

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

**EFEITO DA ROTAÇÃO DOS TURNOS DE TRABALHO SOBRE O DESEMPENHO
PSICOMOTOR: UM ESTUDO PROSPECTIVO E OBSERVACIONAL SOB
CONDIÇÕES DE VIDA REAL**

DAYANE EUSENIA ROSA

UBERLÂNDIA
2019

DAYANE EUSENIA ROSA

**EFEITO DA ROTAÇÃO DOS TURNOS DE TRABALHO SOBRE O DESEMPENHO
PSICOMOTOR: UM ESTUDO PROSPECTIVO E OBSERVACIONAL SOB
CONDIÇÕES DE VIDA REAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde

Orientador: Prof^a. Dra. Cibele A. Crispim

UBERLÂNDIA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

R788e
2019 Rosa, Dayane Eusenia, 1985
 Efeito da rotação dos turnos de trabalho sobre o desempenho
 psicomotor [recurso eletrônico] : um estudo prospectivo e observacional
 sob condições de vida real / Dayane Eusenia Rosa. - 2019.

 Orientadora: Cibele Aparecida Crispim.
 Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa
 de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.
 Modo de acesso: Internet.
 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.1233>
 Inclui bibliografia.
 Inclui ilustrações.

 1. Ciências médicas. 2. Mobilidade de pessoal. 3. Desempenho
 psicomotor. 4. Ritmo circadiano. I. Crispim, Cibele Aparecida, 1977,
 (Orient.) II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-
 Graduação em Ciências da Saúde. III. Título.

CDU: 61

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947

DAYANE EUSENIA ROSA

EFEITO DA ROTAÇÃO DOS TURNOS DE TRABALHO SOBRE O DESEMPENHO PSICOMOTOR: UM ESTUDO PROSPECTIVO E OBSERVACIONAL SOB CONDIÇÕES DE VIDA REAL

Presidente da banca: Prof^a. Dra. Cibeles A. Crispim

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde.

Banca Examinadora

Titular: Prof^a. Dra. Maria Filomena Ceolim.

Instituição: Universidade de Campinas (UNICAMP)

Titular: Prof^a Dra. Tássia do Vale Cardoso Lopes

Instituição: Universidade de São Paulo (USP)

Titular: Prof^a. Dra. Yara Cristina de Paiva Maia

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Titular: Prof. Dr. Eduardo Henrique Rosa Santos

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Suplente: Prof^a. Dra. Kely Raspante Cerqueira Teixeira.

Instituição: Centro Universitário do Cerrado

Suplente: Prof^a. Dra. Maria Carlina Mota

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
Av. Pará, 1720, Bloco 2H, Sala 09 - Bairro Umuarama, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: 34 3225-8628 - www.ppcsafamed.ufu.br - copme@ufu.br



ATA

ATA DA DEFESA DE TESE DE DOUTORADO JUNTO AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA.

Defesa de Tese de Doutorado Nº 004/PPCSA

Área de concentração: Ciências da Saúde

Linha de Pesquisa 2: Diagnóstico, Tratamento e Prognóstico das doenças e agravos à saúde. Projeto de Pesquisa de vinculação: Nutrição, metabolismo, sono e ritmos biológicos.

Discente: **Dayane Eusênia Rosa** – Matrícula nº **11513CSD004**. Título do Trabalho: "**Efeito da rotação dos turnos de trabalho sobre o desempenho psicomotor: um estudo prospectivo e observacional sob condições de vida real.**" Às 09:00 horas do dia 25 de fevereiro do ano de 2019, no anfiteatro do Bloco 2H – Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, assim composta: Professores Doutores: Maria Filomena Ceolim (UNICAMP) via *skype*, Tássia do Vale Cardoso Lopes (FoRC USP), Yara Cristina de Paiva Maia (UFU), Eduardo Henrique Rosa Santos (UFU) e Cibele Aparecida Crispim (UFU) – orientadora da discente presentes no recinto. Iniciando os trabalhos, a presidente da mesa Profa. Dra. Cibele Aparecida Crispim apresentou a Comissão Examinadora e a discente, agradeceu a presença do público e concedeu à discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A seguir a senhora presidente concedeu a palavra aos examinadores que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, em sessão secreta, em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou a candidata (X)aprovada ()reprovada. Esta defesa de Tese de Doutorado é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor(a). O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, legislação e regulamentação internas da UFU, em especial do artigo 55 da resolução 12/2008 do Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia. Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos às 13:00 horas. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Cibele Aparecida Crispim, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/02/2019, às 14:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Yara Cristina de Paiva Maia, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/02/2019, às 14:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Henrique Rosa Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/02/2019, às 14:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **Tássia do Vale Cardoso Lopes, Usuário Externo**, em 26/02/2019, às 14:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do



[Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Maria Filomena Ceolim, Usuário Externo**, em 27/02/2019, às 12:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1049250** e o código CRC **5AE3E31B**.

Referência: Processo nº 23117.014781/2019-26

SEI nº 1049250

*Ao meu pai e a minha avó (Mãe Rita).
Que bom que o amor de vocês me
escolheu e me trouxe a força e a coragem
para seguir tranquila, sem pressa e bem
longe!*

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha gratidão pela benção que é viver. Gratidão por ser agraciada com tanto e por me presentear diariamente com saúde, paz e amor. Gratidão por todas as oportunidades e por ter me dado condições de vivenciá-las. Gratidão por tantas descobertas ao longo desses quatro anos e por me lembrar a cada instante de sua presença e providência, mesmo nas horas nas quais duvidei.

A minha mãe, por ter me dado a vida. Obrigada por exigir sempre o meu melhor e por sempre me dar o seu melhor. Gratidão a Deus por ter você como minha mãe. Obrigada por me ensinar a levantar. A você, todo o meu amor e gratidão.

Ao meu pai, meu grande amigo, minha gratidão eterna. Agradeço a Deus por nossas vidas terem se cruzado e por ter em você a calma, a leveza e a alegria que preciso para viver. Obrigada por ser minha referência em bondade, solidariedade e caridade. Amo você.

Ao meu namorado Marcio, que sempre sonhou esse sonho comigo e que mesmo em momentos tão difíceis foi um companheiro amoroso e paciente. Obrigada por me mostrar que não há fórmula mágica para nada. Agradeço a Deus por caminharmos e crescermos juntos.

Aos meus irmãos, sempre tão carinhosos e prestativos. Lala, obrigada por sempre se orgulhar de mim e generosamente estar pronta para estender a mão. Júnior, obrigada pelas conversas e conselhos sempre centrados.

Aos familiares, pelas palavras de apoio e carinho. Em especial aos meus avós e tias, agradeço pelos abraços e sorrisos que me impulsionaram a seguir em frente e por entender a ausência e o cansaço constante.

A minha orientadora, Profa. Cibele A. Crispim, minha gratidão por ter aberto uma porta tão importante em direção a um dos meus maiores sonhos. Agradeço a confiança e principalmente TODAS as correções que muitas vezes me deixavam desesperada, mas que hoje fazem tanto sentido e certamente me ajudou a evoluir. Em quatro anos erreí em muitos momentos, aproveito para pedir desculpas pelos deslizes que tive nessa caminhada. Agradeço a Deus por ter você como minha orientadora e por toda sua paciência, generosidade e por compartilhar comigo seu conhecimento.

À amiga e sócia Sabrina, minha maior incentivadora e sem a qual esse momento não aconteceria. Obrigada pela total dedicação e compaixão. Obrigada por

sempre me ajudar a me manter equilibrada. Gratidão a Deus por sermos uma pela outra.

Aos meus funcionários, por não medirem esforços para me ajudar sempre. Obrigada por todo apoio nessa fase da minha vida.

Aos meus amigos, por entenderem a minha ausência em muitas ocasiões. Obrigada pelo apoio e alegria com que me presenteiam em todas as fases da minha vida.

À amiga e terapeuta Moema, só posso agradecer a Deus por ter você. Obrigada por cuidar tão bem de mim.

Aos colegas e amigos de doutorado, do nosso Cronutri, meu muito obrigada. Em especial a Graciele, Kelly, Laura, Tássia e Carla, inúmeras vezes as conversas e um cafezinho aliviaram o peso nos meus ombros. E em especial à querida amiga e parceira desse projeto, Luisa, que alegria nos reaproximarmos. Gratidão por ter você como parceira nesse projeto, sempre tão dedicada, centrada, inteligente, prática e cheia de bom astral. Lu, obrigada por tantos momentos.

À Profa. Dra. Maria Filomena Ceolim e ao Prof. Eduardo Luzia França, meus eternos orientadores, toda a minha gratidão e admiração. Verdadeiros mestres que com seu amor ao ensinar me fez descobrir o prazer em ser professora.

Aos meus colaboradores, José Zamonaro e Vinicius, obrigada pelo apoio e incentivo nesta empreitada, através da boa vontade e companheirismo. Um agradecimento especial às técnicas de enfermagem: Ana e Lucélia, com sabedoria e tranquilidade me ofereceram ajuda e amizade nas horas mais conturbadas. Ao supervisor de turno Osnir, quem fez tudo ficar mais fácil. E ao estatístico Lúcio, obrigada por descomplicar algumas análises.

À empresa Anglo American, obrigada por acreditarem na importância da pesquisa.

Aos trabalhadores em turnos, minha admiração, gratidão e respeito. Muito obrigada pela colaboração e pela confiança.

*“Quando abro a porta de uma nova
descoberta já encontro Deus lá dentro”.*

Albert Einstein

RESUMO

Introdução: O efeito do trabalho em turnos sobre o desempenho psicomotor e sua interação com variáveis que conhecidamente deterioram o estado de alerta – como o desalinhamento circadiano, o excesso de peso, obesidade e o cronotipo do indivíduo – tem sido pouco explorado na literatura. **Objetivo:** Nosso objetivo foi avaliar a influência da rotação de turnos de trabalho no desempenho psicomotor do trabalhador ao longo de um rodízio de turnos. **Material e métodos:** O estudo foi conduzido com 30 homens, os quais trabalhavam em uma empresa de mineração sob o regime de rotação de turnos de trabalho. As avaliações ocorreram ao longo de sete dias dentro de um programa de rotação de turnos organizado em condições de vida real da seguinte maneira: dois dias de trabalho em turno matutino (D1 e D2), dois dias de trabalho em turno vespertino (D3 e D4), 24-horas livres e dois dias de trabalho em turnos noturnos (D6 e D7). O desempenho psicomotor foi avaliado pelo Teste de Vigilância Psicomotora (PVT). A actigrafia foi usada para determinar a duração de sono, quantificar a estabilidade do Ritmo Atividade Repouso (IS- Interdaily Stability) e sua fragmentação (IV-Intradaily Variability). O cronotipo foi determinado por meio do questionário de Munich adaptado para trabalhadores em turnos (Munich Chronotype Questionnaire-MCTQshift). **Resultados:** Encontramos um efeito significativo do dia de turno de trabalho, índice de massa corporal (IMC), IS e IV nos lapsos de atenção ($p < 0.001$). Maiores números de lapsos ocorreram no D7 em relação ao D1, D2, D3 e D4 do programa de rotação de turnos. O grupo de participantes obesos apresentou maior número de lapsos de atenção do que o grupo de eutróficos. A interação entre dia de trabalho e IS mostrou que indivíduos menos sincronizados apresentaram maior número de lapsos de atenção no D7 do que no D1. Para interação entre dia de trabalho e IV, os indivíduos mais fragmentados apresentaram um maior número de lapsos de atenção no D7 do que no D6. Também encontramos resultados significativos para interação entre cronotipo e o programa de rotação de turnos na duração de sono, média do tempo de reação e número de lapsos de atenção ($p < 0.001$). Em geral, os indivíduos matutinos foram os mais impactados em termos de tempo de reação (antes e após o trabalho) e número de lapsos ao longo do rodízio de turnos. O cronotipo intermediário foi o menos impactado em termos de desempenho psicomotor. **Conclusão:** Concluímos que valores maiores de IMC, menor sincronização e maior fragmentação do RAR influenciaram nos lapsos de atenção ao longo do rodízio de turnos. Em termos de desempenho psicomotor, o cronotipo intermediário parece ser o melhor para a execução do trabalho no programa de rotação de turnos.

Palavras-chave: Rotação de turnos. Performance psicomotora. Desalinhamento circadiano. Cronotipo.

ABSTRACT

Background: The effect of shift work rotation on psychomotor performance and its interaction with variables known to impair alertness - such as circadian misalignment, overweight and obesity, and individual chronotype - has been little explored in the literature. **Objectives:** We aimed to evaluate the influence of shift work rotation on psychomotor performance throughout a complete shift rotation schedule. **Methods:** The study was conducted with 30 males working rotating shifts from a mining company under real life conditions. Individuals were evaluated over seven days in a shift schedule carried out as follow: two days of day work (D1 e D2), two days of evening work (D3 e D4), 24-hour free day and two days of night work (D6 e D7). Work performance was evaluated by psychomotor vigilance task (PVT), and actigraphy was used to measure the stability and fragmentation of rest-activity rhythm based on intradaily variability (IV) and interdaily stability (IS) and to determine sleep duration. The chronotype was determine using Munich Chronotype Questionnaire adapted for shift workers (MCTQ_{shift}). **Results:** We found a significant effect of the shift, body mass index (BMI), IS and IV on lapses in attention. More lapses occurred on D7 than D1, D2, D3 and D4 of the schedule shift. The obese group presented a higher number of lapses in attention than eutrophic. The interaction between day and IS showed that less synchronized individuals presented a higher number of lapses in attention on D7 than D1 and, for the interaction between day and IV, more fragmented individuals presented a higher number of lapses in attention on D7 than D6. We found a significant effect of the interaction between chronotype and work schedules on mean of reaction time (MRT) in pre-and post work and number of lapses of attention ($p < 0.001$). In general, early types showed higher values of MRT-pre and post work, while late-type workers presented a greater number of lapses of attention along the advancement of the schedule. Intermediate-types were the least impaired in terms of psychomotor performance. **Conclusion:** We conclude that higher BMI, lower synchronization and higher fragmentation of the rest-activity pattern and chronotype influenced lapses in attention throughout the shift rotation. In addition, we conclude that higher values of BMI, less synchronization and greater fragmentation of the RAR influenced the attention lapses throughout the shift rotation. In terms of psychomotor performance, the intermediate chronotype seems to be the best to work on rotation schedule.

