

MANOEL CARLOS TOTH QUINTILHAM

**HORÁRIO DE VERÃO E RITMICIDADE CIRCADIANA EM ESTUDANTES
UNIVERSITÁRIOS**

CURITIBA, 2013

MANOEL CARLOS TOTH QUINTILHAM

**HORÁRIO DE VERÃO E RITMICIDADE CIRCADIANA EM ESTUDANTES
UNIVERSITÁRIOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular, área de concentração: Fisiologia, do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, para obtenção do título de doutor em Biologia Celular.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Mazzilli Louzada

CURITIBA, 2013

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR

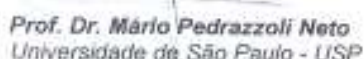
Departamento de Biologia Celular e Departamento de Fisiologia
Setor de Ciências Biológicas - Universidade Federal do Paraná
Instituto Carlos Chagas (ICC/FIOCRUZ)

PARECER

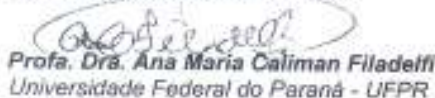
A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular, do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, composta por:



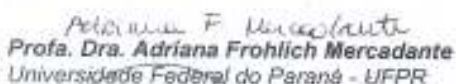
Prof. Dr. Fernando Mazzilli Louzada
Orientador e presidente da banca
Universidade Federal do Paraná - UFPR



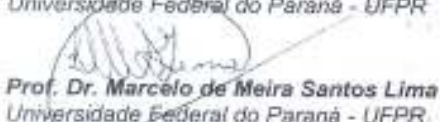
Prof. Dr. Mário Pedrazzoli Neto
Universidade de São Paulo - USP



Profa. Dra. Ana Maria Caliman Filadelfi
Universidade Federal do Paraná - UFPR



Profa. Dra. Adriana Frohlich Mercadante
Universidade Federal do Paraná - UFPR



Prof. Dr. Marcelo de Meira Santos Lima
Universidade Federal do Paraná - UFPR

E tendo como suplentes,

Profa. Dra. Anete Curte Ferraz
Universidade Federal do Paraná - UFPR

Profa. Dra. Maria Cristina Leme Godoy dos Santos
Universidade Federal do Paraná - UFPR

Após arguir o candidato **Manoel Carlos Toh Quintilham**, em relação ao seu trabalho intitulado: "Horário de verão e ritmicidade circadiana em estudantes universitários", são de parecer favorável à DEFESA do acadêmico, habilitando-o ao título de DOUTOR em Biologia Celular e Molecular, área de concentração Fisiologia.

A obtenção do título está condicionada à implementação das correções sugeridas pelos membros da banca examinadora, bem como ao cumprimento integral das exigências estabelecidas no Regimento Interno deste Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 28 de Fevereiro de 2013



Prof. Dr. Manoel Carlos Toh Quintilham
Setor de Ciências Biológicas - Universidade Federal do Paraná
Instituto Carlos Chagas (ICC/FIOCRUZ)
Curitiba, 28 de Fevereiro de 2013

Ao Professor Doutor Fernando Mazzilli Louzada, meus sinceros agradecimentos por me aceitar como seu orientado. Agradeço por confiar, pela paciência e palavras mais fortes, mas decisivas nos momentos certos e que foram importantes para meu aprendizado.

AGRADECIMENTOS

A Eda Maria Arruda Scur, esposa, namorada, companheira e amiga, mulher que eu amo e com a qual quero viver até quando Deus me permitir. Obrigado por você ser do jeito que é e por me compreender nos momentos em que estou “chatolino”. Obrigado pelo carinho, amor, paciência, disposição, dedicação e pela amizade sincera, pois acredito que um grande amor só se mantém se ela existir.

Aos meus filhos Juliana, Lucas e João Bernardo, os quais amo com todo meu coração. Às minhas filhas do coração Camila e Renata, que vieram com a Eda Maria alegrar e fazer parte na minha vida. Ter filhos é ter um coração fora do peito.

Aos meus pais Waldomiro e Katalin, que graças ao amor entre um espermatozoide bem sucedido e um ovócito foi possível eu chegar até este momento.

À minha irmã Katalin Marcia e a minha sobrinha Anna (esperando a Cecília) que sempre estiveram comigo, não importando a distância e que sempre acreditaram em mim.

À minha amiga Taísa Adamowicz, que sempre emprestou seu ouvido nos momentos mais difíceis e necessários a um desabafo e pela sua disposição em me auxiliar no desenvolvimento deste trabalho. Meu muito obrigado e que sempre haja luz em sua vida e em seus caminhos. Conte sempre comigo.

Obrigado Laura, pelo carinho e ajuda nas análises dos actogramas.

Ao Prof. Dr. Érico Felden Pereira, que há pouco tempo estava presente no laboratório de cronobiologia como aluno de doutorado. Hoje como professor da UDESC, obrigado pela ajuda no “design” do trabalho e pela perspicácia em suas observações no dia-a-dia.

Ao meu amigo Marco Antonio Ferreira Randi, companheiro de longa data. Obrigado por sua amizade, sinceridade, autenticidade, disposição e pelo auxílio neste trabalho. “Mente quieta, espinha ereta e coração tranquilo.”

Aos meus irmãos Hemerson e Daysi, meus amigos “ventriculares” e de outras vidas. Trinta e oito anos de amizade, alegria e de momentos difíceis. Obrigado por me receber em suas vidas, pelo amor que sempre cultivamos em todos esses anos.

Aos companheiros motociclistas, Roberto Zorzi e Andréia, Coronel Forquin e Brunetta que esperaram por este momento. Vamos rodar.

Ao Prof. Dr. Fábio Ruedaz Faucz pela amizade e apoio para a realização e conclusão deste trabalho. Sucesso aí nos EUA, você merece.

À Profa. Ana Tereza Guimarães pela amizade, carinho, disposição e ajuda nas dúvidas estatísticas. Muito obrigado.

Aos meus professores, em todos os níveis, que colaboraram não somente na transmissão do conhecimento, mas na minha formação, como exemplo profissional e de caráter. Agradeço em especial ao Prof. Rudolf Bruno Lange, meu professor na graduação nas disciplinas de Mesologia, Zoologia e Ecologia e ao Prof. Dr. Waldemiro Gremski, meu mentor, guru e orientador durante o mestrado, que me ensinou a ter paciência e esperança, acreditar que apesar das fatalidades em nossas vidas, sempre teremos o amanhã, e amanhã é outro dia, mas o que realmente temos é o agora.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
SUMÁRIO	v
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Sistema de Temporização	1
1.2. Cronotipos	4
1.3. Genes relógio	7
1.4. Horário de verão	10
2. OBJETIVOS	17
2.1. Objetivo geral	17
2.2. Objetivos específicos	17
3. METODOLOGIA	18
3.1. SUJEITOS	18
3.2. COLETA DOS DADOS	18
3.2.1. Identificação dos cronotipos	18
3.2.2. Obtenção dos dados do ciclo de vigília/sono, de sonolência diurna e da irritabilidade, cansaço e disposição.	18
3.2.3. Ângulo de fase	19
3.2.4. Genotipagem dos sujeitos	19
3.2.4.1. Coleta das células da mucosa oral e da saliva	19
3.2.4.2. Extração do DNA	20
3.2.4.3. Genotipagem para os polimorfismos dos genes <i>CLOCK</i> e <i>PER3</i>	20
3.2.5. Análise actimétrica	21
3.2.6. Análise de dados	23
4. RESULTADOS	27
4.1. VARIÁVEIS DE SONO	28
4.1.1. Horário de dormir	28
4.1.2. Horário de acordar	29
4.1.3. Tempo na cama	30
4.1.4. Ângulo de fase ao anoitecer	30
4.1.5. Ângulo de fase ao amanhecer	32
4.1.6. Meia fase de sono e Δ da meia fase	33
4.2. SONOLÊNCIA DIURNA	34
4.2.1. Sonolência diurna às 8 horas	34
4.2.2. Sonolência às 12 horas	35

4.2.3.	Sonolência às 18 horas	36
4.2.4.	Sonolência às 20 horas	37
4.3.	IRRITABILIDADE, CANSAÇO E DISPOSIÇÃO	38
4.3.1.	Irritabilidade	38
4.3.2.	Cansaço	39
4.3.3.	Disposição	40
4.4.	ANÁLISE GENÉTICA	41
4.4.1.	Polimorfismo do gene CLOCK C3111T	41
4.4.2.	Variáveis de sono e polimorfismo do 3111C/T do gene CLOCK	42
4.4.3.	Polimorfismo de repetição do gene VNTR PER 3	44
4.4.3.1.	<i>Variáveis de sono e polimorfismo VNTR do gene PER3</i>	45
4.5.	ANÁLISE ACTIMÉTRICA	
4.5.1	Variáveis de sono	48
4.5.1.1.	Horário de dormir	48
4.5.1.2.	Horário de acordar	49
4.5.1.3.	Tempo na cama	50
4.5.1.4.	Ângulo de fase ao anoitecer	50
4.5.1.5.	Ângulo de fase ao amanhecer	52
4.5.1.6.	Meia fase de sono e Δ da meia fase de sono	53
4.5.1.7.	Eficiência de sono	54
4.5.1.8.	Duração do sono	55
4.5.1.9.	Irritabilidade	55
4.5.1.10.	Cansaço	56
4.5.1.11.	Disposição	56
5.	DISCUSSÃO	58
6.	CONCLUSÃO	66
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
8.	APÊNDICES	71
8.1.	Diário	722
8.2.	Médias entre todos os sujeitos entre as semanas anterior e posterior à transição do horário de verão.	755
8.3.	Médias das variáveis entre as semanas anterior e posterior à transição do horário de verão e análise de variância.	Erro! Indicador não definido.6
9.	ANEXOS	81
9.1.	Termo de aprovação do Comitê Setorial de Ética em Pesquisa	82
9.2.	Termo de consentimento de participação no estudo	83
9.3.	Questionário de Horne-Östberg para identificação dos cronotipos	844
9.4	Actímetro	877

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema simplificado do sistema circadiano.	2
Figura 2 – Respostas dos osciladores centrais e periféricos aos estímulos ambientais e sociais.	3
Figura 3 – Secreção de melatonina nos matutinos e vespertinos	
Figura 4 – Oscilador molecular circadiano de mamíferos.	8
Figura 5 – Mapa mostrando os países que adotam, adotaram e não adotaram o horário de verão.	11
Figura 6 – Esquema mostrando período do início e do final do horário de verão.	12
Figura 7 – Eletroforese em gel de agarose revelado, mostrando as bandas dos alelos de PER3, 5/5, 4/4 e 4/5.	21
Figura 8 – Actograma de um sujeito vespertino durante os dias da semana, de segunda a sexta-feira.	22
Figura 9 – Representação geral do experimento	24
Figura 10 – Horários de dormir da semana entre a semana anterior e após a transição do HV entre os cronotipos	28
Figura 11 – Horários de acordar da semana anterior e após a transição do HV entre os cronotipos (n=378).	29
Figura 12 – Tempo na cama entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão de cada cronotipo (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.	30
Figura 13 – Ângulo de fase ao anoitecer na semana anterior e na semana após a transição para o horário de verão de todos os sujeitos (n=378).	31
Figura 14 – Ângulo de fase ao anoitecer entre os cronotipos entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão (n=378).	31
Figura 15 – Ângulo de fase ao amanhecer na semana anterior e na semana após a transição para o horário de verão de todos os sujeitos (n=378).	32
Figura 16 – Ângulo de fase ao amanhecer entre os cronotipos entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão (n=378).	33
Figura 17 – Meia fase de sono entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378).	34
Figura 18 – Sonolência às 8 horas entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.	35
Figura 19 – Sonolência às 12 horas entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.	36
Figura 20 – Sonolência às 18 horas entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.	37
Figura 21 – Sonolência às 20 horas entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.	38
Figura 22 – Irritabilidade entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.	39
Figura 23 – Cansaço entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.	40
Figura 24 – Disposição entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.	41
Figura 25 – Ângulo de fase ao anoitecer dos vespertinos na semana anterior e na semana após a transição para o horário de verão (n=12).	51
Figura 26 – Ângulo de fase ao anoitecer dos matutinos na semana anterior e na semana após a transição para o horário de verão (n=12). Podemos observar que na semana após a transição para o horário de verão os sujeitos reduziram o ângulo de fase.	51
Figura 27 – Ângulo de fase ao amanhecer dos vespertinos na semana anterior e na semana após a transição para o horário de verão (n=12). Podemos observar que na semana após a transição para o horário de verão os sujeitos diminuíram o ângulo de fase.	

Figura 28 – Ângulo de fase ao amanhecer dos matutinos na semana anterior e na semana após a transição para o horário de verão (n=12). Podemos observar que na semana após a transição para o horário de verão os sujeitos diminuíram o ângulo de fase. _____ 52

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Definições operacionais</i>	25
<i>Tabela 2 – Análise comparativa das variáveis e diferenças considerando a transição do horário de verão</i>	25
<i>Tabela 3 – Características gerais da amostra.</i>	27
<i>Tabela 4 - Características da amostra para gene CLOCK C3111T</i>	42
<i>Tabela 5 - Médias do horário de dormir e acordar, tempo na cama, ângulo de fase ao anoitecer, ângulo de fase ao amanhecer e da meia fase de sono entre a semana anterior e após a transição do horário de verão entre os alelos do polimorfismo 3111C/T do gene CLOCK</i>	43
<i>Tabela 6 – One-way ANOVA entre os alelos do polimorfismo 3111C/T do gene CLOCK do polimorfismo 3111C/T do gene CLOCK entre a semana anterior e após a transição do horário de verão</i>	43
<i>Tabela 7 - Comparação das médias da Δ da meia fase dos cronotipos agrupados pelo genótipo</i>	44
<i>Tabela 8 – Características da amostra para gene VNTR PER 3</i>	44
<i>Tabela 9 – Médias do horário de dormir e acordar, tempo na cama, ângulo de fase ao anoitecer e do ângulo de fase ao amanhecer entre a semana anterior a após a transição do horário de verão entre os alelos do polimorfismo do gene PER3</i>	45
<i>Tabela 10 – One-way ANOVA entre os alelos do polimorfismo do gene PER3 entre a semana anterior e após a transição do horário de verão</i>	46
<i>Tabela 11 – Comparação das médias da Δ da meia fase dos cronotipos agrupados pelo genótipo</i>	46
<i>Tabela 12 – Característica da amostra da actimetria</i>	48
<i>Tabela 13 – Parâmetros do horário de dormir entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos</i>	49
<i>Tabela 14 – Parâmetros do horário de acordar entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos</i>	49
<i>Tabela 15 – Parâmetros do tempo na cama entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos</i>	50
<i>Tabela 16 – Parâmetros do ângulo de fase ao anoitecer entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos</i>	51
<i>Tabela 17 – Parâmetros do ângulo de fase ao amanhecer entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos</i>	53
<i>Tabela 18 - Parâmetros da meia fase de sono entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos</i>	53
<i>Tabela 19 – Parâmetros da eficiência de sono entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos</i>	54
<i>Tabela 20 – Parâmetros da duração do sono entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos</i>	55

LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CLOCK – *Circadian Locomotor Output Cycles Kaput*

DNA – Ácido desoxirribonucléico

EAV – Escala Analógica Visual

EDTA – Ácido etilenodiaminotetracético

HV – Horário de verão

HO – Questionário de matutividade-vespertividade de Horne-Östberg

NSQ – Núcleo Supraquiasmático

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

PCR – Reação em Cadeia para Polimerase

PER3 – Gene Period 3

PCR RealTime® – Reação em Cadeia para Polimerase em tempo real

SDS – Dodecil Sulfato de Sódio

VNTR – *Variable Number Tandem Repeat*

RESUMO

Na entrada do horário de verão (HV), quando o relógio social é adiantado em uma hora, é necessário que os ritmos circadianos se ajustem ao novo horário social. Este ajuste não ocorre imediatamente e o tempo para que o mesmo ocorra pode variar entre os diferentes cronotipos. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações da ritmicidade circadiana decorrente da transição para o horário de verão e identificar fatores associados a um melhor ou pior ajuste. Inicialmente, aplicamos o questionário de Horne e Östberg (HO) a 515 estudantes de graduação voluntários do primeiro período da Universidade Federal do Paraná para a determinação do cronotipo. Em seguida todos receberam um diário com questões sobre ciclo vigília/sono, tais como: horário de dormir e acordar, sonolência diurna às 8, 12, 18 e 20 horas e sobre a irritabilidade, cansaço e disposição, que deveriam ser respondidas diariamente durante a semana anterior e na semana posterior à entrada do HV. Dos 515 voluntários, somente 378 preencheram corretamente os diários, sendo o número total da amostra. Concomitantemente, no período no qual preenchiam o diário, foram coletadas células da mucosa oral dos sujeitos que concordaram em participar desta parte do experimento (n=289). Das células foi extraído o DNA e realizada a genotipagem para os polimorfismos 3111C/T do gene *CLOCK* e de repetição do gene *PER3* para verificarmos se havia interferência do genótipo destes genes sobre a transição do HV. Foram selecionados da amostra total 12 sujeitos vespertinos e 12 matutinos para usar o actímetro de pulso no mesmo período para avaliação das variáveis de sono, eficiência e duração de sono. Para análise dos dados obtidos por meio do diário, foram utilizados os dados referentes aos dias de aula, de segunda a sexta-feira. Os dados coletados mostraram distribuição paramétrica. As variáveis idade e pontuação do HO foram comparadas entre os sexos por meio do teste t para amostras independentes, enquanto as demais variáveis foram avaliadas por meio do teste ANOVA de medidas repetidas. As análises genéticas foram realizadas por um teste ANOVA de uma via. Em caso de significância estatística para estes últimos testes, posteriormente, foi aplicado o teste de acompanhamento de Tukey HSD (*Honestly Significant Difference*). O nível de significância utilizado em todos os testes foi de $p < 0,05$. As diferenças identificadas entre as duas semanas, anterior e posterior à entrada no horário de verão e a Δ da meia fase de sono ($\Delta =$ meia fase de sono da semana anterior – meia fase de sono da semana após a transição do HV) foram utilizadas como parâmetros de avaliação de maior ou menor ajuste à transição. Nossos resultados mostram que na primeira semana após a transição para o horário de verão, o ajuste do ciclo vigília/sono foi parcial e influenciado pelo cronotipo. Os intermediários foram os que mostraram menor tolerância em se ajustar ao novo horário social. A análise genética indicou que não houve efeito do genótipo dos polimorfismos dos genes *CLOCK* e do VNTR *PER3* sobre a transição do HV. Os resultados obtidos pela actimetria mostraram que entre os sujeitos vespertinos e matutinos, os matutinos não se ajustaram ao novo horário social, pois apresentaram maior fragmentação do sono, menor eficiência de sono, maior irritabilidade e cansaço e atraso da Δ da meia fase de sono ($\Delta > 0$) na semana após a transição para o HV.

ABSTRACT

Daylight saving time (DST) constrains people to adjust their circadian cycle to the new social schedule. This adjustment does not occur immediately varying between individuals of different chronotypes. Our aim in this study was to evaluate the changes of circadian rhythmicity due to DST transition, and to identify factors associated with better or worse adjustments. We applied the Morningness-Eveningness (MEQ) questionnaire to 515 undergraduate students coursing the first term in a public university to determining their chronotype. All students received a diary with questions regarding sleep/wake cycle, such as bedtime and wake up schedules, sleepiness at 8am, 12am, 6pm and 8pm, and irritability, tiredness and disposition. The diary was answered daily during the weeks before and after to the implementation of DST, from Mondays to Fridays. Three hundred and seventy-eight volunteers fulfilled the diaries correctly. We collected cells from oral mucosa of 289 subjects and genotyped for polymorphisms 3111C/T *CLOCK* and VNTR *PER3* genes to verify whether there is an association between genotype and the effects of the DST transition. Twelve evening-type and 12 morning-type subjects were selected to wear the wrist actimeter for the assessment of sleep variables in the same period. We performed *t* test and ANOVA for repeated measures to analyze the variables of sleep, and irritability, tiredness and disposition. Genetic analyzes were performed by one-way ANOVA test. Significant different means in ANOVA were further compared using the monitoring Tukey HSD (Honestly Significant Difference) test. The significance level for all tests was set at $p < 0.05$. The differences between data of the weeks before and after DST transition, and midsleep Δ ($\Delta = \text{midsleep from the previous week} - \text{midsleep the week after the DST transition}$) were used as evaluation parameters for better or worse adjustment of the transition. In the first week after the DST transition we observed a partial adjust to the sleep/wake cycle, and this adjust was influenced by chronotype. The intermediate-type subjects were those that showed greater difficulty in adjusting to the new social schedule. There was no association between genotype polymorphisms of *CLOCK* and VNTR *PER3* genes and DST transition effects. Among the morning-types and evening-types analyzed by actigraphy, the morning-types did not adjust to the new social schedule, and had greater sleep fragmentation, reduced sleep efficiency, increased irritability and fatigue, and delayed midsleep Δ ($\Delta > 0$) after DST transition.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Sistema de Temporização

Os seres vivos, dos mais simples aos mais complexos na escala evolutiva, expressam ritmos diários e sazonais chamados de ritmos biológicos, que estão relacionados ao ciclo claro/escuro determinado pelo movimento de rotação da Terra em seu eixo a cada 24 horas e em torno do sol a cada ano (MARQUES e MENNA-BARRETO, 2003). A emissão da luz solar por períodos alternados de claro (dia) e escuro (noite) foi fundamental no processo de evolução e adaptação dos seres vivos na Terra, pois a periodicidade observada nas variáveis fisiológicas e de comportamento nos animais e vegetais se expressa de maneira rítmica nas 24 horas do dia (KOLB e WHISHAW, 2001).

Os ritmos biológicos endógenos permitem que os seres vivos antecipem às mudanças ambientais; desse modo, o ser prepara-se para se ajustar a estas mudanças. Por exemplo, os animais estão expostos às variações do ambiente, como a luminosidade e a temperatura, antecipar-se a estas alterações foi um aspecto fundamental para a sobrevivência do ser no ambiente (MINORS e WATHERHOUSE, 1986; WOLLNIK, 1989).

A existência da ritmicidade circadiana endógena foi descrita pela primeira vez pelo astrônomo francês Jean Jaques D'Ortous de Mairan em 1729. De Mairan isolou uma planta em um compartimento livre de estímulos externos, como ciclo claro/escuro e temperatura, e observou que as folhas continuavam abrindo e fechando em movimentos rítmicos.

Os seres humanos expressam ritmos com período de 24 horas, tais como, alterações de comportamento, ciclo vigília/sono, concentração plasmática de cortisol, pressão arterial, secreções hormonais, frequência respiratória e cardíaca, força e resistência muscular, temperatura corporal (KOLB e WHISHAW, 2001).

A ritmicidade circadiana interna nos mamíferos é mantida por duas massas com cerca de 20 mil neurônios localizados no núcleo supraquiasmático (NSQ), no hipotálamo. Estes neurônios constituem o marcapasso ou oscilador primário, e expressam um padrão rítmico, mesmo que sejam separados das outras regiões encefálicas ou não recebam informações temporais externas (REPERT e WEAVER, 2002).

A oscilação regular dos potenciais de ação gerados pelo sistema de temporização mantém a ritmicidade circadiana, antecipando e preparando o organismo para a possibilidade de uma mudança sistemática, seja ela externa ou interna (MARQUES e MENNA-BARRETO, 2003). Existem outros marcapassos, no sistema nervoso central e nas células somáticas, chamados de “osciladores escravos”, que são marcapassos periféricos coordenados pelo oscilador central, o NSQ. O mecanismo celular oscilatório é mantido por um conjunto de genes relógio que atuam de forma rítmica nas 24 horas do dia e, se houver lesão do NSQ, há alteração da ritmicidade circadiana (REPPERT e WEAVER, 2002).

Apesar do ciclo vigília/sono ligado ao ciclo claro/escuro ser o mais importante nos seres vivos, alguns ritmos duram menos de 20 horas e outros mais de 28 horas. Por exemplo, os batimentos cardíacos, frequência respiratória, secreção de hormônios (cortisol, hormônio do crescimento), controle da saciedade e da fome, são ritmos de alta frequência que duram menos de 20 horas, chamados de ultradianos. O ciclo menstrual e a reprodução sazonal são ritmos que duram mais de 28 horas. São ritmos de baixa frequência chamados de infradianos (MARQUES e MENNA-BARRETO, 2003).

Na figura 1 está ilustrado o esquema simplificado do sistema de temporização circadiana, no qual vemos que os sincronizadores externos, o ciclo claro/escuro e os horários sociais, informam o oscilador central, o NSQ, que coordenará a expressão dos ritmos, como o ciclo vigília/sono, a temperatura corporal e outros fenômenos fisiológicos; portanto, o ajuste é resultante da combinação do ciclo claro/escuro e de fatores sociais, mas o ciclo claro/escuro é o estímulo mais relevante para a sincronização dos ritmos nas 24 horas do dia (ZISAPEL, 2001).

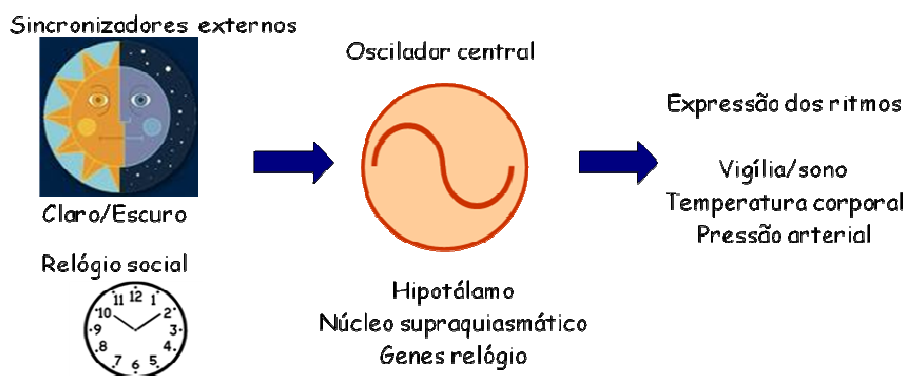


Figura 1 – Esquema simplificado do sistema de temporização circadiano.

Estão indicados os sincronizadores externos (ciclo claro/escuro e relógio social). Esses sinais ambientais são informados ao oscilador central localizado no hipotálamo (núcleo supraquiasmático) que, em conjunto com osciladores periféricos e genes relógio, determinarão a expressão dos ritmos (Ilustração dos autores)

Ao receber a luz, as células ganglionares, presentes na retina, informam o NSQ por meio do trato retino-hipotalâmico, que projeta fibras à medula espinhal e da medula espinhal para o gânglio cervical superior (sistema autonômico simpático), o qual direciona o sinal para a glândula pineal, que em resposta ao estímulo luminoso inibe a secreção de melatonina. Em resposta à diminuição da luz ou sua ausência no ambiente, o processo é inverso, a glândula pineal secreta o hormônio melatonina, cujas concentrações plasmáticas são menores durante o dia e aumentam à noite (figura 2).

