preguiças são mais baixos que os observados na maioria dos mamíferos. Wislocki (1933) comprovou que as mais baixas temperaturas entre os mamíferos encontram-se nas famílias *Monotremata* (*Echidna e Ornithorhynchus*) e *Xenarthra* (*Bradypus*), e sugeriu que esses valores podem ser decorrentes da localização intra-abdominal dos testículos.

A temperatura corporal pode ser influenciada pelo sexo do animal. Mousel, Stroup e Nielsen (2001) e Yang et al (2007) observaram que camundongos fêmeas têm temperatura corporal mais alta que os machos, tanto durante o dia como à noite. Nesse estudo, a única preguiça fêmea (PG03), não apresentou os valores médios da temperatura corporal diferentes dos machos, em nenhuma das condições estudadas.

As acrofases da temperatura corporal das preguiças *B.variegatus* avaliadas, ocorreram na fase escura do ciclo CE, aproximadamente, entre 21:00h e 23:00h. O horário da acrofase, na fase noturna, é semelhante àquele obtido em preguiças da espécie *Choloepus hoffmanni* (GOFFART, 1971).

Os resultados obtidos com o bicho-preguiça foram semelhantes aos obtidos em ratos. Nesses animais noturnos, os valores mais altos (37,8 a 38°C) da temperatura corporal foram observados entre 23:00h e 24:00h (BRIESE, 1998). Outros animais noturnos, também apresentaram a acrofase da temperatura corporal na fase escura, como observado por Refinetti (1999) em hamsters, gerbil e esquilos voadores, e em camundongos por Castillo et al (2005) e por Cohen e Kronfeld-Schor (2006).

As amplitudes da temperatura corporal das preguiças *Bradypus variegatus* apresentaram variabilidade entre os animais estudados. No entanto, os valores mais altos foram encontrados nos animais (PG02, PG04 e PG06) com maior massa corporal. Esses resultados divergem do observado por Mortola e Lanthier (2004), ao sugerir que, maiores massas corporais evitam grandes oscilações na temperatura corporal.

Wetzel e Ávila-Pires (1985) relacionam a massa corporal à idade das preguiças. Os animais com peso superior a 2,5Kg são considerados adultos. Britton e Atkinson (1938) e MacNab (1985) afirmam que a reduzida massa muscular (25% do peso corporal) não gera calor suficiente para manter a temperatura corporal constante sob flutuações da temperatura ambiente.

A faixa de variação da temperatura corporal, encontrada nesse estudo, em preguiças *B.variegatus*, foi semelhante àquela reportada na literatura para a espécie, e aos resultados obtidos com outros animais heterotérmicos tais como: os esquilos *Spermophilus tereticaudus* (WOODEN; WALSBURG, 2002) e équidnas *Tachyglossus aculeatus* (GRIGG; AUGEE; BEARD, 1992), evidenciando uma labilidade térmica (30°C a 34°C). Almeida e Fialho (1924) observaram faixa de variação de 30,2°C a 32,9°C em *B. tridactylus*; Kredel (1928), registrou limites de 27,7°C a 32,2°C, em *B.tridactylus*, e Britton e Atkinson (1938), mensuraram temperaturas entre 31,0°C e 35,2°C, no gênero *Bradypus*.

A labilidade térmica observada nas preguiças *Bradypus variegatus* é uma característica dos animais heterotérmicos, marcada por redução na taxa metabólica e na temperatura corporal, em direção à temperatura ambiental, conforme sugerido por Prosser e Brown (1966). Esta labilidade faz parte de um importante mecanismo compensatório utilizado por esses animais no seu habitat, quando se encontram na ausência de alimento, para economizar energia (CAMPBELL; REECE, 2002, RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000). Embora, neste estudo, a preguiça tenha recebido água e alimento *ad libitum*, a labilidade da temperatura foi observada.

A capacidade de regular a temperatura corporal depende diretamente da habilidade do organismo em produzir calor. O couro da preguiça possui uma grande

capacidade de isolamento, semelhante ao dos pequenos mamíferos do ártico. No entanto, é ainda o animal mais sensível à temperatura ambiente, devido ao seu baixo metabolismo (SCHOLANDER et al., 1950a,b).

Para conservar o calor corporal e compensar a reduzida massa muscular, as preguiças *B.variegatus* podem manter a temperatura central elevada pela *rete mirabile*, um sistema de troca de calor por contra-corrente, no qual o gradiente de calor gerado, ao longo dos braços e pernas, tem a função de conservar o calor corporal na região central (GOFFART, 1971). Scholander e Krog (1957), mostraram que, em preguiças submetidas a quedas na temperatura ambiental, a temperatura retal não acompanhava a redução térmica, devido à presença da *rete mirabile*.

As preguiças *Bradypus variegatus* apresentaram períodos estatisticamente significativos, que aumentaram ($24:52\pm 59\text{min}$) durante a condição CC; e reduziram durante a condição EE ($23:18\pm 36\text{min}$). Segundo Aschoff (1960), esse comportamento do período possibilita sugerir que a preguiça é um animal noturno. As preguiças *Bradypus variegatus* também, foram consideradas animais noturnos por Amorim (2006) e Silva (2007).

A característica noturna das preguiças é observada em outros animais heterotérmicos. Grigg et al (2003) sugerem que o estilo de vida noturno das équidnas, mamíferos da família *Monotrêmata*, reduz o risco do sobre-aquecimento causado pela atividade, uma vez que esses animais não possuem glândulas sudoríparas. Para Goffart (1971), as preguiças, também, não possuem glândulas sudoríparas e ofegam, ou adotam respostas comportamentais para se proteger do calor.

Apesar das preguiças serem animais heterotérmicos e possuírem uma temperatura corporal influenciada pela temperatura ambiente, quando submetidas às condições constantes da SE, apresentaram ritmo circadiano semelhante ao encontrado na maioria dos mamíferos.

Embora os mecanismos de regulação da temperatura não estejam completamente elucidados. Acredita-se que lesões na área pré-óptica prejudicam as respostas termorregulatórias (CARLISTE, 1969), enquanto que, lesões bilaterais da área pré-óptica de ratos, elevam o nível médio e a amplitude, mas não modificaram o período da temperatura corporal, ou ritmo circadiano da temperatura corporal (SATINOFF; LIRAN; CLAPMAN, 1982).

O NSQ não poderia ser a única estrutura responsável pelo ritmo de temperatura, uma vez que, os estudos não são conclusivos quanto aos seus efeitos sobre o ritmo dessa variável. Fuller et al (1981) observou em ratos submetidos ao livre-curso, e com o NSQ lesionado, que o ritmo circadiano da temperatura corporal persiste, sugerindo que outra região

deve ser responsável por esse ritmo. Refinetti (1992) observou que lesões no NSQ podem eliminar os ritmos de atividade e temperatura em ratos, mantendo o nível médio desse parâmetro inalterado. Abrahamson e Moore (2006) lesionaram a área subparaventricular do NSQ de macacos e observaram diminuição na amplitude do ritmo da temperatura corporal.

O ritmo circadiano da temperatura corporal poderia ser gerado em um oscilador localizado fora do NSQ. A existência de osciladores em outros tecidos também foi comprovada no coração e no pulmão (BALSALOBRE et al, 2000). No entanto, o NSQ continua sendo a principal estrutura de geração e coordenação dos ritmos circadianos, controlando os outros osciladores e sincronizando-os ao ciclo CE ambiental (SAKAMOTO et al, 1998).

A glândula pineal tem um importante efeito modulador do marcapasso circadiano nos mamíferos. A retirada da glândula pineal (pinelectomia) elimina o ritmo da temperatura corporal em esquilos submetidos a escuro-constante, e modifica a amplitude durante o arrastamento a ciclos CE (BLINKEY; KLUTH; MENARKER, 1971). Em ratos não se observa modificação no ritmo, apenas na amplitude da temperatura corporal (SPENCER; SHIRER; YOCHIM, 1976).

Cagnacci, Elliot e Yen (1992) mostraram em humanos, que o ritmo circadiano do hormônio melatonina, liberado pela pineal, e da temperatura corporal estão inversamente acoplados, e que a melatonina é responsável por pelo menos 40% da amplitude dessa variável. Burgess et al (2001) observaram, em humanos, que a sonolência, e as temperaturas centrais e periféricas modificam-se de acordo com os diferentes níveis de melatonina administrados endovenosamente. Esse hormônio provoca aumento da temperatura retal, com o aumento da intensidade luminosa, e diminuição, com o aumento dos níveis administrados de melatonina, ou redução da intensidade luminosa.

O ritmo circadiano encontrado nas preguiças *Bradypus variegatus* é possivelmente, gerado em um oscilador endógeno ainda não determinado. Esse oscilador situado preferencialmente no hipotálamo anterior receberia as eferências do NSQ, e conseqüentemente, seria modificado pelas fases clara ou escura do ambiente. O hormônio melatonina exerceria o papel de modulador da amplitude da temperatura corporal de acordo com a luminosidade do ambiente. A termorregulação em resposta a diminuição ou aumento da temperatura ambiente é proveniente de alças de *feedback* constituída: pelos termorreceptores, integrador (área pré-óptica anterior) e efetores (sistema nervoso somático e sistema nervoso autônomo simpático) (REFINETTI, 2005).