Keywords: Shift rotation. Psychomotor performance. Misalignment circadian. Chronotype.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Artigo 1

| | |
|---|----|
| Figure 1 - Shift schedule days | 45 |
| Figure 2 - Correlation between total number of lapses in attention in schedule shift and BMI | 49 |
| Figure 3 - Effect of BMI on number of lapses in attention | 50 |

Artigo 2

| | |
|--|----|
| Figure 1 - Shift schedule days | 71 |
| Figure 2 - Isolated effect of chronotype on mean of reaction time and the number of lapses in attention | 78 |
| Figure 3 - Effect of interaction between chronotype and work schedules | 80 |
| Figure 4 - ROC curve. Comparison between the chronotype and groups formed by the number of attention lapses | 81 |

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Table 1 - Sociodemographic characteristics, anthropometric indices, health behaviours, biochemical parameters, sleep duration, variables of rest-activity circadian rhythm and psychomotor performance (PVT) of employees ($n = 30$) 47

Table 2 - Generalised estimating equation models for effects of shift day, interdaily stability and BMI on lapses in attention of alternating shift workers 52

Table 3 - Generalised estimating equation models for effects of shift day, intradaily variability and BMI on lapses in attention of alternating shift workers 54

Artigo 2

Table 1 - Characteristics of the study population ($n=30$) 76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

STC Sistema de Temporização Circadiana

NSQ Núcleo Supra Quiasmático

REM (*Rapid Eyes Moviment*) Rápido Movimento dos Olhos

NREM (*Non Rapid Eyes Moviment*) Não Rápido Movimento dos Olhos

RAR Ritmo Atividade-Repouso

SNC Sistema Nervoso Central

PVT Teste de Vigilância Psicomotora

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 16 |
| 1.1 Considerações iniciais | 18 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 19 |
| 2.1 Trabalho em Turnos | 19 |
| 2.1.1 Definição | 19 |
| 2.1.2 Tipos de escalas | 19 |
| 2.1.3 Prevalência | 21 |
| 2.2 Cronobiologia | 21 |
| 2.2.3 Ritmos biológicos | 22 |
| 2.2.3.1 Ciclo sono-vigília | 24 |
| 2.2.3.2 Ciclo atividade-reposouso | 26 |
| 2.3 Cronotipo | 27 |
| 2.4 Desalinhamento circadiano | 29 |
| 2.4.1 Relação entre trabalho em turnos e o desalinhamento circadiano | 29 |
| 2.5 Relação entre excesso de peso, desalinhamento circadiano e trabalho em turnos | 30 |
| 2.6 Desempenho psicomotor, acidentes de trabalho e trabalho em turnos | 32 |
| 2.6.2 Desempenho psicomotor, desalinhamento circadiano e trabalho em turnos | 35 |
| 3. OBJETIVOS | 37 |
| 3.1 Objetivo geral | 37 |
| 3.2 Objetivos específicos | 37 |
| 4. ARTIGO 1. Shift rotation, circadian misalignment and excessive body weight influence psychomotor performance: a prospective and observational study under real life conditions | 38 |
| ABSTRACT | 40 |
| INTRODUCTION | 41 |
| METHODS | 42 |
| Participants and Ethics | 42 |
| INITIAL EVALUATION | 43 |
| Sociodemographic data and health behaviours | 43 |
| Blood parameters | 43 |
| Anthropometric variables | 44 |

| | |
|---|-----------|
| Evaluations Conducted Over Shift Schedule | 44 |
| Figure 1 | 45 |
| Actigraphy | 45 |
| Psychomotor vigilance performance | 46 |
| Statistical Analysis | 46 |
| RESULTS | 47 |
| Table 1 | 47 |
| Figure 2 | 49 |
| Figure 3 | 50 |
| Table 2 | 52 |
| Table 3 | 54 |
| DISCUSSION | 55 |
| CONCLUSION | 58 |
| REFERENCES | 59 |
| 5. ARTIGO 2. Effects of chronotype on psychomotor performance throughout a complete shift rotation schedule: a prospective study in a real-life condition..... | 66 |
| ABSTRACT | 68 |
| INTRODUCTION | 69 |
| METHODS | 70 |
| Participants and ethics | 70 |
| Procedures | 71 |
| Figure 1 | 71 |
| Sociodemographic and health behaviors | 72 |
| Anthropometric Variable | 72 |
| Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ) | 72 |
| EVALUATIONS CONDUCTED OVER SHIFT SCHEDULE | 73 |
| Actigraphy | 73 |
| Psychomotor vigilance performance | 73 |
| Statistical Analysis | 74 |
| RESULTS | 75 |
| Table 1 | 76 |
| Figure 2 | 78 |
| Figure 3 | 80 |

| | |
|--|------------|
| Figure 4 | 81 |
| DISCUSSION | 81 |
| CONCLUSION | 83 |
| CONFLICT OF INTEREST STATEMENT | 84 |
| REFERENCE | 84 |
| REFERÊNCIAS | 91 |
| ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) | 106 |
| ANEXO B - QUESTIONÁRIO DE CRONOTIPO DE MUNIQUE | 107 |
| ANEXO C – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO 01 | 108 |
| APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE | 109 |
| APÊNDICE B - INFORMAÇÕES SOCIODEMOGRÁFICAS E CLÍNICAS | 112 |

1 INTRODUÇÃO

Define-se trabalho em turnos qualquer horário de trabalho que se desvia dos padrões habituais de um país (KUNST et al., 2015) e tem como principal característica as 24 horas contínuas de operação programadas em diversas escalas de trabalho (SIMOES, MARQUES e ROCHA, 2010) (ESQUIROL et al., 2011 & WAAGE et al., 2012). Os programas de turnos são diversos e englobam turnos fixos e rodizantes (DALL'ORA et al., 2016) (MA et al., 2017), os quais podem ainda se diferenciar em relação à direção e velocidade do deslocamento, horário de início e término dos turnos, dias de folga, entre outros (SVETLANA, 2014) (SALLINEN; KECKLUND, 2018). Estima-se que há 20% de trabalhadores em turnos em todo o mundo (ALTERMAN et al., 2013), com destaque para os Estados Unidos da América (EUA), cuja porcentagem chega a 28,7%, e Noruega, que apresenta um percentual de 34% (KUNST et al., 2015). No Brasil, ainda não há dados disponíveis sobre a prevalência do trabalho em turnos, mas estima-se que o trabalho noturno cubra 15% de todas as modalidades de trabalho (IBGE, 2016).

Estudos apontam para diversos prejuízos à saúde decorrentes do trabalho em turnos, tais como o aumento de peso corporal (MCHILL et al., 2014) e obesidade (TAHERI et al., 2004) (COOK et al., 2017) (TSAI et al., 2017) (GARAULET et al., 2017) (COVASSIN et al., 2016) (MACAGNAN et al., 2012), a deterioração do padrão de sono (KECKLUND; AXELSSON, 2016) (HULSEGEE et al., 2018) (BASNER; DINGES, 2011) (SHORT et al., 2015) e o desalinhamento circadiano (JAMES et al., 2017) (FISK et al., 2018). Evidências recentes demonstram ainda que o trabalho em turnos está associados a prejuízos no desempenho psicomotor, tais como a queda na atenção (BASNER et al., 2017), perda de memória (RAVEN et al., 2018), vagarosidade na “tomada de decisão” (BROWN et al., 2012), prejuízos no humor (SCHWARZ et al., 2018), problemas psíquicos, motores, sociais e familiares, além de absenteísmo e maior risco de acidentes (RAJARATNAM, 2011) (FERGUSON et al., 2012). Até o momento não há um consenso sobre qual programa de turnos teria um menor impacto na saúde e no desempenho psicomotor, e questões referentes à melhor velocidade para rotação dos turnos (rotações rápidas ou lentas), o melhor sentido da rotação (horário ou anti-horário) (SALLINEN; KECKLUND, 2018), tipo de turno e sequência mais nociva ao desempenho (VEDAAAB et al., 2015) continuam sem respostas.

Alguns estudos apontam benefícios na saúde e desempenho em programas com rotação rápida e em sentido horário (SALLINEN; KECKLUND, 2018). Outros sugerem que os turnos matutinos e noturnos seriam piores do que os vespertinos (KANTERMANN et al., 2010), por gerar efeitos deletérios sobre a performance psicomotora do trabalhador (FOLKARD; LOMBARDI, 2006) (KEITH et al., 2017) (REINKE, 2015) (ORIYAMA; MIYAKOSHI, 2018) e por aumentar a chance de sonolência e fadiga (MA et al., 2017) (BASNER et al., 2017), o que retarda o tempo de reação e predispõe o desenvolvimento de lapsos de atenção (NARCISO et al., 2016).

O efeito isolado do trabalho em turnos sobre a vigilância psicomotora e sua interação com variáveis que conhecidamente deterioram o estado de alerta – como a obesidade (TSAI et al., 2017) e o cronotipo do indivíduo (MARTIN et al., 2015) – tem sido pouco explorado na literatura. Sabe-se que indivíduos obesos tendem a apresentar valores de tempo de reação mais vagarosos e um maior número de lapsos de atenção ao longo do rodízio. Em relação ao cronotipo - definido como manifestações comportamentais do sistema circadiano endógeno que governa a preferência em relação a horário de dormir e acordar (ROENEBERG et al., 2003) (BARCLAY; MYACHYKOV, 2017) e assim os agrupa em indivíduos matutinos que consideram fácil levantar de manhã, apresentam um melhor desempenho neste momento e adormecem facilmente durante o início da noite; em vespertinos, que relatam dificuldade para levantar cedo, têm como pico de suas atividades a noite e vão para a cama tarde; em intermediários, cujas preferências variam entre o matutino e o vespertino (BARCLAY; MYACHYKOV, 2017) (TAILLARD et al., 2011). Acredita-se que os intermediários tendem a apresentar uma melhor performance psicomotora em programas com rodízio de turnos. Porém, diante da diversidade dos programas, os quais impactam diretamente na performance psicomotora, é necessário cautela e mais estudos para tais afirmações (MARTIN et al., 2015) (SCHIMIDT et al., 2012) (REINK et al., 2015).

Os trabalhadores em turnos rodiziantes apresentam grande alteração nos horários de dormir, trabalhar e se alimentar ao longo de um período de rodízio completo. Nesse sentido, é razoável supor que o desalinhamento circadiano imposto por essa dinâmica laboral leva a um pior desempenho no trabalho. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência de um rodízio completo de turno rotativo sobre o desempenho psicomotor de trabalhadores do sexo masculino. Constitui-se como

objetivo adicional da pesquisa o entendimento de como o desalinhamento circadiano, a duração do sono e determinadas características do trabalhador – como seu estado nutricional e cronotipo – podem influenciar o desempenho psicomotor dos mesmos. Nossa hipótese é que indivíduos com valores menores de sincronização e maiores de fragmentação do padrão do ritmo atividade-reposo, com peso corporal excessivo e com cronotipos desajustados com os horários de trabalho podem apresentar maior número de lapsos de atenção e maior tempo de reação ao longo da rotação dos turnos de trabalho.

1.1 Considerações iniciais

Essa tese está estruturada no formato alternativo estabelecido pelo Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Uberlândia. Inicialmente foi apresentada uma fundamentação teórica como forma de revisão da literatura sobre os temas abordados na tese. Em seguida, foram apresentados dois manuscritos, os quais englobam os resultados encontrados nessa pesquisa. Dessa maneira, a tese está organizada nas seguintes seções: 1. Introdução; 2. Fundamentação Teórica; 3. Objetivos; 4. Artigo 1: *Shift rotation, circadian misalignment and excessive body weight influence psychomotor performance: a prospective and observational study under real life conditions*, submetido no periódico Scientific Reports (ANEXO D); 5. Artigo 2: *Effects of chronotype on psychomotor performance throughout a complete shift rotation schedule: a prospective study in a real-life condition*, a ser submetido no periódico Journal of Biological Rhythms.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Trabalho em Turnos

2.1.1 Definição

O trabalho em turnos tem sido definido como qualquer horário de trabalho que se desvia dos padrões habituais de um país específico (KUNST et al., 2015) e tem como principal característica as 24 horas contínuas de operação programadas dentro de uma variedade de horários que englobam turnos fixos e rodíziantes, desempenhados por trabalhadores agrupados em várias equipes (SIMOES, MARQUES e ROCHA, 2010) (ESQUIROL et al., 2011). Essa modalidade laboral surgiu diante da necessidade da produção de bens e/ou serviços contínuos (VEDAAAB et al., 2015), como os serviços nas áreas da saúde, segurança, transporte e diversas indústrias como a de energia elétrica. Nesses setores, o trabalho em turnos é considerado um regime regular (DALL'ORA et al., 2016).

Na maioria dos casos, as empresas que adotam programas de trabalho em turnos objetivam o aumento de sua produtividade e otimização de seus recursos, como, por exemplo, a diminuição da inatividade de máquinas extremamente onerosas. Paralelo a isso, os consumidores também se beneficiam ao terem serviços constantes e produtos mais baratos (FERGUSON et al., 2012). Dessa maneira, é possível entender o crescente aumento desse tipo de trabalho em todo o mundo e também o aumento das discussões referentes ao seu impacto na sociedade. Na Europa, por exemplo, há grandes discussões frente a regulação do trabalho em turnos e muitas empresas optam por longas horas de turnos (12h-16h), a fim de diminuir salários e custos sociais, justificados por uma alta concorrência. A grande questão é que a maioria das legislações trabalhistas no mundo todo apresenta fragilidades ao regulamentar esse tipo de trabalho, haja vista a diversidade dos programas de turnos (ÅKERSTEDT AND WRIGHT JR, 2009).