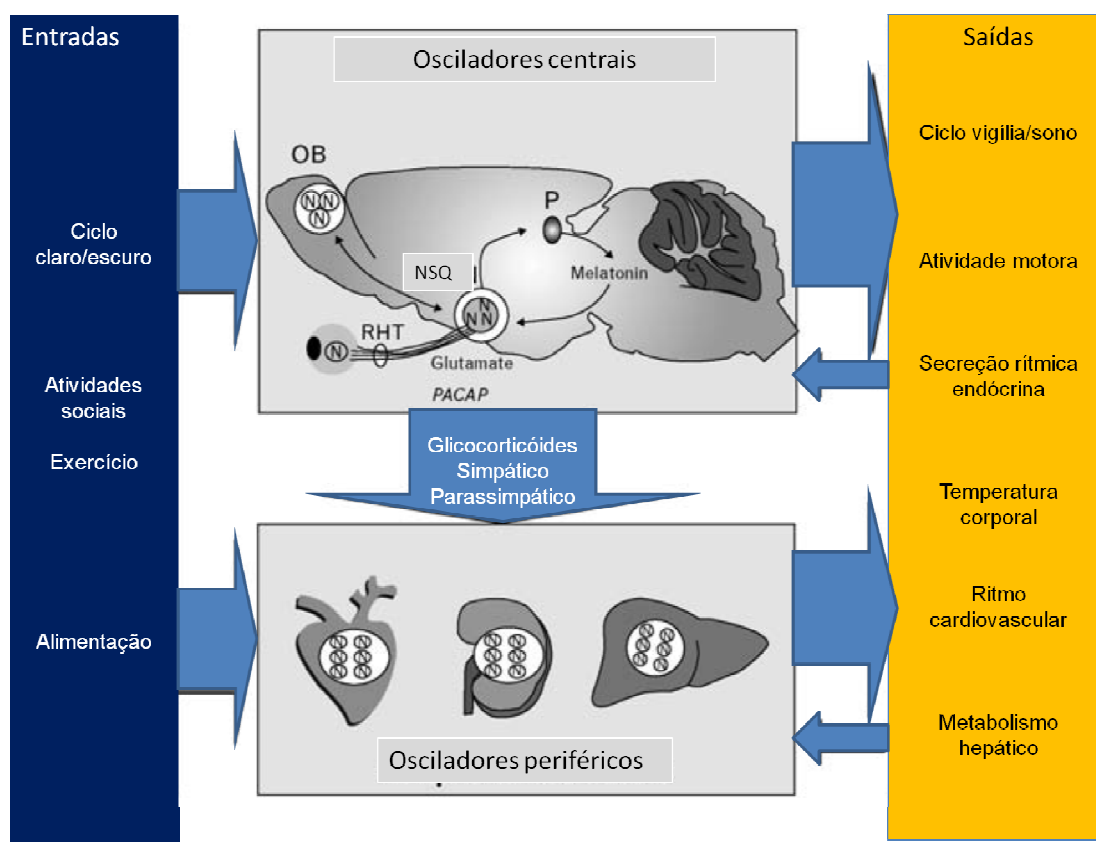


Figura 2 – Respostas dos osciladores centrais e periféricos aos estímulos ambientais e sociais.

Pistas ambientais podem redefinir o momento ou a fase do oscilador central, de modo que o período e a fase dos ritmos circadianos se tornam coincidentes com a temporização dos sinais externos, tais como ciclo claro/escuro. Oscilador central: o NSQ é considerado o relógio mestre que direciona a ritmicidade circadiana para outras áreas do cérebro e nos tecidos periféricos, enviando sinais neurais e humorais. Osciladores auto-sustentados são também descritos no bulbo olfatório e na retina, mas o seu papel no sistema circadiano não é totalmente compreendido. Osciladores periféricos: tecidos e órgãos também contêm osciladores circadianos. Normalmente, estão sob o controle NSQ, no entanto, em algumas situações (restrição da alimentação, trabalho em turno), eles podem se dessincronizar do NSQ. Ambos os osciladores centrais e osciladores periféricos são responsáveis pela ritmicidade diária observada na maioria das funções fisiológicas e comportamentais. Alguns desses ritmos, como o exercício físico, a temperatura central, ciclo sono-vigília e o horário de alimentação, por sua vez, fornecem retroalimentação que pode modificar a ação do NSQ e dos osciladores periféricos. Ativação seletiva do sistema nervoso autonômico parassimpático e simpático, secreção noturna de melatonina pela glândula pineal e horário de liberação de diferentes hormônios são os principais mediadores conhecidos temporais do NSQ. OB, bulbo olfatório; P, glândula pineal; PACAP, peptídeo ativador da adenil-ciclase da pituitária; RHT, trato retinohipotalâmico; NSQ, núcleo supraquiasmático. (adaptado de: GARAULET, M., MADRID, JA. *Current Opinion in Lipidology*. 20:127–134, 2009.).

Em condições experimentais, quando os organismos estão isolados das pistas ambientais, como o ciclo claro/escuro, observa-se a expressão endógena dos ritmos circadianos (KO & TAKAHASHI, 2006). O período observado nesta condição é chamado de período endógeno ou intrínseco, e não é de 24 horas. Na espécie humana, a maioria dos indivíduos apresenta período endógeno maior do que 24 horas (ROENNEBERG & MERROW, 2003). O ajuste dos ritmos circadianos ao ciclo claro/escuro permite a sincronização dos ritmos biológicos (BEAR, 2002; ROENNEBERG & MERROW, 2005), apesar do sistema de temporização humana também sofrer a influência de estímulos não fóticos, como os horários sociais (ROENNEBERG, 2005).

1.2. Cronotipos

Os humanos expressam diferenças interindividuais na organização do comportamento dentro das 24 horas do dia. Isso é evidente ao observarmos as preferências em relação aos horários de sono e vigília. Os horários de dormir e acordar mostram distribuição quase “gaussiana” em uma determinada população, com sujeitos extremos no horário de dormir e sujeitos extremos no horário de acordar. Esta distribuição é predominantemente baseada em diferenças individuais do relógio circadiano. Esta relação entre o sistema circadiano e diferentes cronotipos é geneticamente bem estabelecida em estudos experimentais (ROENEBERG *et al.*, 2007).

Em condições normais, todos os indivíduos conseguem sincronizar os seus ritmos circadianos ao ciclo claro/escuro. Entretanto, nem todos se apresentam em fase, ou seja, existem diferenças que podem ser observadas mais facilmente por meio da investigação dos horários de dormir e acordar, associados ao ciclo vigília/sono. Alguns indivíduos possuem fases dos seus ritmos avançadas em relação às médias populacionais, dormem e acordam mais cedo e são mais eficientes pela manhã, esses são conhecidos como cronotipo matutino. Outros possuem as fases mais atrasadas, dormem e acordam mais tarde e são mais eficientes ao final do dia ou à noite, estes são os sujeitos com cronotipo vespertino (ROENEBERG, 2012).

Cronotipo é definido como a expressão (arrastamento) dos ritmos endógenos do indivíduo (comportamento individual) em relação ao ciclo claro/escuro de 24

horas do dia, isto é, a preferência dos indivíduos em dormir ou acordar mais cedo ou mais tarde (ROENNEBERG *et al.*, 2004; ROENNEBERG, 2012). Quando o animal ou o vegetal não recebe informações (pistas) ambientais, o relógio circadiano endógeno entra em "livre curso"¹, passando a expressar o ritmo endógeno. Na natureza, os ritmos dos organismos são arrastados para o ciclo claro/escuro de 24 horas, com os relógios individuais sendo sincronizados diferentemente - alguns sujeitos atrasando (vespertinos) e outros adiantando (matutinos) seus ritmos e a maioria, chamados de intermediários, situados entre vespertinos e matutinos. O cronotipo é predominantemente definido pela expressão do comportamento individual (ROENNEBERG *et al.*, 2004).

Para classificar os indivíduos de acordo com o cronotipo, Horne e Östberg (1976) desenvolveram um questionário com dezenove questões, conhecido como questionário de matutividade-vespertividade de Horne e Östberg (HO). Por meio da pontuação obtida ao responder as questões, que varia de 16 a 86, os indivíduos recebem a seguinte classificação: vespertinos (16 a 33), moderadamente vespertinos (34 a 44), intermediários (45 a 65), moderadamente matutinos (66 a 76) e matutinos (77 a 86). Em geral, os indivíduos são agrupados em três cronotipos: vespertinos, intermediários e matutinos.

Recentemente, Martynhak *et al.* (2010) propuseram um quarto cronotipo. Ao responder ao questionário de HO, observaram que alguns sujeitos são classificados como cronotipo intermediário por obter pontuações condizentes com este, entre 45 e 65 pontos. Entretanto, ao se observar o padrão de respostas, algumas questões mostram padrão extremo matutino ou extremo vespertino. Desse modo foi atribuído a estes sujeitos o cronotipo bimodal. Neste estudo adotamos a classificação padrão.

Indivíduos matutinos se caracterizam por apresentarem período circadiano endógeno inferior a vinte e quatro horas e maior ângulo de fase² entre o começo da secreção de melatonina e o início do sono, enquanto indivíduos vespertinos apresentam período circadiano endógeno superior a vinte e quatro horas e menor ângulo de fase entre o início da secreção noturna de melatonina e o início do sono (WRIGHT *et al.*, 2005).

¹ Situação na qual são eliminadas oscilações (pistas) externas (por ex., manter indivíduos em condições ambientais constantes - laboratório sob iluminação constante 24h/dia).

² Ângulo de fase é a diferença temporal entre a fase de um evento e a fase de outro evento (por exemplo, a diferença entre o horário de despertar e o horário do amanhecer) podendo ser expresso em unidades de tempo (horas, minutos, etc) ou em frações de período (um quarto de ciclo, por exemplo).

Nos matutinos, o aumento da secreção de cortisol pela manhã e a de melatonina no início da noite acontece mais cedo, o que predispõe estes indivíduos a acordar mais cedo pela manhã e terem maior dificuldade em dormir mais tarde a noite (ARENDRT, 1998). Os matutinos apresentam um padrão de sono mais regular. Já indivíduos vespertinos apresentam o horário de dormir a noite e de acordar pela manhã mais atrasado quando comparados a matutinos e intermediários. Como nem sempre é possível respeitar estas tendências devido aos horários determinados pela sociedade, os vespertinos procuram compensar o sono acumulado nos finais de semana, o que gera irregularidades no padrão de sono destes indivíduos (VALDEZ *et al*,1996).

Nos matutinos, as acrofases³ dos ritmos fisiológicos são atingidas mais cedo que nos vespertinos. Os matutinos apresentam um adiantamento de fase em relação aos vespertinos em diversas variáveis: secreção de melatonina, temperatura corporal, ciclo vigília/sono, secreção de cortisol e atividade física (MARQUES e MENNA-BARRETO, 1999). Podemos observar, na figura 3, as diferenças de início e término das secreções de melatonina dos matutinos e vespertinos. A acrofase de secreção de melatonina dos matutinos é mais adiantada em relação aos vespertinos.

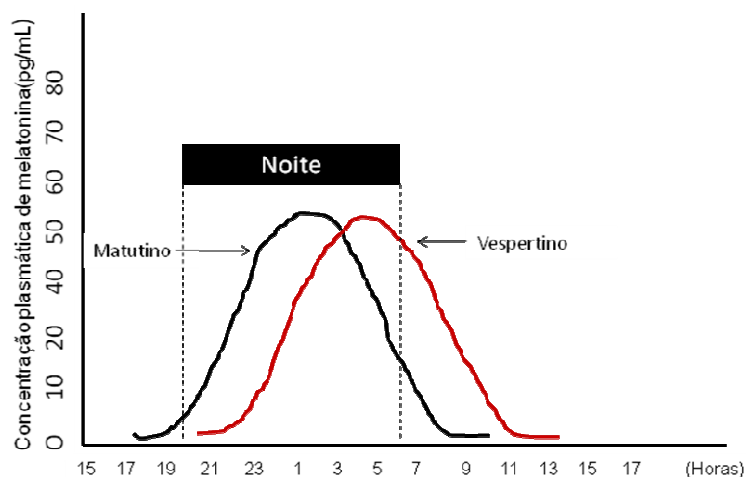


Figura 3 – Secreção de melatonina nos matutinos e vespertinos (adaptado de ARENDRT J. Role of the pineal gland and melatonin in circadian rhythms. In: Melatonin and the mammalian pineal gland. Chapman & Hall, Londres, p. 161-200, 1995).

³ Acrofase: medida do tempo transcorrido entre um instante (fase) de referência e a fase na qual é maior a probabilidade de ser encontrado o valor mais elevado de uma variável, a partir da curva senoidal ajustada aos dados.

1.3. Genes relógio

Nas últimas duas décadas, o entendimento das bases moleculares dos ritmos circadianos está em constante evolução. O cronotipo tem sido associado a polimorfismos de genes humanos, principalmente os chamados *clock genes*: *CLOCK* (*Circadian Locomotor Output Cycles Kaput*), o primeiro gene relógio identificado nos mamíferos (ROENNEBERG & MERROW, 2003) e *PER* (*Period*) (ALLENBRANDT e ROENNEBERG, 2008).

O mecanismo do relógio molecular tem como base de funcionamento um conjunto de proteínas que geram oscilações circadianas autosustentadas por meio de alças de retroalimentação positiva e negativa de transcrição (síntese de mRNAs) e tradução (síntese de proteínas), que fazem com que determinadas proteínas e fatores de transcrição sejam expressos e transcritos seguindo alternadamente o ciclo claro (dia) e o ciclo escuro/noite), dando origem a um ritmo aproximado de vinte e quatro horas (LOWREY *et al*, 2000; REPERT & WEAVER, 2002; KO & TAKAHASHI, 2006).

A alça positiva do relógio molecular compreende proteínas transcritas (fatores de transcrição), *CLOCK* e *BMAL1* (*brain and muscle aryl hydrocarbon receptor nuclear translocator (ANRT)-like protein 1*) e os *Periods1-3* (*PERs*) e *Criptocromos1,2* (*CRYs*) responsáveis pela alça negativa. Os genes dos neurônios do NSQ e os existentes em todas as células, que não são componentes dos mecanismos circadianos, mas cuja expressão é regulada por genes do relógio, oscilam com uma periodicidade cerca de 24 h, são chamados de genes controlados pelo relógio (CCG – *clock controlled-genes*). Cerca de 10 a 20% do transcriptoma de mamíferos expressam ritmos circadianos. A ativação seletiva pelo NSQ de neurônios dos sistemas parassimpático e simpático, a secreção noturna de melatonina pineal e tempo de liberação de alguns hormônios são os principais mediadores temporais conhecidos (GAURALET e MADRID, 2009).

A figura 4 mostra um esquema do oscilador molecular circadiano. *CLOCK* e *BMAL1* (proteínas presentes no citoplasma) formam heterodímeros. Estes são translocados para o núcleo iniciando a transcrição de genes alvo que contêm o promotor (E-box-cis-regulador), amplificando as sequências dos genes *Period* (*Per1*, *Per2* e *Per3*) e *Cryptochrome* (*Cry1* e *Cry2*). A alça de retroalimentação negativa é

concluída pelos heterodímeros (proteínas) *PER:CRY* que dimerizam-se e são translocados para o núcleo para reprimir sua própria transcrição, atuando sobre o complexo *CLOCK:BMAL1* e *REV-ERB α* ativando sua transcrição (ANTLE & SILVER, 2005; KO & TAKAHASHI, 2006).

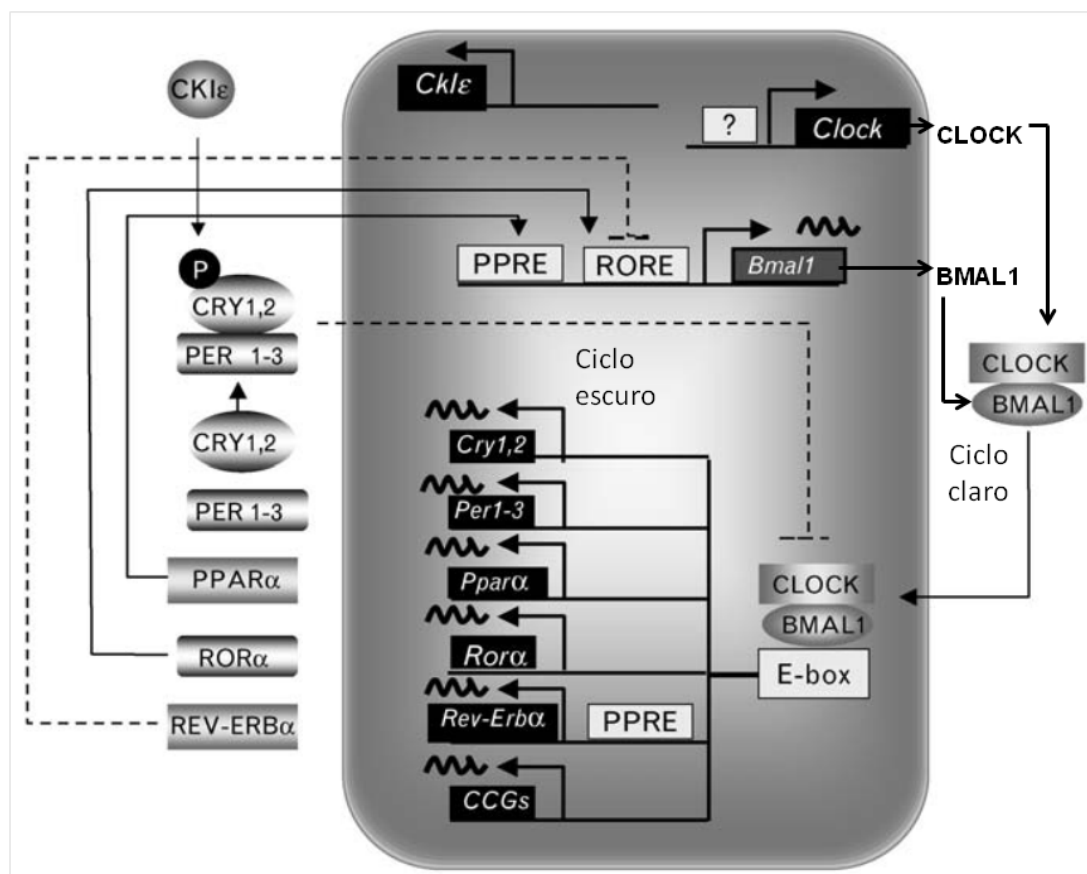


Figura 4 – Oscilador molecular circadiano de mamíferos.

O oscilador molecular é composto por uma alça positiva (*CLOCK* e *BMAL1*) e uma negativa (*Per1-3* e *cry1,2*). Os heterodímeros *CLOCK:BMAL1*, por meio da ligação na sequência promotora *E-box* no núcleo, determina a transcrição (mRNAs) de vários genes: *cry1*, *cry2*, *Per1*, *Per2*, *Per3*, *Rev-erb α* , *Rora* e vários genes controladores do relógio (CCGs), incluindo *PPAR α* (alça positiva). *Per1-3* e *CRY 1,2* formam dímeros e retornam ao núcleo, inibindo *CLOCK-BMAL1* (alça negativa). Uma vez que as concentrações de *PER1-3* e *CRY1,2* diminuem, a ação negativa é retirada, e *CLOCK* e *BMAL1* ligam novamente ao *E-box*. Uma alça de estabilização secundária é estabelecida, *REV-ERB α* (negativa) e *ROR α* (positiva); agem sobre a transcrição de *Bmal1* por meio da sua atividade em *Rore*. Além disso, o *PPAR α* , um gene controlador do relógio, induz a transcrição de *Bmal1* e de *Rev-erb α* por meio da sua ação sobre *PPRE* localizado em seus respectivos promotores. *BMAL1*, brain and muscle ANRT-like protein 1; *CCG*, clock controlled-genes; *CKI ϵ* , casein kinase 1; *CLOCK*, circadian locomotor output cycles kaput; *CRY*, cryptochrome; *PER*, period; *PPAR α* , peroxisome proliferator-activated receptor- α ; *PPRE*, peroxisome proliferator response element; *ROR α* , retinoid-related orphan receptor- α ; *RORE*, ROR-response element; *CKI ϵ* , casein quinase-1 ϵ . (MARTA GARAULET, M., MADRID, JA. *Current Opinion in Lipidology*. 20:127–134, 2009.).

Se o relógio biológico é controlado por genes, possivelmente diferentes períodos endógenos e consequentemente diferentes cronotipos podem estar correlacionados a polimorfismos genéticos. A partir desta premissa, muitos

trabalhos foram realizados nas últimas décadas com o objetivo de investigar esta associação.

Katzenberg *et al.* (1998) demonstraram que os indivíduos com o alelo 3111C/C e C/T do polimorfismo do gene *CLOCK* estão mais relacionados à preferência vespertina quando comparados com indivíduos com o alelo 3111T/T, com preferência à matutuidade.

O polimorfismo de repetição em tandem (VNTR - *Variable Number of Tandem Repeat*) no gene *PER3* foi associado a diferenças do cronotipo e à síndrome da fase atrasada do sono (EBISAWA *et al.*, 2001, PEREIRA *et al.*, 2005). Este tipo de polimorfismo resulta da repetição em tandem, isto é, uma ao lado da outra, chamada unidade de repetição. O gene *PER3* codifica 18 aminoácidos que se repetem quatro ou cinco vezes. Está localizado no braço curto do cromossomo 1, e o VNTR localizado no éxon 18 do gene (EBISAWA *et al.*, 2001). Há três genótipos diferentes em humanos, indivíduos homozigotos (*PER3*^{4/4}), heterozigotos 4/5 (*PER3*^{4/5}) e homozigotos para cinco repetições (*PER3*^{5/5}).

A síndrome familiar de fase avançada do sono, que leva o sujeito a dormir mais cedo e despertar na madrugada, está associada a uma mutação autossômica dominante. A mutação no gene *PER2* foi encontrada em indivíduos pertencentes à mesma família que apresentavam a síndrome (MARTINEZ, 2008).

Ao estudar uma amostra da população japonesa (421 indivíduos), Mishima *et al.* (2005) mostraram uma associação significativa entre o genótipo e a preferência vespertina. A região VNTR de codificação no gene *PER3* tem sido associada com a preferência diurna, estrutura do sono e homeostase do sono em indivíduos saudáveis (ARCHER *et al.*, 2003; PEREIRA *et al.*, 2005).

Apesar do fato de que, nas últimas duas décadas, vários estudos realizados por diferentes grupos de pesquisa, tenham demonstrado associações entre o gene *CLOCK* e o cronotipo, outros estudos não mostraram nenhuma associação entre genótipo 3111C/T e o cronotipo (ROBILLIARD *et al.*, 2002; PEDRAZZOLI *et al.*, 2007; CHANG *et al.*, 2011). A controvérsia permanece, e a hipótese de que polimorfismos dos genes *CLOCK* poderiam afetar o ajuste na transição para o HV não deve ser descartada.

1.4. Horário de verão

O horário de verão (HV) nos dá a oportunidade de desfrutarmos os dias ensolarados adiantando nossos relógios em uma hora na primavera e prolongando nossas horas de lazer ao final do dia. No entanto, a implementação do horário de verão tem sido repleta de controvérsias desde que Benjamin Franklin, em 1784, quando morava em Paris, concebeu a ideia de que ao adiantar os relógios a luz do dia poderia ser melhor aproveitada. Grande parte da população iria acordar, trabalhar e estudar em consonância com a luz do sol; deste modo, consumiriam menos velas nas fábricas e residências, mas a ideia não foi aceita.

Em 1895, o entomologista George Vernon Hudson, da Nova Zelândia, apresentou uma proposta para a Sociedade Filosófica Wellington: adiantar o relógio em duas horas durante os dias de verão e retornar ao horário normal nos dias de inverno. Como Hudson trabalhava nos correios de Wellington, queria poder usar suas horas ao final do dia para coletar insetos, pois nesses meses o fotoperíodo é maior. Somente em 1898, após muitas discussões, o HV foi adotado na Nova Zelândia (National Geographic, 2008). Portanto, George Vernon Hudson é considerado o responsável pela adoção do horário de verão em vários países.

Em 1907, o construtor londrino William Willett, membro da Sociedade Astronômica Real, propôs a adoção do HV. Lançou um panfleto intitulado *Waste of Daylight*, que visava à diminuição do consumo da luz artificial e o aumento das horas de lazer dos ingleses. Willett propôs adiantar os relógios em vinte minutos nos domingos do mês de abril e retorná-los ao normal nos domingos de setembro. Porém, esta proposta desagradou aos fazendeiros que, independente da mudança, teriam que seguir o horário solar, regidos pelo amanhecer e anoitecer, e assim a mudança não foi adotada na Inglaterra. O primeiro país europeu a adotar o HV foi a Alemanha, em 1916 (National Geographic, 2008).

Atualmente, o HV é adotado em cerca de 70 países e afeta mais de 1,6 bilhão de pessoas (LAHTI *et al*, 2006a; ROSENBERG *et al*, 2010). No Brasil, o HV foi instituído em 1931, no governo de Getúlio Vargas, visando à economia de energia elétrica, mas sua aplicação, a partir daquela época, foi descontínua. O Brasil é o único país equatorial que adota o HV. De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2010) e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), o motivo é a segurança do sistema de distribuição de energia elétrica.



Figura 5 – Mapa mostrando os países que adotam, adotaram e não adotaram o horário de verão. O horário de verão é um recurso adotado tanto por países do hemisfério Norte - março a outubro, quanto do Hemisfério Sul - outubro a março (COSTA, 2002).

A implementação do HV é determinada por decreto do Presidente da República, sempre respaldado legalmente pelo Decreto-Lei nº 4.295, de 13 de maio de 1942, e devidamente fundamentado em informações encaminhadas pelo Ministério de Minas e Energia, que toma por base os estudos técnicos realizados pelo ONS, e indica quais as unidades da Federação deverão ser abrangidas e o período de duração da medida.

Durante o HV há uma redução na demanda por energia elétrica no período de suprimento mais crítico do dia, das 18 às 21 horas, quando há coincidência na utilização de energia elétrica por toda a população provocando um pico no consumo, denominado "horário de ponta". Portanto, adiantar os ponteiros do relógio em uma hora, como acontece durante o HV, permite um maior aproveitamento da luz natural, e a distribuição e utilização de energia elétrica de forma gradativa pela população ao final do dia e redução no consumo. A economia medida pelo ONS é, em média, de 4% a 5%, poupando o País de sofrer as consequências da sobrecarga na rede durante o verão, quando o uso de eletricidade para refrigeração, condicionamento de ar e ventilação atinge seu ápice (ANEEL, 2010). Todavia, há de se questionar: a economia de energia elétrica justifica os possíveis transtornos causados à população? Será que um programa de governo visando a educar a população a

utilizar e economizar energia elétrica, como ocorreu na época em que passamos pela possibilidade de um “apagão” não seria mais viável e eficaz para o país?