A caracterização do ritmo da temperatura corporal em mamíferos está relacionada ao repertório comportamental apresentado pelo animal, especialmente, à atividade locomotora (ASCHOFF, 1967; MOUNT; WILLMOTT, 1967; WEINERT; WATERHOUSE; 2007). Desse modo, neste trabalho, durante o registro da temperatura corporal, considerou-se importante estudar os comportamentos apresentados pelas preguiças (*Bradypus variegatus*).

Os padrões comportamentais das preguiças avaliados foram definidos de acordo com os estudos de Fadda (1990), Silva (1999) e Duarte (2000). Todos os comportamentos apresentados pelas preguiças (*Bradypus variegatus*) foram analisados pela técnica COSINOR, entretanto, apenas os comportamentos alimentar e deslocar, foram relacionados à temperatura corporal, porque apresentaram ritmicidade circadiana durante o ciclo CE em todos os animais estudados.

A ocorrência dos surtos comportamentais, apresentada Tabela 4, mostra que, os comportamentos motivacionais “defecar” e “urinar” apresentaram cada um, menos que 1% de ocorrência, em relação aos demais estudados, e não apresentaram ritmicidade circadiana durante o ciclo CE. Esses resultados corroboram com os de Goffart (1971), ao afirmar que as preguiças, no ambiente natural, descem da árvore para urinar, a cada seis ou dez dias; com os resultados de Merrit (1985), que observou uma defecação a cada três a oito dias; e com os de Amorim (2006), que não encontrou padrão circadiano nesses comportamentos. Contudo, Mühlbauer et al (2006), em estudos de dosagens hormonais, a partir de metabólitos fecais, registraram que *B. variegatus*, sob condições de cativeiro, defecavam, em média, duas vezes por semana, com uma frequência de $2,4 \pm 0,4$ defecações/ semana.

As preguiças *Bradypus variegatus* apresentaram, aproximadamente, 70% do tempo na SE em repouso, e o principal comportamento adotado nas três condições de luminosidade estudadas, foi o “repouso no chão”, correspondendo a 58% dos comportamentos observados. O comportamento “repouso no galho” foi observado com uma frequência de 12% em relação aos demais comportamentos. Essa maior ocorrência do comportamento “repouso no chão” em cativeiro, está de acordo os achados de Silva (1999), Duarte (2000), Amorim (2006) e Silva (2007), e pode representar uma adaptação do animal a localização do alimento, que, na SE, encontrava-se no chão.

O padrão de repouso em “postura habitual” exibido pelas preguiças *Bradypus variegatus*, no qual o animal permanecia com os membros anteriores fletidos e agarrados ao galho ou tronco, sentado no chão ou forquilha, com o tronco ereto e os membros anteriores cruzados por diante do peito e a cabeça mergulhada entre eles, pode significar, uma resposta comportamental à temperatura ambiente. Enders (1940) demonstrou que, sob condições

laboratoriais, com a temperatura da sala mantida entre 25-27°C, *Choloepus hoffmanni* ancora-se no chão ou na forquilha e se enrola como uma bola apertada, para conservar o calor corporal. Lucena (1997) observou que *Didelphis albiventris*, em baixas temperaturas ambientais, flexionava os membros anteriores e posteriores sobre o tórax e abdome, retraía a cabeça, enrolava a cauda e ficava imóvel.

O comportamento de atividade motora “coçar” apresentou ocorrência menor que 1%, dentre os comportamentos avaliados nas três condições de luminosidade, e ausência de ritmicidade circadiana em todos os animais estudados. Padrão semelhante foi também encontrado por Silva (1999) e Amorim (2006) em *B. variegatus*.

O comportamento “movimentos corporais” apresentou 12% de ocorrência entre os estudados, e ritmicidade circadiana durante o ciclo CE em dois animais (PG01 e PG02). A ocorrência desse comportamento foi maior que a encontrada nos estudos de Silva (1999) e Duarte (2000), 3% e 2%, respectivamente, em *B. variegatus*. Duarte (2000) observou que o comportamento “movimentos corporais” não provocava modificações significativas na pressão arterial e FC. Provavelmente, a maior ocorrência do comportamento “movimentos corporais”, em relação àqueles estudos, dever-se-ia a definição adotada no presente estudo, para aquele comportamento: “*qualquer movimento corporal não especificado*”, ou seja, qualquer movimento menor que 20cm.

A caracterização dos comportamentos apresentados pelas preguiças *B. variegatus*, permitiu determinar, quais poderiam ter exercido influência sobre a temperatura corporal, dentre eles: o motivacional “alimentar”, com ocorrência de 10% e ritmicidade circadiana, em todos os animais estudados; e o comportamento de atividade motora “deslocar”, que mostrou ocorrência de 8%, dentre todos os comportamentos estudados, e ritmicidade circadiana, para a maioria dos animais, exceto para PG02 e, apenas na condição CC. As acrofases dos comportamentos alimentar e deslocar estavam em fase nas PG2, PG03, PG04 e PG05, mostrando existir relação entre esses comportamentos durante o ciclo CE.

O período endógeno do comportamento alimentar apresentou variabilidade entre os animais nas condições CC e EE. O horário de oferta da alimentação (12:00h) poderia ter interferido na estabilização do período desse comportamento. Fadda e Fontes (1990) relataram que, preguiças em cativeiro, relacionam o comportamento alimentar e deslocar com o horário da oferta de alimento.

O período do comportamento deslocar exibiu menor variabilidade entre os animais, aumentando na condição de CC e reduzindo na EE, característica comportamental,

que segundo Aschoff (1960), é encontrada nos animais noturnos, e representa o aumento da frequência da atividade locomotora à noite, em animais diurnos ocorre o inverso.

Sunquist e Montgomery (1973) já haviam reportado que o gênero *Bradypus* não tem um padrão cíclico diurno ou noturno de atividade e cada animal expressa um comportamento particular. Moura Filho, Huggins, Lins (1983) observaram redução da atividade no fim da fase escura. Silva (1996) relatou atividade motora aumentada no início da noite, às 20:00h, a qual estava correlacionada com elevação da FC. Duarte (2000) encontrou uma distribuição do comportamento deslocar entre 13:00h e 22:00h, com predomínio às 15:00h; e do comportamento alimentar, entre 16:00h e 17:00h.

Howarth e Toole (1973) investigaram ciclos diários de atividade em *Choloepus hoffmanni* e observaram que ele começa a mover-se após as 19:30h, e continua com a atividade elevada por duas ou três horas depois. Amorim (2006) afirmou que na preguiça *B.variegatus*, os comportamentos de atividade motora ocorrem principalmente, no início da fase escura do ciclo CE, e que dentre eles, o deslocar, apresentou ritmo circadiano, durante o CE; e dentre os comportamentos motivacionais, apenas o alimentar apresentou ritmo circadiano, coincidindo com os resultados desse trabalho.

De acordo a acrofase dos comportamentos alimentar, deslocar e da temperatura corporal (Tabela 5) os animais foram agrupados em dois padrões: Padrão 1: animais com o comportamento alimentar e deslocar em fase, porém não estavam com a temperatura corporal, visualizado nas PG04 PG05 e PG06; Padrão 2 – animais com o comportamento alimentar, deslocar e temperatura corporal em fase, visualizado nas PG02 e PG03. Nos animais do Padrão 1, a acrofase da temperatura corporal ocorre na fase escura, e parece ser independente dos comportamentos alimentar e deslocar, enquanto que nos animais do Padrão 2, a acrofase da temperatura ocorre na fase escura, e parece estar relacionada aos comportamentos alimentar e deslocar.

Nos animais do Padrão 1, o início da atividade locomotora ou da alimentação do animal coincidia, quase sempre, com o valor mais baixo atingido pela temperatura corporal (Figuras 12). A atividade locomotora não pareceu exercer qualquer influência sobre o ritmo da temperatura corporal, apesar de estar acoplada com o alimentar, e predominar na fase escura, na condição CE.

A alimentação poderia ser responsável, pela acrofase da temperatura, corporal ser atingida algumas horas após o início do comportamento, em *B.variegatus*. Bauman (1992) e Prins et al (1986) observaram que a ingestão de comida é mais alta na fase ativa. Dessa forma,

a elevação da temperatura corporal, nesses animais, poderia ser um efeito da termogênese induzida pela digestão.

Nos animais do Padrão 2, a atividade locomotora e alimentação coincidindo com as acrofases da temperatura corporal, sugere os comportamentos poderiam modificar o ritmo da temperatura corporal. Refinetti (1994) estudando a contribuição da atividade locomotora na geração do ritmo diário da temperatura de hamsters, estimou que apenas 30% da variação diária da temperatura corporal foi independente das variações geradas pela atividade motora. Castillo et al (2005) observaram, em camundongos, aumento, significativo, da amplitude da temperatura corporal após a corrida na roda, o que parece resultar da geração adicional de calor pelo exercício. Aguzzi, Bullock e Tosini (2006) demonstraram que, em ratos *Wistar*, submetidos à luz vermelha constante, as amplitudes dos ritmos de temperatura e da atividade motora estavam acoplados. Honma e Hiroshige (1978) em ratos e Refinetti (1999) estudando oito espécies de mamíferos, observaram que os ritmos da atividade locomotora e da temperatura corporal e estavam sincronizados, com estes ocorrendo sempre após a da atividade locomotora. Waterhouse, Weinert e Nevill (2001) e Scheer et al (2005) observaram em camundongos e em ratos, respectivamente, animais noturnos, sob a condição CC, que a luz poderia exercer um mascaramento, diminuindo o aumento da temperatura, na fase escura subjetiva, em decorrência à diminuição da atividade locomotora.