2.1.2 Tipos de escalas

Atualmente as companhias que adotam o trabalho em turnos possuem escalas bastante variadas e os principais programas englobam os turnos fixos e/ou turnos

rodiziantes (WAAGE et al., 2012). Nos turnos fixos, também chamados de permanentes, o trabalhador tem um horário determinado de início e término, com possibilidade de ser diurno, vespertino ou noturno (MA et al., 2017). Nos turnos alternados ou rodiziantes ocorre o rodízio entre esses períodos, assim os trabalhadores executam suas funções em diversas escalas (KNAUTH, 1996). Os programas de rodízio adotados pelas empresas são geralmente determinados diante de suas próprias necessidades (SIMOES, MARQUES e ROCHA, 2010). As escalas de trabalho se diferem ainda em relação à direção e velocidade do deslocamento, horário de início dos turnos, duração do turno, quantidade de dias de folga, número de turnos consecutivos e o momento da mudança de turnos (SVETLANA, 2010) (SALLINEN; KECKLUND, 2018), sendo todos esses fatores decisivos para melhor adaptação do trabalhador a esse esquema organizacional.

Em relação à direção da rotação dos turnos de trabalhadores rodiziantes, o deslocamento pode ocorrer no sentido horário (com início do trabalho de manhã, evoluindo para tarde e noite, por exemplo) ou anti-horário (“para trás”, por exemplo: dia, noite, tarde). No que se refere a velocidade a qual os horários de trabalho são alterados, pode acontecer de maneira rápida (por exemplo, dois dias em cada tipo de turno) ou lento (até 6 dias em cada tipo de turno) (KANTERMANN et al., 2014).

Até o momento não há ainda um consenso sobre qual programa de turnos teria menor impacto na saúde dos trabalhadores, qual seria a melhor velocidade para rotação dos turnos (rotações rápidas ou lentas) ou o melhor sentido da rotação (horário ou anti-horário). No entanto, alguns autores constataram que a rotação rápida e em sentido horário provocaria menores efeitos adversos sobre a (SALLINEN; KECKLUND, 2018). Já a rotação em sentido anti-horário foi associada a uma pior qualidade e duração de sono e à queda no desempenho psicomotor no trabalho. A rotação lenta, por sua vez, é capaz de provocar um impacto negativo na vida social e familiar do trabalhador (SHIFFER et al., 2018). Outros estudos destacam o tipo de turno (turno matutino, vespertino ou noturno) como o fator mais impactante na saúde do trabalhador (TUCKER et al., 2000).

Diante de todas as informações expostas acima, é necessário estudar o impacto dos programas de turnos sobre o indivíduo, de acordo com as funções exercidas e a rotina do local de trabalho, situações essas que podem variar em diferentes localidades. Pesquisas mostram que os programas em turnos não são igualmente deletérios e que determinados ajustes são possíveis ao elaborar o

programa de turnos adotado (KNAUTH, 1996) (SALLINEN; KECKLUND, 2018). Isso destaca a importância de pesquisas que abrangem os diversos tipos de programas de trabalho em turnos existentes, com o objetivo de identificar ações que minimizam o impacto do rodízio entre turnos na vida social, familiar, aspectos de saúde, desempenho de atividades e, conseqüentemente, nos acidentes de trabalho (SAKSVIK, 2011).

2.1.3 Prevalência

Atualmente estima-se que o trabalho em turnos atinja mais de 20% entre trabalhadores em todo o mundo (ALTERMAN et al., 2013). Dados relacionados a população norte-americana e europeia mostram um percentual em torno de 15 a 30%, respectivamente (BOUDREAU, DUMONT, BOIVIN, 2013). Outras estimativas apontam que a porcentagem já chega em 28,7% nos Estados Unidos (KUNST et al., 2015) e 34% na Noruega (KUNST et al., 2015), seguindo o padrão dos países europeus.

Estimativas recentes do Brasil apontam que o trabalho noturno represente aproximadamente 15% de todos os trabalhadores (IBGE, 2016). Embora seja notória a expressividade do trabalho em turnos no país, ainda não há dados disponíveis para trabalhadores em turnos rodíziantes.

2.2 Cronobiologia

Cronobiologia é uma palavra de origem grega derivada de três palavras: *kronos* -tempo, *bios* - vida e *logos* - estudo. Definida como a ciência que estuda o tempo, teve sua primeira descoberta descrita no século XVIII com Linnaeus (GARAULET; GÓMEZ-ABELLÁN, 2013), o qual projetou um belo "relógio floral" que representou as horas do dia, dependendo do tempo que as flores abriam suas pétalas (HALKET, 1931). Há registros de que o astrônomo Jean-Jacques Dortous de Mairan (1678-1771) publicou anteriormente um artigo sugerindo a possível existência de um mecanismo marcador de tempo em uma planta (*Mimosa pudica*) e que essas seriam as primeiras tentativas de ler os "tempos" dos organismos vivos (MENNA-BARRETO; MARQUES, 2002).

A cronobiologia é um campo científico que estuda as características temporais da matéria-viva em todos os seus níveis de organização (GARAULET; GÓMEZ-ABELLÁN, 2013). As flutuações de um sistema biológico fazem parte da essência da cronobiologia, que busca a compreensão dos organismos e suas interações com meio onde vivem sob o ponto de vista temporal (MENNA-BARRETO; MARQUES, 1999).

Os aspectos que justificam o estudo do funcionamento dos seres vivos do ponto de vista temporal é o caráter dinâmico dos fenômenos vitais e a demonstração da existência de mecanismos internos produtores de tempo, os chamados “relógios biológicos”. Hoje já se sabe que as oscilações em nossos organismos são mediadas por um Sistema de Temporização Circadiana (STC) (MENNA-BARRETO; WEY, 2007). Assim, diferentes organismos ajustam temporalmente seu comportamento e metabolismo através de ritmos biológicos. Esse tempo adequado de eventos moleculares e celulares é fundamental para o seu desenvolvimento e saúde (WEBB; OATES, 2016).

2.2.3 Ritmos biológicos

Os ritmos biológicos são uma sequência de eventos que se repetem na mesma ordem e nos mesmos intervalos (MINORS; WATERHOUSE, 1981). Em todos os níveis de organização dos seres vivos há fenômenos rítmicos, os quais ocorrem predominantemente em nível celular. Novos exemplos de ritmos biológicos continuam a ser descobertos juntamente com redes oscilatórias baseadas na regulação gênica, fato que comprova que o comportamento rítmico é algo extremamente frequente nos sistemas biológicos e está relacionado com os processos de feedback, que controlam a dinâmica das funções fisiológicas (GOLDBETER, 2017). Algumas características são importantes para avaliar a expressão dos variados tipos de ritmos biológicos como: o período (T) em que ocorrem, a frequência (f), o nível médio ou mesor (M), a amplitude (A), a fase (ϕ), o zénite (z) ou acrofase (O) e o nadir (n) ou batifase (MENNA-BARRETO; MARQUES, 2007). Tais avaliações permitem elucidar os principais papéis dos ritmos biológicos no controle das funções fisiológicas e, conseqüentemente, evidenciar as doenças associadas às alterações nesses ritmos (GOLDBETER, 2017).

Com base nisso, os ritmos biológicos podem ser classificados em relação à frequência (f) com que ocorrem: 1. circadianos - aqueles cuja frequência está próxima de um dia (período entre > 20 e < 28 h), como o ciclo sono-vigília; 2. ultradianos - ritmos

quem têm frequência maior que um ciclo por dia (menos de 20 h), como por exemplo a respiração e os batimentos cardíacos; 3. infradianos - aqueles cuja frequência é menor que um ciclo por dia (período superior a 28 hrs), como o ciclo menstrual em humanos (GARAULET; GÓMEZ-ABELLÁN, 2013).

Várias funções orgânicas possuem oscilações que se repetem regularmente num período de 24 horas, apresentando assim ritmicidade circadiana (BACK, 2007). Esse período das 24 horas (dia) é determinado por períodos de luz e escuridão (ciclo claro-escuro), criados pela rotação do nosso planeta enquanto ele orbita o sol. Assim, a luz é o principal sincronizador do STC (WEBB; OATES, 2016). Os componentes desse sistema podem ser divididos em “relógio central” e “relógios periféricos”, o primeiro baseia-se no Núcleo Supra Quiasmático (NSQ), localizado na região do hipotálamo, enquanto que os relógios periféricos estão presentes em diversos tecidos do organismo (BARON; REID, 2014).

O NSQ é composto por aproximadamente 20.000 neurônios que formam uma rede circadiana altamente unificada e capaz de, a partir da entrada de luz da retina, sincronizar o tempo do relógio interno ao dia. Esse sinal funciona como pistas temporais para os chamados relógios periféricos, localizados nos tecidos, e determina toda arquitetura molecular para a geração e sustentação dos ritmos circadianos através de vias endócrinas e sistêmicas (PARTCH; GREEN; TAKAHASHI, 2014).

Recentemente foram descritos alguns genes relacionados à expressão das características celulares, relacionadas à ritmicidade circadiana, os chamados genes circadianos ou genes do relógio. Os principais são: CLOCK, CRY, PER, BMAL; esses parecem regular a produção de proteínas com funções no sistema de temporização (PARTCH; GREEN; TAKAHASHI, 2014). Assim, os eventos bioquímicos e neuroendócrinos controlados por esses genes são mantidos em sincronia pelo NSQ, o qual orchestra as oscilações de funções metabólicas e fisiológicas específicas dos tecidos, como o apetite, a secreção de glicocorticoides, o controle da temperatura corporal, estado metabólico e sono (YAMAKAWA et al., 2016). Para que a rede circadiana funcione é necessário que informações temporais sejam inseridas em todo esse processo e modulem a fase, amplitude e período do relógio molecular (JAGANNATH et al., 2017).

A luz é o principal sincronizador circadiano que sinaliza para que o ciclo claro-escuro determine o amanhecer e o anoitecer ao longo das 24 horas (BARON; REID, 2014). É o principal *zeitgeber* do corpo, expressão que em alemão significa "doadores

de tempo" e que diz respeito a sincronizadores. Já se sabe que outros *zeitgebers* apresentam grande importância na sincronização circadiana, como a melatonina endógena e as atividades físicas e sociais. As pistas temporais geradas por esses *zeitgebers* são altamente importantes, haja vista que são os fatores que modulam a expressão dos ritmos circadianos (HUSSE; EICHELE; OSTER, 2015).

A rotação da Terra em torno de seu eixo resulta em mudanças periódicas nas fases de luz e escuro no meio ambiente, as quais permitem que os organismos alinhem seus ritmos de atividade-repouso para tempos específicos do dia e da noite (LE GATES et al., 2014). Assim, o ciclo claro-escuro é um dos principais agentes de arrastamento do ritmo central, já que a luz no período da manhã avança (move-se mais cedo), enquanto a luz ao entardecer atrasa (mover-se-á mais tarde) o ritmo circadiano (BARON; REID, 2014). Além disso, outros sincronizadores são capazes de influenciar a ritmicidade circadiana de vários tecidos periféricos, como, por exemplo, o tempo de ingestão de um alimento, o que pode redefinir o relógio periférico presente no fígado e, assim, o metabolismo hepático. A coordenação entre os ritmos centrais e periféricos não é totalmente compreendida e é um desafio para os pesquisadores identificar as rotas de sinalização que garantam que todos os ritmos sejam devidamente coordenados (HUSSE; EICHELE; OSTER, 2015). O alinhamento adequado entre luz, NSC e os sincronizadores periféricos produzem uma ordem temporal nos organismos, que é essencial para a sobrevivência (LE GATES et al., 2014).

Como elucidado anteriormente, há um grande número de fenômenos fisiológicos nos seres humanos que apresentam ritmicidade circadiana, como o sono e a vigília, a temperatura corporal, secreção de alguns hormônios-melatonina, os quais são de extrema importância para homeostasia dos organismos. O ciclo sono-vigília e o ritmo atividade-repouso serão elucidados a seguir.

2.2.3.1 Ciclo sono-vigília

O ciclo sono-vigília é um dos mais importantes e conhecidos exemplos de ritmos biológicos. A luz, o NSQ e sono podem interagir diretamente para permitir que os organismos se adaptem aos seus ambientes (LE GATES et al., 2014). O controle do ciclo sono-vigília é feito por mecanismos excitatórios ou inibitórios que modulam não apenas a presença de vigília ou de sono, mas também os níveis de excitação

dentro desses estados, incluindo a profundidade do sono, o grau de vigília e a atividade motora (VYAZOVSKIY; DELOGU, 2014). Acredita-se que os mecanismos envolvidos no ciclo sono-vigília incluam processos homeostáticos e circadianos (denominados processos S e C, respectivamente), os quais têm como objetivo promover a vigília durante o dia e sono durante a noite (FISK et al., 2018).

Por meio de estímulos neuroendócrinos e com a participação de neurotransmissores como acetilcolina, serotonina, gaba, entre outros, o NSQ estimula regiões cerebrais responsáveis pela vigília, sono não-REM (movimento não rápido dos olhos) e sono REM (movimento rápido dos olhos) (BROWN et al., 2012). Essas diferenciações de fases são possíveis graças às mudanças periódicas nas ondas cerebrais e, conseqüentemente, nas atividades cerebrais específicas mensuradas pelo eletroencefalograma (EEG) (VYAZOVSKIY; DELOGU, 2014). O EEG, juntamente com o eletromiograma (EMG), são capazes de quantificar os comportamentos cerebrais e musculares relacionados à vigília, sono-REM (*Rapid Eyes Movement*) e sono-NREM (*Non Rapid Eyes Movement*). Durante a vigília, o EEG exibe atividade de alta frequência e baixa amplitude - “EEG dessincronizado” e o EMG mostra tônus muscular alto. No sono NREM, o EEG é dominado por alta amplitude, baixa frequência (0.5–4.5Hz), ou seja, “EEG sincronizado” com fusos do sono. O sono REM apresenta característica que o assemelha a vigília ou “EEG dessincronizado”; porém, o EMG mostra uma paralisia completa de músculos posturais (WEBER; DAN, 2016).