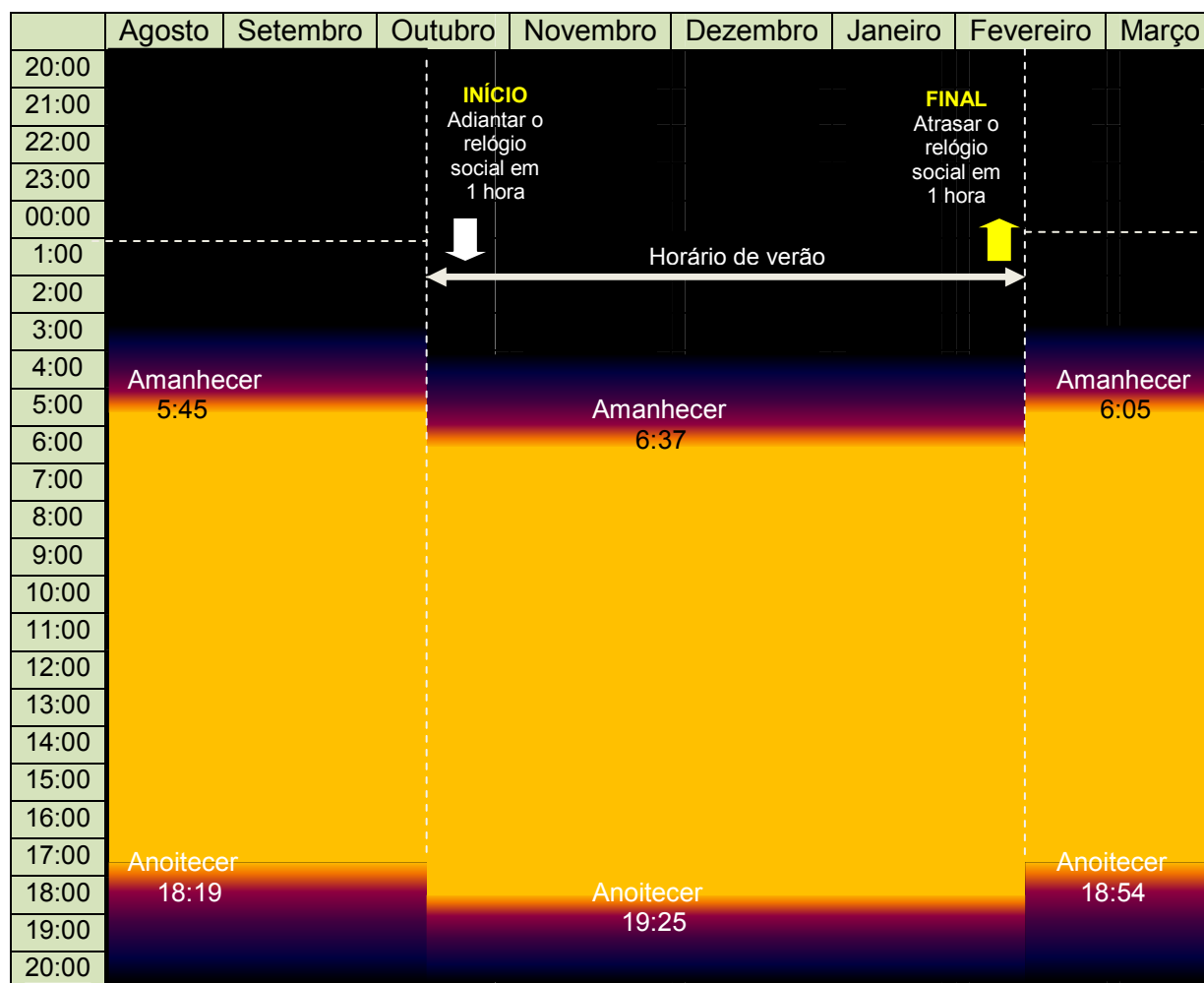


Figura 6– Esquema mostrando período do início e do final do horário de verão.

O relógio social é adiantado em uma hora no início do horário de verão – segunda semana de outubro (seta branca) e no final no horário de verão – segunda semana de fevereiro, o relógio social é atrasado em 1 hora (seta amarela). Podemos observar que, durante os meses do horário de verão, a duração do dia é maior do que nos meses anteriores e posteriores. (Esquema modificado: Alsousou et al, 2009).

Quando o relógio social é adiantado, um avanço proporcional nas fases de ritmos circadianos é necessário. Portanto, na entrada do HV, ao se adiantar o horário em uma hora, há a necessidade de um ajuste dos ritmos circadianos ao novo horário (LAHTI *et al.*, 2006a). Para que ocorra o ajuste entre os ritmos gerados endogenamente e os ciclos ambientais é necessário que ocorram adiantamentos e atrasos de fase, por meio do processo de arrastamento⁴. O arrastamento é

⁴ Ajuste temporal de um ritmo por outro ritmo ou ciclo ambiental. Mais comumente, refere-se ao processo de ajuste temporal de organismos a ciclos ambientais (como sincronização do ritmo da temperatura central com o

propriedade fundamental do sistema circadiano, pelo qual o período do relógio interno é sincronizado ao período do estímulo do arrastamento. Estímulos luminosos no início da manhã promovem adiantamentos dos ritmos circadianos, enquanto estímulos luminosos na primeira metade da noite promovem atrasos. Este mecanismo de controle e ajuste ao ciclo claro/escuro é modificado com o início do horário de verão, pois ao adiantarmos o relógio social em uma hora, será necessário um ajuste da sincronização e expressão dos ritmos endógenos pelos osciladores endógenos, central e periféricos, para a adaptação ao novo horário (KANTERMANN *et al.*, 2007).

Recentemente, Burgess *et al.* (2013) reforçaram a ideia de que os seres humanos podem ser sensíveis a pequenas mudanças que ocorrem geralmente em temporização circadiana. Davidson *et al.* (2006) compararam o efeito do ajuste, na transição para horário de verão, às circunstâncias do *jet lag* ou trabalho por turnos, o que pode reduzir a acuidade mental e aumentar o risco de inúmeras doenças e distúrbios do sono. Na verdade, poucos estudos comportamentais em humanos, durante as transições do HV, foram feitos (KANTERMANN *et al.*, 2007).

Um dos primeiros estudos sobre este tema, realizado por Monk e Folkard (1976), mostrou ajuste total ao horário de acordar 5 dias após o início do HV. Alguns anos mais tarde, Monk e Aplin (1980) verificaram que os sujeitos ajustaram o horário de acordar uma semana após a transição para o HV. Alguns estudos têm descrito uma diminuição no tempo de sono e, como consequência, o aumento da sonolência diurna, problemas gastrointestinais e de humor (LAHTI *et al.*, 2006b), a incidência de enfarte do miocárdio (JÁNSZKY e LJUNG, 2008; JÁNSZKY *et al.*, 2012) e o aumento do risco de acidentes (LAHTI *et al.*, 2008; BARNES *et al.*, 2009; LAHTI *et al.*, 2011). Schneider e Randler (2009) sugeriram que os testes de desempenho na escola não devam ocorrer na(s) primeira semana(s) após a transição para o HV. Valdez *et al.* (1991) descreveram diferenças inter-individuais na adaptação à transição para o HV. Alguns indivíduos levaram um ou dois dias, enquanto outros indivíduos levaram até duas semanas para sincronizar seus ritmos para o novo horário social.

Kantermann *et al.*, (2007) compararam as alterações observadas após o início do horário de verão àquelas observadas no *jet lag*, um transtorno de sono

claro/escuro ambientais). Diz-se que um ritmo está arrastado quando mantém relações de fase estáveis com o ciclo arrastador.

secundário devido à mudança rápida de fuso horário. Estes pesquisadores afirmam que os indivíduos intermediários sofrem menos na transição do HV do que os vespertinos e matutinos.

Estudos em populações de atletas demonstram, devido à dessincronização dos ritmos biológicos causados pelo *jet lag*, a ocorrência de sintomas como: fadiga e sonolência durante o dia e insônia a noite; diminuição do desempenho cognitivo, principalmente na atenção; diminuição da resistência física; alterações do humor, da motivação e aumento da irritabilidade; infecções recorrentes por queda do sistema imunológico; cefaleias, confusão mental; mal estar geral, desorientação e alterações do sistema digestório (REILLY *et al.*, 2005; MILNE e FUARD, 2007). Provavelmente, no início do horário de verão, sintomas semelhantes poderiam ser observados, pois adiantar o relógio social em 1 hora equivale a um *jet lag* ou a uma viagem de 1 hora no sentido oeste-leste.

Lahti *et al.*,(2006b) avaliaram, com o uso da actimetria, a possível interferência da transição do início do horário de verão na fragmentação do ciclo de atividade/repouso por dois anos consecutivos, 2003 e 2004. Uma das limitações deste estudo foi o número de sujeitos, apenas dez indivíduos adultos. A partir dos resultados, os autores identificaram alteração na qualidade do sono, principalmente nos indivíduos com menos de 8 horas de sono, concluindo que os efeitos da transição do HV podem ser agravados em indivíduos que apresentam problemas de saúde.

Lahti *et al.* (2006a) verificaram os registros hospitalares de entrada de casos de acidentes e de episódios de mania na Finlândia entre 1987 e 2003, durante a transição do HV. O objetivo foi verificar se durante a transição aumentava o número de acidentes e episódios de mania. Os resultados mostraram que não houve um aumento significativo em relação aos episódios de mania, provavelmente porque estes pacientes já recebiam tratamento adequado. Quanto aos acidentes, verificaram um pequeno aumento envolvendo pedestres, todos de pequenas proporções. Como o relógio social é adiantado em uma hora, infere-se que a perda de uma hora de sono no início do horário de verão pode ter diminuído a atenção e contribuído para a ocorrência dos acidentes (LAHTI *et al.*, 2006a).

Lahti e colaboradores (2008b), novamente usando como método de avaliação a actimetria, estudaram nove sujeitos e mostraram que o início do horário de verão afetou mais os indivíduos vespertinos e o término afetou principalmente os

indivíduos matutinos. No início do horário de verão houve aumento na agitação noturna, comprometendo a qualidade do sono. Os índices de movimento e de fragmentação do sono eram significativamente aumentados após ambas às transições, em média 37% na primavera e 54% no outono.

A capacidade de se adaptar ao novo horário dependerá do cronotipo. Lahti *et al.* (2006a) relata que indivíduos com cronotipo vespertino são menos capazes de se adaptar às mudanças dos horários sociais, como o HV. Pode-se supor, portanto, que a entrada no horário de verão promove uma redução na duração de sono, cuja magnitude varia entre as pessoas.

Estudos laboratoriais e epidemiológicos sugerem que a perda ou diminuição das horas de sono pode desempenhar um papel para a predisposição a diabetes e/ou à obesidade. De acordo com Knutson *et al.* (2007), existe correlação entre a restrição do sono, o ganho de peso e o risco de diabetes. Em animais e humanos há uma forte ligação entre o sono e o que tem sido chamado “processamento da memória dependente de sono”. Estudos em animais mostram que a privação de sono após tarefas de aprendizagem causa diminuição do desempenho em testes subsequentes (BORN e WAGNER, 2004).

O sistema circadiano tem um impacto importante nos distúrbios metabólicos e vice-versa. Trabalho em turnos, privação do sono e exposição à luz intensa durante a noite estão relacionadas ao aumento da adiposidade corporal e prevalência da síndrome metabólica. O mecanismo exato que liga a síndrome metabólica com a dessincronização circadiana não é bem conhecido. Hipóteses apontam para uma dessincronização interna dos ritmos circadianos, portanto, estudos focados na associação entre diferentes polimorfismos dos genes relógio, contribuirão para uma melhor compreensão das características dessa síndrome (GAURALET e MADRID, 2010). Modelos animais mostraram que camundongos com dessincronização do gene *CLOCK* estão propensos a desenvolver um fenótipo semelhante àquele observado na síndrome metabólica (TUREK *et al.*, 2005). Além disso, estudos em humanos demonstraram que os genes relógio que são expressos no tecido adiposo, tem seus níveis de expressão e suas variantes genéticas relacionados com diferentes componentes da síndrome metabólica (SOOKOIAN *et al.*, 2008).

Apesar da existência de um número limitado de estudos, pode-se sugerir que a entrada no horário de verão traz consequências indesejáveis à população, alterando a expressão da ritmicidade biológica e contribuindo para a privação parcial

de sono. Os estudos dos polimorfismos dos genes *CLOCK* e *PER3* são contraditórios em relação à associação com a preferência diurna ou não. Os nossos conhecimentos a respeito dos fatores que estariam associados à menor ou maior capacidade de ajuste às mudanças que ocorrem no HV ainda são poucos. Portanto, são indispensáveis mais estudos para a identificação dos fatores associados ao ajuste e possíveis associações de genes relógio com a transição do HV, o que seria importante para fornecer mais subsídios para o melhor entendimento a respeito dos mecanismos de ajuste do sistema de temporização circadiana durante este período.

Nossa principal hipótese é a de que na semana posterior à transição para o horário de verão os sujeitos devem reduzir o tempo de sono. Nossa suposição é a de que os sujeitos na semana posterior à transição para o HV devem manter os mesmos horários de dormir da semana anterior à transição. Ao ser adiantado em uma hora o relógio social os sujeitos devem adiantar o horário de acordar, respeitando o novo horário social, havendo, deste modo, redução do tempo de sono. Portanto, entre os cronotipos, os vespertinos devem ser os mais prejudicados pela implementação do novo horário social, uma vez que pela característica do cronotipo, teriam maior dificuldade em adiantar o horário de acordar, enquanto que os matutinos se ajustariam com maior facilidade à transição do HV.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

- Avaliar os efeitos da transição no início do HV sobre o ciclo vigília/sono de estudantes universitários e identificar possíveis fatores associados ao ajuste ao novo horário social.

2.2. Objetivos específicos

- Investigar se a implementação do horário de verão leva a alterações do ciclo vigília/sono em uma população de estudantes universitários.
- Investigar se há influência do cronotipo na adaptação ao horário de verão.
- Identificar a possível associação de respostas ao questionário de Horne-Ötsberg com o polimorfismo dos genes *CLOCK C3111T* e *PER3*.
- Investigar se há influência dos polimorfismos dos genes *CLOCK C3111T* e *PER3* sobre o ajuste aos novos horários sociais impostos pelo horário de verão.

3. METODOLOGIA

3.1. SUJEITOS

A coleta dos dados aconteceu nas transições do horário de verão (HV) dos anos de 2009 e 2011, após a realização de um estudo piloto com 50 estudantes universitários em 2008. Participaram 515 estudantes voluntários que cursavam o primeiro período dos cursos de graduação do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. O estudo obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres humanos do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, (protocolo CEP-06/08) (anexo 1), estando de acordo com a Declaração de Helsinque (e atualizações) e com a resolução 196/96 do CNS (e resoluções complementares). Todos os estudantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 2).

3.2. COLETA DOS DADOS

3.2.1. Identificação dos cronotipos

Os voluntários responderam, em sala de aula, ao questionário desenvolvido por Horne-Ötsberg (1976) que é utilizado para a identificação do cronotipo (anexo 3). O questionário consta de dezenove questões e de uma pontuação que varia de 16 a 86. Deste modo, os sujeitos podem ser classificados como vespertinos (16 a 42 pontos), intermediários (43 a 58 pontos) e matutinos (59 a 86 pontos).

3.2.2. Obtenção dos dados do ciclo de vigília/sono, de sonolência diurna e da irritabilidade, cansaço e disposição.

Os sujeitos receberam um diário (apêndice 1), que foi preenchido durante duas semanas consecutivas, na semana anterior e na semana posterior à transição do HV, para a avaliação das variáveis do ciclo vigília/sono, de sonolência e de irritabilidade, cansaço e disposição. Os dados de sono, como a hora de dormir e acordar e a meia fase de sono foram expressos em horas e minutos. O tempo na

cama foi calculado em minutos. A sonolência diurna às 8, 12, 18 e 20 horas e a irritabilidade, cansaço e disposição foram obtidos por meio de uma escala analógica visual. Operacionalmente, a Escala Analógica Visual (EAV) é uma linha de 100 mm de comprimento; o sujeito deve marcar, na linha, um ponto que representa sua percepção/sensação no momento. A pontuação da EAV é obtida pela medida, em milímetros, do ponto zero (início da linha) até o local onde o sujeito marcou (ZISAPEL e NIR, 2003; SCHNEIDER *et al.* 2004). Os sujeitos deveriam responder às questões sobre sonolência, irritabilidade, cansaço e disposição na primeira hora após ter acordado.

3.2.3. *Ângulo de fase*

O ângulo de fase é a diferença temporal entre a fase de um evento e a fase de outro evento. Por meio do ângulo de fase podemos, por exemplo, verificar a relação de fase entre o horário de anoitecer e o horário de dormir e o horário do amanhecer e o horário de acordar dos sujeitos.

3.2.4. *Genotipagem dos sujeitos*

O material escolhido para a extração do DNA foi a coleta das células da mucosa oral e saliva. A escolha se deu pela facilidade e praticidade na coleta, e por não desejarmos usar método invasivo, como a coleta de sangue.

Os sujeitos foram esclarecidos sobre a pesquisa que estávamos realizando e convidados a participar como voluntários. Após a explanação sobre o procedimento da coleta os sujeitos que aceitaram participar foram convidados a fornecer material para a realização da extração de DNA e posterior genotipagem.

3.2.4.1. *Coleta das células da mucosa oral e da saliva*

Tubos do tipo Falcon de 20mL foram previamente autoclavados para esterilização e receberam 5mL de solução de glicose a 3%. Cada estudante recebeu um tubo com a solução, a qual foi usada para enxaguar a boca durante um a dois minutos e em seguida descartada no mesmo tubo. Na sequência, utilizando uma espátula de madeira autoclavada, fizeram a raspagem da mucosa oral para retirada de mais células. A espátula foi colocada no mesmo tubo e agitada na solução para desprender as células, sendo em seguida descartada.

3.2.4.2. Extração do DNA

Após a coleta, os tubos foram colocados em uma caixa de isopor com gelo e transportados ao laboratório de Biologia Molecular da Pontifícia Universidade Católica do Paraná para a extração do DNA, que foi realizada sob a orientação do Prof. Dr. Fábio Ruedas Faucz.

Os tubos foram centrifugados a 2000 rotações por minuto (rpm) durante 10 minutos. O material sobrenadante foi descartado, e o "pelet" ressuspendido em 1300µL de tampão de extração (Tris, EDTA, SDS). A seguir foram adicionados 10µL de proteinase K em cada tubo e estes colocados em banho maria a 55°C "overnight". O conteúdo de cada tubo foi transferido para tubos tipo "Eppendorf" de 20mL, em seguida foram adicionados 500µL de acetato de amônio. O material foi agitado em "vortex" por 5 minutos, seguido de centrifugação por 10 minutos a 14000 rpm. Após a centrifugação, o sobrenadante foi dividido em dois tubos Eppendorf de 1,5mL (900µL de sobrenadante em cada tubo) desprezando-se o sedimento. A seguir foram adicionados 540µL de isopropanolol gelado em cada tubo, os tubos foram agitados e centrifugados novamente a 14000 rpm por 5 minutos. Descartado o sobrenadante, foi conservado o sedimento com o DNA isolado. Foi acrescentado 1mL de etanol gelado a 70% nos tubos, e centrifugou-se por mais 5 minutos a 14000g. O etanol foi vertido dos tubos e o restante foi evaporado a temperatura ambiente. No material seco foram adicionados 50µL de solução Tris + EDTA. Os tubos foram mantidos sob refrigeração.

3.2.4.3. Genotipagem para os polimorfismos dos genes *CLOCK* e *PER3*

A genotipagem para os polimorfismos dos genes *CLOCK 3111C/T* e de repetição do *PER3* foi realizada no laboratório de Biologia Molecular do Sono da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, sob a orientação do Prof. Dr. Mario Pedrazzoli.

Esta foi realizada usando-se a reação em cadeia para polimerase (PCR) com os *primers* descritos por Ebisawa *et al.*, 2001, usando-se uma mistura de polimerase "ProofSprinter" (Hybaid, Ashford, Kent), seguida das condições de amplificação: 94°C por 3 minutos, 38 ciclos 94°C por 45 segundos, 58°C por 3 minutos e 72°C por 1 minuto. A identificação dos sujeitos homozigotos e heretozigotos para os alelos do

polimorfismo do gene *CLOCK* (*CC*, *CT* e *TT*) foram realizados por RealTime® e a identificação dos homozigotos e heterozigotos para os alelos do polimorfismo de repetição do gene de *PER3* (4/4, 4/5 e 5/5) foi realizada por eletroforese em gel de agarose (figura 7).

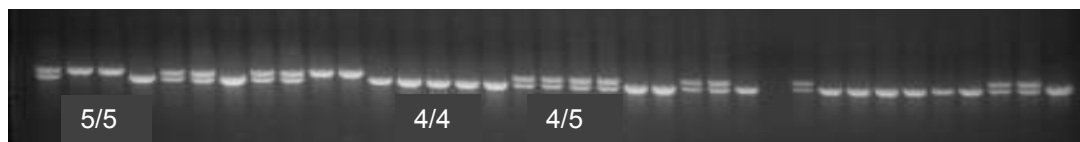


Figura 7 – Eletroforese em gel de agarose revelado, mostrando as bandas dos alelos de *PER3*, 5/5, 4/4 e 4/5.

3.2.5. Análise actimétrica

Dos 378 sujeitos da amostra, foram escolhidos 24 estudantes, 12 vespertinos (5 homens e 7 mulheres) e 12 matutinos (6 homens e 6 mulheres). Para a avaliação do padrão de sono foram utilizadas as variáveis: tempo na cama, duração de sono e a eficiência de sono, horário de dormir, horário de acordar, meia-fase do sono e Δ da meia-fase de sono⁵.

Todos usaram actímetros de punho (Basic Motionlogger-L Actigraph®, Ambulatory Monitoring, Inc.) (anexo 4) de segunda a sexta-feira, nas semanas anterior e posterior à transição para o HV. O actímetro de punho é um aparelho semelhante a um relógio que é programado para registrar os movimentos do braço do sujeito e guardá-los na memória do aparelho. Estes dados são descarregados através de uma interface actímetro-computador gerando um registro gráfico chamado de actograma, permitindo que sejam avaliadas as variáveis do ciclo vigília/sono. As análises foram realizadas de acordo com os algoritmos propostos por Cole *et al.*, (1992) para estimativas dos parâmetros de actigrafia de sono.

Podemos observar na figura 8 o actograma de um sujeito vespertino.

⁵ Δ da meia-fase de sono é a diferença entre a meia fase de sono da semana posterior - meia fase de sono da semana anterior a transição do horário de verão.

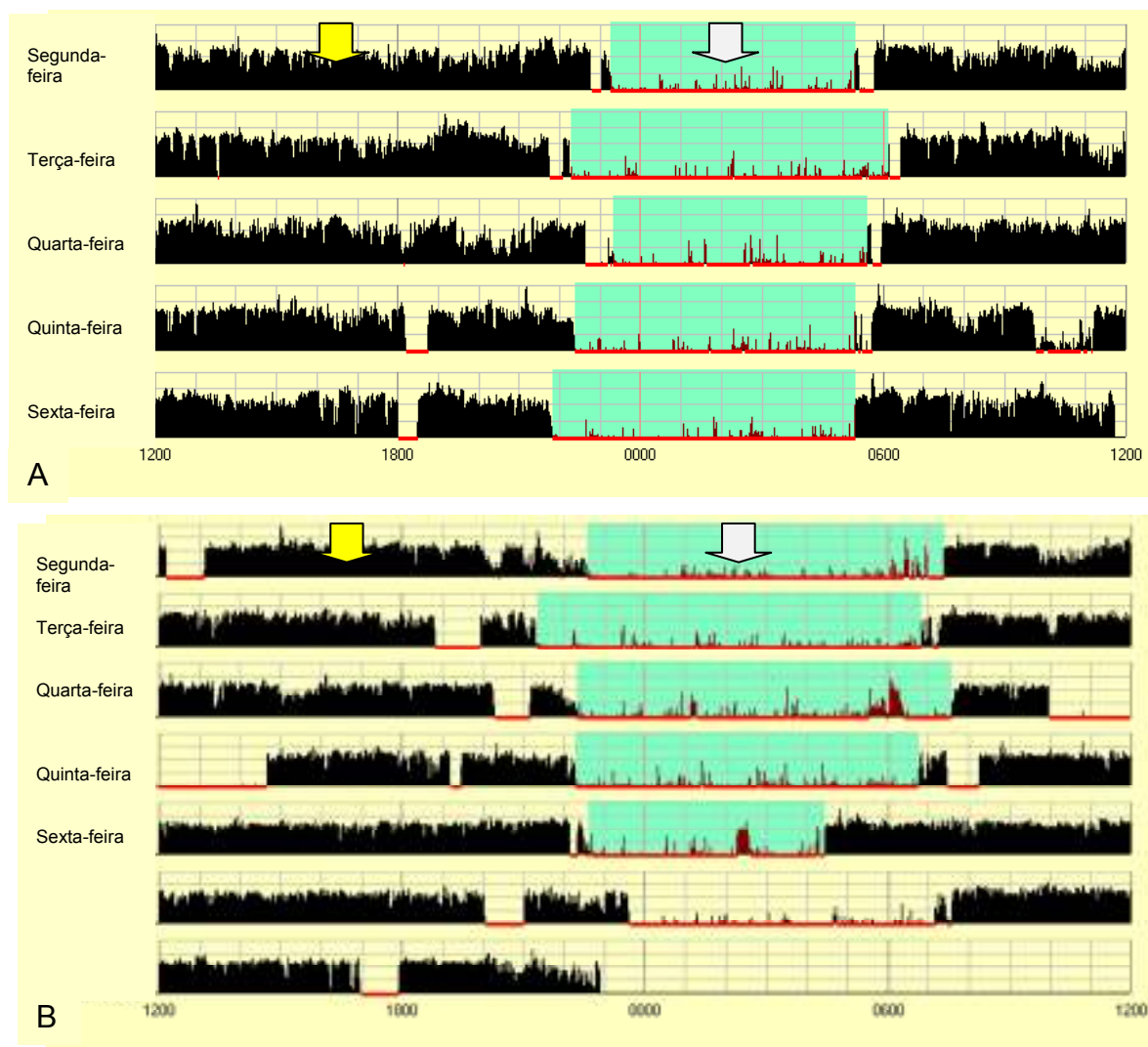


Figura 8 – Actograma de um sujeito vespertino durante os dias da semana, de segunda a sexta-feira. A: semana anterior ao horário de verão. B: semana após a transição para o horário de verão. Observe que o eixo x mostra os dias da semana e o eixo y mostra o ciclo de 24 horas. Registro da vigília (seta amarela) e o de sono (seta branca).

Podemos observar na figura 8 (A) que o horário de dormir ficou entre as 22:00 e 23:00 horas e o horário de acordar entre as 5:00 e 6:00 horas na semana antes da transição para o horário de verão. Na semana após a transição para o HV (B), podemos observar que o horário de dormir ficou entre 21:30 e 22:30 horas e o horário de acordar entre 6:50 e 07:30 horas na semana após a transição do horário de acordar.