Os comportamentos alimentar e deslocar promovem aumentos significativos no valor da temperatura corporal (Tabela 7), no entanto, não foi observada diferenças nas amplitudes em CE, entre os animais dos dois grupos (Tabela 2). Sendo assim, o ritmo circadiano da temperatura corporal em *B.variegatus* é endógeno, e não é modificado pelos comportamentos alimentar e deslocar.

A PG01 não apresentou ritmicidade circadiana para a temperatura corporal na condição CE. Esse animal, devido a condições anteriores, poderia necessitar de um maior período de adaptação ao cativeiro e as condições experimentais.

A PG06 exibiu a acrofase da temperatura corporal na transição da fase escura para a clara durante o ciclo CE, e uma diferença de aproximadamente duas horas entre os comportamentos alimentar e deslocar. No entanto, não foi observada dissociação entre esses ritmos, uma vez que, os períodos aumentaram na condição CC e reduziram na EE (Tabela 4).

Embora, a temperatura corporal das preguiças *Bradypus variegatus*, possa ser influenciada pela temperatura ambiental (PROSSER; BROWN, 1966), esse parâmetro pode ser arrastado pelo ciclo luminoso de claro e escuro. Algumas preguiças *Bradypus variegatus* avaliadas apresentaram períodos próximo a 24h nas condições CC e EE.

O arrastamento pela luz pode gerar mudanças de longa duração, chamadas de Pós-Efeito, no período do ritmo em livre-curso. Quando esse fenômeno ocorre, são necessárias longas séries temporais para determinar o período endógeno. Alguns modelos sugerem que o pós-efeito é causado pela fraca relação de fase entre osciladores circadianos, fracamente acoplados e diferentemente, sensíveis à luz (PITTENDRIGH; DAAN, 1976). No entanto, existem poucos trabalhos abordando esse fenômeno. Page, Mans e Griffeth (2001) estudaram o pós-efeito em baratas previamente arrastadas a ciclos CE de 24h (12:12h), e submetidas a ciclos de 22h (8:14h) e 26h (8:18h). Os autores observaram que a diferença no período do ritmo de atividade locomotora, nas duas condições foi de 0,7h. Assim em *B.variegatus*, como a série temporal utilizada foi pequena, as modificações encontradas no período da temperatura corporal, poderiam ser decorrentes de pós-efeito.

A ritmicidade circadiana possibilita uma organização temporal interna das variáveis fisiológicas e comportamentais, que permitem aos organismos estarem em fase com as mudanças diárias e sazonais do ambiente físico (CHALLET; PÈVET, 2003). Essa organização favorece a utilização pelos animais, de dois tipos de respostas para se ajustar ao ambiente: reostasia preditiva (arrastamento) e a reostasia reativa (mascaramento), e manter a reostasia, como descrito por Mrosovsky (1990). Marques, Golombek e Moreno (2003) mencionaram que o arrastamento dos organismos aos ciclos geofísicos, é importante para garantir a expressão das funções quando as condições ambientais são mais favoráveis para a espécie, enquanto que, o mascaramento dá ao organismo a possibilidade de responder instantaneamente aos estímulos ambientais.

As preguiças possuem o hábito de permanecer a maior parte do tempo na copa das árvores, próximo ao seu alimento, e mais distante da ação de predadores. O ritmo de atividade (alimentação e atividade locomotora), nesses animais, pode ser determinado, principalmente, pelas condições favoráveis ou não, do meio. Dessa forma, os estímulos ambientais não cíclicos, exerceriam um efeito mascarador, sobre o ritmo comportamental do animal, e conseqüentemente, da temperatura corporal.

Diante desses resultados, investigações adicionais poderão ser realizadas para avaliar o papel do sistema circadiano e do sistema termorregulador no ritmo da temperatura corporal de preguiças *Bradypus variegatus*. A influência do ciclo CE no ritmo da temperatura corporal de preguiças poderia ser comprovada também, por meio de estudos que possibilitassem o mapeamento das vias aferentes para o NSQ (TRH e FIG). No entanto, esse tipo de estudo envolve o sacrifício de animais, e questões éticas junto ao IBAMA dificultariam sua realização.

A técnica utilizada no registro da temperatura é simples, e possibilita uma série de estudos, como: a determinação da temperatura corporal, com o animal submetido às aclimações sazonais do seu habitat natural; a relação da temperatura corporal com a secreção de melatonina, a intensidade luminosa e frequência cardíaca; e a avaliação da temperatura corporal ao longo do ciclo estral, para determinar o melhor período de acasalamento da espécie.

No grande contexto da fisiologia, o estudo da temperatura corporal da preguiça *Bradypus variegatus*, tem grande relevância, por permitir a compreensão dos mecanismos de adaptação desses animais, ao seu habitat natural, ou a condições experimentais, e conseqüentemente, contribuir com o desenvolvimento de metodologias que possibilitem maior preservação da espécie.

6. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos é possível concluir que:

1. A temperatura corporal de preguiças *Bradypus variegatus*, sob temperatura ambiental constante, apresenta ritmicidade circadiana, com acrofase ocorrendo na fase escura do ciclo claro-escuro.
2. Os animais com maior massa corporal promove os maiores aumentos na amplitude da temperatura corporal.
3. O ritmo circadiano da temperatura corporal é gerado endogenamente, e não depende dos ritmos dos comportamentos alimentar e deslocar.
4. O aumento do período do ritmo da temperatura corporal, com o aumento da intensidade luminosa, e a diminuição do período com a diminuição da intensidade luminosa, comprovam que a preguiça é um animal noturno.

7. REFERÊNCIAS

ABRAHAMSON, E.E.; MOORE R.Y. Lesions of suprachiasmatic nucleus efferents selectively affect rest-activity rhythm. **Molecular and Cellular Endocrinology**. v.252, p.46–56, 2006.

AFECHÉ, S.C; CIPOLLA-NETO, J. Ritmos Biológicos. In: AIRES, M.M. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

AGUZZI, J., BULLOCK, N.M.; TOSINI, G. Spontaneous internal desynchronization of locomotor activity and body temperature rhythms from plasma melatonin rhythm in rats exposed to constant dim light. **Journal of Circadian Rhythms**. v.4, n.6, p.1-6, 2006.

AIELLO, A. Sloth Hair: Unanswered Questions. In: MONTGOMERY, G.G. **The Evolution and Ecology of Armadillos, Sloths, and Vermilinguas**. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 1985.

ALBRECHT, U.; ZHENG, B.; LARKIN, D.; SUN, Z.S.; LEE, C.C. *mPer1* and *mPer2* Are Essential for Normal Resetting of the Circadian Clock. **Journal of Biological Rhythms**. v.16, n.2, p.100-104, 2001.

ALMEIDA, A.O.; FIALHO, B.A. Métabolisme, température et quelques autres déterminations physiologiques faites sur le Paresseux (*Bradypus tridactylus*). **Compte Rendue Societe de Biologia**. v. 91, p. 124-125, 1924.

ANDRADE-DA-COSTA, B.L.; PESSOA, V.F.; BOUSFIELD, J.D.; CLARKE, R.J. Ganglion Cell Size and Distribution in the Retina of the Two-Toed Sloth (*Choloepus didactylus* L.). **Brazilian Journal of Medical Biological Research**. v.22, p.233-236, 1989.

AMORIM, F.D.L. **Estudo da distribuição temporal do comportamento em preguiças *Bradypus variegatus*, Wetzel, 1982**. 2006. Dissertação de Mestrado - (Mestrado em Fisiologia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2006.

ASCHOFF, J. Exogenous and endogenous components in circadian rhythms. **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**. v.25, p.11-28, 1960.

ASCHOFF, J. Human circadian rhythms in activity, body temperature and other functions. **Life Sciences and Space Research**. v.5, p.159-73, 1967.

BALDO, M.V. Somestesia. In: AIRES, M.M. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

BALSALOBRE, A.; BROWN, S.A.; MARCACCI, L.; TRONCHE, F. KELLENDONK, C.; REICHARDT, H.M.; SCHÜTZ, G.; SCHIBLE, U. Resetting of circadian time in peripheral tissues by glucocorticoid signaling. **Science**. v.289, p.2344-2347, 2000.

BAUMAN, R. The effects of wheel running, a light/dark cycle, and the instrumental cost of food on the intake of food in a closed economy. **Physiology & Behavior**. v.52, p.1077-1083, 1992.

BENEDITO-SILVA, A.A. Aspectos Metodológicos da Cronobiologia. In: MARQUES, N.; MENNA-BARRETO, L. **Cronobiologia: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

BENSTAALI, C.; MAILLOUX, A.; BOGDAN, A.; AUZÉBY, A.; TOUITOU, Y. Circadian rhythms of body temperature and motor activity in rodents Their relationships with the light-dark cycle. **Life Sciences**. v.68, p.2645-2656, 2001.

BOULANT, J.A. Neuronal basis of Hammel's model for set-point thermoregulation. **Journal of Applied Physiology**. v.100, p.1347-1354, 2006.

BRIESE, E. Normal body temperature of rats: the setpoint controversy. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**. v.22, n.3, 427-436, 1998.

BRITTON, S.W.; ATKINSON, W. E. Poikilothermism in the sloth. **Journal of Mammalogy**. v.19, n.1, p.94-98, 1938.

BRITTON, S.W.; KLINE, R.F. On deslathing the sloth. **Science**. v.90, p.16-17, 1939.