O período de vigília tende a gradualmente se acumular e, posteriormente, se dissipar durante o sono. Este processo parece estar relacionado com o sono NREM, sono de ondas lentas, que se caracteriza por uma ocorrência regular de oscilações corticais lentas, locais e globais. O sono NREM é considerado o estágio de transição da vigília para o sono REM (VYAZOVSKIY; DELOGU, 2014). O sono REM, também chamado de “sono ativo” ou “sono paradoxal”, foi inicialmente identificado com base nos movimentos rápidos produzidos por explosão de músculos oculomotores. É caracterizado por uma supressão ativa da atividade muscular esquelética, ativação autonômica da respiração, flutuações na temperatura do cérebro e corpo, entre outros (PEEVER; FULLER, 2017). A interrupção do sono interfere nas funções do sono NREM e REM, resultando em rupturas da função respiratória e cardiovascular, mudanças no estado emocional e prejuízos cognitivos na atenção, memória e tomada de decisão (BROWN et al., 2012).

2.2.3.2 Ciclo atividade-reposo

Um ritmo biológico de extrema importância é o ciclo atividade-reposo (RAR), o qual também apresenta padrões circadianos (LUIK et al., 2013). O RAR vem sendo utilizado na mensuração de constituintes individuais que auxiliam na determinação de características relacionadas aos períodos de repouso, aos períodos ativos e também como um indicador da organização circadiana do ciclo sono-vigília. Com isso, através da análise do RAR é possível determinar o número de minutos sedentários por dia ou o número de minutos acordados à noite (SMAGULA, 2017).

A actigrafia ou actimetria é um instrumento validado e utilizado para mensurar as variáveis desse ritmo, seu uso vem sendo de grande valia para medir a atividade motora ao longo de 24 horas do dia (KRANE-GARTISER, 2017). Com o uso da actimetria e de métodos não paramétricos é possível quantificar a estabilidade do RAR, sua fragmentação e amplitude (GONÇALVES et al., 2015). Nesse sentido, acredita-se que o estudo de Van Someren et al. (1996) tenha sido o primeiro a implementar uma abordagem para avaliar o RAR por meio de variáveis não-paramétricas, com base no nível e variabilidade encontrados em gravações de séries temporais do RAR. As medidas resultantes incluem: Variabilidade Intra-diário (IV-Intraday Variability), definida como a relação entre a variabilidade de atividade hora a hora e a variabilidade global da atividade; Estabilidade Inter-diário (IS-Interdaily Stability), definida como a razão da variabilidade entre a média traçada para o perfil de atividade dentro daquele horário e variabilidade global da atividade (VAN SOMEREN et al., 1996).

A relação entre o STC e as variáveis não paramétricas do RAR é baseada no fato de que a sincronização dos ritmos com o mundo externo é medida pelo *IS*, que está relacionado com os estímulos neurais dos sincronizadores do ciclo claro-escuro. A degeneração desse oscilador afeta principalmente a fragmentação do ritmo, medido por *IV*, e sua amplitude de saída – o *Amp*. Quando a sincronização enfraquece, há uma redução na atividade motora medida por *M10* (período de dez horas mais ativo). Isso é acompanhado por um aumento nos valores de *L5* (período de cinco horas menos ativo), o qual reflete a atividade durante o descanso e a redução da atividade motora, o que causa uma diminuição no valor *M10* (período de dez horas mais ativo). Essas variáveis apresentam um elo com o funcionamento neurocomportamental, já que a sincronização do RAR com o ciclo claro-escuro está associada a melhorias no

humor e memória. Já a fragmentação do RAR está associada à deficiência em cognição, memória, eficiência do sono e sincronização com o ciclo claro-escuro (GONÇALVES et al., 2015) (LIUK, 2013).

2.3 Cronotipo

O *homo sapiens* é uma espécie diurna adaptada para exercer suas atividades na fase clara do ciclo claro/escuro e repousar na fase escura. O desenvolvimento de nosso sistema visual e a dependência da informação luminosa caracterizam o ser humano como espécie diurna. O período principal de sono nessa espécie situa-se na fase escura, embora possam ocorrer outros momentos de repouso ao longo do dia (MARTINEZ, LENZ e MENNA-BARRETO, 2008).

O padrão diurno do ciclo sono-vigília dos seres humanos apresenta diferenças entre indivíduos em relação ao melhor horário para a realização das atividades. Nesse sentido, existem pessoas que preferem realizar atividades pela manhã, outros pela tarde ou ainda pela noite. Essa variabilidade também está presente na preferência para o momento de dormir (TAILLARD et al., 2011). Dentro desse contexto, o cronotipo é definido como as manifestações comportamentais do sistema circadiano endógeno que governa a predileção em relação ao tempo preferido de dormir e acordar (BARCLAY; MYACHYKOV, 2017).

A maioria dos indivíduos (60%) é classificada como cronotipo intermediário, ou seja, suas preferências podem variar entre cronotipo matutino e cronotipo vespertino. Os tipos matutinos, chamados de “cotovias”, acham fácil levantar de manhã, “funcionam” melhor neste momento e adormecem facilmente durante o início da noite. Os tipos vespertinos, por outro lado, chamados de “corujas”, relatam dificuldade de levantar cedo, têm como pico de suas atividades a noite e vão para a cama tarde, muitas vezes nas primeiras horas da manhã (BARCLAY; MYACHYKOV, 2017). Os tipos matutinos e vespertinos se diferem em relação a fase endógena do ritmo circadiano, as regulações homeostáticas do sono e a resposta frente a fragmentação e privação do sono (TAILLARD et al., 2011).

O cronotipo não é uniforme ao longo da vida, sendo mais tardio durante o início da idade adulta e mais matutino durante a infância e entre idosos. Essa variável também parece ser influenciada pelo gênero, já que os homens tendem a ser cronotipos posteriores aos das mulheres (ROENNEBERG; MERROW, 2003). É

importante ainda enfatizar que os fatores determinantes do cronotipo de um indivíduo são complexos e não estão totalmente elucidados (NOVÁKOVÁ; SLÁDEK; SUMOVÁ, 2013). Acredita-se que tais características são resultantes do funcionamento do STC herdadas geneticamente, mas que sofrem adaptações às condições ambientais (PEREIRA et al., 2009). O mecanismo relacionado a essas possíveis adaptações ainda não foi totalmente compreendido (NOVÁKOVÁ; SLÁDEK; SUMOVÁ, 2013). Nesse sentido, estudos moleculares atuais, com genes que supostamente estão relacionados com a expressão de cronotipo, esclareceram apenas a arquitetura genética e a contribuição para a expressão do cronotipo, mas a variação genética permanece incerta e com poucas variantes identificadas. Estima-se que os fatores genéticos explicam uma proporção de até 50% da variabilidade populacional frente ao cronotipo (KALMBACH et al., 2017).

A luz ambiental e os estágios de desenvolvimento humano também possuem uma influência na determinação do cronotipo (HITTLE; GILLESPIE, 2018). Foi ainda sugerido que as diferenças entre os cronotipos surgem das diferenças em relação ao tempo de seus ritmos circadianos endógenos que regulam as variações diárias em vários processos biológicos e comportamentais, como a temperatura central, os ritmos de melatonina e o tempo de sono. Esta noção foi apoiada pelo achado de diferentes ângulos de fase de arrastamento entre os tipos matutinos e vespertinos (LACK et al., 2009).

Os cronotipos começaram a ser avaliados primeiramente por questionários projetados para classificar os indivíduos com tendências para matutinitude ou vespertinidade. Um dos mais conhecidos é o questionário de Horne JA, Ostberg O, publicado em 1976 e que engloba questões subjetivas, relacionando sono e tempos de atividade. Com o intuito de entender melhor a base genética da organização temporal em humanos, Roenneberg e colaboradores (2003) desenvolveram um questionário que relaciona os tempos de sono dentro de um período de 24 horas, a exposição autorreferida à luz e considera os dias de trabalho e os dias livres separadamente. O questionário conta com perguntas simples (Anexo B) e tem a duração de sono como o principal indicador para determinar o cronotipo (ROENNEBERG; WIRZ-JUSTICE; MERROW, 2003) (JUDA; VETTER; ROENNEBERG, 2013).

2.4 Desalinhamento circadiano

O desalinhamento circadiano é a alteração da sincronia entre o ritmo central (NSQ) e a luz, ou seja, há uma dessincronização entre o ciclo claro-escuro e STC realizado pelos sincronizadores centrais (NSQ) e os periféricos (BARON; REID, 2014). Como mencionado anteriormente, a luz é um dos principais fatores de arrastamento de ritmos, podendo avançá-los ou atrasá-los (BARON; REID, 2014). Junto com isso, a expressão inadequada de vários outros sincronizadores como os horários das refeições, atividades físicas e sociais são capazes de gerar “pistas” desalinhadas com o ciclo claro-escuro, sono-vigília, atividade-repouso, provocando uma dessincronização com os vários tecidos periféricos relacionados com o funcionamento do organismo. O resultado é um desalinhamento na ordem temporal, essencial para harmonia de todo esse processo feito pelo NSQ e que mantém todos os osciladores em sincronia (GAMBLE; YOUNG, 2014) (LE GATES et al., 2014).

A mensuração do desalinhamento circadiano é um fenômeno complexo que envolve inúmeras diferenças interindividuais (VAN DRONGELEN, 2011). Atualmente tem-se quantificado o desalinhamento circadiano por meio das variáveis previamente descritas do RAR, como IS e IV (LUIK et al., 2013).

2.4.1 Relação entre trabalho em turnos e o desalinhamento circadiano

Já é bem descrito na literatura que o trabalho em turnos é capaz de provocar o desalinhamento circadiano, impactado por sincronizadores externos - como o padrão diurno de exposição à luz - e pelo tempo de exposição a outros sincronizadores (JAMES et al., 2017). Assim, o ajuste da fase dos ritmos circadianos endógenos é comprometido nos trabalhadores em turnos, o que leva à dessincronização entre o relógio circadiano e o ciclo do sono ou desalinhamento circadiano (WEST et al., 2017).

Sabe-se que trabalhadores em turnos podem apresentar níveis variados de adaptação frente à diversidade de alterações provocadas pelo desalinhamento circadiano, mas nenhuma adaptação é suficientemente efetiva a ponto de não provocar interferência nas funções fisiológicas reguladas pelo STC. Alguns indivíduos podem intuitivamente adaptar seus comportamentos a favor do arrastamento circadiano, enquanto outros, devido a características relacionadas ao cronotipo, responsabilidades domésticas e sociais, executam uma higiene do sono inapropriada

ou inconsistente em relação à exposição claro-escuro (BOUDREAU, DUMONT, BOIVIN, 2013).

2.5 Relação entre excesso de peso, desalinhamento circadiano e trabalho em turnos

Um estudo recente que analisou dados das capitais brasileiras mostrou que a frequência de adultos com excesso de peso atingiu o percentual de 54%, com variação entre as capitais de 46,9% a 65,8% dos entrevistados e com predomínio nos homens, 57,3%. A frequência de adultos obesos foi de 18,9% e os valores variaram entre 15,0% e 23,8%, sem diferença entre os sexos (BRASIL, 2018). De acordo com a Organização Mundial de Saúde, IMC entre 25-30 kg/m² é considerado excesso de peso e IMC \geq 30 kg/m² é considerado obesidade (OMS, 2006).

Atualmente, a obesidade é considerada um sério problema de saúde pública com uma etiologia multifatorial. O desenvolvimento dessa doença envolve suscetibilidade genética, desordens metabólicas, idade, sexo, dieta e fator ocupacional (BRASIL, 2014). É considerada um fator de risco para outras doenças como a hipertensão arterial sistêmica, diabetes mellitus tipo 2 e dislipidemias (BRASIL, 2014) (WHO, 2006). Evidências atuais apontam que o trabalho em turnos é considerado fator de risco para o desenvolvimento de obesidade (CRISPIM et al., 2007) (McHILL et al., 2014) (TAHERI et al., 2004) (COOK et al., 2017) (TSAI et al., 2017) (GARAULET et al., 2017) (COVASSIN et al., 2016).

Um estudo de Macagnan et al. (2012) encontrou que 42,2% dos trabalhadores noturnos eram obesos, contra 34,3% dos diurnos. Em relação à obesidade abdominal, os autores encontraram que 24,9% dos trabalhadores noturnos apresentavam circunferência abdominal acima dos parâmetros de normalidade (< 102 cm para homens e < 88cm para mulheres) e, entre diurnos, a porcentagem foi de 19,5% (MACAGNAN et al., 2012). Em concordância com os dados acima, outra pesquisa com italianos mostrou que trabalhadores em turnos apresentaram maior prevalência de obesidade do que o contingente de diurnos (BARDORO et al., 2013). Sun et al., (2017) publicaram uma meta-análise com base na análise de 28 estudos e confirmaram os riscos do trabalho em turnos para o desenvolvimento de sobrepeso e obesidade. Nessa pesquisa, cabe destacar que os trabalhadores em turnos noturnos permanente demonstraram um risco 29% maior do que os trabalhadores em turnos

rodiziantes, tendo como principal fator a modificação dos horários de trabalho (Sun et al., 2017). Grundy et al. (2017) também encontraram que trabalhadores em turnos rodiziantes apresentaram um risco de 34% para obesidade, estudo feito no Canadá.

Acredita-se que a principal explicação para a relação entre trabalho em turnos e obesidade seja o desalinhamento circadiano provocado por aquele, o qual tem sido associado ao aumento global da prevalência de obesidade e de doenças metabólicas, tendo em vista que leva ao aumento da exposição à luz durante a noite, fato capaz de interferir na homeostasia do STC (SKENE et al., 2018) (FONKEN et al., 2010).

O mecanismo por trás dessa relação é imensamente complexo, com vários ciclos de retroalimentação interligados entre sincronizadores central (NSQ) e periféricos (relógio dos tecidos), genes e proteínas metabólicas. A luz regula a fase do mecanismo molecular no NSQ, enquanto que os sinais hormonais (por exemplo, insulina e glicocorticóides) e os comportamentos de alimentação e jejum alteram os níveis de glicose e, por sua vez, impactam na fase dos relógios periféricos. Envolvidos em todo esse processo estão os níveis de insulina, o funcionamento hepático e o metabolismo do glicogênio, ácidos graxos e triglicerídeos (JAGANNATH et al., 2017).