3.2.6. Análise de dados

Para a análise da adaptação ao HV calculamos a diferença entre a meia fase de sono⁶ da semana após a transição do HV em relação à meia fase de sono da semana anterior (Δ = meia fase de sono da semana posterior à transição – meia fase de sono da semana anterior à transição). Optamos por esta metodologia para a análise do ajuste ao HV pelo fato da meia fase de sono ser uma variável representativa, tanto da duração do sono como dos horários de dormir e acordar, ou seja, para que os sujeitos se adaptem ao HV é necessário ajustes na fase do sono e não somente no tempo de permanência na cama. Desta forma, o completo ajuste ao HV seria indicado por um $\Delta=0$ ou $\Delta<0$, identificando os sujeitos que conseguiram se ajustar ao HV. No caso de $\Delta>0$, identificamos os sujeitos que atrasaram a fase do sono, não se adaptando ao novo horário social.

Foram consideradas como variáveis dependentes: o horário de dormir, horário de acordar, tempo de permanência na cama, ângulo de fase ao anoitecer, ângulo de fase ao amanhecer, meia fase de sono, sonolência diurna às 8, 12, 18 e 20 horas, irritabilidade, cansaço e disposição. Como variáveis independentes foram consideradas o cronotipo, o genótipo e a etapa de coleta, semana anterior e a semana após o início do horário de verão. Aplicado o teste de normalidade de *Kolgomorov-Smirnov & Lilliefors*, constatamos que os dados apresentavam distribuição normal. As variáveis idade e pontuação do MEQ foram comparadas entre os sexos por meio do teste t para amostras independentes, enquanto as demais variáveis foram avaliadas por meio da aplicação do teste ANOVA de medidas repetidas e One-way ANOVA para análise genética. Em caso de diferenças estatísticas para estes testes, foi aplicado o teste de acompanhamento de Tukey HSD (*Honestly Significant Difference*). O nível de significância utilizado em todos os testes foi de $p<0,05$.

Os sujeitos foram divididos em três grupos de alelos, sendo para o polimorfismo do gene *CLOCK*: *CC CT* e *TT* (n=239) e para o polimorfismo de

⁶ A meia fase de sono é o horário equivalente a metade do tempo de sono, que é a diferença entre o horário de acordar e o horário de dormir. Consideramos a meia fase como sendo a variável que melhor pode explicar um melhor ou pior ajuste dos sujeitos em relação às diferenças verificadas entre as semanas anterior e posterior a transição do HV.

repetição do gene *PER3*: 4/4, 4/5 e 5/5 (n=232). A comparação entre as variáveis dependentes antes e após a transição foi calculada por ANOVA de medidas repetidas. A ANOVA, seguida de *post-hoc* de Tukey HSD (*Honestly Significant Difference*; nível de significância $p < 0,05$), foi usada para comparar a Δ da meia fase de sono, considerando como variáveis independentes o cronotipo e o genótipo.

As médias de todos os sujeitos foram calculadas considerando os dias de segunda a sexta-feira para cada variável dependente. Para verificação de diferenças entre os homens e entre as mulheres, foi aplicado o teste *t*.

As análises foram realizadas usando o programa Statistica 7.0.

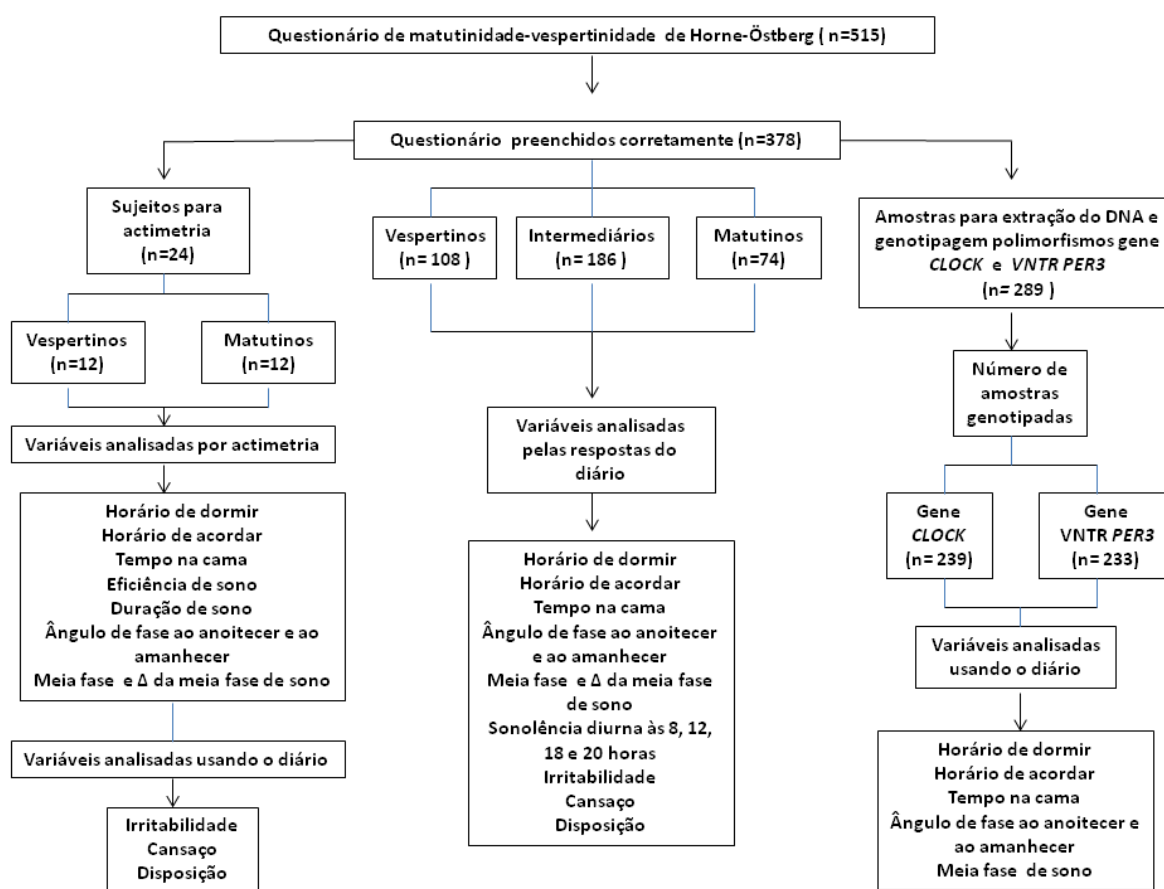


Figura 9 – Representação geral do experimento

Para melhor compreensão dos conceitos sobre os períodos avaliados em nosso estudo, a tabela 1 apresenta as definições operacionais dos termos utilizados.

Tabela 1 – Definições operacionais

Período anterior à transição do HV	Período equivalente aos dias de aula, de segunda a sexta-feira, da semana anterior à mudança para o horário de verão.
Período posterior à transição do HV	Período equivalente aos dias de aula, de segunda a sexta-feira, da semana posterior à mudança para o horário de verão.

A tabela 2 mostra as variáveis medidas no estudo, a forma de avaliação e os instrumentos utilizados para a coleta de dados nas semanas anterior e posterior à transição do HV.

Tabela 2 – Análise comparativa das variáveis e diferenças considerando a transição do horário de verão

Variável	Instrumento e forma de avaliação	Medida original	Medida(s) utilizada(s)
Sexo	Questionário/auto-resposta		
Cronotipo	Questionário de Horne-Östberg	Quantitativa discreta	Quantitativa discreta (pontos de 16 a 86) Qualitativa ordinal 0 = vespertinos 1 = indiferentes 2 = matutinos
Idade	Questionário/auto-resposta	Quantitativa contínua	Quantitativa contínua (anos)
IMC	Questionário/auto-referido	Quantitativa contínua	Quantitativa contínua (Kg/m ²)
Horário de dormir	Diário de sono	Quantitativa contínua	Quantitativa contínua (horário)
Horário de acordar	Diário de sono	Quantitativa contínua	Quantitativa contínua (horário)
Tempo de permanência na cama	Diário de sono	Quantitativa contínua	Quantitativa contínua (minutos)
Ângulo de fase ao anoitecer	Diferença entre horário de dormir e horário do anoitecer	Quantitativa contínua	Quantitativa contínua (horas:minutos)
Ângulo de fase ao amanhecer	Diferença entre o horário de acordar e o horário do amanhecer	Quantitativa contínua	Quantitativa contínua (horas:minutos)
Meia fase de sono	Horário equivalente à metade da diferença entre o horário de dormir e o horário de acordar	Quantitativa contínua	Quantitativa contínua (horas:minutos)

Variável	Instrumento e forma de avaliação	Medida original	Medida(s) utilizada(s)
Sonolência diurna excessiva	Escala analógica visual	Quantitativa contínua	Quantitativa contínua (milímetros de 0 a 100)
Irritabilidade	Escala analógica visual	Quantitativa contínua	Quantitativa contínua (milímetros de 0 a 100)
Cansaço	Escala analógica visual	Quantitativa contínua	Quantitativa contínua (milímetros de 0 a 100)
Disposição	Escala analógica visual	Quantitativa contínua	Quantitativa contínua (milímetros de 0 a 100)
Genótipo	Genotipagem	Qualitativa nominal	Qualitativa nominal Gene <i>PER3</i> Alelos 4/4, 4/5, 5/5 Gene <i>CLOCK</i> Alelos CC, CT, TT

4. RESULTADOS

Quinhentos e quinze estudantes voluntários responderam ao questionário de Horne-Östberg (1976) para determinação dos cronotipos. Desses, 378 responderam e preencheram os diários corretamente.

A tabela 3 mostra as características dos 378 sujeitos cujos dados foram incluídos nos resultados desta tese. Houve diferença na idade entre homens e mulheres ($F=6,36$; $p=0,012$) e não houve diferença na pontuação do HO ($F=0,23$; $p=0,628$). 74,36% da amostra é composta por mulheres e 25,64% de homens. Em relação aos cronotipos, os vespertinos equivalem a 31,21%, intermediários 49,21% e matutinos 19,58% da amostra. A proporção encontrada em nosso estudo corrobora com o estudo de Alam *et al.* (2008) sobre a distribuição dos cronotipos em estudantes universitários no sul do Brasil.

Tabela 3 – Características gerais da amostra.

Variáveis	Índices
Sujeitos, n	378
Sexo, n	
Feminino	281
Masculino	97
Idade, anos	
Feminino	20,17(3,75)*
Masculino	21,33(4,29)*
Cronotipo, pontuação	
Feminino	48,43(11,36)*
Masculino	47,79(12,36)*
Cronotipo, n	
Vespertino	
Feminino	82
Masculino	36
Intermediário	
Feminino	144
Masculino	42
Matutino	
Feminino	55
Masculino	19
Genótipo <i>PER3</i> , (n=233)	
4/4	95
4/5	105
5/5	33
Genótipo <i>CLOCK</i> , (n=239)	
CC	13
CT	91
TT	135

*Valores expressos em média (desvio padrão)

4.1. VARIÁVEIS DE SONO

4.1.1. Horário de dormir

Houve efeito do cronotipo ($F=77,1$; $p<0,001$) e da transição do HV ($F=20,4$; $p<0,001$) sobre o horário de dormir, mas não houve interação entre as variáveis independentes ($F=0,4$; $p=0,65$) (tabela 1 – apêndice 3).

Na semana anterior à transição os sujeitos foram dormir em média às 23h18min e na semana posterior à transição às 23h59min, indicando um atraso de 41 minutos em relação à semana anterior à transição do HV ($p<0,001$) (apêndice 2).

Sujeitos intermediários atrasaram o horário de dormir ($p=0,005$) após a transição do HV. Não houve diferença nos vespertinos e matutinos ($p=0,385$; $p=0,081$, respectivamente) (figura10).

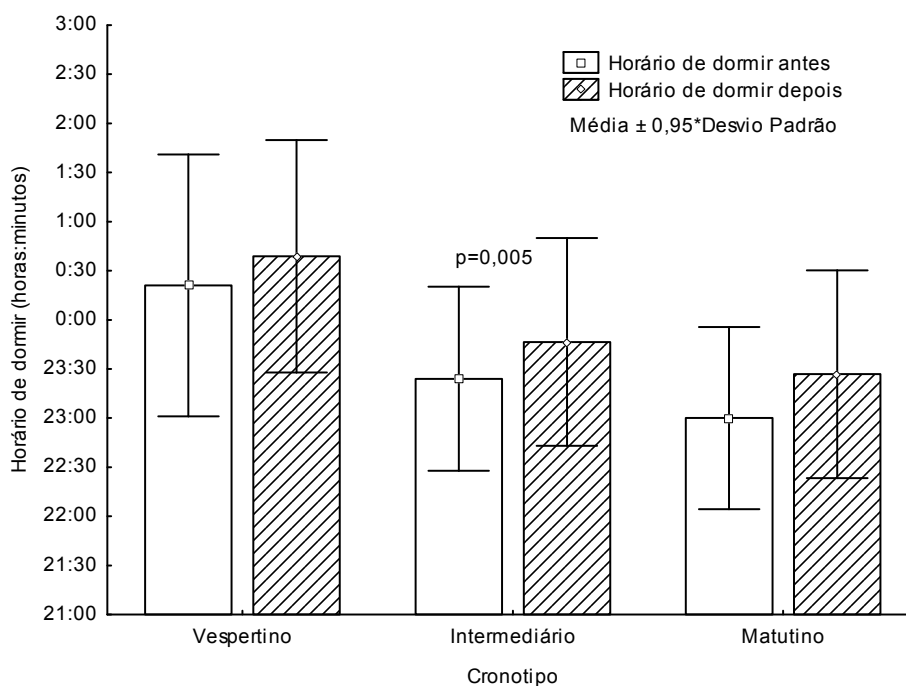


Figura 10 – Horários de dormir da semana entre a semana anterior e após a transição do HV entre os cronotipos ($n=378$). As colunas vazias indicam a semana anterior à transição e as colunas hachuradas a semana após a transição. Barras representam o desvio padrão.

4.1.2. Horário de acordar

Houve efeito do cronotipo ($F=45,96$; $p<0,001$) e da transição do HV ($F=91,05$; $p<0,001$) sobre o horário de acordar, e não houve interação entre as variáveis dependentes ($F=0,52$; $p=0,594$) (tabela 2 – apêndice 3).

Os sujeitos passaram a acordar mais tarde na semana após a transição para o HV. A média do horário de acordar dos sujeitos foi 06h47min na semana anterior e 07h30min na semana após a transição, ou seja, os sujeitos acordaram, em média, 43 minutos mais tarde ($p < 0,001$) indicando que não conseguiram ajustar o horário de acordar ao novo horário social. A média do horário de acordar dos sujeitos coincide com o horário de início das aulas na universidade, às 7h30min.

Os três grupos não se ajustaram ao novo horário social na semana após a transição, todos atrasaram o horário de acordar após a transição ($p<0,001$) (Figura 11).

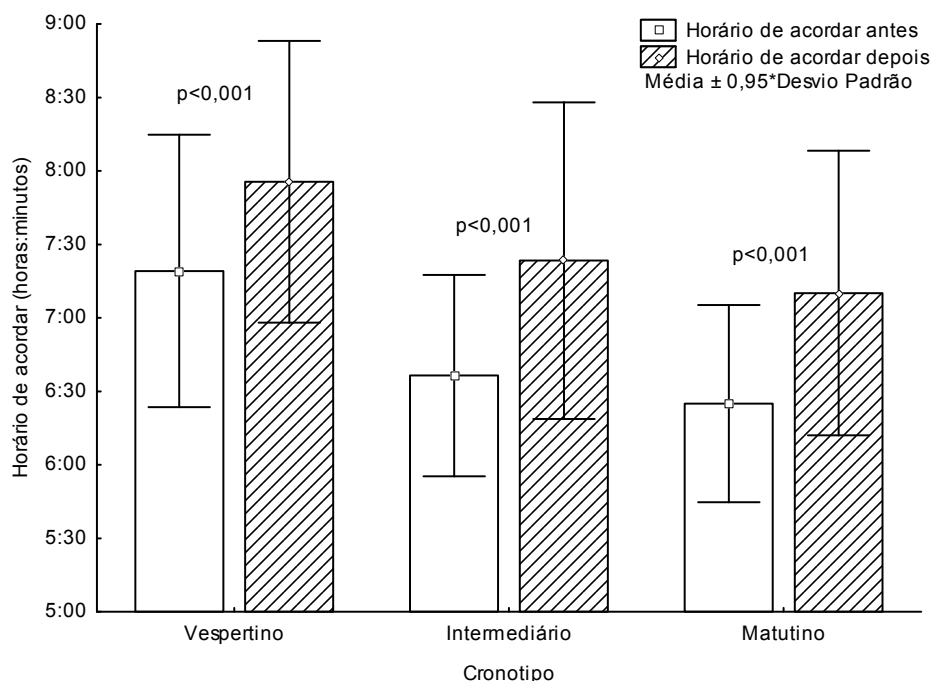


Figura 11 – Horários de acordar da semana anterior e após a transição do HV entre os cronotipos ($n=378$). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.

4.1.3. Tempo na cama

Houve efeito do cronotipo ($F=9,64$; $p<0,001$) e da transição do HV ($F=18,97$; $p<0,001$) sobre o tempo na cama e não houve interação entre as variáveis independentes ($F=0,18$; $p=0,881$) (tabela 3 – apêndice 3). Houve aumento do tempo na cama (média de 23 minutos) na semana após a transição para o HV ($p<0,001$) (apêndice 2).

Ao analisarmos os cronotipos, somente os intermediários aumentaram o tempo de permanência na cama entre a semana anterior e a semana após a transição do HV ($p=0,002$), o que não ocorreu com os vespertinos ($p=0,091$) e matutinos ($p=0,077$) (figura 12).

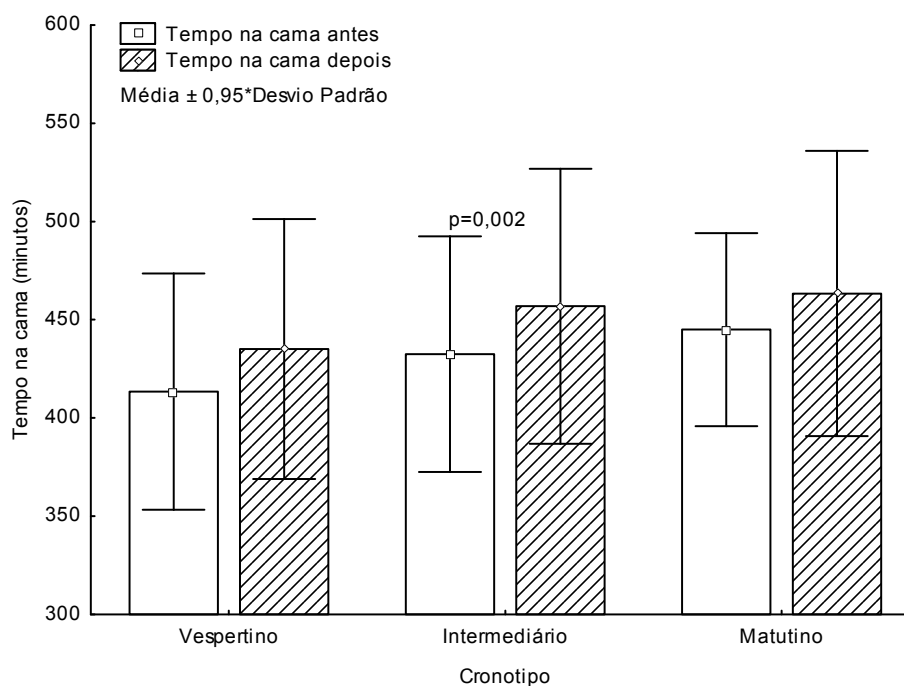


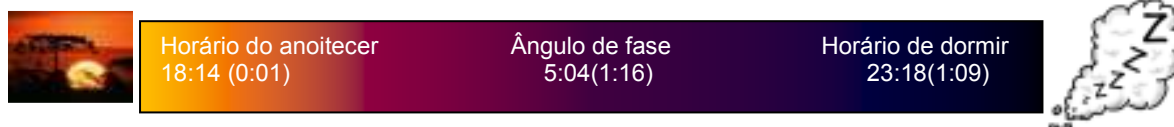
Figura 12 – Tempo na cama entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão de cada cronotipo ($n=378$). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.

4.1.4. Ângulo de fase ao anoitecer

Houve efeito do cronotipo ($F=33,95$; $P<0,001$) e da transição do HV ($F=75,7$; $p<0,001$) sobre o ângulo de fase ao anoitecer e não houve interação entre as variáveis independentes ($F=0,28$; $p=0,757$) (tabela 4 - apêndice 3).

Após a transição para o HV houve um adiantamento de 31 minutos no ângulo de fase ao anoitecer ($p < 0,001$) (figura 13).

Ângulo de fase ao anoitecer antes da transição do horário de verão



Ângulo de fase ao anoitecer após a transição do horário de verão

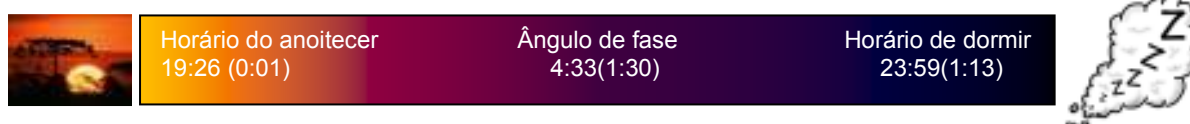


Figura 13 – Ângulo de fase ao anoitecer na semana anterior e na semana após a transição para o horário de verão de todos os sujeitos (n=378).

Podemos observar que na semana após a transição para o horário de verão os sujeitos diminuíram o ângulo de fase e atrasaram o horário de dormir quando comparamos com a semana anterior à transição do horário de verão.

Todos os grupos diminuíram o ângulo de fase ao anoitecer na semana após a transição do HV ($p < 0,001$) (figura 14). Os vespertinos adiantaram em 47 minutos ($p < 0,001$), os intermediários em 42 minutos ($p < 0,001$) e os matutinos em 38 minutos ($p < 0,001$).

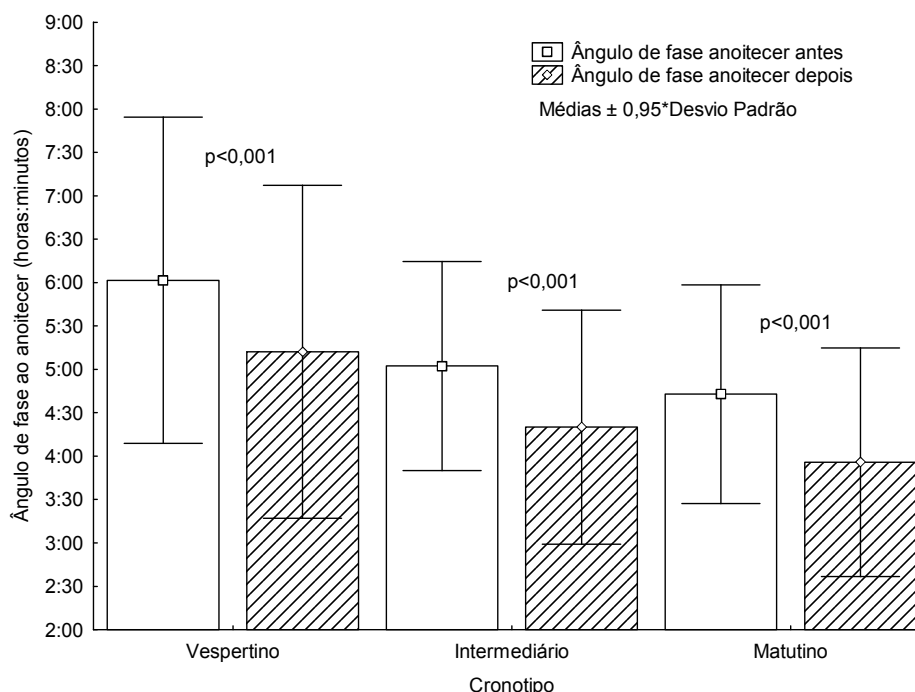


Figura 14 – Ângulo de fase ao anoitecer entre os cronotipos entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.

4.1.5. Ângulo de fase ao amanhecer

Houve efeito do cronotipo ($F=44,52$; $p<0,001$) e da transição ($F=11,27$; $p<0,001$) sobre o ângulo de fase ao amanhecer, e não houve interação entre as variáveis independentes ($F=0,51$; $p=0,599$) (tabela 5 – apêndice 3).

Na média de todos os sujeitos, foi identificado um adiantamento do ângulo de fase ao amanhecer na semana após transição para o HV quando comparado com o ângulo de fase da semana anterior à transição para o HV ($p<0,001$) (figura 15) (apêndice 2).

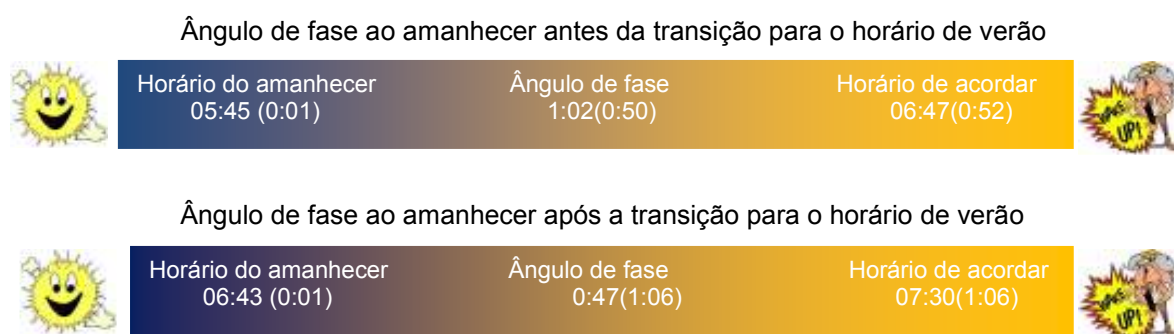


Figura 15 – Ângulo de fase ao amanhecer na semana anterior e na semana após a transição para o horário de verão de todos os sujeitos ($n=378$).

Na semana após a transição para o horário de verão os sujeitos diminuíram o ângulo de fase e atrasaram o horário de acordar quando comparado com a semana anterior à transição do horário de verão.

Nenhum cronotipo mostrou diferença entre a semana anterior e a semana após a transição para o HV em relação ao ângulo de fase ao amanhecer. Vespertinos ($p=0,074$), intermediários ($p=0,477$) e matutinos ($p=0,662$) (figura 16).