BURGESS, H.J.; SLETTEN, T.; SAVIC, N.; GILBERT, S.S.; DAWSON, D. Effects of bright light and melatonina on sleep propensity, temperature and cardiac activity at night. **Journal of Applied Physiology**. v.91, p.1214-1222, 2001.

CAGNACCI, A.; ELLIOTT, J.A.; YEN, S.S. Melatonin: A Major Regulator of the Circadian Rhythm of Core Temperature in Humans. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**. v.76, n.2, 447-452, 1992.

CAMPBELL, N.A.; REECE, J.B. **Biology**. 6th Ed. San Francisco: Pearson Education, 2002.

CASTILLO, M.R., HOCHSTETLER, K.J, GREENE, D.M., FIRMIN, S.I., TAVERNIER, R.J; RAAP, D.K; BULT-ITO. A. Circadian rhythm of core body temperature in two laboratory mouse lines. **Physiology & Behavior**. v.86, p.538 – 545, 2005

CHALLET, E.; PÉVET, P. Interactions between photic and nonphotic stimuli to synchronize the master circadian clock in mammals. **Frontiers in Bioscience**. v.8, p.246-257, 2003.

CHONG, A.; MURPHY, N.; MATTHEWS, T. Effect of prone sleeping on circulatory control in infants. **Archives of Disease in Childhood**. v.82, p.253-256, 2007.

COHEN, R.; KRONFELD-SCHOR, N. Individual variability and photic entrainment of circadian rhythms in golden spiny mice. **Physiology & Behavior**. v.87, p.563–574, 2006.

DAVIDSON, A.J.; AUJARD, F.; LONDON, B.; MENAKER, M.; BLOCK, G.D.; Thermochron iButtons: an inexpensive method for long-term recording of core body temperature in untethered animals. **Journal of Biological Rhythms** v.18, n.5, 430-432, 2003.

DUARTE, D.P.F.; DA COSTA, C.P.; HUGGINS, S.E. The effects of posture on blood pressure and heart rate in the three-toed sloth. **Comparative Biochemistry Physiology**. v.73A, n.4, p.697-702, 1982.

DUARTE, D.P.F. **Perfil circadiano da pressão arterial e da frequência cardíaca em preguiças (*Bradypus variegatus*) não anestesiadas**. 2000. Tese. (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2000.

ENDERS, R.K. Observations on sloth captivity at higher altitudes in the tropics and in Pennsylvania. **Journal of Mammalogy**. v.17, p.165-166, 1940.

ENRIGHT, J.T. The parallactic view, statistical testing and circular reasoning. **Journal of Biological Rhythm**. v.4, p.183-192, 1989

FADDA, E. **Etologia da preguiça: padrões de comportamento da *Bradypus tridactylus linnacus* em cativeiro**. 1990. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 1990.

FADDA, E.; FONTES, J.C. **Catálogo comportamental de *Bradypus tridactylus* Linnaeus**. Trabalho apresentado no VIII Encontro Anual de Etologia. Natal (RN). 1990.

FRANSSON, A.L.; KARLSSON, H.; NILSSON, K. Temperature variation in newborn babies: importance of physical contact with the mother. **Archives of Disease in Childhood. Fetal and Neonatal Edition.** v.90, p.500-504, 2005

FULLER, A.; KAMERMAN, P.; MALONEY, S.; MATTHEE, A.; MITCHELL, G.; MITCHELL, D. A year in the thermal life of a free-ranging herd of springbok *Antidorcas marsupialis*. **The Journal of Experimental Biology.** v.208, p.2855-2864, 2005.

FULLER, A.; CHARLES, A.; LYDIC, R.; SULZMAN, F.; ALBERS, H.; TEPPER, B.; MOORE-EDE, M. Circadian rhythm of body temperature persists after suprachiasmatic lesions in the squirrel monkey. **American Journal of Physiology: Regulatory Integrative Comparative Physiology.** v.10, p.R385- R391, 1981.

GANDER, P.H.; MOORE-EDE, M.C. Light-dark masking of circadian temperature and activity rhythms in squirrel monkeys. **American Journal of Physiology: Regulatory Integrative Comparative Physiology.** v.245, p.927-934, 1983.

GILMORE, D.P.; DA COSTA, C.P. The three-toed sloth in biomedical research: an update on the reproductive and endocrine systems. **Medical Sciences Research.** v.23, p.579-581, 1995.

GOFFART, M. **Function and form in the sloth.** Pergamon Press. Oxford, 1971.

GOLOMBEK, D.; CARDINALI, D.; AGUILAR-ROBLERO, R. Mecanismos de temporização em Vertebrados. In: MARQUES, N.; MENNA-BARRETO, L. **Cronobiologia: Princípios e Aplicações.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

GRIGG, G.C.; AUGEE, M.L.; BEARD, L.A. Thermal relations of free-living echidnas during activity and in hibernation in a cold climate. In: AUGEE, M.L. **Platypus and Echidnas.** The Royal Zoological Society of NSW, Sydney, Australia, 1992.

GRIGG, G.; BEARD, L.A.; BARNES, J.A.; PERRY, L.Y.; FRY, G.; HAWKINS, M. Body temperature in captive long-beaked echidnas (*Zaglossus bartoni*). **Comparative Biochemistry and Physiology.** v.A136, p.911-916, 2003.

HALBERG, F. Temporal coordination of physiologic function. **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology.** v.25, p.675-723, 1960.

HANNEMAN, S.K. Measuring Circadian Temperature Rhythm. **Biological Research for Nursing.** v.2, n.4, p.236-248, 2001.

HOLTZCLAW, B.J. Circadian rhythmicity and Homeostatic stability an thermoregulation. **Biological Research for Nursing**. v.2, n.4, 221-235, 2001.

HONMA, K.; HIROSHIGE, T. Internal synchronization among several circadian rhythms in rats under constant light. **American Physiological Society**. v.235, n.5, p.243-249, 1978.

HOWARTH, S.T.; TOOLE, J.F. Some observations on the circadian rhythm of *Choloepus hoffmanni*, the two-toed sloth. **Laboratory Animal Sciences**. v.23, n.3, p.377-379, 1973.

HUIZENGA, C.; ZHANG, H.; ARENS, E.; WANG, D. Skin and core temperature response to partial- and whole-body heating and cooling. **Journal of Thermal Biology**. v.29, 549-558, 2004

JUDY, W.V. Regulação da Temperatura Corporal. In: SELKURT, E.E. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1979.

KRÄUCHI, K.; JUSTICE-WIRZ, A. Circadian rhythm of heat production, heat rate, and skin and core temperature under unmasking conditions in men. **American Physiology Society**. v.267, p.R819-R828, 1994.

KRÄUCHI, K.; JUSTICE-WIRZ, A. Circadian Clues to Sleep Onset Mechanisms. **Neuropsychopharmacology**. v.25, n.S5, p.S92-S96, 2001.

KRÄUCHI, K.; CAJOCHEN, C.; JUSTICE-WIRZ, A. Thermophysiologic Aspects of the Three-Process-Model of Sleepiness Regulation. **Clinics in Sports Medicine**. v.24, p.287-300, 2005.

KREDEL, F.E. Note on the Temperature of the Sloth. **Journal of Mammalogy**. v.9, p.48-51, 1928.

LIAO, W.; LANDIS, C.A.; LENTZ, M.J.; CHIU, M. Effect of foot bathing on distal-proximal skin temperature gradient in elders. **International Journal of Nursing Studies**. v.42, p.717-722, 2005.

LICHTENBELT, W.D.; DAANEN, H.A.; WOUTERS, L.; FRONCZEK, R.; RAYMANN, R.J.; SEVERENS, N.M.; SOMEREN, E.J. Evaluation of wireless determination of skin temperature using iButtons. **Physiology & Behavior**. v.88, p.489-497, 2006.

LUCENA, R.L. **Estudo Eletrocardiográfico e da Influência da Temperatura sobre as Frequências Cardíaca e Respiratória em *Timbus Didelphis albiventris***. 1997. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Fisiologia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 1997.

MACLEAY, J.M.; LEHMER, E.; ENNS, R.M.; MALLINCKRODT, C.; BRYANT, H.U.; TURNER, A.S. Central and peripheral temperature changes in sheep following ovariectomy. **Maturitas**. v.46, p.231-238, 2003

MAHLE, C.D.; GOGGINS, G.D.; AGARWAL, P; RYAN, E.; WATSON, J. Melatonin modulates vascular smooth muscle tone. **Journal of Biological Rhythms**. v.12, n.6, p.690-696, 1997.

MARQUES, M.D.; GOLOMBEK, D.; MORENO, C. Adaptação Temporal. In: MARQUES, N.; MENNA-BARRETO, L. **Cronobiologia: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

MCNAB, B.F. Energetics, population biology and distribution of Xenarthrans, living and extinct. In: MONTGOMERY, G.G. **The Evolution and Ecology of Armadillos, Sloths and Vermilinguas**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1985.

MERRIT, D.A. The two-toed Hoffmann's sloth, *Choloepus Hoffmanni* Peters. In: G.G. Montgomery(Ed.) **The Evolution and Ecology of Armadillos, Sloths and Vermilinguas**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1985.

MIKULECKY, M. Enright's criticism of cosinor analysis: the solution? **Journal of Interdisciplinary Cycle Research**. v.22, p.157, 1991

MOORE, R.Y. Organization and function of a central nervous system circadian oscillator: The suprachiasmatic hypothalamic nucleus. **Federal Proceedings**. v.42, p.2783-2789, 1983.