As consequências do desalinhamento circadiano provocado pelo trabalho em turnos sob o ganho de peso são bastantes variadas, porque envolvem alterações na resposta imunológica e metabólica, na expressão da melatonina, no ciclo celular, nos padrões de sono, na ingestão alimentar e em outros processos fisiológicos totalmente interligados ao ganho de peso, risco de sobrepeso e à intolerância à glicose (SZTRAMKO et al., 2014) (PROPER et al., 2016).

A constância do desalinhamento provoca a diminuição de leptina, aumento de glicose e insulina, aumento na média pressão arterial e uma redução na eficiência do sono, fatores ligados às desordens metabólicas como diabetes tipo 2, hipertensão arterial, dislipidemias, obesidade e síndrome metabólica (JAMES et al., 2017). Além disso, nos trabalhadores em turnos, os horários comportamentais são impostos, o que torna necessário determinar os mecanismos subjacentes a esse desalinhamento (SKENE et al., 2018).

Sabe-se que os hormônios grelina e leptina regulam importantes variáveis relacionados ao comportamento alimentar, como o tempo, o tamanho e os nutrientes ingeridos em uma refeição (NGUYEN; WRIGHT, 2010) e que apresentam uma desregulação nos trabalhadores em turnos, capaz de provocar alterações no peso e no metabolismo (McHILL et al., 2014) (NGUYEN; WRIGHT, 2010). Um exemplo é o

metabolismo da glicose e os avanços crônicos dos horários das refeições, o que está relacionado à resistência à insulina, enquanto que os atrasos crônicos dos horários das refeições parecem elevar os níveis de glicose no sangue (YOON et al., 2012). A longo prazo, essa situação é capaz de propiciar o desenvolver de diabetes tipo 2, obesidade e síndrome metabólica, visto que essas doenças estão interligadas (McHILL et al., 2014) (JAMES et al., 2017).

Além do exposto acima, a alimentação dos trabalhadores em turnos, de maneira geral, é caracterizada por uma ingestão de alimentos de alto valor energético e com alto teor de gorduras saturadas e açúcar (BALIEIRO et al., 2014). Soma-se a isso toda a problemática provocada pelo desalinhamento circadiano, como a privação do sono, o que contribui para o acúmulo de gordura nos adipócitos (REITER et al., 2012) (PANA et al., 2011). O trabalho em turno impacta também na rotina alimentar do trabalhador, inclusive mudanças de ordem comportamentais como o tabagismo, alcoolismo e prática de refeições irregulares, as quais podem exacerbar toda problemática mostrada acima (GUO, 2015).

2.6 Desempenho psicomotor, acidentes de trabalho e trabalho em turnos

A manutenção e o processamento de informações no ambiente de trabalho são cruciais no processo de tomada de decisões. Essas funções são diretamente reguladas pelo sistema nervoso, através de redes cerebrais independentes e ligadas aos processos cognitivos humanos (MAREK, 2010). Um dos componentes centrais dos processos cognitivos é a atenção, que pode ser estimulada por mecanismos voluntários ou involuntários.

Acredita-se que três redes cerebrais independentes estão envolvidas com os diferentes aspectos que envolvem a atenção: a orientação, o alerta e o controle executivo (POSNER, ROTHBART e VOELKER, 2016). Sabe-se que prejuízos nessas variáveis podem elevar as chances de acidentes de trabalho, definidos como um evento que ocorre de maneira não planejada e causa danos ou prejuízos ao trabalhador. Esse tipo de acidente tem aumentado nas indústrias e gerado consequências indesejáveis. A Organização Internacional do Trabalho divulgou dados com estimativas mundiais que a cada quinze segundos um trabalhador morre de acidente de trabalho ou doença relacionado ao trabalho e, ainda, a cada 15 segundos, 153 trabalhadores têm um acidente de trabalho (ASADY et al., 2018).

Vários fatores são apontados por aumentarem a chance de acidentes de trabalho. Segundo estudos, esses vão desde causas pessoais quanto ocupacionais, sendo os principais: álcool, tabagismo, idade jovem, excesso de peso e trabalho por turnos. Acredita-se que os distúrbios de sono tenha relação direta com o risco de acidentes e incidentes no ambiente empresarial (Hägg, Torén, Lindberg, 2015). Rahmani et al. (2013) encontraram que 45% dos acidentes de uma empresa do setor elétrico no Irã ocorreram com trabalhadores em turnos e no final dos turnos, o que indica que esse tipo de atividade laboral pode aumentar consideravelmente o risco de danos dentro da empresa e da sociedade. Assim, o efeito da diminuição nas horas de sono provocado pelo trabalho em turnos está relacionado com uma queda do desempenho neurocognitivo e, subsequentemente, a erros e risco de acidentes (WICKWIRE et al., 2016).

Os mecanismos voluntários que estimulam a atenção e que, portanto, diminuem as chances de acidentes de trabalho, são mediados por orientação visual, realizada pelos dois sistemas frontoparietais neuronais, os quais enviam estímulos para a atenção em resposta às pistas apresentadas, referindo-se a onde (espaço), quando (tempo) e para quê (objeto) os indivíduos deveriam direcionar sua atenção (MAREK, 2010). Em situações nas quais a atenção está bem focada no objetivo da tarefa, o desempenho será rápido e preciso. Por diversos motivos, a atenção pode não estar bem focada na tarefa a ser realizada e a consequência são tempos de resposta (TR) muito mais lentos que o normal, ocorrência de erros reflexivos rápidos, como os lapsos na atenção, os quais podem se relacionar com situações de negligência (UNSWORTH; ROBISON, 2016).

Nesse contexto e utilizando-se de pistas visuais, o Teste de Vigilância Psicomotora (PVT) é capaz de mensurar o desempenho em tarefas cognitivas, através de variáveis como o tempo de reação (RT) e lapsos de atenção (NARCISO et al., 2016). O PVT é considerado um teste de resposta visual que envolve o estímulo luminoso, onde os flashes são exibidos em intervalos de 2 a 10 segundos na tela do dispositivo. Assim que o estímulo visual aparece deve-se pressionar um botão de resposta localizado no lado direito do aparelho o mais rápido possível (BUCKLEY et al., 2016). Os estímulos visuais são apresentados em intervalos irregulares ao longo de um período que pode variar entre 5 minutos e 10 minutos (DEURVEILHER et al., 2014). Por meio desses estímulos visuais, mensura-se a atenção sustentada ou vigilante, através da gravação de tempos de resposta (TR), definido como o tempo

necessário para responder (tipicamente um botão pressionado) a um estímulo (tipicamente visual). Durante os 10 ou 5 minutos do teste, ocorrem vários estímulos e respostas que fornecem uma amostragem do TR. Além disso, o PVT também mensura os lapsos na atenção, os quais podem ocorrer quando há fadiga causada pela perda do sono ou pelo tempo na tarefa (BASNER; DINGES, 2011).

As consequências neurocomportamentais da perda de sono podem ser medidas em certos aspectos do funcionamento cognitivo. Nesse caso, uma variável confiável a ser medida é a degradação da atenção, especialmente a atenção vigilante, medida pelo PVT. Os efeitos da perda de sono no desempenho do PVT parecem ser devido à variabilidade na manutenção do estado de alerta (ou seja, rede de alerta), o que pode provocar os déficits de atenção (BASNER; DINGES, 2011).

Pesquisas que utilizaram o PVT têm demonstrado que os níveis de vigília dos indivíduos flutuam ao longo do dia e que isso influencia a performance no ambiente de trabalho (CORREA, 2014) (LARA, 2014). JIANG et al. (2016) destacam dois fatores que devem ser levados em consideração ao analisar o desempenho psicomotor: o processo homeostático conectado com a atividade diária natural (hora do dia) e os horários de trabalho. A hora do dia é o fator-chave nas tarefas que demandam vigília. Além das funções cerebrais (níveis de vigília), outras funções como temperatura corporal e secreção de hormônios apresentam ritmicidade circadiana, com isso declinam no período noturno (CORREA, 2014). Por isso, os trabalhadores noturnos são constantemente afetados pela sonolência e diminuem a atenção e a vigília durante e depois do trabalho no decorrer da noite. Essa situação prejudica as tarefas de desempenho que exigem atenção e memória, retardando o tempo de reação (NARCISO et al., 2016).

Os efeitos negativos do trabalho noturno no desempenho psicomotor já foram reconhecidos em estudos anteriores (FOLKARD; LOMBARDI, 2006) (KEITH et al., 2017) (REINKE et al., 2015) (ORIYAMA; MIYAKOSHI, 2018), os quais mostraram maior efeito deletério no estado de alerta e no desempenho neurocomportamental quando os indivíduos trabalhavam em turnos noturnos consecutivos (FOLKARD; LOMBARDI, 2006). Keith et al. (2017) encontraram diminuição no desempenho cognitivo dos trabalhadores durante o turno da noite quando comparado ao turno da manhã. Reinke et al. (2015) também observaram que a ocorrência de lapsos na atenção aumentou durante o turno da noite. Dado que o número de lapsos na atenção pode ser influenciado pela “hora do dia” e impactado pela sonolência e fadiga, é

importante considerar o impacto desses resultados sobre os erros humanos e, consequentemente, os altos níveis de acidentes ocupacionais (SHORT et al., 2015). Portanto, estratégias de intervenção devem ser adotadas em indivíduos que trabalham à noite, a fim de se evitar efeitos deletérios no desempenho psicomotor e garantir a segurança desses trabalhadores.

2.6.2 Desempenho psicomotor, desalinhamento circadiano e trabalho em turnos

O desempenho psicomotor é regulado por influências circadianas e homeostáticas (FISK et al., 2018). Em condições como a do trabalho em turnos, o STC sofre o impacto do desequilíbrio de alguns sincronizadores como a luz, horários de refeições e atividades físicas, como exposto anteriormente. Assim, a ritmicidade circadiana presente nas atividades neurais também é impactada (JIANG et al., 2016) (CORREA, 2014).

Sabe-se que as flutuações dos horários provocados pela rotação de turnos prejudicam as tarefas que exigem atenção e memória, retardam o tempo de reação e aumentam o número de lapsos de atenção desse trabalhador (NARCISO et al., 2016). Todo esse ambiente ao qual o trabalhador em turnos está exposto elevam as chances de entrar no estado de fadiga mental, o que pode levar a uma menor produtividade e aumento dos riscos de acidentes (Hu et al., 2015).

Cabe lembrar que STC promove o sono durante a fase escura, período que os trabalhadores em turnos usualmente realizam suas atividades ocupacionais, e promove a vigília durante a fase clara, período em que os trabalhadores necessitam iniciar seu sono. Dessa maneira, o desalinhamento gerado pelos ritmos circadianos e horários de trabalho impactam negativamente na qualidade e eficiência do sono (CHINOY et al., 2016). Sabe-se que a privação do sono pode trazer graves consequências para o trabalhador, como dores de cabeça (JAMES et al., 2017), efeitos negativos na performance psicomotora (FISK et al., 2018), queda na atenção (BASNER et al., 2017), memória (RAVEN et al., 2018), prejuízos na tomada de decisão (BROWN et al., 2012), no humor (SCHWARZ et al., 2018), problemas psíquicos, motores, sociais e familiares, além de absenteísmo e maior risco de acidentes (RAJARATNAM, 2011) (FERGUSON et al., 2012).

Alguns estudos destacam que os turnos matutinos e noturnos causam maiores efeitos adversos à saúde e ao desempenho do trabalhador do que os vespertinos

(KANTERMANN et al., 2010) (TUCKER et al., 2000). Outros estudos apontam também que turnos noturnos consecutivos elevam o risco de acidentes de trabalho em comparação com o primeiro dia de trabalho da escala (FOLKARD; LOMBARDI, 2006) (KEITH et al., 2017) (REINKE et al., 2015) (ORIYAMA; MIYAKOSHI, 2018) e que a longa duração do turno pode impactar na sonolência e fadiga dos trabalhadores (MA et al., 2017).

O efeito da rotação de turnos de trabalho sobre a performance psicomotora e sua interação com variáveis que conhecidamente influenciam o estado de alerta - como o cronotipo (FACER-CHILD; BOILING; BALANOS, 2018) (RIO-BERMUDEZ et al., 2014) e o excesso de peso (GARAULET; ABELLÁN, 2013) - tem sido pouco explorado na literatura. Nesse sentido, o cronotipo parece ser um fator que pode potencialmente mediar a adaptação ao trabalho em turnos (ERREN; LEWIS, 2018) (VETTER et al., 2015) (FACER-CHILD; BOILING; BALANOS, 2018) (RIO-BERMUDEZ et al., 2014). Isso porque o cronotipo é capaz de provocar um descompasso entre essas preferências individuais e o horário de trabalho, situação que interfere negativamente na duração de sono e, por sua vez, na performance psicomotora (VETTER et al., 2015) (FACER-CHILD; BOILING; BALANOS, 2018).

Alguns estudos sugerem que trabalhadores com cronotipos vespertinos tendem a tolerar melhor o trabalho noturno (VETTER et al., 2015), enquanto que os cronotipos matutinos apresentam um maior nível de desalinhamento circadiano quando submetidos ao trabalho nesse horário (JUDA; VETTER; ROENNEBERG, 2013). Outros estudos (SCHMIDT et al., 2012) (MARTIN et al., 2015) evidenciaram que trabalhadores com cronotipos intermediários apresentaram uma melhor adaptação tanto a turnos matutinos quanto em turnos noturnos, em comparação com cronotipos vespertinos.