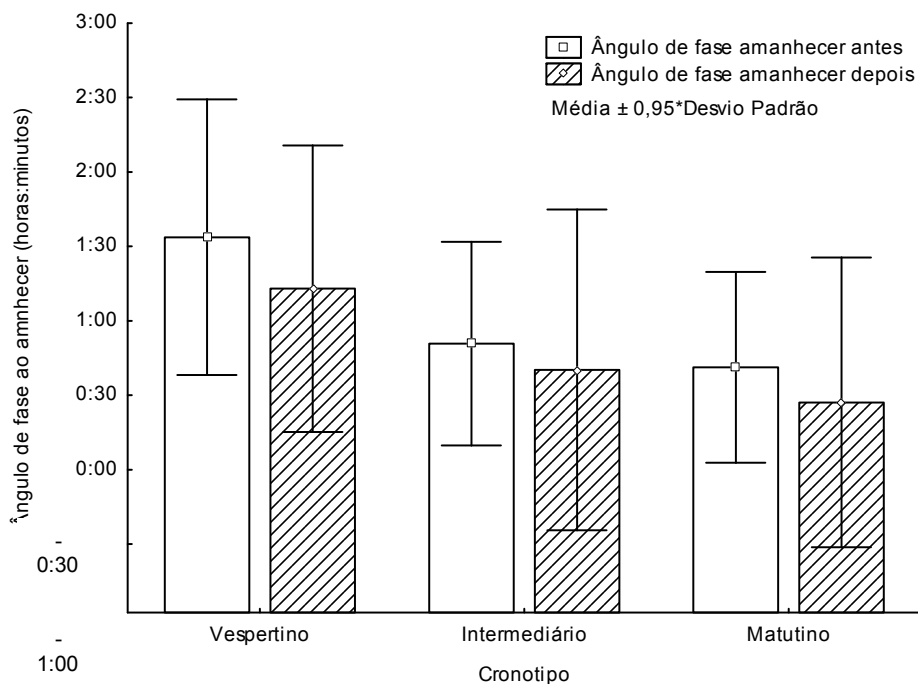


Figura 16 – Ângulo de fase ao amanhecer entre os cronotipos entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.

4.1.6. Meia fase de sono e Δ da meia fase

Houve efeito do cronotipo ($F=109,8$; $p<0,001$) e do período ($F=17$; $p<0,001$) sobre a meia fase de sono e houve interação entre as variáveis independentes ($F=7,2$; $p<0,001$) (tabela 6 – apêndice 3).

Ao considerarmos todos os sujeitos em relação à meia fase de sono, verificamos que a média na semana anterior foi de 3h22min e na semana após a transição para o HV a média foi de 3h39min, portanto, a Δ da meia fase foi de 16 minutos após a transição para o HV ($p<0,001$).

Os vespertinos não apresentaram diferenças ($p=0,984$), o que não ocorreu com os intermediários ($p=0,001$) e os matutinos ($p=0,001$) que atrasaram a meia fase de sono na semana após a transição do HV (figura 17).

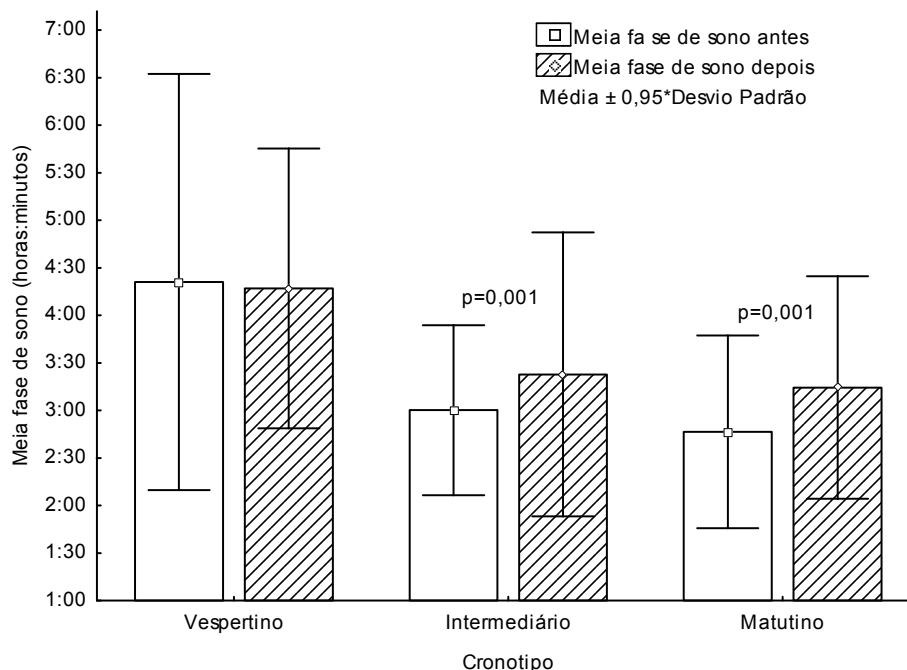


Figura 17 – Meia fase de sono entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Os intermediários e matutinos atrasaram a meia fase de sono na semana após a transição para o horário de verão. Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.

Em relação à Δ da meia fase de sono, houve efeito da transição do HV sobre a Δ da meia fase de sono. Os intermediários e matutinos não se ajustaram a transição para o HV, atrasando em 22 minutos e 35 minutos, respectivamente, a Δ da meia fase de sono ($\Delta > 0$) (tabela 7 – apêndice 3).

Em relação aos cronotipos, os vespertinos apresentaram a média da Δ da meia fase de sono de -0:04(1:02) (p=0,984), intermediários de 0:22(1:29) (p=0,001) e os matutinos de 0:35(1:10) (p=0,001).

4.2. SONOLÊNCIA DIURNA

4.2.1. Sonolência diurna às 8 horas

Houve efeito do cronotipo (F=3,9; p=0,021) e da transição (F=56,29; p<0,001) sobre a sonolência às 8 horas e não houve interação entre as variáveis independentes (F=0,01; p=989) (tabela 8 – apêndice 4).

Ao considerarmos todos os sujeitos, estes mostraram maior sonolência às 8 horas na semana após a transição para o HV ($0 < 0,001$). Todos os grupos estavam mais sonolentos às 8 horas na semana após a transição do HV ($p < 0,001$) (figura 18).

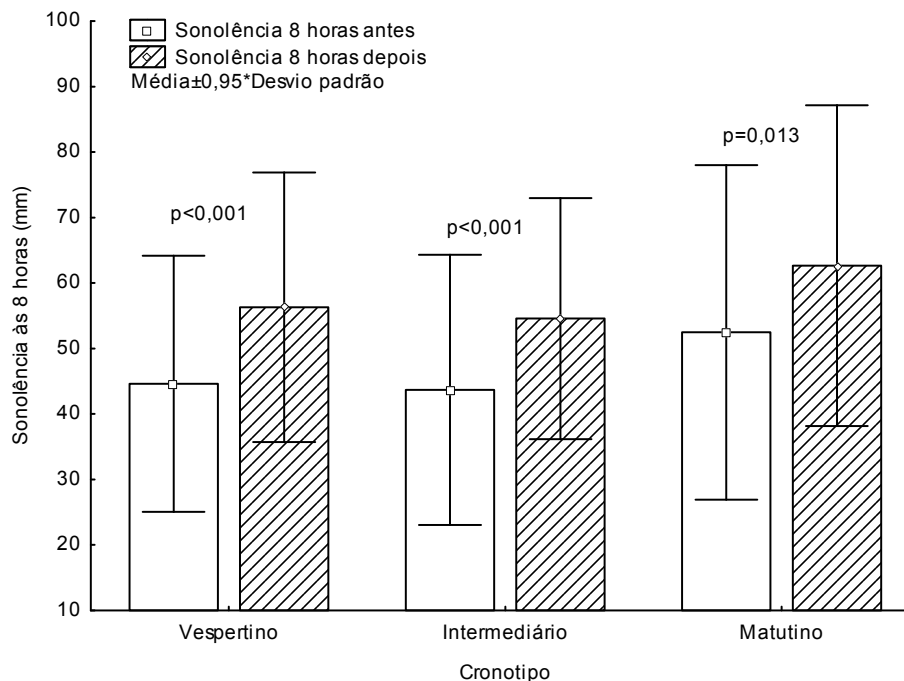


Figura 18 – Sonolência às 8 horas entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos ($n=378$). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.

4.2.2. Sonolência às 12 horas

Não houve efeito do cronotipo ($F=1,9$; $p=0,152$) e do período ($F=1,38$; $p=0,241$) sobre a sonolência às 12 horas e interação entre as variáveis independentes ($F=0,056$; $p=0,946$) (tabela 9 – apêndice 3).

Considerando todos os sujeitos, estes não apresentaram maior sonolência às 12 horas na semana após a transição para o HV ($p=0,3$) (apêndice 2).

Em relação aos cronotipos, não estavam mais sonolentos às 12 horas na semana após a transição do HV. Vespertinos ($p=0,931$), intermediários ($p=0,831$) e os matutinos ($p=0,1$) (figura 19).

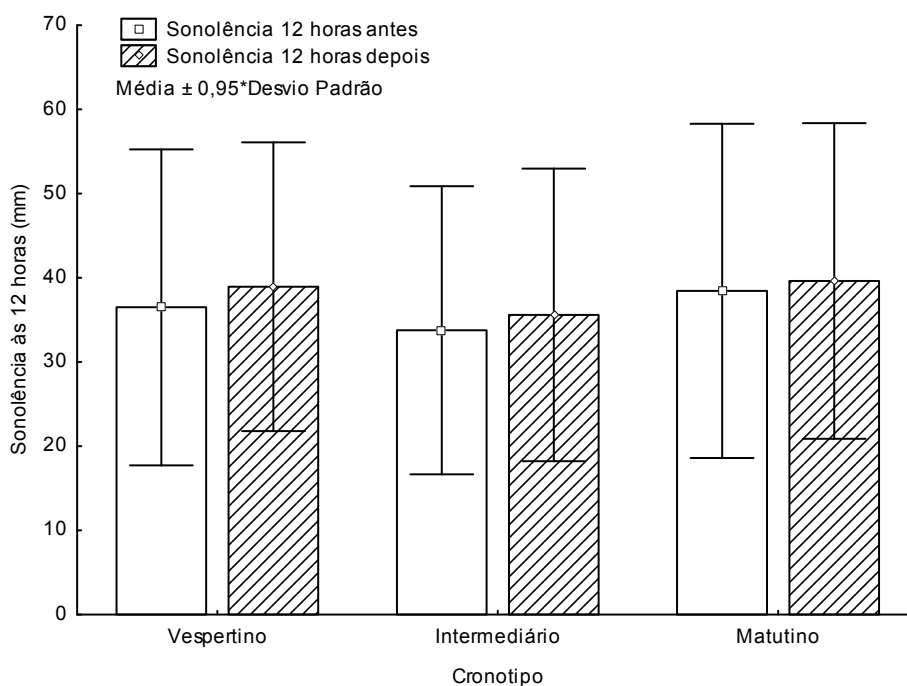


Figura 19 – Sonolência às 12 horas entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.

4.2.3. Sonolência às 18 horas

Não houve efeito do cronotipo ($F=0,25$; $p=0,777$) e do período ($F=0,22$; $p=0,636$) sobre a sonolência às 18 horas e interação entre as variáveis independentes ($F=1,72$; $p=0,181$) (tabela 10 – apêndice 3).

Os sujeitos não mostraram diferença na sonolência às 18 horas entre a semana anterior e a semana após a transição de segunda a sexta-feira ($p=0,143$) (apêndice 2).

Não houve diferenças entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão em relação aos cronotipos. Vespertinos ($p=0,478$), intermediários ($p=0,973$) e matutinos ($p=0,916$) (figura 20).

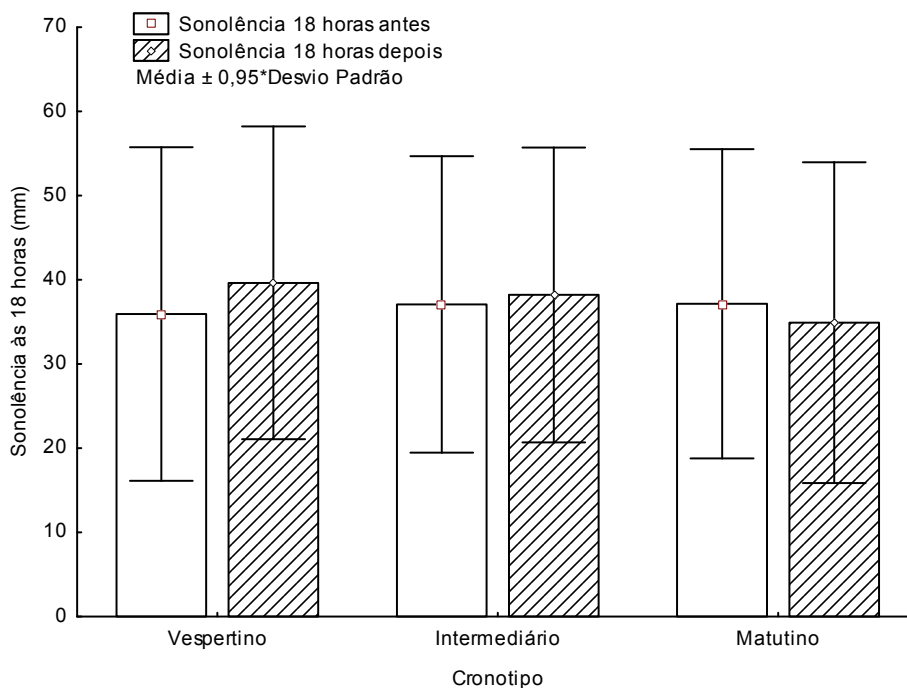


Figura 20 – Sonolência às 18 horas entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.

4.2.4. Sonolência às 20 horas

Não houve efeito do cronotipo ($F=0,62$; $p=0,538$) e da transição do HV ($F=1,32$; $p=0,256$) sobre a sonolência às 20 horas e não houve interação entre as variáveis independentes ($F=2,88$; $p=0,058$) (tabela 11 – apêndice 3).

Os sujeitos não estavam mais sonolentos às 20 horas após a transição ($p=0,597$) (apêndice 2).

Nenhum cronotipo estava mais sonolento às 20 horas após a transição do HV (vespertinos, $p=0,884$; intermediários, $p=0,1$; matutinos, $p=0,256$) (figura 21).

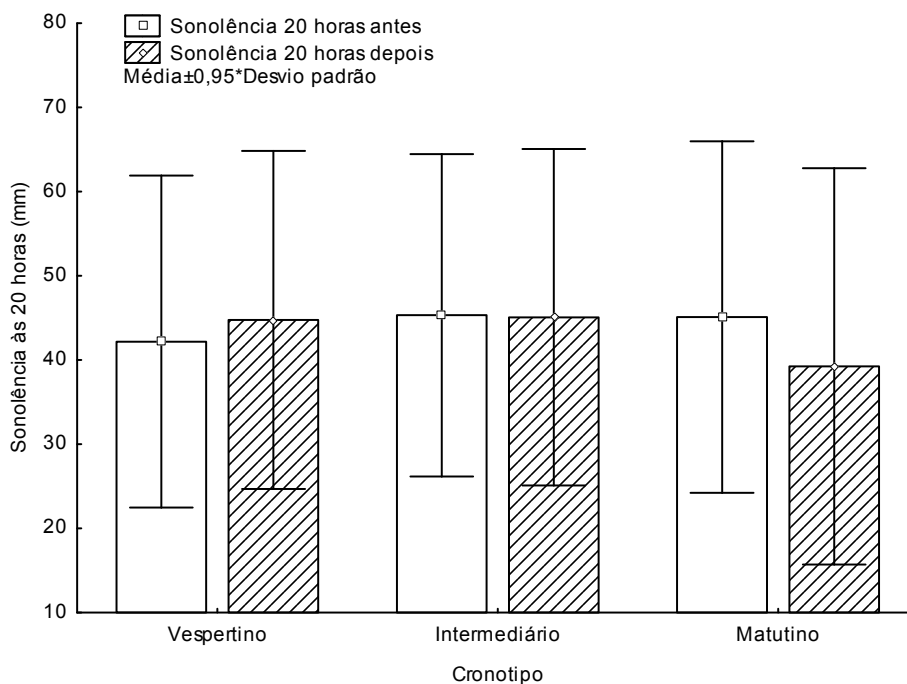


Figura 21 – Sonolência às 20 horas entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.

4.3. IRRITABILIDADE, CANSAÇO E DISPOSIÇÃO

4.3.1. Irritabilidade

Houve efeito da transição do HV ($F=12,76$; $p<0,001$), mas não do cronotipo sobre a irritabilidade ($F=0,76$; $p=0,496$). Não houve interação entre as variáveis independentes ($F= 0,28$; $p=0,758$) (tabela 12 – apêndice 3).

Ao considerarmos todos os sujeitos, estes se mostraram mais irritados na semana após a transição do HV ($p < 0,001$). Nenhum cronotipo estava mais irritado após a transição para o horário de verão. Vespertinos ($p=0,192$), intermediários ($p=0,156$) e matutinos ($p=0,397$) (figura 22).

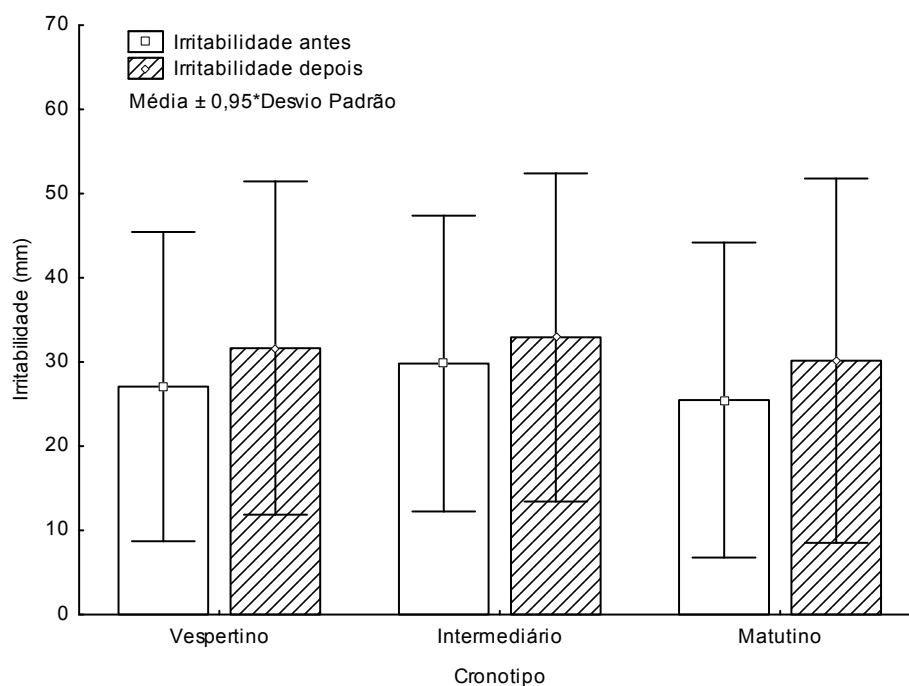


Figura 22 – Irritabilidade entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.

4.3.2. Cansaço

Não houve efeito do cronotipo ($F=1,49$; $0,225$) e da transição do HV ($F=2,41$; $p=0,121$) sobre o cansaço e interação entre as variáveis independentes ($F=0,081$; $p=0,922$) (tabela 13 – apêndice 3).

Ao compararmos as médias do cansaço de todos os sujeitos, estes não mostraram uma tendência a estar mais cansados na semana após a transição do HV ($p=0,054$) (apêndice 2). Nenhum cronotipo estava mais cansado na semana após a transição para o HV (vespertinos ($p=0,783$), intermediários ($p=0,718$) e matutinos ($p=0,998$)) (figura 23).

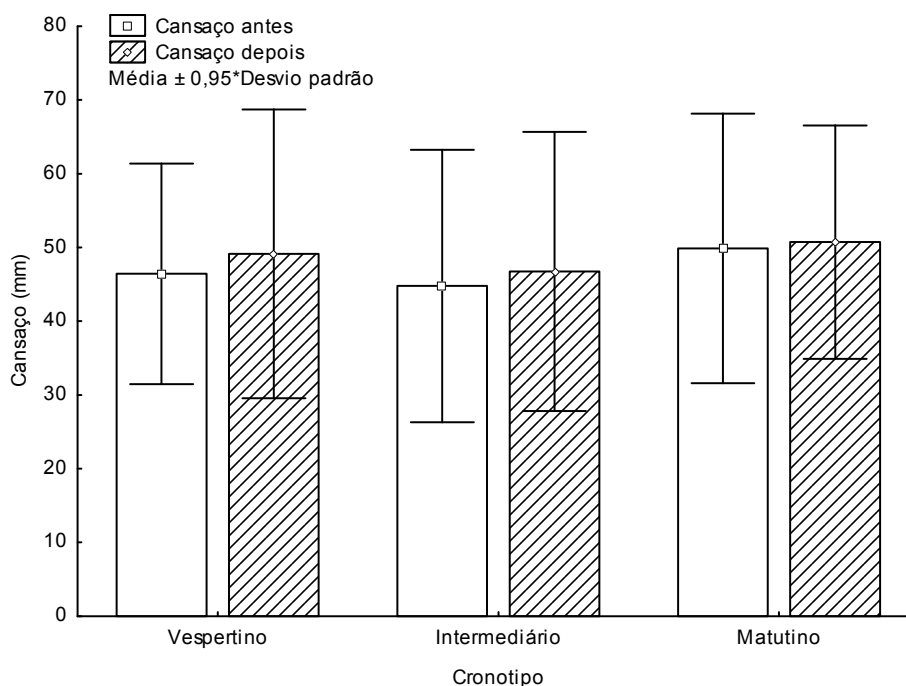


Figura 23 – Cansaço entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.

4.3.3. Disposição

Não houve efeito do cronotipo ($F=1,79$; $p=0,179$) e da transição do HV ($F=1,09$; $p=0,305$) sobre a disposição e não houve interação entre as variáveis independentes ($F=0,8$; $p=0,449$) (tabela 14 – apêndice 3).

Na semana após a transição do HV, os sujeitos não mostraram diferença em relação à disposição entre a semana anterior e a semana após a transição do HV ($p=0,215$) (apêndice 2). Os cronotipos não mostraram diferença na disposição entre a semana anterior e a semana após a transição do HV. Vespertinos ($p=0,1$), intermediários ($p=0,998$) e os matutinos ($p=0,758$) (figura 24).

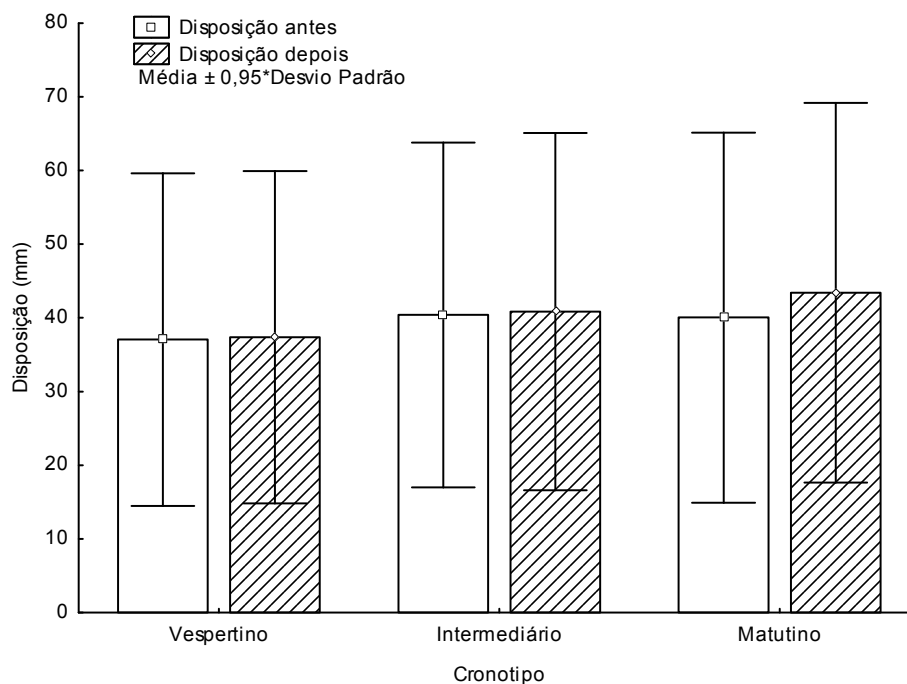


Figura 24 – Disposição entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão dos cronotipos (n=378). Colunas vazias representam a semana anterior e as colunas hachuradas representam a semana após a transição para o horário de verão. Barras representam o desvio padrão.

4.4. ANÁLISE GENÉTICA

4.4.1. Polimorfismo do gene *CLOCK C3111T*

Da amostra inicial (n=378), 239 amostras foram genotipadas. A perda de parte das amostras ocorreu por contaminação ou por conter pouco DNA após a extração.

A tabela 4 mostra as características da amostra.

Tabela 4 - Características da amostra para gene *CLOCK C3111T*

Sujeitos, n	239
Sexo, n	
Feminino	167
Masculino	72
Idade, anos*	
Feminino	20(3.68)
Masculino	21.20(4.55)
Cronotipo, pontuação*	47.94(11.35)
Cronotipo, n	
Vespertino	
Feminino	51
Masculino	23
Intermediário	
Feminino	84
Masculino	37
Matutino	
Feminino	32
Masculino	12
Genótipo, n	
CC	13
CT	91
TT	135
Cronotipo x Genótipo, n	
Vespertino	
CC	4
CT	26
TT	43
Intermediário	
CC	7
CT	47
TT	68
Matutino	
CC	2
CT	18
TT	24

*Valores expressos em média (desvio padrão)

A frequência para o alelo C é de 0,24 e de 0,76 para o alelo T. A distribuição genotípica foi de 0,06 para o homocigoto T/T, 0,37 para o heterocigoto C/T e de 0,57 para o homocigoto C/C ($\chi^2 = 0,1$), estando esta população em Equilíbrio de Hardy-Weinberg.

4.4.2. Variáveis de sono e polimorfismo do 3111C/T do gene *CLOCK*

Podemos observar na tabela 5 as médias do horário de dormir e acordar, do tempo na cama, ângulo de fase ao anoitecer e ao amanhecer e da meia fase de sono entre a semana anterior e após transição para o horário de verão dos sujeitos genotipados de acordo com os alelos do polimorfismo 3111C/T do gene *CLOCK*.

Tabela 5 - Médias do horário de dormir e acordar, tempo na cama, ângulo de fase ao anoitecer, ângulo de fase ao amanhecer e da meia fase de sono entre a semana anterior e após a transição do horário de verão entre os alelos do polimorfismo 3111C/T do gene *CLOCK*

Variáveis	Genótipo*					
	CC (n=13)		CT (n=91)		TT (n=135)	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Horário de dormir (h:min)	0:04(1:02)	0:15(0:50)	23:39(1:11)	0:02(1:13)	23:37(1:05)	23:47(1:18)
Horário de acordar (h:min)	7:05(1:08)	7:31(0:41)	6:46(0:53)	7:35(1:07)	6:50(0:51)	7:22(1:07)
Tempo na cama (min)	421.72(55.47)	436.10(53.47)	426.84(68.95)	453.40(74.07)	433.36(57.6)	454.45(1:07)
Ângulo de fase anoitecer (h:min)	5:42(1:02)	4:49(0:50)	5:26(1:35)	4:45(2:07)	5:15(1:05)	4:21(1:18)
Ângulo de fase amanhecer (h:min)	1:20(1:08)	0:48(0:41)	1:02(0:51)	0:52(1:07)	1:05(0:51)	0:38(1:07)
Meia fase de sono(h)*	4:23(1:15)am	4:18(0:56)am	3:00(41:08)am	3:22(1:11)am	2:42(0:44)am	3:18(0:51)am

*Os valores expressos em media (desvio padrão)

Podemos observar na tabela 6 que não houve efeito do genótipo sobre o horário de dormir e de acordar, tempo na cama, ângulo de fase ao anoitecer e amanhecer e sobre a meia fase de sono após a transição do HV.