MOORE, R.Y.; SPEH, J.C.; LEAK, R.K. Suprachiasmatic nucleus organization. **Cell and Tissue Research**. v.309, p.89-98, 2002.

MOUNT, L.E. **Adaptation to thermal environment: man and these productive animals**. London: Edward Arnold, 1979.

MOURA FILHO, A.G. **Estudo poligráfico e comportamental do ciclo sono-vigília da preguiça (*Bradypus tridactylus* L.)**. 1981. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 1981.

MOURA-FILHO, A.G.; HUGGINS, S.E.; LINS, S.G. Sleep and waking in the three-toed sloth, *Bradypus tridactylus*. **Comparative Biochemistry Physiology**. v.76A, n.2, p.345-355, 1983.

MOUNT, L.E.; WILLMOTT, J.V. The relation between spontaneous activity, metabolic rate and the 24 hour cycle in mice at different environmental temperatures. **Journal of Physiology**. v.190, p.371-380, 1967.

MOUSEL, M.R.; STROUP, W.; NIELSEN, M.K. Locomotor activity, core body temperature, and circadian rhythms in mice selected for high or low heat loss. **Journal of Animal Sciences**. v.79, p.861-868, 2001.

MROSOVSKY, N. **Rheostasis: The Physiology of Change**. Oxford: Oxford University Press, 1990.

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

MÜHLBAUER, M.; DUARTE, D.P.; GILMORE, D.P.; DA COSTA, C.P. Fecal estradiol and progesterone metabolite levels in the three-toed sloth (*Bradypus variegates*). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**. v.39, p.289-295, 2006.

PAGE, T.L.; MANS, C; GRIFFETH., G. History dependence of circadian pacemaker period in the cockroach. **Journal of Insect Physiology**. v.47, p.1085-1093, 2001

PARMEGGIANI, P.L. Thermoregulation During Sleep in Mammals. **News in Physiological Sciences**. v.5, p.208-212, 1990.

PIGGINS, D., MUNTZ, W. R. A. The Eye of the Three-toed Sloth. In: MONTGOMERY, G. G. **The Evolution and Ecology of Armadillos, Sloths and Vermilinguas**. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 1985.

PITTENDRIGH, C.S.; DAAN, S. A functional analysis of circadian pacemakers in nocturnal rodents. I. The stability and lability of spontaneous frequency. **Journal of Comparative Physiology**. v.106, p.223-252, 1976.

PRINS, A.A.; JONG-NAGELSMIT,A.; KEIJSER, J.; STRUBBE, J.H. Daily rhythms of feeding in the genetically obese and learn Zucker rats. **Physiology & Behavior**. v.38, p.423-426, 1986.

PROSSER, C.L.; BROWN JR., F.A. **Comparative Animal Physiology**. 2nd Edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1966.

RANDALL, D.; BURGGREN, W.; FRENCH, K. **Fisiologia Animal: Mecanismos e Adaptações**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

REFINETTI, R.; MENAKER, M. The Circadian Rhythm of Body Temperature. **Physiology & Behavior**. v.51, n.3, p.613-637, 1992.

REFINETTI, R. Contribution of Locomotor Activity to the Generation of the Daily Rhythm of Body temperature in Golden Hamsters. **Physiology & Behavior**. v.56, n.4, p.829-831, 1994.

REFINETTI, R. Relationship between the daily rhythms of locomotor activity and body temperature in eight mammalian species. **American Journal of Physiology: Regulatory Integrative and Comparative Physiology**. v.277, p.1493-1500, 1999.

REFINETTI, R. **Circadian Physiology**. 2 Ed. New York: Taylor & Francis, 2005.

REUSS, Stefan Components and connections of the circadian timing system in mammals. **Cell and Tissue Research**. v.285, n.3, p.353-354, 1996.

RIPPERGER, J. Transcription around the clock. **The European Life Scientist Organization**. v.10, p.1-4, 2002.

ROMANOVSKY, A.A. Thermoregulation: some concepts have changed. Functional architecture of the thermoregulatory system. **American Journal Physiology**. v.292, p.R37-R46, 2006.

RUSAK, B.; ZUCKER, I. Neural regulation of circadian rhythms. **Physiological Reviews**. v.164, p.165-171, 1979.

RUSAK, B. The mammalian circadian system: models and physiology. **Journal of Biological Rhythms**. v.4, n.2, 121-134, 1989.

SAKAMOTO, K.; NAGASE, T.; FUKUI, H.; HORIKAWA, K.; OKADA, T.; TANAKA, H.; SATO, K.; MIYAKE, Y.; OHARA, O.; KAKO, K.; ISHIDA, N. Multitissue Circadian Expression of Rat Period Homolog (rPer) mRNA Is Governed by the Mammalian Circadian

Clock, The Suprachiasmatic Nucleus in the Brain. **Journal of Biological Chemistry**. v.273, n.42, p.27039-27042, 1998.

SATINOFF, E.; LIRAN, J.; CLAPMAN, R. Aberrations of circadian body temperature rhythms in rats with medial preoptic lesions. **American Journal Physiology**. v.242, p.R352-R357, 1982.

SCHEER, F.A.; PIROVANO, C.; VAN SOMEREN, E.J.; BUIJS, R.M. Environmental light and suprachiasmatic nucleus interact in the regulation of body temperature. **Neuroscience**. v.132, p.465-477, 2005.

SCHOLANDER, P.F.; WALTERS, V.; JOHNSON, F.; HOCK, R.; IRVING, L. Heat regulation in some arctic and tropical mammals and birds. **The Biological Bulletin**. v.99, p.237-258, 1950a.

SCHOLANDER, P.F.; WALTERS, V.; HOCK, R.; IRVING, L. Body insulation of some arctic and tropical mammals and birds. **The Biological Bulletin**. v.99, p.225-236, 1950b.

SCHOLANDER, P.F.; KROG, J. Countercurrent heat exchange and vascular bundles in sloths. **Journal of Applied Physiology**. v.10, n.3, p.405-411, 1957.

SILVA, E.M. **Estudo eletrocardiográfico e do ritmo cardíaco na preguiça, *Bradypus variegatus***. 1996. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Fisiologia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.

SILVA, E.M. **Contribuições ao Estudo do Eletrocardiograma e da Pressão Arterial em Preguiças, *Bradypus variegatus***. 2007. Tese. (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

SILVA, V.L. **Contribuição ao estudo dos comportamentos e ritmos biológicos em preguiças *Bradypus variegatus***. 1999. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 1999.

SOKOLOVE, P.G.; BUSHELL, W.N. The chi square periodogram: Its utility for analysis of circadian rhythms. **Journal of Theoretical Biology**. v.72, n.1, p.131-160, 1978.

SPENCER, F.; SHIRER, H.; YOCHIM, J. Core temperature in the female rat: effect of pinealectomy or altered lighting. **American Journal Physiology**. v.231, p.355-360, 1976.

SUNQUIST, M.E.; MONTGOMERY, G.G. Activity pattern and rates of movement of two-toed sloth (*Choloepus hoffmani* and *Bradypus infuscatus*). **Journal of Mammalogy**. v.4, n.54, p.946-954, 1973.

TESSIER, M.; TREMBLAY, D.D; KLOPFENSTEIN, C.; BEAUCHAMP, G.; BOULIANNE, M. Abdominal skin temperature variation in healthy broiler chickens as determined by thermography. **Poultry Science**. v.82, p.846-849, 2003.

THOMAS, K.A.; BURR, R. Preterm infant temperature circadian rhythm: possible effect of parental cosleeping. **Biological Research for Nursing**. v.3, n.3, p.150-159, 2002.

WATERHOUSE, J.; WEINERT, D.; NEVILL, A. Circadian Temperature and Activity Rhythms in Mice under Free-Running and Entrained Conditions; Assessment after Purification of the Temperature Rhythm. **Biological Rhythm Research**. v.32, n.3, p.301-322, 2001.

WEINERT, D.; WATERHOUSE, J. The circadian rhythm of core temperature: Effects of physical activity and aging. **Physiology & Behavior**. v.90, p.246-256, 2007

WETZEL, R.M.; AVÍLA-PIRES, F.D. The identification and distribution of recent Xenarthra (+Edenata). **The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas**. Ed G. G. Montgomery. Smithsonian Institution Press. Washington and London, 1985.

WILLS Jr, W.D. O Sistema Somatossensorial. In: BERNE, R.M.; LEVY, M.N.; KOEPPEN, B.M; STANTON, B.A. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WISLOCKI, G. Location of the Testes and Body Temperature in Mammals. **The Quarterly Review of Biology**. v.8, n.4, p.385-396, 1933.

WITHERS, P.C. Circulation. In: SAUNDERS, H.B.J. **Comparative Animal Physiology**. Orlando/Florida: 1992.