Alguns estudos evidenciaram que o trabalho em turnos e, conseqüentemente, o desalinhamento circadiano, impactam em diversas funções que apresentam ritmicidade circadiana, inclusive no metabolismo de macronutrientes (CRISPIM et al., 2007) (McHILL et al., 2014) e na desregulação na secreção dos hormônios como a grelina e leptina (TAHERI et al., 2004). Cook et al. (2017) evidenciaram que a obesidade é capaz de interferir no desempenho do indivíduo, e que tal relação pode ser explicada pelo surgimento de uma inflamação sistêmica provocada pelo estresse oxidativo e pela disfunção metabólica, o que pode interferir em funções cerebrais ligadas a parte cognitiva. Tsai et al. (2017) mostraram em seu estudo que o grupo de

indivíduos obesos apresentaram um tempo de reação mais lento ao serem comparados com o grupo controle. Atualmente, o que se sabe é que o STC é responsável por sincronizar a homeostasia energética com o ciclo claro-escuro e que este mecanismo é indispensável para o controle do ganho de peso e para o metabolismo energético (GARAULET et al., 2017) (COVASSIN et al., 2016).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a influência da rotação dos turnos de trabalho sobre o desempenho psicomotor do trabalhador ao longo de um rodízio completo.

3.2 Objetivos específicos

- Relacionar os valores de IS e IV dos trabalhadores em turnos rodizantes ao desempenho psicomotor;
- Associar o IMC ao desempenho psicomotor;
- Avaliar a influência do cronotipo sobre o desempenho psicomotor.

4 ARTIGO 1. Shift rotation, circadian misalignment and excessive body weight influence psychomotor performance: a prospective and observational study under real life conditions

Artigo submetido para publicação para o periódico "Scientific Reports" (comprovante de submissão: Anexo D).

Title: Shift rotation, circadian misalignment and excessive body weight influence psychomotor performance: a prospective and observational study under real life conditions

Dayane Eusenia Rosa¹⁺; Luisa Pereira Marot¹⁺; Marco Túlio de Mello²⁺; Fernanda Veruska Narciso²⁺; Bruno da Silva Brandão Gonçalves³⁺; Elaine Cristina Marqueze⁴⁺; Cibele Aparecida Crispim^{1*+}.

¹ Faculty of Medicine, Federal University of Uberlandia, Uberlândia, postcode: 38405-320, Brazil.

² Department of Sports, Faculty of Physical Education, Physiotherapy and Occupational Therapy, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, postcode: 31310250, Brazil.

³ School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, postcode: 03828-000, Brazil.

⁴ Catholic University of Santos, Santos, postcode: 11015002, Brazil.

⁺ Contributed equally to this work.

^{*} Correspondence and requests for materials should be addressed to C.A.C
Faculty of Medicine, Federal University of Uberlandia, Minas Gerais, Brazil. Av. Para, 1720, Bloco 2U, Sala 20. Campus Umuarama. Zip code: 38405-320 Uberlândia - MG. Phone/fax: (+5534) 3218-2084. E-mail: cibelectrispim@gmail.com

ABSTRACT

We aimed to evaluate the influence of shift work rotation, circadian misalignment and being overweight/obese on psychomotor performance throughout a complete shift rotation schedule. The study was conducted with 30 males working rotating shifts from a mining company under real life conditions. Individuals were evaluated over seven days in a shift schedule carried out as follow: two shifts in the morning (D1 and D2), two shifts in the afternoon (D3 and D4), 24 hour free day (D5) and two shifts at night (D6 and D7). Work performance was evaluated by psychomotor vigilance task tests (PVT), and actigraphy was used to characterise the rest-activity rhythm based on intradaily variability (IV) and interdaily stability (IS) of nonparametric functions. We found a significant effect of the shift, body mass index (BMI), IS and IV on lapses in attention. More lapses occurred on D7 than D1, D2, D3 and D4 of the schedule shift. The obese group presented a higher number of lapses in attention than eutrophic. The interaction between day and IS showed that less synchronised individuals presented a higher number of lapses in attention on D7 than D1 and, for the interaction between day and IV, more fragmented individuals presented a higher number of lapses in attention on D7 than D6. We conclude that higher BMI, lower synchronisation and higher fragmentation of the rest-activity pattern influenced lapses in attention throughout the shift rotation.

INTRODUCTION

Shift work is characterised by 24 hours of operations and presents a wide variety of working time arrangements, including all working hours that are outside the normal daytime ones¹. In industrialised society it is estimated that this type of work represents more than 20% of employees², in the USA it is 28.7%³ and in Brazil the percentage for shift work has not yet been calculated, but specific data for night work shows a percentage of 15%⁴. Among the different types of shift work arrangements, the rotating shift – characterised by constant alternation of working hours and free days within a pre-established period⁵ – is quite common among companies⁶. The direction of shift schedule rotation (clockwise or counterclockwise) and rotation speed (fast or slow) also presents variation among shift work schedules⁷.

The physiology and behaviour of human beings are coordinated by an intrinsic molecular clock into rhythms that are synchronised with the 24 hour solar day. The suprachiasmatic nucleus (SCN), the primary synchroniser, works with various peripheral synchronisers⁸, and both are influenced by external time cues – such as light-dark, meals and social interaction⁹. Shift work, mainly night shifts, is impacted by most of these external synchronisers – such as the daytime pattern of exposure to light and the exposure time to synchronisers¹⁰. Thereby, adjustments in the phase of endogenous circadian rhythms are compromised in shift workers⁹, which leads to desynchronisation between the circadian clock and the sleep cycle, known as circadian misalignment¹¹. Currently it is possible to quantify circadian misalignment by assessing variables such as interdaily stability (IS, i.e. the stability of the rhythm over days) and intradaily variability (IV, i.e. the fragmentation of the rhythm relative to its 24 hour amplitude) by actigraphy¹².

Circadian misalignment may negatively affect psychomotor performance, since cognitive functions such as vigilance level and, consequently, the development of lapses in attention are directly linked to circadian and homeostatic influences, which in turn suffer fluctuations throughout the day¹³. The physiological mechanism involving wakefulness levels is determined by responses generated by the parasympathetic and sympathetic nervous systems through environmental stimuli¹⁴. Therefore, the vigilance level of individuals fluctuates over the course of a day¹⁴ and may be impacted by misalignment. This can lead to an inappropriate response, indicating a state of decompensation and failure of physiological functions¹⁵. It has been documented that

approximately 10% to 30% of fatal traffic deaths are due to sleepiness and fatigue, which are directly associated with lapses in attention¹⁶. In addition, variables such as the workload and the nutritional status of individuals have been shown to be possible variables that can alter psychomotor performance^{17,18}.

Previous studies showed that circadian misalignment also leads to losses in physiologic functions, which show a 24 hour rhythmicity and are ruled by the light/dark cycle, such as the sleep/awake cycle¹⁹ and macronutrients metabolism^{20,21}. In this condition, the release of hormones associated with food consumption, such as leptin and ghrelin, may be altered, which establishes a link between circadian misalignment and obesity²². Cook *et al.*²³ postulated that even in situations where there is no apparent circadian misalignment, obesity is capable of interfering with psychomotor performance²³. However, the relationship between psychomotor performance, circadian misalignment and obesity is little explored among shift workers.

Rotating shift workers experience a large variation in working times over a short period. In this sense, it is reasonable to assume that circadian misalignment leads to diminished work performance, and in obese subjects this situation could be worse²⁴. This study aimed to evaluate the influence of a rotating shift, circadian misalignment and being overweight/obese on the performance of rotative shift workers. We hypothesised that excessive body weight, lower synchronisation and higher fragmentation of the rest and activity pattern can lead to an increase in the number of lapses in attention throughout the scheduled shift days in rotative shift workers.

METHODS

Participants and Ethics

This prospective, observational study was conducted with 30 males that worked for a mining company located in a city in the midwest of Brazil, on a rotative shift work schedule. The shift workers were informed about the objectives and procedures, and after that they were invited to join the study. This study was approved by the Human Research Ethics Committee of the Federal University of Uberlândia (CAAE: 49689115.0.0000.5152), all methods were performed in accordance with the relevant guidelines and regulations and all subjects signed an informed consent form.

From the company's total workforce 30 subjects (aged between 25 and 52 years) participated in the study according the following inclusion criteria: be a clockwise rotating shift worker (morning-afternoon-night); work in an operations control panel or leadership position; be able to wear actigraphy monitors; be able to perform the psychomotor performance tests (PVT); have not done trans-meridian travel in the three months prior to the start of the study; and not be diagnosed with any sleep disorder. Thirty individuals agreed to participate and concluded the study.

On the first day of the study, initial evaluations such as questionnaires regarding sociodemographic and health behaviours, as well as anthropometric and biochemical analyses, were conducted. Then, individuals were evaluated over seven days regarding their work performance (PVT) and rhythm rest-activity pattern (actigraphy).

INITIAL EVALUATION

Sociodemographic data and health behaviours

All subjects answered a questionnaire about sociodemographic aspects, such as age, marital status, presence of children, level of education and years of shift work, as well as health behaviours such as frequency of physical activity, alcohol intake, smoking habits, diseases diagnosed and use of medicines.

Blood parameters

The subjects were instructed to fast overnight for 12 hours before blood sample collection. All procedures occurred at the company's ambulatory clinic. The biochemical analyses measured were: fasting blood glucose, fasting insulin, insulin resistance index (HOMA-IR), total cholesterol, low density lipoprotein (LDL-c), high density lipoprotein (HDL-c) and triglycerides (TG).

The glucose-oxidase method (Siemens, Chicago, IL, USA) was used to determine the glucose serum concentrations. Insulin concentrations were accessed using a commercial enzyme-linked immunosorbent assay kit (ELISA) (Siemens). Homeostasis model for the assessment of insulin resistance (HOMA-IR) was determined using the following formula described by Matthews *et al.*²⁵, fasting serum insulin ($\mu\text{IU/L}$) x fasting serum glucose (mmol/L)/22.5. The concentrations of

cholesterol, triglycerides and HDL-cholesterol were determined by means of coupled reactions. The products of this reaction are a coloured complex that can be measured by spectrophotometry. Each of the specific analyses was accessed using a commercial kit from Biosystems® (cholesterol - Ref. 21505, triglycerides - Ref. 11828, HDL-cholesterol - Ref. 11648). The value of LDL-cholesterol was determined using the formula described by Friedewald²⁶.

Anthropometric variables

Weight and height measurements were performed according to the standardisation method proposed by Lohman *et al.*²⁷ Weight was measured with a high precision scale accurate to 0.1 kg (Toledo Scale Corp., Toledo, Ohio). To measure height, a stadiometer coupled to a scale with an accuracy of 0.1 cm (Toledo Scale Corp., Toledo, Ohio) was used. Waist circumference (WC) was measured as the midpoint between the last rib and the iliac crest using an inelastic measuring tape²⁸. According to World Health Organization recommendations, a WC ≥ 102 cm was considered abdominal obesity²⁹. Body mass index (BMI, kg/m²) was calculated as the weight (kg) divided by the height squared (m²). A BMI < 25 kg/m² was considered eutrophic, ≥ 25 to < 30 kg/m² overweight and ≥ 30 kg/m² obese²⁹.

Evaluations Conducted Over Shift Schedule

Individuals were followed for seven consecutive days carried out as follows: two days (D1 and D2) working during the morning (08:00–16:00); two days (D3 and D4) working during the evening (16:00–00:00); two days (D6 and D7) working during the night (00:00–08:00). On the 24 hours of rest (D5) between the last day of evening shift and the first one at night, as well as on free days (D8, D9 and D10), the psychomotor vigilance test (PVT) was not performed (Fig 1).

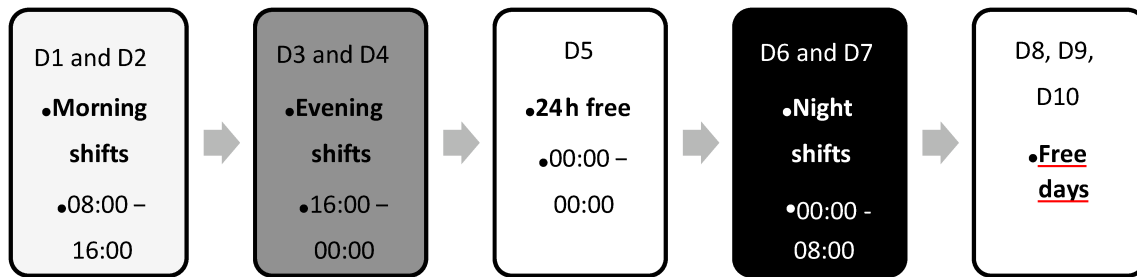


Figure 1. Shift schedule days. D = shift days; working times of each shift = morning (D1 and D2) – 08:00 to 16:00; afternoon (D3 and D4) – 16:00 to 00:00; 24h free day (D5) – 00:00 to 00:00; and night (D6 and D7) – 00:00 to 08:00.

Actigraphy

The actigraphy data were collected using the actigraph - Act trust (Condor Instruments®). This tool was configured for collecting information every 24 hours over the period of 15 consecutive days. The information was downloaded through the software ActStudio (Condor Instruments® - version 1.0.0.0050.2015). The volunteers wore the actigraph on their non-dominant wrist. Use of the actigraph was recommended during two complete shift schedules and volunteers filled out a sleep diary with information on their activity during this period³⁰. For this paper we analysed only data from the period between D1–D7 (on the first shift rotation). The correct use of actigraphy were certificated by cellphone messages. The actigraph is a tool validated to identify the patterns of circadian rhythm during shift work³¹. Through the analysis of circadian rhythm variables by the cosinor method it is possible to obtain information about parametrical (acrophase, mesor, period and amplitude) and nonparametric variables for quantifying the stability and fragmentation of the rest-activity rhythm³².

In this research, rhythm fragmentation was measured by intradaily variability (IV), while synchronisation to the 24 hour light-dark cycle was measured by interdaily stability (IS)³³. We used the median values of IS (0.23) and IV (0.66) to create two groups: for IS, less synchronised (≤ 0.23) or more synchronised (> 0.23); and for IV, less fragmented (≤ 0.66) or more fragmented (> 0.66). Fragmentation (IV) may be derived from daytime sleepiness and/or nocturnal arousals. Higher IV values are related to worse sleep efficiency. The variable IS indicated it was synchronised with the 24 hour zeitgeber. High values show that the subject was synchronised. This

reflects good functioning of the CTS components related to photic and nonphotic synchronisation (social effects and schedule shifts³³).