Tabela 6 – One-way ANOVA entre os alelos do polimorfismo 3111C/T do gene *CLOCK* do polimorfismo 3111C/T do gene *CLOCK* entre a semana anterior e após a transição do horário de verão

Variáveis	One-Way ANOVA	
	Genótipo	
	F	p
Horário de dormir	1,04	0,385
Horário de acordar	0,78	0,539
Tempo na cama	0,38	0,82
Ângulo de fase anoitecer	1,03	0,392
Ângulo de fase amanhecer	0,73	0,572
Meia fase de sono	0,91	0,459

A tabela 7 mostra as médias dos cronotipos agrupados pelo genótipo entre a semana anterior e após a transição do HV da Δ da meia fase agrupados pelos alelos. Podemos observar que o genótipo não exerceu efeito sobre a transição do HV.

Tabela 7 - Comparação das médias da Δ da meia fase dos cronotipos agrupados pelo genótipo

Variável	Cronotipo								
	Vespertino			Intermediário			Matutino		
	CC (n=4)	CT (n=26)	TT (n=43)	CC (n=7)	CT (n=47)	TT (n=68)	CC (n=2)	CT (n=18)	TT (n=24)
Δ da meia fase* (h:min)	-0:17(1:22)	-0:13(1:00)	0:04(1:01)	0:24(1:107)	0:18(1:31)	0:00(1:27)	0:22(1:09)	0:51(1:25)	0:28(1:06)
Δ da meia fase**	ANOVA								
	Cronotipo			Genótipo			Interação		
	F	p		F	p		F	p	
	1,60	0,202		0,23	0,791		0,743		0,563

*Valores expressos em medias (desvio padrão).**ANOVA fatorial

4.4.3. Polimorfismo de repetição do gene VNTR PER 3

A tabela 8 mostra as características da amostra.

Tabela 8 – Características da amostra para gene VNTR PER 3	
Sujeitos, n	233
Sexo, n	
Feminino	166
Masculino	67
Idade, anos	
Feminino	20.07(3.67)*
Masculino	21.20(4.5/5)*
Cronotipo, n	
Vespertino	
Feminino	48
Masculino	19
Intermediário	
Feminino	86
Masculino	36
Matutino	
Feminino	32
Masculino	12
Genótipo, n	
4/4	95
4/5	105
5/5	33
Cronotipo x Genótipo, n	
Vespertino	
4/4	26
4/5	32
5/5	10
Intermediário	
4/4	56
4/5	49
5/5	15
Matutino	
4/4	13
4/5	24
5/5	7

*Valores expressos em média (desvio padrão).

A frequência do alelo 4 foi de 0,633 e do alelo 5 de 0,367. A frequência do homocigoto 4/4 foi de 0,4, do heterocigoto 4/5 de 0,46 e do homocigoto 5/5 de 0,13. ($\chi^2=0,185$; $p<0,05$). Esta população está em equilíbrio de Hardy-Weinberg.

4.4.3.1. Variáveis de sono e polimorfismo VNTR do gene *PER3*

A tabela 9 mostra as médias do horário de dormir e acordar, do tempo na cama, do ângulo de fase ao anoitecer e ao amanhecer e da meia fase de sono entre a semana anterior e após a transição para o HV entre os alelos do gene *PER3*.

Tabela 9 – Médias do horário de dormir e acordar, tempo na cama, ângulo de fase ao anoitecer e do ângulo de fase ao amanhecer entre a semana anterior a após a transição do horário de verão entre os alelos do polimorfismo do gene *PER3*

Variáveis	Genotype*					
	4/4 (n=95)		4/5 (n=105)		5/5 (n=33)	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Horário de dormir (h:min)	23:47(1:03)	23:57(1:05)	23:34(1:06)	23:50(1:53)	23:20(1:22)	23:59(1:43)
Horário de acordar (h:min)	6:51(0:53)	7:23(1:01)	6:47(0:53)	7:30(1:03)	6:35(0:52)	7:41(1:11)
Tempo na cama (min)	424.63(62.16)	446.41(70.93)	432.94(63.29)	460.30(68.93)	435.42(61.35)	461.87(90.02)
Ângulo de fase anoitecer (h:min)	5:25(1:03)	4:31(1:05)	5:12(1:06)	4:23(1:13)	5:23(2:16)	4:59(3:22)
Ângulo de fase amanhecer (h:min)	1:06(0:53)	0:40(1:01)	1:01(0:53)	0:47(1:03)	0:54(0:48)	0:58(1:11)
Meia fase de sono (h:min)	3:28(0:58)	3:35(1:03)	3:23(1:06)	3:36(1:11)	3:05(1:31)	3:37(1:24)

*Os valores expressos em média (desvio padrão)

Não houve efeito do genótipo sobre o horário de dormir e de acordar, tempo na cama, ângulo de fase ao anoitecer e amanhecer e sobre a meia fase de sono após a transição do HV (tabela 10).

Tabela 10 – One-way ANOVA entre os alelos do polimorfismo do gene *PER3* entre a semana anterior e após a transição do horário de verão

Variáveis	One-way Anova	
	Genótipo	
	F	p
Horário de dormir	1,28	0,278
Horário de acordar	1,1	0,352
Tempo na cama	0,8	0,524
Ângulo de fase anoitecer	1,22	0,303
Ângulo de fase amanhecer	0,89	0,468
Meia fase de sono	0,87	0,482

A tabela 11 mostra as médias entre os cronotipos entre a semana anterior e após a transição do HV da Δ da meia fase agrupados pelos alelos. Podemos observar que há diferenças entre os cronotipos. Ao compararmos os genótipos em cada um dos cronotipos não observamos diferenças, conseqüentemente, o genótipo não interferiu na meia fase de sono. Portanto, houve efeito do cronotipo, mas não do genótipo, e não houve interação entre as variáveis independentes.

Tabela 11 – Comparação das médias da Δ da meia fase dos cronotipos agrupados pelo genótipo

	Cronotipo								
	Vespertino			Intermediário			Matutino		
	4/4 (n=26)	4/5 (n=32)	5/5 (n=10)	4/4 (n=56)	4/5 (n=49)	5/5 (n=15)	4/4 (n=13)	4/5 (n=24)	5/5 (n=7)
Δ da meia fase* (h:min)	-0:06(1:00)	-0:02(0:58)	0:07(1:20)	0:05(1:25)	0:15(1:28)	0:21(1:20)	0:42(0:56)	0:28(1:09)	1:31(1:58)
Δ da meia fase**	ANOVA								
	Cronotipo			Genótipo			Interação		
	F	p		F	p		F	p	
	5,31	0,005		1,47	0,231		0,57		0,681

*Valores expressos em medias (desvio padrão).**ANOVA fatorial

Tabela 12 Resultado geral entre todos os sujeitos e entre os cronotipos

Variáveis	Cronotipos			
	Todos os sujeitos (n=378)	Vespertinos (n=118)	Intermediários (n=186)	Matutinos (n=74)
Horário de dormir	Atrasaram	-	Atrasaram	-
Horário de acordar	Atrasaram	Atrasaram	Atrasaram	Atrasaram
Tempo na cama	-	-	Aumentaram	-
Meia fase de sono	Atrasaram	-	Atrasaram	Atrasaram
Δ da meia fase de sono	Atrasaram		Atrasaram	Atrasaram
Ângulo de fase ao anoitecer	Reduziram	Reduziram	Reduziram	Reduziram o
Ângulo de fase ao amanhecer	-	-	-	-
Sonolência às 8 horas	Aumentaram	Aumentaram	Aumentaram	Aumentaram
Sonolência às 12 horas	-	-	-	-
Sonolência às 18 horas	-	-	-	-
Sonolência às 20 horas	-	-	-	-
Irritabilidade	Aumentaram	-	-	-
Cansaço	-	-	-	-
Disposição	-	-	-	-

- = Não houve diferença

4.5 Análise actimétrica

Foram seleccionados da amostra total, 24 sujeitos, 12 vespertinos e 12 matutinos para usar o actímetro. Deste modo, avaliamos os parâmetros do sono durante a transição do horário de verão.

A tabela 13 mostra as características da amostra.

Tabela 123 – Característica da amostra da actimetria

Variáveis	
HO, pontuação	
Vespertino	33,91(5,45)*
Matutino	65,67(4,55) *
Idade, anos	
Vespertino	21,76(3,78) *
Matutino	21,58(5,71) *
Sexo, n	
Feminino	13
Masculino	11
Cronotipo, n	
Vespertino	
Feminino	7
Masculino	5
Matutino	
Feminino	6
Masculino	6

* Valores expressos em media (desvio padrão). HO = questionário de Horne-Östberg

4.5.1 Variáveis de sono

4.5.1.1 Horário de dormir

A tabela 14 mostra que houve efeito do cronotipo e da transição do HV sobre o horário de dormir e não houve interação entre as variáveis independentes.

Os vespertinos atrasaram o horário de dormir em 36 minutos após a transição ($p=0,006$), enquanto os matutinos não mostraram diferenças ($p=0,685$) entre a semana anterior e após a transição para o HV (tabela 27). Ao analisarmos se houve diferença entre os cronotipos em cada uma das semanas, verificamos que os vespertinos foram deitar 1h21min mais tarde do que os matutinos na semana anterior à transição ($p=0,004$) e 1h44min mais tarde na semana após a transição para o HV ($p<0,001$) (tabela 14).

Tabela 134 – Parâmetros do horário de dormir entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Váriáveis	Cronotipo			
	Vespertino		Matutino	
	Antes*	Depois*	Antes*	Depois*
Horário de dormir (h:min))	0:23(1:23)	0:59(1:21)	23:02(0:58)	23:15(1:11)

Horário de dormir	**ANOVA					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
	73,88	<0.001	9,14	0,001	1,92	0,168

*Valores expressos em media (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

4.5.1.2 Horário de acordar

Podemos observar na tabela 15 que houve efeito do cronotipo e da transição do HV sobre o horário de acordar, mas não houve interação entre as variáveis independentes.

Os vespertinos não mostraram diferenças entre a semana anterior e a semana após a transição para o HV ($p=0,565$). Os matutinos atrasaram em 45 minutos o horário de acordar após a transição para o HV ($p<0,001$).

Observamos que houve diferença entre os cronotipos em cada uma das semanas. Os vespertinos acordaram mais tarde do que os matutinos tanto na semana anterior e como na semana após a transição para o HV. Na semana anterior os vespertinos acordaram 1h44min mais tarde do que os matutinos na semana anterior à transição ($p<0,001$) e 1h03min mais tarde na semana após a transição ($p<0,001$) (tabela 15).

Tabela 145 – Parâmetros do horário de acordar entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Váriáveis	Cronotipo			
	Vespertino		Matutino	
	Antes*	Depois*	Antes*	Depois*
Horário de acordar (h:min)	8:08(1:46)	8:12(1:49)	6:24(1:08)	7:09(1:23)

Horário de acordar	**ANOVA					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
	38,87	<0.001	5,31	0,037	1,89	0,171

*Valores expressos em media (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

4.5.1.3 Tempo na cama

Não houve efeito do cronotipo e da transição do HV sobre o tempo na cama, mas houve interação entre as variáveis independentes (tabela 16).

Os vespertinos não mostraram diferenças entre a semana anterior e a semana após a transição para o HV ($p=0,189$), enquanto que os matutinos aumentaram em 31 minutos o tempo na cama na semana ($p=0,04$). Ao analisarmos se houve diferença entre os cronotipos em cada uma das semanas, observamos que não houve diferenças entre os vespertinos e matutinos na semana anterior ($p=0,390$). Na semana após a transição os vespertinos e matutinos apresentaram diferença ($p=0,011$). Os matutinos permaneceram em média 41 minutos a mais na cama do que os vespertinos na semana após a transição (tabela 16).

Tabela 156 – Parâmetros do tempo na cama entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variável	Cronotipo			
	Vespertino		Matutino	
	Antes*	Depois*	Antes*	Depois*
Tempo na cama (min)	458,44(93,85)	434,95(120,33)	445,40(68,9)	476,31(101,41)

	**ANOVA					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Tempo na cama	1,16	0,282	0,097	0,755	5,23	0,024

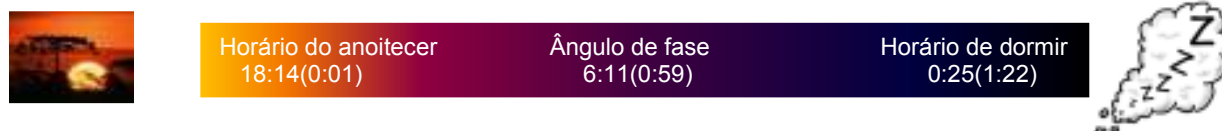
*Valores expressos em media (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

4.5.1.4 Ângulo de fase ao anoitecer

Houve efeito do cronotipo ($F=16,13$; $p<0,001$) e da transição do HV ($F=8,52$; $p=0,004$) sobre o ângulo de fase ao anoitecer e não houve interação entre as variáveis independentes ($F=1,7$; $p=0,194$) (tabela 17).

Podemos observar na figura 25 que ao considerarmos os vespertinos, estes reduziram em 53 minutos o ângulo de fase no anoitecer na semana após transição para o HV em relação à semana anterior ao HV ($p<0,001$).

Ângulo de fase dos vespertinos ao anoitecer antes da transição para o horário de verão



Ângulo de fase dos vespertinos ao anoitecer após a transição para o horário de verão

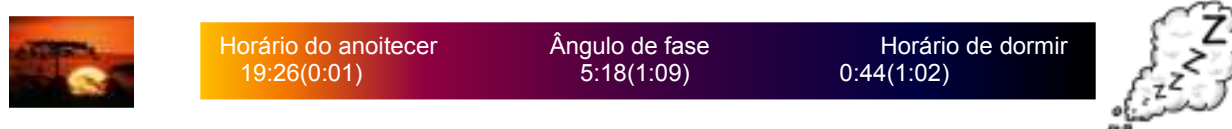
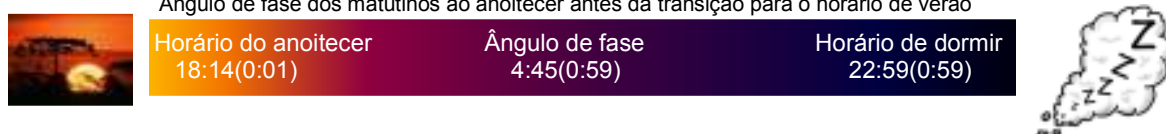


Figura 25 – Ângulo de fase ao anoitecer dos vespertinos na semana anterior e na semana após a transição para o horário de verão (n=12). Podemos observar que na semana após a transição para o horário de verão os sujeitos reduziram o ângulo de fase.

Na figura 26, observamos que ao considerarmos os matutinos, estes reduziram em 56 minutos o ângulo de fase ao anoitecer na semana após transição para o HV em relação à semana anterior ao HV ($p < 0,001$).

Ângulo de fase dos matutinos ao anoitecer antes da transição para o horário de verão



Ângulo de fase dos matutinos ao anoitecer após a transição para o horário de verão

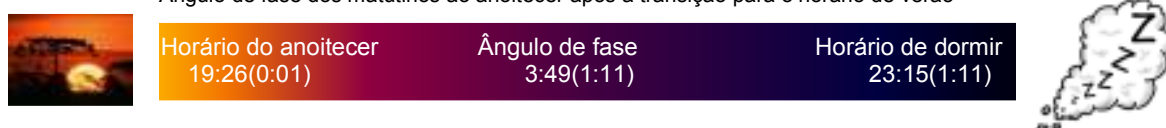


Figura 26 – Ângulo de fase ao anoitecer dos matutinos na semana anterior e na semana após a transição para o horário de verão (n=12). Podemos observar que na semana após a transição para o horário de verão os sujeitos reduziram o ângulo de fase.

Tabela 167 – Parâmetros do ângulo de fase ao anoitecer entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Váriável	Cronotipo			
	Vespertino		Matutino	
	Antes*	Depois*	Antes*	Depois*
Ângulo de fase ao anoitecer (h:min)	6:11(1:22)	5:18(1:09)	4:45(0:59)	3:49(1:11)

Ângulo de fase ao anoitecer	**ANOVA					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
	16,13	<0,001	8,52	0,004	1,7	0,194

*Valores expressos em media (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

4.5.1.5 Ângulo de fase ao amanhecer

Houve efeito do cronotipo ($F=29,91$; $p<0,001$) e da transição do HV ($F=5,05$; $p=0,026$) sobre o ângulo de fase ao amanhecer, mas não houve interação entre as variáveis independentes ($F=1,95$; $p=0,164$) (tabela 18).

Podemos observar na figura 27 que ao considerarmos os vespertinos, estes diminuíram em 55 minutos o ângulo de fase ao amanhecer na semana após transição para o HV em relação à semana anterior a transição do HV ($p<0,001$).

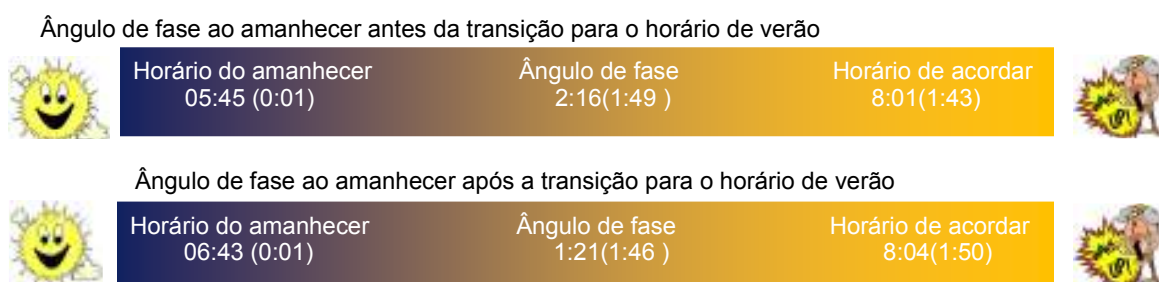


Figura 27 – Ângulo de fase ao amanhecer dos vespertinos na semana anterior e na semana após a transição para o horário de verão ($n=12$). Podemos observar que na semana após a transição para o horário de verão os sujeitos diminuíram o ângulo de fase.

Os matutinos mostraram tendência à redução do ângulo de fase ao amanhecer, reduzindo apenas 13 minutos na semana após transição para o HV em relação à semana anterior a transição do HV ($p=0,068$) (figura 28).

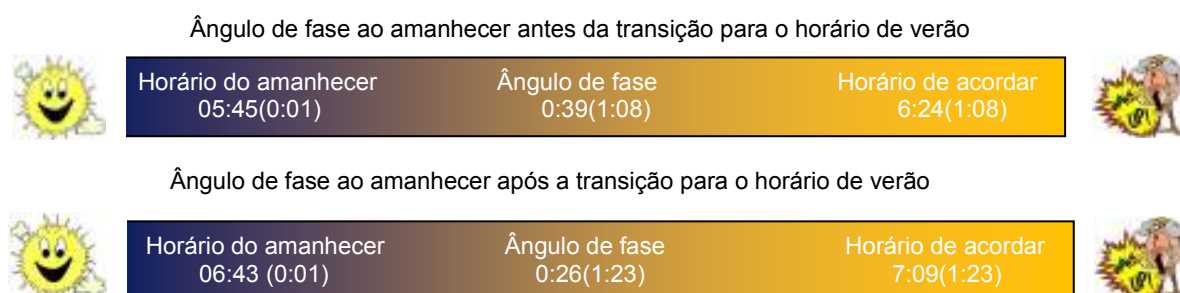


Figura 28 – Ângulo de fase ao amanhecer dos matutinos na semana anterior e na semana após a transição para o horário de verão ($n=12$). Podemos observar que na semana após a transição para o horário de verão os sujeitos diminuíram o ângulo de fase.

Tabela 18 – Parâmetros do ângulo de fase ao amanhecer entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Váriável	Cronotipo			
	Vespertino		Matutino	
	Antes*	Depois*	Antes*	Depois*
Ângulo de fase ao anoitecer (h:min)	2:16(1:49)	1:21(1:46)	0:39(1:08)	0:26(1:23)

Ângulo de fase ao anoitecer	**ANOVA					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
	29,91	<0,001	5,05	0,026	1,95	0,164

*Valores expressos em media (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

4.5.1.6 Meia fase de sono e Δ da meia fase de sono

Houve efeito do cronotipo ($F=77$; $p<0,001$) e da transição do HV ($F=10,4$; $p=0,002$) sobre a meia fase de sono, mas não houve interação entre as variáveis independentes ($F=0,1$; $p=0,759$) (tabela 32).

Os vespertinos e matutinos não mostraram diferenças na meia fase de sono entre a semana anterior e a semana após a transição para o HV ($p=0,131$; $p=0,08$, respectivamente). Ao analisarmos se houve diferença entre os cronotipos em cada uma das semanas, os vespertinos e matutinos mostraram diferenças. A meia fase de sono dos vespertinos ocorreu 1h25min mais tarde do que os matutinos na semana anterior à transição ($p<0,001$) e 1h24min mais tarde na semana após a transição para o HV ($p<0,001$) (tabela 19).

Tabela 179 - Parâmetros da meia fase de sono entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variável	Cronotipo			
	Vespertino		Matutino	
	Antes*	Depois*	Antes*	Depois*
Meia fase de sono (h:min))	4:13(1:22)	4:36(1:17)	2:44(0:53)	3:12(0:58)

Meia fase de sono	**ANOVA					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
	77	<0.001	10.4	0.002	0.1	0,759

*Valores expressos em média (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

Analisada a Δ da meia fase de sono, os sujeitos vespertinos e matutinos mostraram uma $\Delta > 0$, diferença de 23 minutos para os vespertinos e de 31 minutos para os matutinos, portanto os vespertinos e matutinos não conseguiram se ajustar ao novo horário social. A análise da Δ da meia fase não detectou diferença entre os cronotipos ($F=0.113$; $p=0.738$).

4.5.1.7 Eficiência de sono

Podemos observar na tabela 20 que houve efeito do cronotipo ($F=18,78$; $p<0,001$) e da transição do HV ($F=13,36$; $p<0,001$) sobre a eficiência de sono e não houve interação entre as variáveis independentes ($F=0,69$; $0,409$).

Os vespertinos não mostraram diferença na eficiência do sono entre a semana anterior e após a transição do HV ($p=0,152$). Os matutinos diminuíram a eficiência de sono após a transição para o HV ($p=0,013$). Ao avaliarmos se houve diferença entre os cronotipos em cada uma das semanas, os vespertinos apresentaram uma eficiência de sono 10,33% maior do que os matutinos na semana anterior à transição ($p=0,030$) e 6,16% maior na semana após a transição ($p=0,004$) (tabela 20).

Tabela 20 – Parâmetros da eficiência de sono entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variável	Cronotipo			
	Vespertino		Matutino	
	Antes*	Depois*	Antes*	Depois*
Eficiência de sono (%)	95,44(4,7)	93,37(6,4)	90,11(9,8)	86,82(12,7)

Eficiência de sono	**ANOVA					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
	18,78	<0.001	13,36	<0.001	0,69	0,409

*Valores expressos em média (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

4.5.1.8 Duração do sono

Na tabela 21 observamos que não houve efeito do cronotipo ($F=1,52$; $p=0,22$) e da transição do HV ($F=0,89$; $p=0,345$) sobre a duração do sono e não houve interação entre as variáveis independentes ($F=3,22$; $p=0,075$).

Os vespertinos e matutinos não mostraram diferença na duração do sono entre a semana anterior a após a transição do HV na duração do sono ($p=0,174$; $p=0,94$, respectivamente). Considerando a semana anterior e após a transição do HV, vespertinos e matutinos não apresentaram diferenças na semana anterior à transição do HV ($p=0,203$) bem como na semana após a transição do HV ($p=0,996$) (tabela 21).

Tabela 181 – Parâmetros da duração do sono entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variável	Cronotipo			
	Vespertino		Matutino	
	Antes*	Depois*	Antes*	Depois*
Duração do sono (min)	435,81(89,78)	404,72(118,68)	399,16(74,44)	408,77(97,49)

Duração do sono	**ANOVA					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
	1,52	0,22	0,89	0,345	3,22	0,075

*Valores expressos em media (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

4.5.1.9 Irritabilidade

Houve efeito da transição do HV sobre a irritabilidade, mas não houve efeito do cronotipo e não houve interação entre as variáveis independentes (tabela 22).

Os vespertinos não apresentaram diferenças na irritabilidade entre a semana anterior e após a transição para o HV ($p=0,961$), enquanto que os matutinos se mostraram mais irritados na semana após a transição para o HV ($p=0,023$).

Ao analisarmos a irritabilidade em cada uma das semanas entre os cronotipos, não houve diferença entre os vespertinos e os matutinos na semana anterior ($p=0,978$) bem como na semana após a transição para o HV ($p=0,324$) (tabela 22).

Tabela 22 Médias da irritabilidade entre a semana anterior a após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variáveis	Cronotipo					
	Vespertino			Matutino		
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Irritabilidade(mm)*	24,01(24,94)	25,43(29,91)	26,35(24,80)	35,98(25,94)		
	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Irritabilidade	2,2	0,14	5,92	0,016	3,14	0,078

* Valores expressos em média (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

4.5.1.10 Cansaço

Não houve efeito do cronotipo e da transição do HV sobre o cansaço, mas houve interação entre as variáveis dependentes (tabela 23).

Os sujeitos vespertinos não mostraram diferenças entre a semana anterior e a semana após a transição para o HV ($p=0.899$), os matutinos se mostraram mais cansados após a transição para o HV ($p=0.016$).

Ao compararmos o cansaço em cada uma das semanas entre os cronotipos, não houve diferença entre vespertinos e matutinos na semana anterior ($p=0,243$) bem como na semana após a transição para o HV ($p=0,832$) (tabela 23).

Tabela 23 Médias do cansaço entre a semana anterior a após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variáveis	Cronotipo					
	Vespertino			Matutino		
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Cansaço(mm)*	49,39(33,18)	46,57(32,15)	38,32(22,81)	51,59(27,02)		
	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Cansaço	0,52	0,473	2,98	0,087	7,05	0,009

* Valores expressos em média (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

4.5.1.11 Disposição

Não houve efeito do cronotipo e da transição do HV sobre a disposição, mas houve interação entre as variáveis independentes (tabela 24). Verificamos que não houve diferença entre os vespertinos e entre os matutinos entre a semana anterior e a semana após a transição para o HV ($p=0,557$; $p=0,274$, respectivamente).