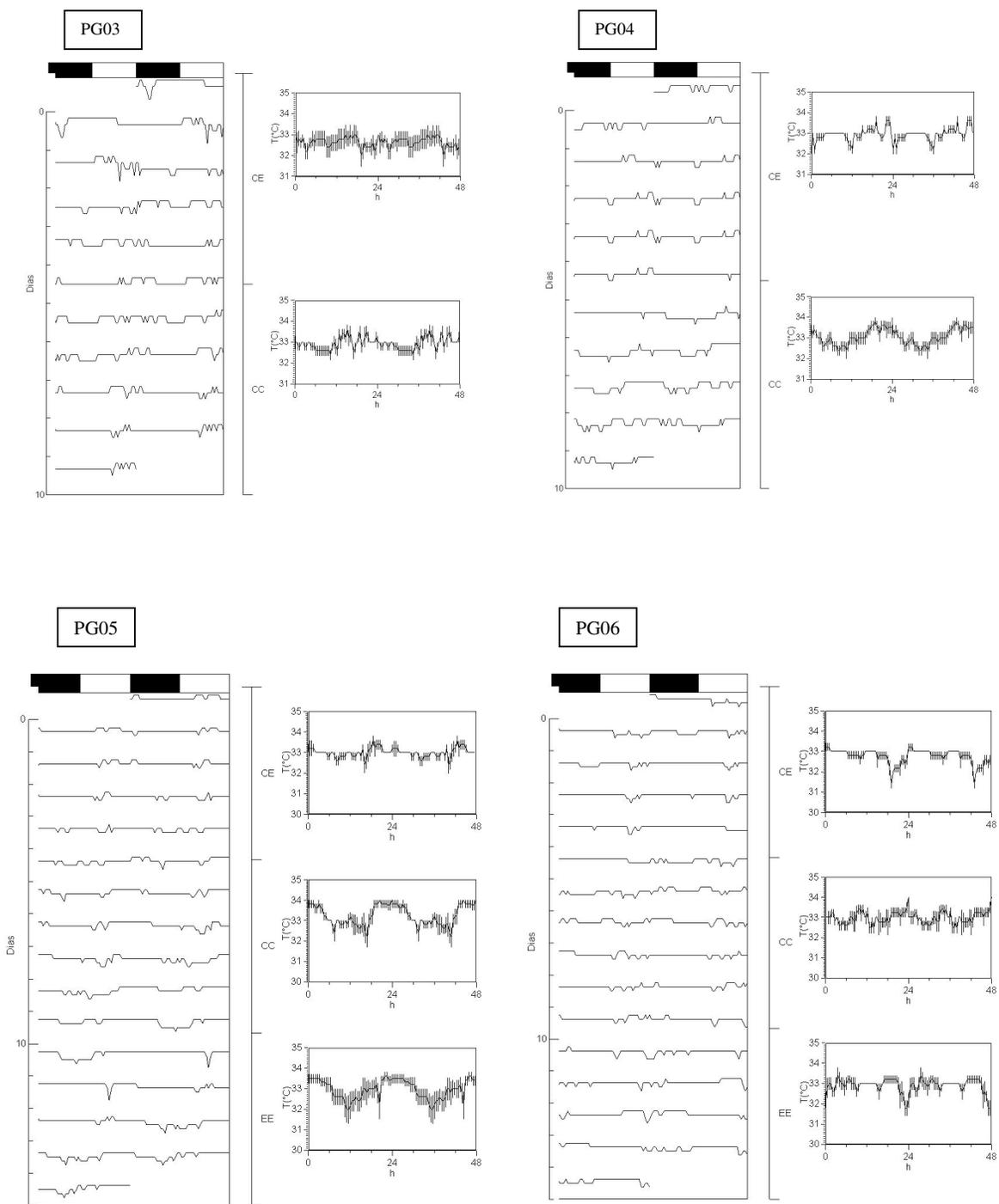
WOODEN, M. K.; WALSBURG, G.E. Effect of environmental temperature on body and metabolic heat production in a heterothermic rodent, *Spermophilus tereticaudus*. **The Journal of Experimental Biology**. v.205, p.2099-2105, 2002.

YANG, J.N.; TISELIUS, C.; DARE´, E; JOHANSSON, B.; VALEN, G., FREDHOLM, B. B. Sex differences in mouse heart rate and body temperature and in their regulation by adenosine A1 receptors. **Acta Physiologica**. v.190, p.63-75, 2007

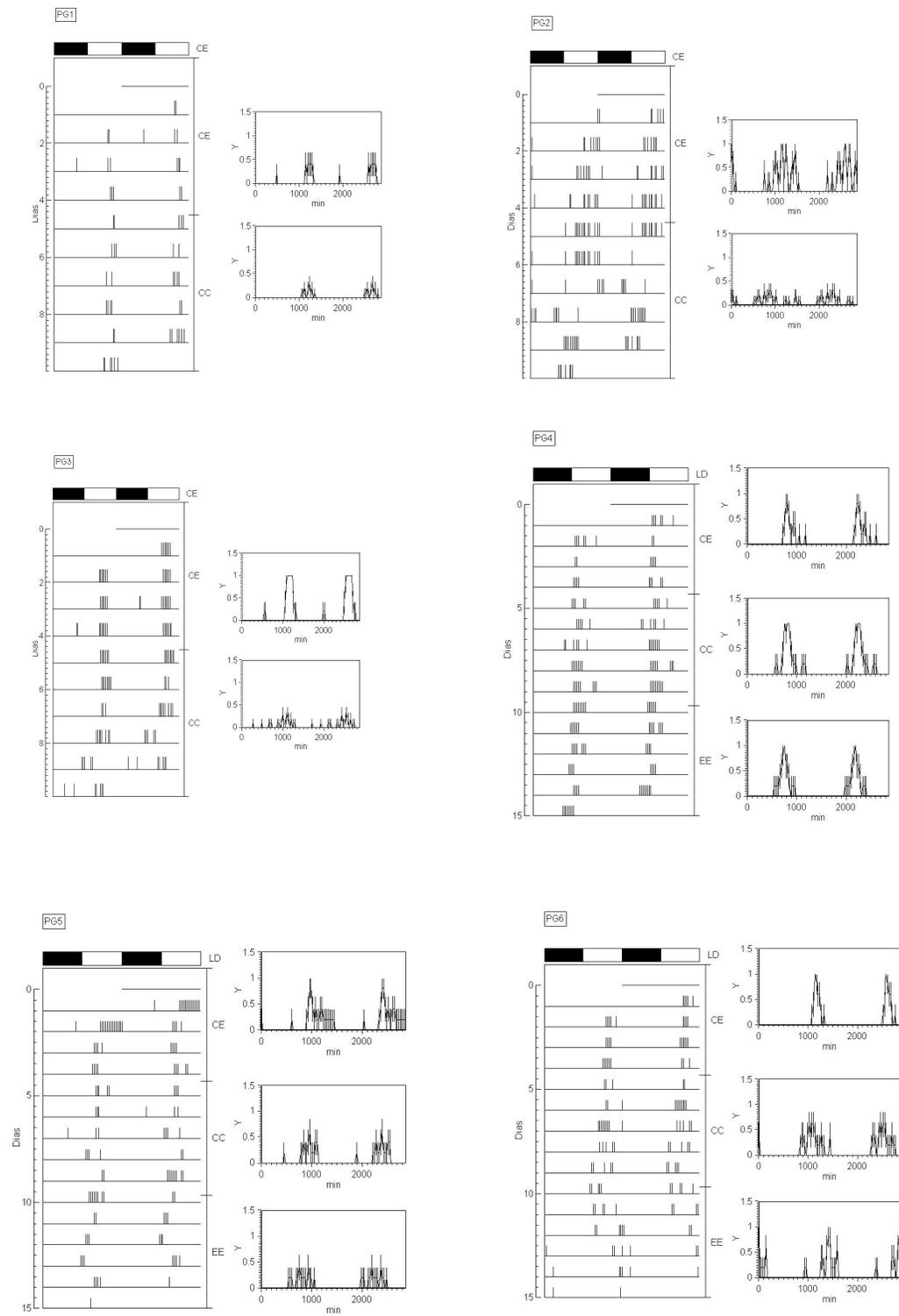
YOUNG, S.S. **Computerized Data Acquisition and Analysis for the Life Sciences: A Hands-On Guide.** Cambridge University Press, 2001.