Psychomotor vigilance performance

Psychomotor vigilance performance was measured using a portable psychomotor vigilance task (PVT) model 192 (Ambulatory Monitoring, Inc., NY). The PVT tests had durations of five minutes and occurred just before and after the work period, over six days of shift work (corresponding to a complete work schedule) at the workplace. The participant performed the test alone in a quiet room (before the PVT test all participants were trained to use the machine). The PVT-5 min was used to measure sustained attention and psychomotor vigilance of participants. The variable analysed for this study was mean number of lapses in attention. Lapses in attention are disruptions in performance that typically last > 500 ms³⁴. The protocol adopted only used visual response tests, during which bright red visual stimuli (from a light-emitting diode [LED] digital counter) were flashed at intervals of 2 to 10 seconds on the screen of the device. The participants were instructed to press a response button, located on the right side of the device, as soon as the visual stimuli appeared³⁵. The values obtained were analysed using the software Microsoft Excel®.

Statistical Analysis

The Shapiro-Wilk test was performed to test the normality of the data. Data are presented as mean and standard error or median and interquartile range. The Spearman correlation test was used to analyse the correlation between lapses in attention and BMI. Generalised estimating equations (GEE) were used to analyse the effect of shift day, BMI, IS and IV, as well as the effect of the interaction between IS, BMI and IV on lapses in attention among the days of shift work. In the present study, an exchangeable correlation structure was used in two models for analysis of the interactions: model 1: day of shift work, BMI and IS, and model 2: day of shift work, BMI and IV. Both models were adjusted for age, period of shift work and presence of children at home. Gamma distribution and Sidak sequential test were performed for pairwise comparisons. Statistical analyses were performed using SPSS version 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). For statistical significance, α error was set at 5%.

RESULTS

Data regarding sociodemographics, clinic, occupational, anthropometric, blood parameters, sleep duration, circadian and psychomotor characteristics are presented in Table 1. Among the thirty individuals evaluated, the majority were married (90%), had children at home (63.3%) and had worked in shifts for 10 years or more (66.7%). Ninety percent of participants did not smoke, while fifty percent drank alcoholic beverages at least once a week and most of the subjects did physical activities at least once a week (63.3%). In regards to anthropometric parameters, the majority of subjects had BMI ≥ 25 kg/m² (76.7%), and 30.0% had abdominal obesity (WC ≥ 102 cm). The individuals had a shorter sleep duration on D5 and during the night shifts (D6 and D7), when compared with morning shifts (D1 and D2), afternoon shifts (D3 and D4) and free days (D8, D9 and D10) (Table 1).

Table 1 Sociodemographic characteristics, anthropometric indices, health behaviours, biochemical parameters, sleep duration, variables of rest-activity circadian rhythm and psychomotor performance (PVT) of employees ($n = 30$).

| Variables | All ($n = 30$) |
|--|------------------|
| Age (years), mean \pm SD | 37.2 \pm 5.7 |
| Marital status - married, n (%) | 27 (90.0) |
| Children at home - < 12 years, n (%) | 19 (63.3) |
| <i>Period of shift work</i> | |
| < 10 years, n (%) | 10 (33.3) |
| ≥ 10 years, n (%) | 20 (66.7) |
| <i>Health behaviours</i> | |
| Smoking status - Yes, n (%) | 4 (13.3) |
| Alcohol intake (at least once a week) - Yes, n (%) | 15 (50.0) |
| Physical activity - Yes, n (%) | 19 (63.3) |
| <i>Anthropometric measurements</i> | |

| | |
|---|-------------------|
| BMI (kg/m ²), mean \pm SD | 28.43 \pm 3.73 |
| Overweight (BMI \geq 25 to $<$ 30 kg/m ²), <i>n</i> (%) | 16 (53.3) |
| Obese (BMI \geq 30kg/m ²), <i>n</i> (%) | 9 (30.0) |
| Waist circumference (cm), median [interquartile range] | 96.5 [93.1–100.0] |
| Abdominal obesity (\geq 102 cm) - Yes, <i>n</i> (%) | 9 (30.0) |

Biochemical exams

| | |
|---|--------------------|
| Glucose (mg/dL), mean \pm SD | 92.1 \pm 13.5 |
| Insulin (UI/mL), median [interquartile range] | 6.5 [5.1–8.3] |
| HOMA-IR, median [interquartile range] | 1.6 [1.1–1.78] |
| HDL (mg/dL), median [interquartile range] | 38.4 [32.4–43.6] |
| LDL (mg/dL), median [interquartile range] | 98.5 [69.4–117.0] |
| Triglycerides (mg/dL), median [interquartile range] | 113.0 [96.9–140.7] |
| Total cholesterol (mg/dL), mean \pm SD | 171.4 \pm 37.6 |

Sleep duration

| | |
|--|--------------------------------|
| Morning shifts - D1 and D2 (hour), mean \pm SD | 7:34 \pm 0:13 ^a |
| Afternoon shifts - D3 and D4 (hour), mean \pm SD | 6:52 \pm 0:11 ^b |
| 24 hour free day - D5 (h), mean \pm SD | 4:42 \pm 0:20 ^c |
| Night shift - D6 and D7 (h), mean \pm SD | 5:58 \pm 0:11 ^d |
| Free days - D8, D9 and D10 (h), mean \pm SD | 7:20 \pm 0:13 ^{a,b} |

Circadian*

| | |
|--|------------------|
| Interdaily stability, median [interquartile range] | 0.23 [0.20–0.27] |
| <i>Less synchronised</i> , <i>n</i> (%) | 17 (68.0) |
| <i>More synchronised</i> , <i>n</i> (%) | 8 (32.0) |

| | |
|---|------------------|
| Intradaily variability, median [interquartile range] | 0.66 [0.58–0.74] |
| <i>Less fragmented, n (%)</i> | 15 (60.0) |
| <i>More fragmented, n (%)</i> | 10 (40.0) |
| <i>Psychomotor vigilance task</i> | |
| Number of lapses in attention, median [interquartile range] | 1.00 [1.00–2.00] |

Data are expressed as mean \pm standard deviation (SD), median [interquartile range] or number (percentage). BMI, body mass index. The sleep duration values with different superscripts are significantly different; $P < 0.05$, calculated by GEE test. * $n = 25$

We found a significant positive correlation between the total number of lapses in attention during the complete shift schedule (seven days) and BMI (Fig 2; $r = 0.331$, $P < 0.001$)

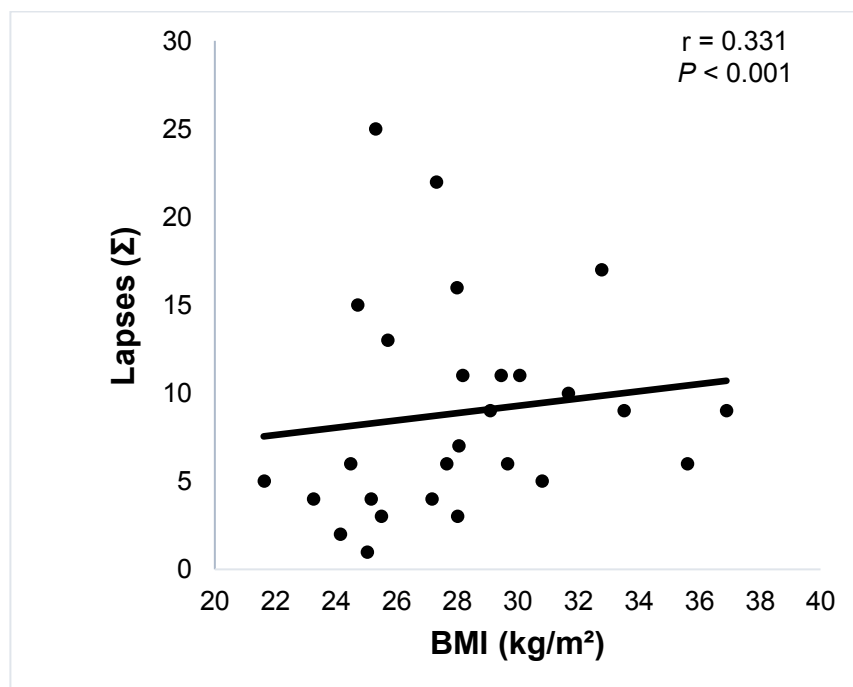


Figure 2. Correlation between total number of lapses in attention in schedule shift and BMI ($n = 27$; 3 outliers were excluded from this analysis).

GEE analysis showed the effect of BMI on the number of lapses in attention. The analysis was conducted through two statistical models: 1) including as independent variables: day of shift, BMI and IS; and 2) including as independent variables: day of shift, BMI and IV. In Figure 3A (Model 1, including the IS variable),

the obese individuals presented a greater number of lapses in attention than eutrophic ones (2.51 ± 0.52 and 1.07 ± 0.68 , respectively; $P < 0.001$). In Figure 3B (Model 2, including IV variable), eutrophic individuals (0.56 ± 0.72) also had a lower number of lapses in attention when compared to overweight and obese individuals (1.65 ± 0.26 and 2.49 ± 0.49 , respectively; $P < 0.001$ for all) (Fig 3B).

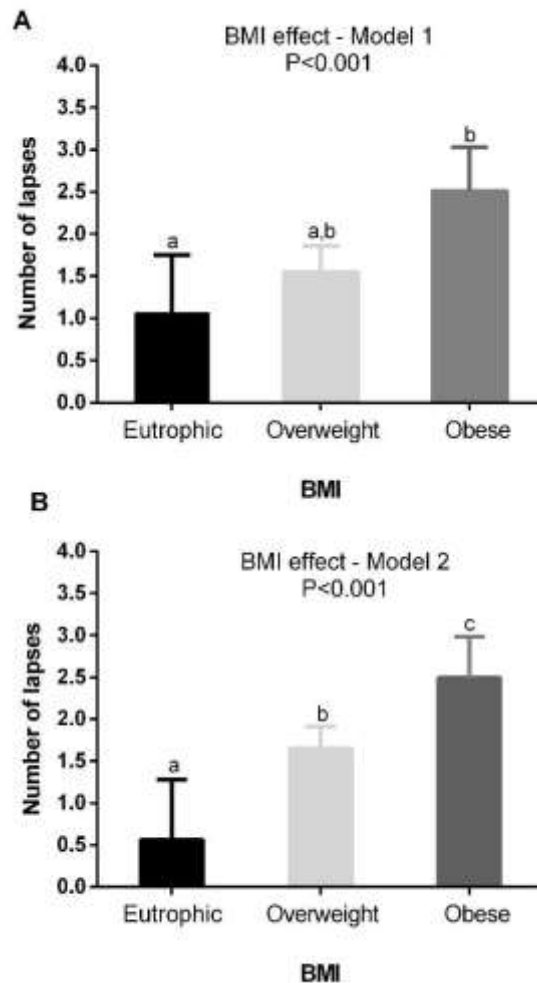


Figure 3. Effect of BMI on number of lapses in attention. (A) Effect of BMI on number of lapses in attention through the analysis of GEE-Model 1 and (B) effect of BMI on number of lapses through the analysis of GEE-Model 2. Data correspond to mean \pm standard error of the mean ($n = 30$). The bars with different letters are significantly different; $P < 0.001$. All analysis were adjusted for age, period of shift work and presence of children in the house (see results for statistics).

The results of Model 1 showed isolated effects of the variables as well as their interactions. In relation to the day of the shift rotation, the highest value of lapses in attention was found on D7 (2.68 ± 0.35 ; night shift), which was significantly higher than

D1, D2, D3 and D4 (0.56 ± 0.77 , 1.84 ± 0.34 , 1.99 ± 0.29 and 1.69 ± 0.28 , respectively; $P < 0.05$ for all). For the effect of synchronisation of the rest-activity rhythm (IS) on the number of lapses in attention, we found that poorly synchronised subjects presented mean number of lapses of 1.69 ± 0.24 and the most synchronised ones of 1.53 ± 0.20 without significant differences ($P = 0.61$).

Table 2 shows the effect of interactions between the shift day and IS and between the shift day and BMI on the number of lapses in attention over the seven day evaluation period (Model 1). In the analysis between day and IS, less synchronised individuals had a greater number of lapses in attention on D7 than D1 (2.60 ± 0.54 and 0.46 ± 0.10 , respectively; $P < 0.001$). Also, in the more synchronised group, the highest number of lapses in attention occurred on D7 (2.77 ± 0.43), significantly higher than D1, D2 and D3 (0.67 ± 0.09 , 1.66 ± 0.31 and 1.60 ± 0.27 , respectively; $P < 0.001$) (Table 2). Throughout the work schedule, eutrophic individuals had higher values of lapses in attention on D7 (3.00 ± 0.35) than D1, D2 and D3 (0.18 ± 0.05 , 0.74 ± 0.21 and 1.24 ± 0.15 , respectively; $P < 0.001$) (Table 2). We did not find differences in the overweight group in the lapses in attention values throughout the work schedule ($P > 0.05$). Also, the number of lapses in attention of the obese individuals was higher on D1 than the eutrophic ones (0.54 ± 0.00 and 0.18 ± 0.05 , respectively; $P < 0.001$).

Obese individuals with low synchronisation had a mean number of lapses in attention of 3.41 ± 1.20 , while obese ones that were more synchronised presented a mean of 1.85 ± 0.42 ($P = 0.86$). In the less synchronised eutrophic group, the mean was 0.79 ± 0.10 and for the more synchronised group the value was 1.45 ± 0.00 ($P = 0.17$). Less synchronised overweight individuals presented a mean of 1.79 ± 0.39 and more synchronised a mean of 1.34 ± 0.44 ($P = 0.92$).