Ao considerarmos as diferenças entre os cronotipos em cada uma das semanas, os vespertinos e matutinos não mostraram diferença na semana anterior a transição do HV ($p=0,727$) bem como na semana após a transição para o HV ($p=0,546$) (tabela 24).

Tabela 24 Médias da irritabilidade, cansaço e da disposição entre a semana anterior a após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variáveis	Cronotipo			
	Vespertino		Matutino	
	Antes	Depois	Antes	Depois
Disposição(mm)*	39,58(28,71)	44,49(30,12)	45(21,9)	37,56(22,16)

Disposição	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
	0,041	0,838	0,21	0,65	4,89	0,029

* Valores expressos em média (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

A tabela 25 mostra todos os resultados obtidos pela análise da actimétrica entre os cronotipos vespertinos e matutinos entre a semana anterior e posterior a transição do HV.

Tabela 25 Resultado geral obtido pela actimetria entre os cronotipos

Variáveis	Cronotipos	
	Vespertinos (n=12)	Matutinos (n=12)
Horário de dormir	Atrasaram	-
Horário de acordar	-	Atrasaram
Tempo na cama	-	Aumentaram
Meia fase de sono	-	-
Ângulo de fase ao anoitecer	Reduziram	Reduziram
Ângulo de fase ao amanhecer	Reduziram	-
Eficiência de sono	-	Diminuíram
Duração de sono	-	-
Irritabilidade	-	Aumentaram
Cansaço	-	Aumentaram
Disposição	-	-

- = Não houve diferença

5. DISCUSSÃO

Nossos resultados indicaram que o ajuste dos sujeitos ao novo horário social imposto pelo HV foi parcial. Encontramos atrasos no horário de acordar em todos os cronotipos, enquanto apenas os intermediários atrasaram o horário de dormir. Consequentemente, ao contrário do que esperávamos, não houve redução do tempo na cama após a transição para o HV, mas um aumento nos intermediários e a manutenção nos vespertinos e matutinos.

Ao usarmos o horário social como única referência, observamos um atraso no horário de dormir e acordar, mas se o por-do-sol for utilizado como referência para o horário de deitar e o nascer do sol como referência para o horário de acordar, observamos a forte influência do ciclo claro/escuro na expressão do ciclo vigília/sono. Os indivíduos dos três cronotipos foram capazes de avançar parcialmente o horário de dormir e seguir o horário social, o que é percebido pela redução do ângulo de fase entre o horário de deitar e o anoitecer após a transição para o HV. Em contrapartida, após a transição para o HV, indivíduos intermediários e matutinos mantiveram o mesmo ângulo de fase pela manhã, e os vespertinos mostraram uma tendência em reduzir o ângulo de fase pela manhã, sugerindo que os sujeitos seguiram o relógio solar em vez de acompanhar o relógio social imposto pelo horário de início das aulas.

Deste modo, podemos ressaltar dois aspectos. O primeiro é que nossos resultados dão respaldo à ideia de que o ciclo claro/escuro é o estímulo predominante no ajuste do sistema de temporização dos seres humanos (ROENNEBERG *et al*, 2003; KANTERMANN *et al*, 2007). Portanto, não é esperado que os ritmos circadianos se ajustem rapidamente às transições abruptas e puramente sociais do HV (KANTERMANN *et al.*, 2007). O segundo aspecto, é que foi mais fácil avançar o horário de dormir do que avançar o horário de acordar. Esta diferença em termos de ajuste é a responsável pela manutenção ou pelo aumento do tempo na cama observado nos sujeitos. Os voluntários, alunos de graduação, deveriam seguir o horário social, isto é, os mesmos horários de início de suas aulas, antes e depois da transição para o HV. No entanto, verificamos que o comportamento expressado não foi somente determinado pelo horário escolar. Houve influência do fator biológico, os sujeitos estenderam o período de sono, não

respeitando o horário de início das aulas às 7h30min. Se nossa amostra fosse de trabalhadores que possuem horários fixos de trabalho, provavelmente iríamos detectar um efeito mais forte do horário social em relação ao horário de acordar.

O ato de querer dormir é uma ação determinada pelo indivíduo, pois está ligada às atividades diárias e é mais influenciada pelos horários sociais. O horário de acordar também estaria ligado às atividades sociais, ou seja, o início das aulas. Entretanto, nossos resultados mostraram que a maioria dos voluntários, independentemente de seu cronotipo, não foram capazes de alterar a relação de fase na primeira semana após o início do HV entre o nascer do sol e o horário de acordar, não respeitando o horário social após a transição, continuaram a expressar seu ritmo endógeno, seguindo o ciclo claro/escuro.

Levine (1997) argumenta que as populações do hemisfério norte são caracterizadas por uma maior rigidez em relação ao cumprimento de seus horários, e a população brasileira não tem essa característica. Relata que, quando esteve no Brasil como professor convidado de psicologia na Universidade Federal do Rio de Janeiro, ficou confuso, frustrado e fascinado pelos costumes e o conceito de horário social dos brasileiros, percebendo depois de seu primeiro ano no Brasil, que as regras de pontualidade dos brasileiros estão ligadas a fatores culturais. Portanto, o comportamento dos alunos da nossa amostra, de não seguir o novo horário social, atrasando o horário de acordar, pode ser justificado pelo aspecto cultural de nossa população.

Nossos resultados mostraram que, apesar dos sujeitos atrasarem o horário de acordar, estavam mais sonolentos somente às 8 horas. Os resultados de Lahti *et al.* (2006a), permite especularmos que um possível aumento na fragmentação do ciclo vigília/sono após a transição do HV, observado pelos autores por meio da actimetria, pode ter provocado a redução da eficiência do sono e o aumento da sonolência neste horário.

Nossa hipótese era de que as diferenças interindividuais descritas anteriormente ao ajuste à transição para o HV (VALDEZ *et al.*, 1991; LAHTI *et al.*, 2006a) poderiam estar relacionadas com o cronotipo e/ou com polimorfismos de genes do relógio circadiano. Nossos resultados não confirmam a ideia de que vespertinos são menos capazes de se adaptar às mudanças de horário (LAHTI *et al.*, 2006a; KANTERMANN *et al.*, 2007). Seu comportamento foi muito semelhante ao comportamento dos intermediários e matutinos em relação ao horário de dormir e

horário de acordar. A tendência para a redução do ângulo de fase entre o horário de acordar e o nascer-do-sol, observado nos vespertinos, poderia sugerir que esses indivíduos seriam até mais capazes de se adaptar transição para o HV. Uma possível explicação é a de que o tempo entre o horário do amanhecer e o horário de acordar, maior nestes indivíduos, permitiu tal redução, o que é mais difícil de ocorrer em indivíduos com ângulos de fase menores.

Um resultado relevante em nosso estudo em relação ao ajuste à transição do HV e os cronotipos, foi que os intermediários tiveram maior dificuldade em se ajustar à transição, pois atrasaram o horário de dormir e de acordar e aumentaram o tempo na cama após a transição, contrariando Lahti *et al.*, (2006a) e Kantermann *et al.*,(2007) que afirmam que os intermediários são mais flexíveis aos ajustes de mudanças de horários e os sujeitos que têm maior dificuldade em se ajustar às mudanças de horários são os vespertinos. Nossos resultados mostram algo novo, contrariando alguns autores, em relação à sincronização do sistema de temporização dos cronotipos a respeito do ajuste à mudança do horário social, pois para Lahti *et al.* (2006a) e Kantermann *et al.*,(2007), os vespertinos apresentam maior dificuldade em se ajustar às mudanças de horários e não os intermediários.

Ao analisarmos se havia correlação entre genótipos dos polimorfismos dos genes *CLOCK* e *PER3* e o ajuste ao HV, verificamos que os polimorfismos desses genes não estavam associados com as diferenças individuais nos padrões de sono e também não estavam associados com ajuste para a transição do HV.

Dijk e Archer (2010) relatam que o polimorfismo do gene *PER3*^{5/5} tem sido associado com a preferência matutina e *PER3*^{4/4} associado à preferência vespertina. Também verificaram que aproximadamente 10% da população é de homozigotos para o alelo 5 do gene *PER3*. Osland *et al.* (2011) analisaram 432 estudantes universitários saudáveis noruegueses e não encontraram associação entre o polimorfismo *PER3* e o cronotipo. Jones *et al.* (2007), ao estudar as frequências dos alelos 4 repetições e de 5 repetições do VNTR *PER3* em diversos grupos etários (18-29, 30-39, 40-49 e mais de 50 anos), verificaram que o alelo de 4 repetições é mais frequente nos vespertinos e o de 5 repetições nos matutinos e que a preferência diurna está associada com a idade. O grupo etário mais jovem, com idade entre 18 e 29 anos mostrou associação mais forte do polimorfismo VNTR *PER3* e a preferência diurna em relação aos grupos etários mais velhos. Entretanto,

apesar destes estudos mostrarem possíveis associações entre a preferência diurna e o genótipo do VNTR *PER3*, nosso estudo não mostrou esta associação.

Nossos resultados concordam com Barclay *et al.*, 2011, que mostrou não existir associação dos polimorfismos dos genes *CLOCK 3111C/T* e VNTR *PER3* com preferência diurna. Independentemente da estrutura genética e do cronotipo, parece que o ajuste à transição para o HV depende de outros fatores, relacionados com o contexto ambiental, o qual modula o tempo de exposição à luz, pois a luz é considerada o estímulo dominante para o arrastamento dos ritmos circadianos em mamíferos (Mistlberger & Skene, 2004). Portanto, resultados obtidos até o momento mostram-se conflitantes, não havendo concordância em relação à associação dos polimorfismos dos genes *CLOCK* e VNTR *PER3* e a preferência diurna.

Pedrazzoli *et al.* (2010), mostraram que os estudos relacionados com polimorfismos dos genes relógio têm como foco a análise de um gene e sua possível relação com a preferência diurna. Portanto, propuseram a análise dos polimorfismos de forma combinada. Os genes codificam proteínas diferentes e que interagem umas com as outras, as combinações dos polimorfismos poderiam apresentar um efeito sinérgico ou inibitório sobre o fenótipo circadiano. Estes autores analisaram as combinações dos genes *PER2*, *PER3*, *CLOCK* E *BMAL1* em sujeitos com preferência matutina ou vespertina, verificaram que a combinação específica do polimorfismo destes genes é mais frequente em indivíduos com preferência vespertina. Como não usamos este tipo específico de análise, esse pode ter sido um fator de não termos encontrado associação entre o genótipo dos polimorfismos dos genes *CLOCK* e VNTR *PER3*, cronotipos e ajuste a transição do HV. Como há controvérsias nessa correlação genes/preferência diurna, é possível indagarmos que existe a possibilidade de ainda não serem conhecidos todos os genes envolvidos nessa rede, gerando essas contradições, além dos mecanismos epigenéticos que poderiam também influenciar as respostas dos genes reguladores da ritmicidade circadiana.

Ao usarmos a actimetria, selecionamos pelo HO, 24 sujeitos com pontuações extremas, 12 vespertinos e 12 matutinos. Nessa amostra, os resultados mostraram que os vespertinos conseguiram se ajustar melhor ao novo horário social, enquanto que os matutinos tiveram mais dificuldade com a transição do HV. Esses resultados confirmaram o resultado da amostra total em relação aos vespertinos, mas em relação aos matutinos, estes se mostraram mais irritados e cansados após a

transição. Este resultado contraria nossa hipótese e estudos de Lahti *et al.*, 2006b e Kantermann *et al.*, 2007, que mostraram que os vespertinos têm mais dificuldade de adaptação ao HV.

Lahti e colaboradores (2008b), usando actimetria, estudaram nove sujeitos e mostraram que no início do horário de verão os indivíduos vespertinos foram mais afetados e a transição ao final do HV afetou, principalmente, os indivíduos matutinos. Seus resultados mostraram que o início do horário de verão foi marcado por aumento na agitação noturna, comprometendo a qualidade do sono. Os índices de movimento e de fragmentação do sono estavam significativamente aumentados em ambas às transições, em média 37% maior nos vespertinos no início e 54% maior nos matutinos no final do HV.

Em outro estudo, Lahti e colaboradores (2006b), avaliaram, também por meio da actimetria, a interferência da transição do início do horário de verão na fragmentação do ciclo de atividade/repouso por dois anos consecutivos entre os anos de 2003 e 2004. Esta amostra também foi menor do que a nossa, dez indivíduos adultos saudáveis (6 mulheres e 4 homens) com média de idade de 45,2(10,7) anos. Os autores identificaram que, na transição para o horário de verão, aumentou a agitação noturna que comprometeu a qualidade do sono nos vespertinos.

Os resultados obtidos por meio da actimetria, em nosso estudo, mostraram que após a transição, o grupo dos matutinos atrasou o horário de acordar, aumentou o tempo na cama, diminuiu a eficiência de sono, atrasou o Δ da meia fase em 31 minutos e teve aumento do tempo de permanecer acordado após os despertares noturnos. Entretanto, é interessante perceber que isto não se refletiu no aumento na duração sono, indicando menor tempo de sono nos matutinos após a transição. O que verificamos é que tiveram um sono mais fragmentado na semana após a transição para o HV, sugerindo comprometimento na qualidade do sono, o que não ocorreu com os vespertinos que não mostraram alteração da eficiência e da duração de sono, e conseqüentemente uma melhor qualidade de sono na semana após a transição. Portanto, nesta amostra, os vespertinos corroboram com os resultados ao compararmos com a amostra total, mas os matutinos não. Como este grupo foi selecionado por apresentar pontuações extremas no HO, esses resultados sugerem que os extremos matutinos tiveram maior dificuldade em se ajustar na semana após a transição para o HV.

Deste modo, pela actimetria foi possível verificar que a transição do HV interferiu mais no ciclo vigília/sono dos matutinos do que no dos vespertinos. Vários estudos (KANTERMANN *et al.*, 2007; LAHTI *et al.*, 2006b; LAHTI *et al.*, 2008b) apresentam os matutinos como sujeitos que, pela característica do cronotipo (ter a fase circadiana mais adiantada), se ajustariam com mais facilidade ao novo horário social, pois conseguiriam acordar naturalmente mais cedo do que os vespertinos. Entretanto, não foi o que ocorreu, pois acordar mais tarde e diminuir a eficiência de sono, pode ter sido a causa dos matutinos estarem mais sonolentos às 8 horas na semana após a transição para o HV.

Quando usamos o ângulo de fase ao anoitecer e ao amanhecer como referência, verificamos que os matutinos adiantaram o ângulo de fase ao anoitecer, mas não ao amanhecer, indicando que acompanharam o relógio solar e não o relógio social imposto pela transição do HV, corroborando o resultado encontrado na amostra total. Infelizmente, uma das limitações do estudo é que não foi possível medir a exposição à luz por meio da actimetria.

Korczak *et al.*, (2008) estudaram 32 sujeitos (8 vespertinos, 16 intermediários e 8 matutinos) por meio da actimetria durante uma semana em duas situações: período escolar e período das férias. O objetivo foi verificar o efeito de diferentes sincronizadores sociais no ciclo vigília/sono de indivíduos com cronotipos diferentes. Seus resultados mostraram que os cronotipos se comportaram diferentemente em relação aos horários de dormir e acordar e o tempo na cama durante o período das aulas e na época das férias, confirmando que diferentes horários e/ou situações sociais exercem efeito sobre a expressão da ritmicidade circadiana, mas esta intensidade desse efeito depende do cronotipo. Este estudo corrobora nossos resultados que mostram que a expressão da ritmicidade circadiana necessita ajustar o sistema de temporização devido à mudança do horário social na implementação do HV.

Nosso estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A população estudada foi restrita a adolescentes com atividades exclusivamente escolares diurnas e com média de idade de ± 21 anos. Portanto, não podemos associar os resultados encontrados à população em geral. Outro fator limitante foi a perda de amostras coletadas para extração do DNA e realização da genotipagem, pois algumas estavam contaminadas com materiais estranhos e outras continham pouco DNA. Finalmente, o fato de termos analisado,

pela actimetria, somente indivíduos vespertinos e matutinos. Não analisamos os intermediários por actimetria por não estarem previstos na nossa hipótese de que os vespertinos seriam os sujeitos que seriam mais afetados pela transição do HV.

Ao ser considerada a implementação do HV como necessária para a economia de energia elétrica e/ou para evitar um colapso do sistema elétrico no país, também deveriam ser consideradas outras situações que podem levar ao prejuízo das pessoas em relação à saúde física e psíquica.

Pelos resultados aqui apresentados e por outros estudos citados a respeito da implementação/transição do HV, é possível inferir que o HV interfere na vida das pessoas de modo particular, dependendo do seu cronotipo, de fatores biológicos e ambientais e das atividades diárias. A adaptação não é imediata e depende da interação entre o cronotipo, relógio solar e relógios sociais. Ao se impor alterações dos horários sociais, como o horário de verão e trabalhos em diferentes turnos, os governantes, empresários e educadores deveriam considerar os efeitos dessas medidas no indivíduo e na população, pois as alterações do horário social que interferem no ciclo vigília/sono refletem negativamente na saúde e conseqüentemente na produção individual.

Como já relatado, vários autores descrevem os vespertinos como os sujeitos com maior dificuldade de ajuste às mudanças na primeira semana da transição para o HV. Nós encontramos que os intermediários, considerados como os sujeitos mais flexíveis a mudança de horário, não exibiram esse comportamento, mas foram os matutinos que menos se ajustaram a transição. Desse modo, esse é um fato novo e marcante em nosso estudo, que contraria os resultados obtidos por autores que trabalharam com sujeitos em latitudes maiores, e que instiga investigações adicionais sobre o tema.

6. CONCLUSÕES

Os sujeitos não sofreram privação de sono. Ao usarmos o ângulo de fase como referência, os sujeitos reduziram o ângulo de fase ao anoitecer mas não ao amanhecer, indicando que seguiram o horário solar, confirmando, portanto, que o ciclo claro/escuro é o fator ou pista ambiental mais importante na sincronização do ciclo vigília/sono. Entre os cronotipos, os intermediários foram os sujeitos que mostram o pior ajuste a transição do HV. Os polimorfismos dos genes *CLOCK* e *PER3* não influenciam o ajuste a transição do HV.

A actimetria indicou aumento do tempo na cama, menor eficiência de sono, aumento da irritabilidade e do cansaço nos matutinos contrariando estudos, já citados que mostraram que os vespertinos tem maior dificuldade em se ajustar à transição do HV.

O ajuste à transição para o HV não é imediato, afetando os sujeitos de diferentes maneiras, dependendo de interações entre o cronotipo, relógio solar e relógio social.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAM, M.F.; TOMASI, E.; LIMA, M.S DE; AREAS, R.; MENNA-BARRETO, L. Caracterização e distribuição de cronotipos no sul do Brasil: diferenças de gênero e estação de nascimento. **J Bras Psiquiatr.** 57(2):83-90, 2008.

ALLEBRANDT, K.V.; ROENNEBERG, T. The search for circadian *CLOCK* components in humans: new perspectives for association studies. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research.** 41: 716-721, 2008.

ALSOUSOU, J, JENKS, T, BOUAMRA, O, LECKY, F, WILLETT, K. Daylight savings time (DST) transition: The effect on serious or fatal road traffic collision related injuries. **Injury Extra.** 40, 183–235, 2009.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em : 21/10/2010.

ANTLE, M. C.; SILVER R. Orchestrating time: arrangements of the brain circadian *CLOCK*. **TRENDS in Neurosciences.** v. 28, n. 3, 2005.

ARCHER, S.N., ROBILLIARD, D., SKENE, D.J., SMITS, M., WILLIAMS, A., ARENDT, J., VON SCHANTZ, M. A length polymorphism in the circadian *CLOCK* gene *PER3* is linked to delayed sleep phase syndrome and extreme diurnal preference. **Sleep.** 26:413-5, 2003.

ARENDT J. Role of the pineal gland and melatonin in circadian rhythms. In: **melatonin and the mammalian pineal gland.** Chapman & Hall, Londres, p. 161-200, 1995.

BARNES CM, WAGNER, DT. Changing to daylight saving time cuts into sleep and increases workplace injuries. **J Appl Psychol.** 94(5):1305-17, 2009.

BARCLAY, N.L., ELEY, T.C., MILL, J., WONG, C.C., ZAVOS, H.M., ARCHER, S.N., GREGORY, A.M. Sleep quality and diurnal preference in a sample of young adults: associations with 5HTTLPR, *PER3*, and *CLOCK* 3111. **Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genet.** 156B(6):681-90, 2011.

BEAR, M.F.; CONNORS, B.W.; PARADISO, M.A. **Neurociências. Desvendando o sistema nervoso.** 2002, 2ª ed. Artmed.

BORN, J., WAGNER, U. Awareness in memory: explicit about the role of sleep. **Trends in Cognitive Science,** n. 8, p. 242-24/4, 2004.

KOLB, B; WHISHAW, IQ. An introduction to brain and behavior. Worth Publishers. 2001.

BURGESS, H.J., LEGASTO, C.S., FOGG, L.F., SMITH, M.R. Can small shifts in circadian phase affect performance? **Appl Ergon.** 44(1):109-11, 2013.

CHANG, A.M, BUCH, A.M., BRAHVREET, D.S., KLEMENTS, D.J., DUFFY, J.F. Human diurnal preference and circadian rhythmicity are not associated with the *CLOCK 3111C/T* gene polymorphism. ***J. Biol. Rhythms***. 26:276-279, 2011.

COLE, R.J; KRIPKE, D.F.; GRUEN, W.; MULLANEY, D.J.; GILLIN, J.C. Automatic sleep/wake identification from wrist actigraphy. ***Sleep***. v. 15, p. 461-419. 1992.

COSTA, J.R.V. Horário de verão. Astronomia no zênite. Disponível em <<http://www.zenite.nu?horarioverao>>. Acesso em 15/03/2008.

DAVIDSON, A.J., SELLIX, M.T., DANIEL, J., YAMAZAKI, S., MENAKER, M., BLOCK, GD. Chronic jet-lag increases mortality in age mice. ***Curr Biol***. 16(21):R914-R916, 2006.

DIJK, D-J., ARCHER, SN. PERIOD3, circadian phenotypes, and sleep homeostasis. ***Sleep Medicine Reviews***. 14, 151–160, 2010.

EBISAWA, T. Association of structural polymorphisms in the human period3 gene with delayed sleep phase syndrome. ***European Molecular Biology Organization***. v. 2, n. 4, p. 342-6, 2001.

GARAULET, M.; MADRID, J. A. Chronobiology, genetics and metabolic syndrome. ***Current Opinion in Lipidology***, n. 20, p. 127–134, 2009.

GARAULET, M.; MADRID, J. A. Chronobiological aspects of nutrition, metabolic syndrome and obesity. ***Advanced Drug Delivery Review***. 2010.

HORNE, J. A; ÖTSBERG, O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. ***Int J of Chronobiol***, v. 4, n. 2, p.: 97-110, 1976.

JANZKY, I., LJUNG, R. Shifts to and from daylight saving time and incidence of myocardial infarction. ***Engl J Med***. 359(18):1966-8, 2008.

JANSZKY, I., AHNVE, S., LJUNG, R., MUKAMAL, K.J., GAUTAM, S., WALLENTIN, L., STENESTRAND, U. Daylight saving time shifts and incidence of acute myocardial infarction – Swedish Register of Information and Knowledge About Swedish Heart Intensive Care Admissions (RIKS-HIA). ***Sleep Med.***, 237–242, 2012.

JONES, KS, ELLIS, J, VON SCHANTZ, M, SKENE, MD, DERK-JAN DIJK, D-J, ARCHER, SN. Age-related change in the association between a polymorphism in the PER3 gene and preferred timing of sleep and waking activities. ***J. Sleep Res***. 16, 12–16, 2007.

KANTERMANN, T. *et al.* The human circadian *CLOCK*'s seasonal adjustment is disrupted by daylight saving time. ***Current Biology***, n. 17, p. 1996-2000, 2007.

KATZNBERG, D. *et al.* A *CLOCK* polymorphism associated with human diurnal preference. ***Sleep***, v. 21, n. 6, p.569-76, 1998.

KNUTSON, K. L. *et al.* The metabolic consequences of sleep deprivation. ***Sleep Medicine Reviews***, n. 11, p. 63-178, 2007.

KO, C. H.; TAKAHASHI, J. S. Molecular components of the mammalian circadian **CLOCK**. ***Human Molecular Genetics***. v.15, n. 2, p. 271-277, 2006.

KORCZAK, AL., B.J. MARTYNHAK, BJ., PEDRAZZOLI, M., BRITO, AF., LOUZADA, FM. Influence of chronotype and social zeitgebers on sleep/wake patterns. ***Brazilian Journal of Medical and Biological Research***. 41: 914-919, 2008.

LAHTI, T. A. *et al.* Transition to daylight saving time reduces sleep duration plus sleep efficiency of the deprived sleep. ***Neurosciences Letters***, n. 406, p 174-177, 2006a.

LAHTI, T. A. *et al.* Transition into daylight saving time influences the fragmentation of the rest-activity cycle. ***J of Circ Rhythms***, v. 4, n. 1, 2006b.

LAHTI, T. A. *et al.* Daylight saving time transitions and hospital treatments due to accidents or maniac episodes. ***BMC Public Health***, n. 8, p. 74, 2008a.

LAHTI, T. A. *et al.* Transitions into and out of daylight saving time compromise sleep and the rest-activity cycles. ***BMC Physiology***, n. 8, p. 3, 2008b.

LEVINE, R. Where life is slow. In: *A geography of time: the temporal misadventures of a social psychologist, or how every culture keeps time just a little bit differently*. New York (NY): Basic books, p.136-38, 1997.

LOWREY, P. L. *et al.* Positional Syntetic Cloning and Functional Characterization of the Mammalian Circadian Mutation TAU. ***Science***, v. 288, n. 5465, p. 483-91, 2000.

MARQUES, N; MENNA-BARRETO, L. *Cronobiologia: princípios e aplicações*. 3. ed. São Paulo: EDUSP, 2003.

MARTINEZ, D.; LENZ, M. C. S.; MENNA-BARRETO, L. Diagnóstico dos transtornos do sono relacionados ao ritmo circadiano. ***Jornal Brasileiro de Pneumologia***. V. 34, n. 3, p. 173-180, 2008.

MARTYNHAK, B. J. *et al.* Does the chronotype classification need to be updated? Preliminary findings. ***Chronobiol Int***, v. 276, n. 6, p. 1329-1334, 2010.

MILNE, C. J.; FUARD, M. H. Beating jet lag. ***British Journal of Sports Medicine***, v. 41, n. 6, p. 401, 2007.

MISHIMA, K, TOZAWA T., SATOH, K., SAITOH H, and MISHIMA Y The 3111T/C polymorphism of **CLOCK** is associated with evening preference and delayed sleep timing in a Japanese population sample. ***Am J Med Genet BNeuropsychiatr Genet***.133:101-104 , 2005.

MISTLBERGER, R.E., SKENE, D.J. Social influences on mammalian circadian rhythms: animal and human studies. *Biol. Rev.* 79:533–556, 2004.