8. APÊNDICES

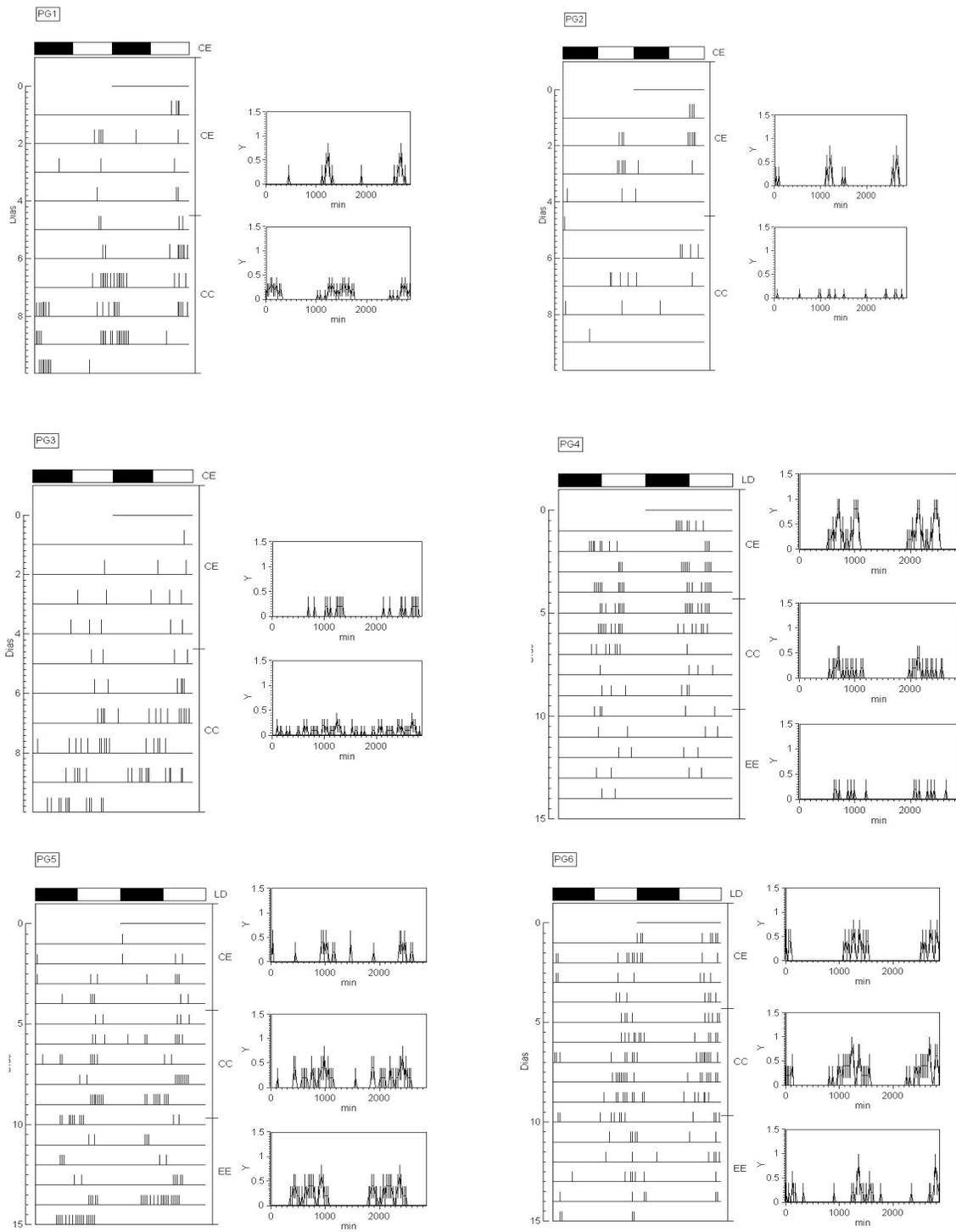
APÊNDICE B. Actogramas e formas de onda representativas da temperatura corporal das PG03, PG04, PG05 e PG06. Actograma *double-plot* apresentando, para cada linha, os dados do dia corrente e do dia seguinte. As barras pretas indicam a fase escura do ciclo Claro-Escuro (CE). A escala lateral esquerda mostra a quantidade de dias em que o animal foi submetido a cada condição. Gráficos de formas de onda *double-plot* no ciclo CE e nas condições Claro Constante (CC) e Escuro-Contante (EE). O eixo horizontal indica o tempo e o vertical indica a média da temperatura corporal em cada amostra de 30 minutos, no intervalo de 24 horas.



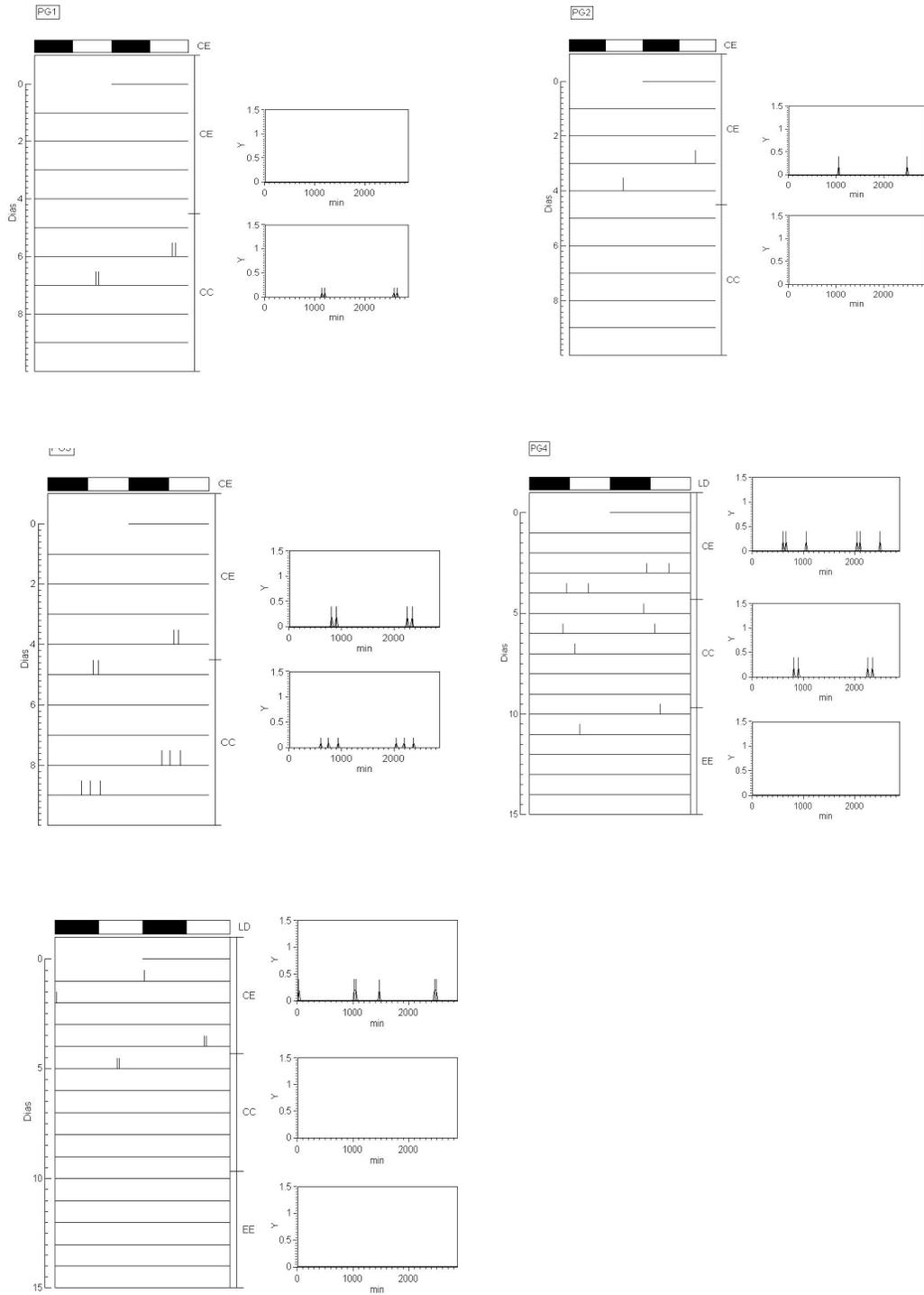
APÊNDICE C – Actograma e forma de onda representativos do comportamento “alimentar” das preguiças *B.variegatus*.



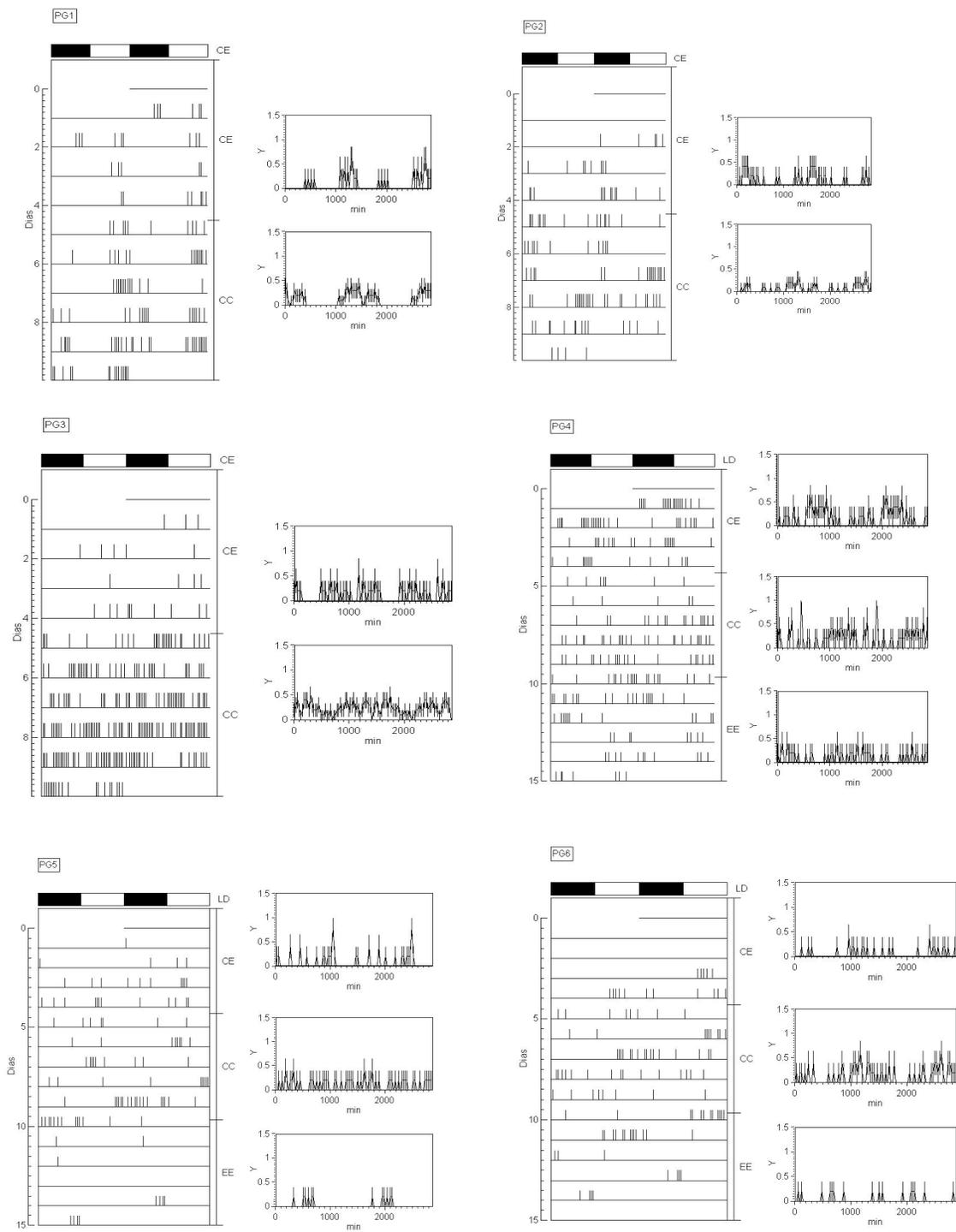
APÊNDICE D – Actograma e forma de onda representativos do comportamento “deslocar” das preguiças *B.variegatus*.