MONK, T.H., AND FOLKARD, S. Adjusting to the changes to and from Daylight Saving Time. *Nature*. 261:688–689, 1976.

MONK TH, APLIN LC. Spring and autumn saving time changes: Studies of adjustment in sleeping timings, mood and efficiency. *Ergonomics*. 23:167-178, 1980.

National Geographic. <<http://news.nationalgeographic.com/daylightsavings>>. Acesso em 15/03/2008.

OSLAND, TM, BJORVATN, B, STEEN, VM, PALLESEN, S. Association Study of a Variable-Number Tandem Repeat polymorphism in the *CLOCK* gene PERIOD3 and chronotype in Norwegian university students. *Chronobiol Int*, Vol. 28, No. 9 , Pages 764-770. 2011.

PEDRAZZOLI, M., LOUZADA, F.M., PEREIRA, D.S., BENEDITO-SILVA, A.A., LOPEZ, A.R., MARTYNHAK, B.J., KORCZAK, A.L., KOIKE B. V., BARBOSA, A.A., D'ALMEIDA, V., TUFIK S. *CLOCK* polymorphisms and circadian rhythms phenotypes in a sample of the Brazilian population. *Chronobiol Int*. 24:1-8. 2007.

PEDRAZZOLI, M., SECOLIN, R., ESTEVES, LOB., PEREIRA, DS., KOIKE, BDVK., LOUZADA, FM., LOPES-CENDES, I., TUFIK, S. Interactions of polymorphisms in different clock genes associated with circadian phenotypes in humans. *Genetics and Molecular Biology*. 33, 4, 627-632, 2010.

PEREIRA, D.S., TUFIK, S., LOUZADA, F.M., BENEDITO-SILVA, A.A., LOPEZ, A.R., LEMOS, N.A., KORCZAK, A.L., D'ALMEIDA, V., PEDRAZZOLI M. Association of the length polymorphism in the human *PER3* gene with the delayed sleep-phase syndrome: does latitude have an influence upon it? *Sleep*, 28:29–32. 2005.

REPPERT, S. M.; WEAVER, D. R. Coordination of circadian timing in mammals. *Nature*, v. 418, n. 6901, p. 935-941, 2002.

REILLY, T.; WATERHOUSE; J.; EDWARDS; B. Jet lag and air travel: implications for performance. *Clinical Sports Medicine*, v. 24, n. 2, p. 367-380, 2005.

ROBILLIARD DL, ARCHER SN, ARENDT J, LOCKLEY SW, HACK LM, ENGLISH J, LEGER D, SMITS MG, WILLIAMS A, SKENE DJ, and VON SCHANTZ M. The 3111 *CLOCK* gene polymorphism is not associated with sleep and circadian rhythmicity in phenotypically characterized human subjects. *J Sleep Res*.11:305-312, 2002.

ROENNEBERG, T.; MERROW, M. The Network of Time: Understanding the molecular circadian system. *Currents Biology*, v. 13, n. 198, p. 20, 2003.

ROENNEBERG, T.; MERROW, M. Circadian *CLOCKS* – the fall and rise of physiology. *Nature reviews/Molecular Cell Biology*, v. 6. p. 965 – 971, 2005.

ROENNEBERG, T, KUEHNLE, T, JUDA, M, KANTERMANN, T, ALLEBRANDT, K, GORDIJN, M, MERROW, M. Epidemiology of the human circadian clock. ***Sleep Medicine Reviews***. 11, 429–438, 2007.

ROENNEBERG, T., KUEHNLE, T., PRAMSTALLER, P.P., RICKEN, J., HAVEL, M., GUTH, A., MERROW, M. A marker for the end of adolescence. ***Curr. Biol.*** 14:R1038–R1039, 2004.

ROENNEBERG, T. **What is chronotype?** ***Sleep and Biological Rhythms***. V.10, 75–76, 2012.

ROSENBERG, M., WOOD, L. The power of policy to influence behaviour change: daylight saving and its effect on physical activity. ***Aust NZ J Public Health***. 34:83-8. 2010.

SCHNEIDER, C., FUDA, S., SCHULZ, H. Daytime variation in performance and tiredness/sleepiness ratings in patients with insomnia, narcolepsy, sleep apnea and normal controls. ***J Sleep Res***. 13, 373-383. 2004.

SCHNEIDER, A-M, RANDLER, C. Daytime sleepiness during transition into daylight saving time in adolescents: Are owls higher at risk? ***Sleep Medicine***, 10. 1047–1050, 2009.

SOOKOIAN, S.; GEMMA, C.; GIANOTTI, T. F. Genetics variants of *CLOCK* transcription factor are associated with individual susceptibility to obesity. ***The American Journal of Clinical Nutrition***. n. 87, p. 1606-1615, 2008.

TUREK, F. W.; JOSHUA, C.; KOHSAKA, A. Obesity and metabolic syndrome in circadian *CLOCK* mutant mice. ***Science***, v. 308, n. 5724, p. 1043-1045, 2005.

VALDEZ, P., RAMIREZ, C., NEVAREZ, C. Efectos psicofisiológicos del horario de verano en una población nunca antes expuesta. In: ***La Neuropsicología: Una Nueva Rama del Conocimiento Psicológico***, E. Cairo, ed. (Havana, Cuba: ENPES), pp.135–170, 1991.

VALDEZ, P.; RAMÍREZ, C.; GARCIA, A. Delaying and Extending Sleep During Weekends: Sleep Recovery or Circadian Effect? ***Chronobiol Int***. v. 13, n. 13, p. 191-198, 1996.

WRIGHT Jr., K. P. *et al.* intrinsic period and light intensity determine the phase relationship between melatonin and sleep in humans. ***J of Biol Rhythms***, n. 20, p. 168, 2005.

ZAVADA, A., GORDIJN, C.M., BEERSMA, S.D. and ROENNEBERG, T.. Comparison of the munich chronotype Questionnaire with the Horne-Östberg's Morningness-eveningness score. ***Chronobiol Int***. 22(2): 267-278, 2005.

ZISAPEL, N., NIR, T. Determination of the minimal clinically significant difference on a patient visual analog sleep quality scale. ***J Sleep Res***. 12, 291-298, 2003.

8. APÊNDICES

	Pg
8.1 APÊNDICE 1 DIÁRIO	72
8.2 APÊNDICE 2 MÉDIAS ENTRE TODOS OS SUJEITOS ENTRE A SEMANA ANTERIOR E APÓS A TRANSIÇÃO DO HORÁRIO DE VERÃO	73
8.3 APÊNDICE 3 RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DAS VARIÁVEIS DO CICLO VIGÍLIA/SONO, SONOLÊNCIA DIURNA, IRRITABILIDADE, CANSAÇO E DISPOSIÇÃO	74

8.1. Diário

Diário

PESQUISA SOBRE AS POSSÍVEIS ALTERAÇÕES DE SONO E DE HUMOR
DURANTE A TRANSIÇÃO DO HORÁRIO DE VERÃO 2009

Prof. Manoel Carlos Toth Quintilham, Ms.Sc.

mctq@ufpr.br

(41)3361.1779 / 9962.5433



Nome _____

Curso _____

Turma _____

Cronotipo _____

Data: ___/___/2009

Dia da semana → SEXTA-FEIRA

1. A que horas você foi DORMIR ontem? _____

2. Você saiu ontem à noite ou algo correlacionado? SIM , NÃO ,

3. Como estava sua sonolência na hora em que você foi dormir?

Muito alerta

Muito sonolento

4. Quanto tempo você levou para dormir? _____

5. A que horas você acordou hoje? _____

6. Quanto tempo você demorou a levantar da cama? _____

7. Você acordou sozinho , / pelo despertador , /alguém o acordou ,

8. Quanto tempo demorou a se sentir bem acordado? _____

9. Você acordou mais cedo do que gostaria? SIM , NÃO ,

Quanto ao seu humor, quando você acordou estava:

Pouco irritado

Muito irritado

Pouco ansioso

Muito ansioso

Pouco cansado

Muito cansado

Pouco disposto

Muito disposto

Avaliação da sonolência diurna na transição do horário de verão

Data → ___/___/2009 Dia da semana _____

Horário → 8 horas Como você está se sentindo agora?

Pouco sono Muito sono

Horário → 12 horas Como você está se sentindo agora?

Pouco sono Muito sono

Horário → 18 horas Como você está se sentindo agora?

Pouco sono Muito sono

Horário → 20 horas Como você está se sentindo agora?

Pouco sono Muito sono

8.2. Médias entre todos os sujeitos entre as semanas anterior e posterior à transição do horário de verão.

Tabela com as médias (desvios padrão) e o valor de p das variáveis comparando as diferenças entre todos os sujeitos entre a semana anterior e após à transição do horário de verão

Variável	Médias*		valor de p^{**}
	Antes da transição	Após a transição	
Horário de dormir (h:min)	23:18(1:09)	23:59(1:13)	<0,001
Horário de acordar (h:m)	6:47(0:52)	7:30(1:06)	<0,001
Tempo de permanência na cama (min)	429,12(61,82)	451,99(74,26)	<0,001
Ângulo de fase ao anoitecer (h:min)	5:04(1:16)	4:33(1:30)	<0,001
Ângulo de fase ao amanhecer (h:min)	1:02(0:50)	0:47(1:06)	<0,001
Meia fase de sono (h:min)	3:22(1:39)	3:37(1:33)	<0,001
Sonolência diurna às 8 horas (mm)	44,46(30,87)	55,92(30,97)	<0,001
Sonolência diurna às 12 horas (mm)	34,63(26,60)	36,91(26,32)	0,3
Sonolência diurna às 18 horas (mm)	36,29(27,31)	37,58(26,91)	0,143
Sonolência diurna às 20 horas (mm)	43,95(28,69)	43,48(28,56)	0,597
Irritabilidade (mm)	28,49(18,89)	32,38(20,80)	<0,001
Cansaço (mm)	45,33(27,67)	47,98(28,07)	0,002
Disposição (mm)	39,41(24,70)	40,35(25,38)	0,215

*Valores expressos em média(desvio padrão). ** Teste t

8.3. Médias das variáveis entre as semanas anterior e posterior à transição do horário de verão e análise de variância

Tabela 1 Médias do horário de dormir entre a semana anterior e após a transição do horário de verão entre os cronotipos

Variável	Cronotipo					
	Vespertino		Intermediário		Matutino	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Horário de dormir(h)*	0:25(1:05)	0:40(1:11)	23:23(0:59)	23:46(1:06)	23:00(0:58)	23:26(1:06)
	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Horário de dormir	77,1	<0.001	20,4	<0.001	0,4	0,65

*Valores expressos em médias(desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

Tabela 2 Médias do horário de acordar entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variável	Cronotipo					
	Vespertino		Intermediário		Matutino	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Horário de acordar(h)*	7:18(1:03)	7:55(1:07)	6:37(0:42)	7:24(0:54)	6:28(0:51)	7:06(2:11)
	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Horário de acordar	45,96	<0.001	91,05	<0.001	0,52	0,594

*Valores expressos em média (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas

Tabela 3 Médias do tempo na cama entre a semana anterior a após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variável	Cronotipo					
	Vespertino		Intermediário		Matutino	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Tempo na cama (min)*	413,16(63,68)	435,07(69,59)	432,47(63,03)	456,91(73,66)	445,01(51,75)	463,34(76,45)
	ANOVA**					
	Chronotype		Before x After		Interaction	
	F	p	F	p	F	p
Tempo na cama**	9,64	<0.001	18,97	<0.001	0.13	0.881

*Valores expressos em medias (desvio padrão). ** ANOVA de medidas repetidas

Tabela 4 Médias do ângulo de fase ao anoitecer entre a semana anterior e após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variáveis	Cronotipo					
	Vespertino		Intermediário		Matutino	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Ângulo de fase ao anoitecer (h:min)	6:01(1:10)	5:14(1:11)	5:02(0:59)	4:20(1:06)	4:49(1:35)	4:11(2:16)
	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Ângulo de fase ao anoitecer	33,95	<0.001	75,7	<0.001	0,28	0.757

*Valores expressos em médias (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas

Tabela 5 Médias do ângulo de fase ao amanhecer entre a semana anterior e a semana após a transição do horário de verão entre os cronotipos

Variável	Cronotipos					
	Vespertinos		Intermediários		Matutinos	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Ângulo de fase ao amanhecer (h:min)	1:33(0:58)	1:22(1:00)	0:50(0:43)	0:40(1:08)	0:41(0:40)	0:27(1:01)
	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Ângulo de fase ao amanhecer	44,52	<0.001	11,27	<0.001	0,51	0,599

*Valores expressos em média (desvio Padrão). **ANOVA de medidas repetidas

Tabela 6 Médias da meia fase sono entre a semana anterior e a semana após a transição do horário de verão entre os cronotipos

Variável	Cronotipos					
	Vespertinos		Intermediários		Matutinos	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Meia fase de sono (h:min)	4:23(1:15)	4:18(1:15)	3:00(0:41)	3:22(1:11)	2:42(0:44)	3:18(0:51)
	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Meia fase de sono (h:min)	109,8	<0,001	17	<0,001	7,2	<0,001

*Valores expressos em média (desvio Padrão). **ANOVA de medidas repetidas

Tabela 7 Médias da Δ da meia fase de sono entre a semana anterior e a semana após a transição do horário de verão entre os cronotipos

Variável	Cronotipos		
	Vespertinos	Intermediários	Matutinos
Δ da meia fase de sono (h:min)	-0:04(1:02)	0:22(1:29)	0:35(1:10)
ANOVA**			
Cronotipo			
	F		p
Δ da meia fase de sono (h:min)	7,16		<0,001

*Valores expressos em média (desvio Padrão). **ANOVA one & way

Tabela 8 Médias da sonolência às 8 horas entre a semana anterior a após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variável	Cronotipo						
	Vespertino		Intermediário		Matutino		
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	
Sonolência às 8 horas(mm)*	44,59(20,58)	56,30(21,67)	43,90(21,87)	54,71(19,41)	52,48(26,88)	62,63(25,78)	
ANOVA**							
Cronotipo							
Antes x Depois							
Interação							
	F		p		F		p
Sonolência às 8 horas**	3,90		0,021		56,29		<0,001
	0,01		0,989				

*Valores expressos em medias (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas

Tabela 9 Médias da sonolência às 12 horas entre a semana anterior a após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variables	Cronotipo						
	Vespertino		Intermediário		Matutino		
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	
Sonolência às 12 horas(mm)*	34,67(19,75)	38,94(18,04)	33,91(18,08)	35,74(18,35)	38,45(20,89)	39,61(19,72)	
ANOVA**							
Cronotipo							
Antes x Depois							
Interação							
	F		p		F		p
Sonolência às 12 horas**	1,9		0,152		1,38		0,241
	0,056		0,946				

*Valores expressos em medias (desvio padrão) **ANOVA de medidas repetidas

Tabela 10 Médias da sonolência às 18 horas entre a semana anterior a após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variables	Cronotipo					
	Vespertino		Intermediário		Matutino	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Sonolência às 18 horas(mm)*	35,94(20,85)	39,62(19,5/5)	37,11(18,49)	38,12(18,39)	37,15(19,31)	34,90(20,05)
	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Sonolência às 18 horas**	0,25	0,777	0,22	0,636	1,72	0,181

*Valores expressos em medias (desvio padrão) **ANOVA de medidas repetidas

Tabela 11 Médias da sonolência às 20 horas entre a semana anterior a após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variáveis	Cronotipo					
	Vespertino		Intermediário		Matutino	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Sonolência às 20 horas(mm)*	42,18(20,75)	44,74(21,13)	45,30(20,07)	44,93(21,06)	45,09(21,96)	39,25(27,77)
	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Sonolência às 20 horas**	0,62	0,538	1,32	0,256	2,88	0,058

*Valores expressos em medias (desvio padrão) **ANOVA de medidas repetidas

Tabela 12 Médias da irritabilidade entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variáveis	Cronotipo					
	Vespertino		Intermediário		Matutino	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Irritabilidade (mm)*	27,08(19,33)	31,65(20,82)	29,91(18,47)	32,98(20,47)	25,48(19,70)	30,14(22,77)
	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Irritabilidade**	0,76	0,469	12,76	<0.001	0,28	0,758

*Valores expressos em média (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas

Tabela 13 Médias do cansaço entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variáveis	Cronotipo					
	Vespertino		Intermediário		Matutino	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Cansaço (mm)*	46,34(15,81)	49,06(20,71)	44,94(19,50)	46,88(19,95)	49,87(19,25)	50,72(16,66)
	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Cansaço**	1,49	0,225	2,41	0,121	0,081	0,922

*Valores expressos em média (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas.

Tabela 14 Médias da disposição entre a semana anterior e a semana após a transição para o horário de verão entre os cronotipos

Variável	Cronotipo					
	Vespertino		Intermediário		Matutino	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Disposição (mm)*	37,64(14,50)	37,03(16,85)	40,24(17,24)	40,75(18,48)	40,04(19,27)	43,40(17,60)
	ANOVA**					
	Cronotipo		Antes x Depois		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Disposição**	1,79	0,179	1,09	0,305	0,80	0,449

*Valores expressos em média (desvio padrão). **ANOVA de medidas repetidas

9. ANEXOS

	Pg	
9.1. ANEXO 1	TERMO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	82
9.2. ANEXO 2	TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO SOBRE GENÉTICA E PADRÕES DE SONO	83
9.3. ANEXO 3	QUESTIONÁRIO DE HORNE-ÖSTBERG PARA IDENTIFICAÇÃO DOS CRONOTIPOS	84
9.4. ANEXO 4	ACTIMETRO	87

9.1. Termo de aprovação do Comitê Setorial de Ética em Pesquisa



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
Comitê Setorial de Ética em Pesquisa



Projeto: "Horário de verão e ritmicidade circadiana".

Pesquisador: Prof. Dr. Fernando Mazzilli Louzada

Protocolo: CEP_06/08

Departamento: Departamento de Fisiologia

Curitiba, 27 de fevereiro de 2009

Prezado Prof. Dr. Fernando Mazzilli Louzada

Em relação a projeto acima citado, venho informá-lo de que este foi avaliado pelo CEP-Biológicas, estando de acordo com a Declaração de Helsinque (e suas atualizações) e com a resolução 196/96 do CNS (e resoluções complementares), tendo sido aprovado pelo comitê. Portanto, a partir desta data poderá ser iniciada a execução e a coleta de dados do referido projeto.

Ressalto que, de acordo com a resolução 196/96 que: (a) o pesquisador deve comunicar a este comitê qualquer alteração no protocolo experimental ou no termo de consentimento (nestas circunstâncias a inclusão deve ser temporariamente suspensa até análise do CEP das modificações propostas); (b) comunicar imediatamente ao CEP qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa; (c) os dados individuais de todos indivíduos devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria; (d) apresentar relatórios semestrais.

Contando com sua compreensão e apoio, coloco-me à disposição para maiores esclarecimentos, atenciosamente

Prof. Dr. Ricardo Leitonem F. de Souza
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisas
Setor de Ciências Biológicas - UFPR

9.2. Termo de consentimento de participação no estudo.

TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO SOBRE GENÉTICA DOS PADRÕES DE SONO
Bases biológicas do cronotipo: padrões de sono e das frequências alélicas e genóticas para polimorfismos em genes relógio em indivíduos com diferentes preferências diurnas.

Pesquisador responsável: Fernando Mazzilli Louzada

Este é um convite para que você participe voluntariamente de um estudo sobre genética dos padrões de sono. Por favor, leia com atenção as informações abaixo antes de dar seu consentimento para participação no estudo.

OBJETIVO DO ESTUDO

O presente estudo tem como objetivo principal avaliar a possível influência genética sobre padrões de sono, mais particularmente sobre o cronotipo. O cronotipo de uma pessoa está relacionado à preferência por horários de sono. Pessoas que preferem dormir mais cedo e acordar mais cedo são chamadas de matutinas. Pessoas que preferem dormir mais tarde e acordar mais tarde são chamadas vespertinas.

PROCEDIMENTOS

Se você participar deste estudo, terá que responder a um questionário de identificação de matutividade/vespertinidade e, caso selecionado para análise genética, passará por uma coleta de mucosa bucal, por meio de um esfregaço para obtenção de células epiteliais da mucosa para extração de DNA e análise molecular. Além disso, você registrará os seus hábitos de sono em caderno apropriado fornecido pelos pesquisadores durante dezessete dias e utilizar um instrumento para a avaliação do ciclo vigília/sono chamado de actímetro de punho, semelhante a um relógio.

RISCO À SAÚDE

Os riscos da coleta da mucosa bucal não oferecem riscos à saúde, pois será realizada por profissionais capacitados e com material esterilizado e descartável.

BENEFÍCIOS

Este projeto não trará nenhum benefício direto à sua saúde, mas servirá para que possamos conhecer alguns fatores que influenciam os padrões de sono. Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa são de responsabilidade dos pesquisadores.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA

A sua participação neste estudo é voluntária. Mesmo que você decida participar, terá plena e total liberdade para desistir do estudo a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo para você.

GARANTIA DE SIGILO E PRIVACIDADE

As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos pesquisadores que executam o estudo, sendo mantida a confidencialidade das informações.

ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS

Você pode e deve fazer todas as perguntas que julgar necessárias antes de concordar em participar do estudo.

IDENTIFICAÇÃO

A sua identificação será mantida confidencial. Os resultados do estudo serão publicados sem revelar a sua identidade.

EQUIPE DE PESQUISADORES

O pesquisador responsável pelo projeto é o Prof. Dr. Fernando Mazzilli Louzada. O pesquisador poderá ser contatado pelo telefone (41) 3361.1552.

COMITÊ DE ÉTICA DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Fui informado que este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Setor de Ciências Biológicas e que no caso de qualquer problema ou reclamação em relação à conduta dos pesquisadores deste projeto, poderei procurar o referido Comitê, localizado na Direção do Setor de Ciências Biológicas, Centro Politécnico, Universidade Federal do Paraná.

Diante do exposto acima eu, _____, declaro que fui esclarecido sobre os objetivos do presente estudo e participarei do estudo. Foi-me assegurado o direito de abandonar o estudo qualquer momento, se assim o desejar. Declaro também não possuir nenhum grau de dependência profissional ou educacional com os pesquisadores envolvidos nesse projeto (ou seja, os pesquisadores desse projeto não podem me prejudicar do modo algum no trabalho ou nos estudos), não me sentindo pressionado de nenhum modo a participar dessa pesquisa.

Curitiba, 08 de outubro de 2008.

Nome do voluntário
RG nº _____

Nome do pesquisador
RG nº _____

9.3. Questionário de Horne-Östberg para identificação dos cronotipos

QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE INDIVÍDUOS MATUTINOS E VESPERTINOS

HORNE, J.A.; OSTBERG, O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. International Journal of Chronobiology, 1976.

Nome _____

Idade ____ Sexo: M, F, Altura _____ Peso _____

e-mail _____ Telefone () _____ Data ____/____/2010

Etnia : Branco, Negro, Pardo, Amarelo, Indígena

1. Se você pudesse acordar na hora que você quisesse, a que horas você se levantaria?



2. Se você pudesse ir dormir na hora que você quisesse, a que horas você se DORMIRia?



3. Até que ponto você é dependente do despertador ou de outra pessoa para acordar de manhã?

1. Nada dependente
2. Um pouco dependente
3. Dependente
4. Muito dependente

4. Você acha fácil ou difícil acordar de manhã?

1. Muito difícil
2. Um pouco difícil
3. Fácil
4. Muito fácil

5. Como você se sente durante a primeira meia hora depois de acordar?

1. Nada atento
2. Pouco atento
3. Atento
4. Muito atento

6. Como é seu apetite durante a primeira meia hora depois de acordar?

1. Muito ruim
2. Ruim
3. Bom
4. Muito bom

7. Durante a primeira meia hora depois de acordar, você se sente cansado?

1. Muito cansado
2. Pouco cansado
3. Em forma
4. Em plena forma

8. Se você não tivesse que acordar cedo no dia seguinte e comparando com sua hora habitual, a que horas você gostaria de ir DORMIR?

1. No horário de sempre
2. Uma hora mais tarde do que o horário de sempre
3. Duas horas mais tarde do que o horário de sempre
4. Mais do que duas horas mais tarde do que o horário de sempre

9. Você decidiu fazer exercícios físicos. Um amigo sugeriu o horário das 7:00 às 8:00 horas da manhã, duas vezes por semana. Como você se sentiria?

1. Estaria em forma
2. Estaria razoavelmente em forma
3. Acharia isso difícil
4. Acharia isso muito difícil

10. A que horas da noite você se sente cansado e com vontade de ir dormir?

20 21 22 23 24 1 2 3

11. Você quer estar no máximo de sua forma para fazer um teste que é mentalmente cansativo. Qual desses horários você escolheria para fazer esse teste?

1. Das 8:00 às 10:00
2. Das 11:00 às 13:00
3. Das 15:00 às 17:00
4. Das 19:00 às 21:00

12. Se você fosse se DORMIR as 23:00h, você se sentiria:

1. Nada cansado
2. Um pouco cansado
3. Cansado
4. Muito cansado

13. Por alguma razão você foi dormir várias horas mais tarde do que é seu costume. Se no dia seguinte você não tiver hora certa para acordar, o que aconteceria com você?

1. Acordaria na hora de sempre, sem sono
2. Acordaria na hora de sempre, com sono
3. Acordaria na hora de sempre e dormiria novamente
4. Acordaria mais tarde do que de costume

14. Se você tivesse que ficar acordado das 4:00 às 6:00 horas da manhã para realizar uma tarefa e não tivesse compromisso no dia seguinte, o que você faria?

1. Só dormiria depois de realizar a tarefa
2. Tiraria uma soneca antes da tarefa e dormiria depois
3. Dormiria bastante antes e tiraria uma soneca depois
4. Só dormiria antes de fazer a tarefa

15. Se você tivesse que fazer duas horas de exercício físico pesado, em qual destes horários você se sentiria melhor?

Das 8:00h às 10:00h
Das 11:00h às 13:00h
Das 15:00h às 17:00h
Das 19:00h às 21:00h

16. Você decidiu fazer exercícios físicos. Um amigo sugeriu o horário das 22:00 às 23:00 horas, duas vezes por semana. Pensando apenas na sua disposição, o que você acha de fazer exercícios nesse horário?

1. Estaria em boa forma
2. Estaria razoavelmente em forma
3. Acharia isso difícil
4. Acharia isso muito difícil

17. Suponha que você pudesse escolher o seu próprio horário de trabalho e que você tivesse que ficar 5 horas seguidas por dia. Pensando no seu desempenho, qual horário você escolheria?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

18. Em que hora do dia você atinge o seu momento de maior disposição?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

19. Chama-se de pessoas matutinas, aquelas que gostam de acordar cedo e dormir cedo e pessoas vespertinas, aquelas que gostam de acordar tarde e dormir tarde. Com qual destes dois tipos você é mais parecido?

1. Tipo matutino
2. Mais matutino que vespertino
3. Mais vespertino que matutino
4. Tipo vespertino

9.4 Actímetro



(Fotografía de Taisa Adamowicz)