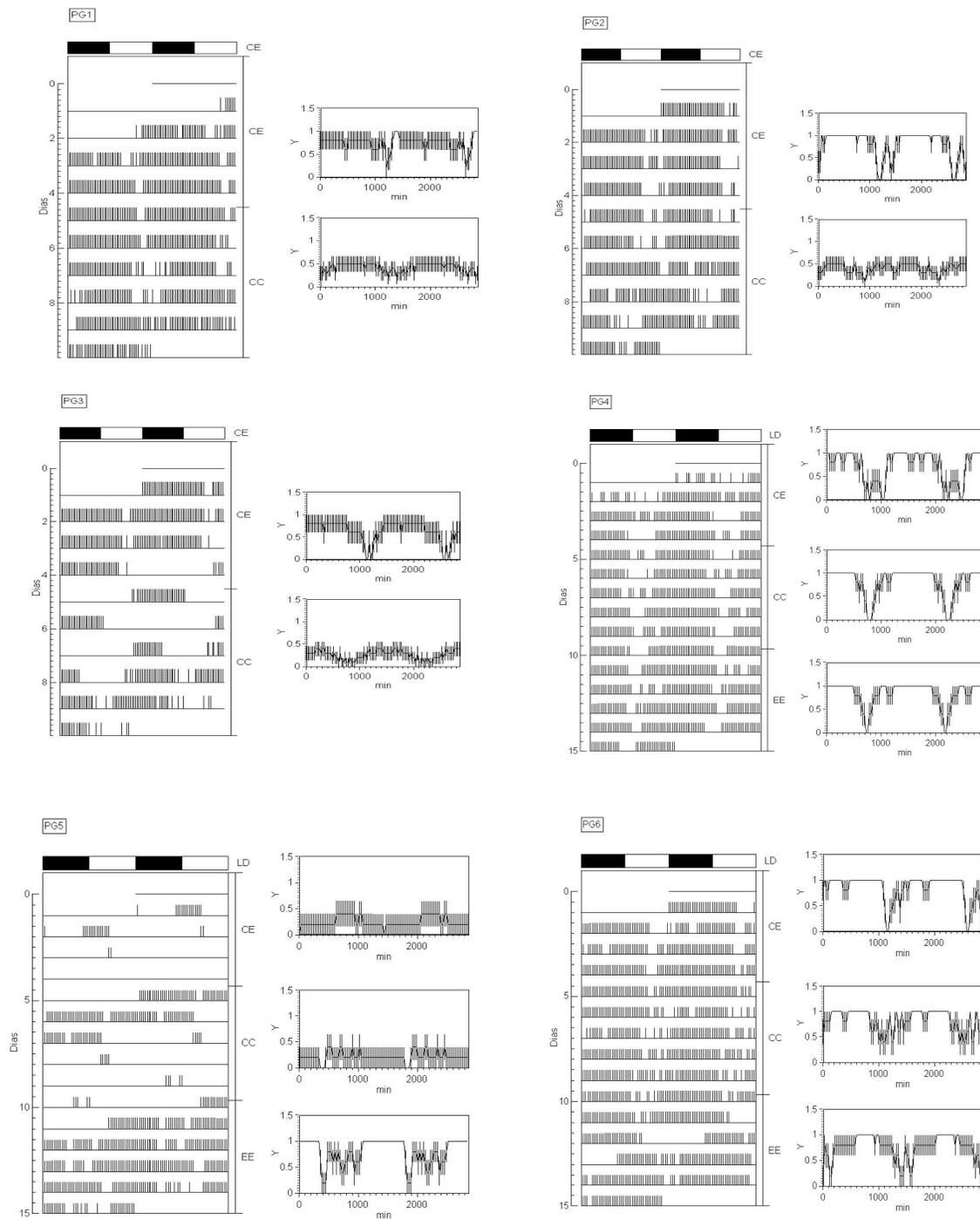
APÊNDICE E – Actograma e forma de onda representativos do comportamento “coçar” das preguiças *B.variegatus*.



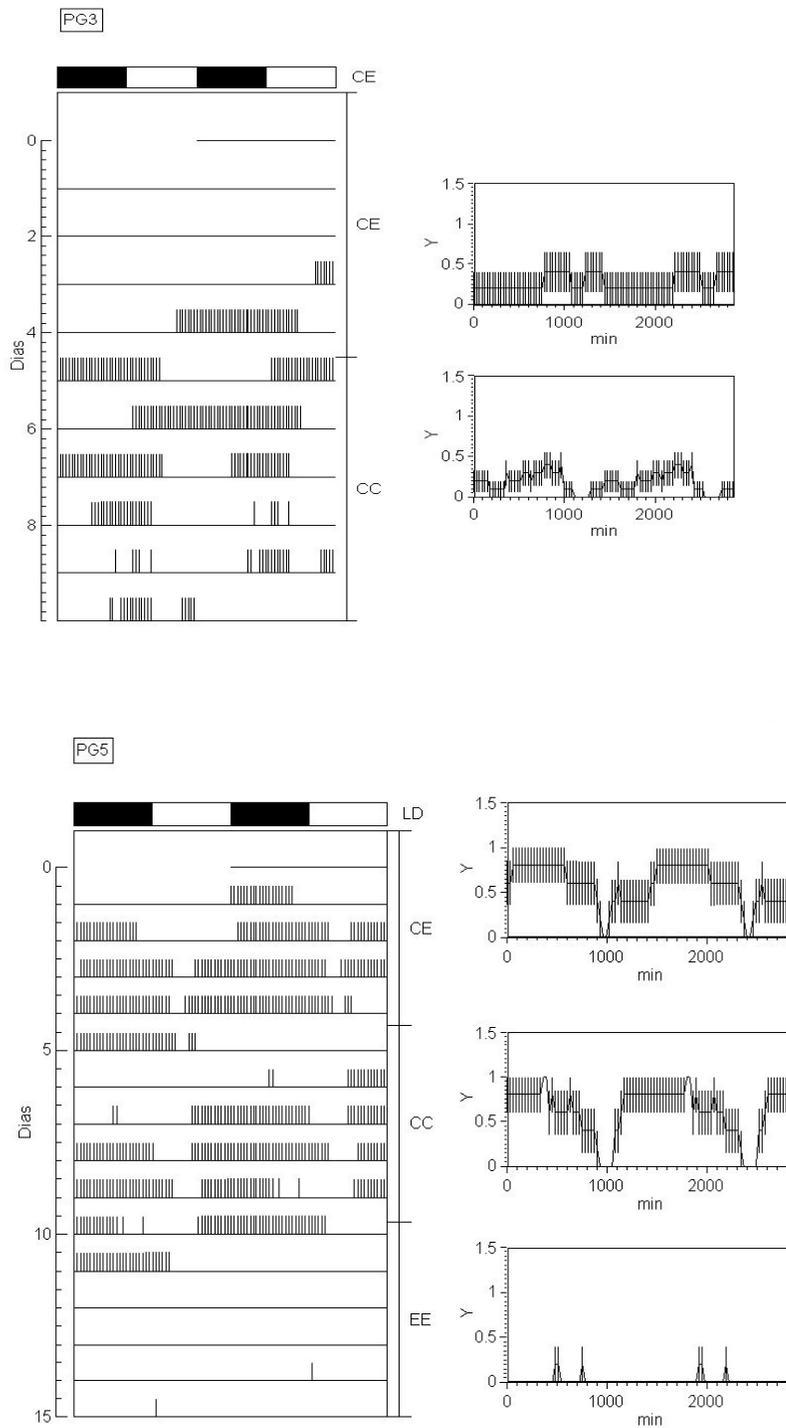
APÊNDICE F – Actograma e forma de onda representativos do comportamento “movimentos corporais” das preguiças *B.variegatus*.



APÊNDICE G – Actograma e forma de onda representativos do comportamento “repouso no chão” das preguiças *B.variegatus*.



APÊNDICE H – Actograma e forma de onda representativos do comportamento “repouso no galho” das preguiças *B.variegatus*.



APÊNDICE I – Actograma e forma de onda representativos do comportamento “postura habitual” das preguiças *B.variegatus*.