Table 2 Generalised estimating equation models for effects of shift day, interdaily stability and BMI on lapses in attention of alternating shift workers.

| Variable (n) | D1 | D2 | D3 | D4 | D6 | D7 |
|------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| | M (SE) | M (SE) | M (SE) | M (SE) | M (SE) | M (SE) |
| IS* | | | | | | |
| Less synchronised (13) | 0.46 (0.10) ^a | 2.04 (0.65) ^{a,c} | 2.47 (0.60) ^{a,c} | 1.98 (0.37) ^b | 1.94 (0.60) ^{b, c} | 2.60 (0.54) |
| More synchronised (12) | 0.67 (0.09) ^a | 1.66 (0.31) ^b | 1.60 (0.27) ^b | 1.44 (0.39) ^{a,b,c} | 1.82 (0.42) ^{a,b,c} | b,c |
| BMI* | | | | | | 2.77 (0.43) ^c |
| Eutrophic (5) | 0.18 (0.05) ^{aβ} | 0.74 (0.21) ^a | 1.24 (0.15) ^a | 2.46 (0.33) ^b | 1.26 (0.30) ^b | |
| Overweight (16) | 1.81 (0.50) | 1.58 (0.51) | 1.40 (0.47) | 0.92 (0.39) | 1.66 (0.53) | 3.00 (0.35) ^b |
| Obese (9) | 0.54 (0.00) ^β | 5.32 (1.84) | 4.55 (1.22) | 2.11 (0.47) | 3.17 (1.32) | 2.26 (0.61) |
| | | | | | | 2.85 (0.73) |

Note: Data are expressed as mean (standard error, SE). IS, interdaily stability; BMI, body mass index; D, day. * $P < 0.01$, calculated by generalised estimating equation test. Model 1: day of shift*BMI*IS – adjusted for age, period of shift work and children at home. The values in a line with different superscripts are significantly different, $P < 0.05$. a, b, c and d, intragroup differences; β , differences between groups.

The analysis of Model 2 found a significant effect of the variables day of shift, BMI and IV on number of lapses in attention ($P < 0.001$). In relation to the day of the shift schedule, the volunteers had a higher value of lapses in attention on D7 – the last day of the schedule and the night shift (2.19 ± 0.42) – than the first day of the schedule (0.60 ± 0.10 , $P < 0.001$). D1 was also lower than D2 and D3 (1.71 ± 0.29 and 2.08 ± 0.34 , respectively; $P < 0.05$). No significant isolated effect of activity-rest fragmentation (IV) on the number of lapses in attention was found; less fragmented individuals presented mean lapses of 1.33 ± 0.17 and the more fragmented of 1.38 ± 0.19 ($P = 0.86$). The analysis of the interaction between day and BMI showed that the eutrophic group presented higher values of lapses in attention on D3 (1.01 ± 0.16) compared to days D1, D4 and D6 (0.18 ± 0.54 , 0.5 ± 0.04 and 0.35 ± 0.05 , respectively; $P < 0.001$) (Table 3). The number of lapses in attention in the overweight group did not present a significant difference between the days analysed. Obese subjects presented higher values of lapses in attention on D3 (5.64 ± 1.41), with a significant difference in comparison with D1 (0.45 ± 0.08 ; $P < 0.001$) (Table 3).

The results of Model 2 for the interaction between day and IV showed, for the more fragmented group, that D7 was significantly higher than D6 (4.94 ± 1.33 and 0.83 ± 0.17 , respectively, $P < 0.001$) (Table 3). In less fragmented individuals, no significant differences were found ($P > 0.05$) (Table 3).

We also found in Model 2 that the group of more fragmented obese individuals presented a mean number of lapses in attention of 3.83 ± 1.29 and among less fragmented individuals the mean was 1.61 ± 0.34 ($P = 0.51$). For the less fragmented eutrophic group, we found a mean of 1.09 ± 0.25 and in more fragmented individuals the value was 0.25 ± 0.00 ($P = 0.11$). In less fragmented overweight individuals mean lapses in attention were 1.33 ± 0.30 and for more fragmented overweight it was 2.05 ± 0.77 ($P = 0.70$).

Table 3 Generalised estimating equation models for effects of shift day, intradaily variability and BMI on lapses in attention of alternating shift workers.

| Variable (<i>n</i>) | D1 | D2 | D3 | D4 | D6 | D7 |
|-----------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | M (SE) | M (SE) | M (SE) | M (SE) | M (SE) | M (SE) |
| <i>IV*</i> | | | | | | |
| Less fragmented (13) | 1.10 (0.29) | 0.92 (0.25) | 1.43 (0.28) | 1.76 (0.34) | 1.70 (0.58) | 1.27 (0.37) |
| More fragmented (12) | 0.33 (0.66) ^{a,b} | 3.17 (0.63) ^{a,b} | 3.03 (0.80) ^{a,b} | 0.80 (0.19) ^{a,b} | 0.83 (0.17) ^a | 4.94 (1.33) ^b |
| <i>BMI*</i> | | | | | | |
| Eutrophic (5) | 0.18 (0.54) ^a | 0.74 (0.21) ^{a,b,c} | 1.01 (0.16) ^b | 0.50 (0.04) ^c | 0.35 (0.05) ^{a,c} | 3.00 (1.24) ^{a,b,c} |
| Overweight (16) | 2.73 (0.95) | 1.41 (0.39) | 1.59 (0.63) | 0.87 (0.32) | 1.59 (0.56) | 2.42 (0.63) |
| Obese (9) | 0.45 (0.08) ^a | 4.83 (1.56) ^a | 5.64 (1.41) ^b | 3.88 (1.02) ^a | 2.94 (1.37) ^a | 1.70 (0.59) ^a |

Note: Data are expressed as mean (standard error, SE). IV, intradaily variability ; BMI, body mass index; D, day. * $P < 0.01$, calculated by generalised estimating equation test. Model 2: day of shift*BMI*IV – adjusted for age, period of shift work and children at home. The values in a line with different superscripts are significantly different, $P < 0.05$. a, b, c and d, intragroup differences.

DISCUSSION

This study evaluated the effect of rotating shift work, circadian misalignment and nutritional status on psychomotor performance throughout a complete shift schedule under real life conditions. We found that schedule shift rotation, the night shift, excessive body weight and their interactions, as well the interaction between less synchronisation and high fragmentation with shift rotation, increased the number of lapses in attention, which supports the hypothesis of the present study. In addition, we found a moderate correlation between lapses in attention in the total shift schedule and BMI. Overall, eutrophic subjects – both less and more synchronised, as well as less or more fragmented activity rhythm – presented a lower number of lapses in attention on several days of the rotating shift schedule when compared with obese/overweight ones. Taken together, the above results demonstrate that psychomotor performance may be influenced by nutritional, work and circadian aspects of the shift worker, which demonstrates the need for a multifactorial approach in interventions aimed at improving the performance and safety of these individuals.

In our study the second day of night shift and the last day of the shift schedule (D7) presented the most impairment in terms of psychomotor performance compared to other days (Tables 2 and 3). The negative effects of night work on performance have already been recognised in previous studies^{36,37,38,39}. Magee *et al.*³⁶ showed a greater deleterious effect on alertness and neurobehavioural performance when individuals worked consecutive night shifts. Folkard and Lombardi³⁷ found that during the second day of night shift the risk of work accidents increased by 6% compared to the first day of the night shift. A study conducted by Keith *et al.*³⁸ found a decrease in workers' cognitive performance during the night shift when compared with the morning shift. Reinke *et al.*³⁹ also observed that the occurrence of lapses in attention increased during night shifts. Our results corroborate previous studies, which reaffirmed the deleterious effect of night shift on performance. Given that the number of lapses in attention can be influenced by “time of day” and be impacted by sleepiness and fatigue, it is important to consider the impact of these results on human errors

and, consequently, the high levels of occupational accidents⁴⁰. Therefore, intervention strategies should be adopted in individuals working at night to prevent deleterious effects on psychomotor performance and ensuring the safety of these workers.

Circadian misalignment also had a negative effect on the cognitive performance of the workers analysed in this study (Tables 2 and 3). It is already recognised that the cognitive performance of the worker is mediated by factors such as time of day or circadian effects⁴¹, which may justify the worse performance of the misaligned workers in this study on a few days of the shift schedule. It is important to highlight that the circadian system promotes sleep during the dark phase; however, it is precisely in this period that the shift workers should remain awake and alert when they are on the night shift. The combination of these factors – misalignment and night work – has a negative impact on the quality and efficiency of sleep⁴² and, consequently, favours the deterioration of multiple aspects related to cognitive performance, such as the maintenance of wakefulness and, in turn, the increase in the number of lapses in attention.

In addition, the results from this study showed an important interaction between shift day and the variables of circadian misalignment (see Results section). Misaligned individuals (“circadian misalignment condition”), those with less synchronisation and more fragmentation, showed a higher number of lapses in attention on D7. Less synchronisation – in other words, low values of IS – is a repercussion of a possible misalignment between photic and non-photoc synchronisers (e.g. shift work) with circadian functions (e.g. sleep-wake cycle). Based on the above considerations, the rhythmicity of some physiological functions may impact cognitive performance, such as some hormones functions, which are related to mediating information from the central nervous system, including the SCN, to the peripheral tissues. Many of these hormones have a daytime secretion pattern, thus in misalignment situations the transmission of these biochemical signals compromises the mechanism called clock-hormone-interaction, so different circadian oscillators, present in tissues, can impact cognitive performance^{19,21,43}. A similar mechanism occurs in more fragmented individuals – with higher values of IV – in this case, the fragmentation of the wake-

sleep cycle negatively compromises sleep efficiency³³. Since this cycle is also influenced by the circadian timing system, the misalignment caused by the evening ‘wake-maintenance zone’ (WMZ) and ‘sleep-promoting zone’ (SPZ) leads to an abrupt deterioration of cognitive performance and both situations compromise cognitive performance^{12,44}.

The results from the present study corroborate the study of Chellapa *et al.*⁴⁵, who performed a protocol of circadian misalignment/alignment in night shift workers. The authors showed the effect of the “circadian misalignment condition” on the decrease in cognitive performance when comparing the first day of evaluations (T1) with the others (T2, T3 and T4)⁴⁵. This data can be considered relevant because, although night work leads to circadian desynchronisation, as explained previously, the effect of night work on cognitive performance seems to occur independently of circadian misalignment. Nonetheless, it is important to recognise the potential interaction between night shift work and circadian effects on psychomotor performance, since all these changes related to misalignment drastically impact all physiological functions that have circadian rhythmicity⁴⁰.

Our results also showed that obese individuals presented higher values of lapses in attention throughout the shift schedule compared with eutrophic ones (Figs 1B and 2B). Although we believe that eating habits can affect cognitive performance¹⁷, other studies^{23,46} suggested that the possible mechanisms that lead to a reduction in cognitive performance in obese individuals are linked to increased oxidative stress, metabolic dysfunctions and systemic inflammation that are capable of interfering with brain functions linked to cognitive performance²³. In this sense, there is increasing evidence linking neuroinflammation with the pathogenesis of obesity and, consequently, with cognitive decline⁴⁶. Cook *et al.*²³ found that obese individuals had a decrease in performance when compared to non-obese. Tsai, Huang and Tsai⁴⁷ showed evidence in their study that the group of obese volunteers presented a slower reaction time (PVT) compared with the control group, which impacts the decrease in cognitive performance of obese individuals.

It is important to highlight that there is little evidence that components of cognitive function such as vigilance and the number of lapses in attention may

also be impacted by the association between circadian misalignment⁴⁸ and obesity²³. Regarding the interaction between synchronisation and BMI, we did not find significative differences between the eutrophic group – both more and less synchronised – and the overweight/obese group (see Results section). The precise mechanisms linking obesity to the disruption of the circadian system are not well understood⁴⁹. It is already known that the circadian system is responsible for synchronising energy homeostasis with the light-dark cycle, and that this mechanism is indispensable for control of body weight and for general metabolic health⁵⁰. Therefore, we can conclude that, either in isolation or through the possible interactions analysed in this study, healthy eating and sleeping habits are essential to control the nutritional status of workers and, thus, to minimise the effects caused by shift work that impact the performance and safety of the worker.

This study has limitations. The study was conducted within a sample composed of only male workers; a study including women and with a more relevant sample size is necessary for better understanding of the association between alternating shift work and work performance in the general population. Although the data collected were objective, they were dependent on the collaboration of the participants, since the correct use of the devices and the performance of the tests at all times can determine the quality of the data. Furthermore, the performance tasks were applied in a quiet and empty room to minimise the influence of psychological and behavioural determinants.

CONCLUSION

The psychomotor performance of workers was affected by shift rotation, especially in the group of workers that were less desynchronised, with fragmented rhythm and overweight and/or obese. Also, eutrophic individuals – both synchronised and with low fragmentation – performed better than overweight/obese ones; the eutrophic group was impacted only by the night shift, increasing the lapses in attention on those days. Additional studies should be performed to confirm these findings.

REFERENCES

1. Dall'Ora, C., Ball, J., Recio-Saucedo, A. & Griffiths, P. Characteristics of shift work and their impact on employee performance and wellbeing: A literature review. *Int. J. Nurs. Stud.* **57**, 12–27 (2016).
2. Akerstedt, T. & Wright, K. P. Jr. Sleep loss and fatigue in shift work and shift work disorder. *Sleep Med. Clin.* **4**, 257–271 (2009).
3. Alterman, T., *et al.* Prevalence rates of work organization characteristics among workers in the U.S.: data from the 2010 National Health Interview Survey. *Am. J. Ind. Med.* **56**, 647–59 (2013).
4. IBGE <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv97329.pdf> (2016).
5. Knauth, P. Designing better shift systems. *Appl. Ergon.* **27**, 39–44 (1996).
6. Waage, S., *et al.* Subjective and objective sleepiness among oil rig workers during three different shift schedules. *Sleep Med.* **13**, 64–72 (2012).
7. Kantermann, T., *et al.* The direction of shift-work rotation impacts metabolic risk independent of chronotype and social jetlag--an exploratory pilot study. *Chronobiol. Int.* **31**, 1139–1145 (2014).
8. Partch, C. L., Green, C. B. & Takahashi, J. S. Molecular architecture of the mammalian circadian clock. *Trends Cell Biol.* **24**, 90–99 (2014).
9. Jin, Y., Hur, T. Y. & Hong, Y. Circadian rhythm disruption and subsequent neurological disorders in night-shift workers. *J. Lifestyle Med.* **7**, 45–50 (2017).

10. James, S. M., Honn, K. A., Gaddameedhi, S. & Van Dongen, H. P. A. Shift work: disrupted circadian rhythms and sleep-implications for health and well-being. *Curr. Sleep Med. Rep.* **3**, 104–112 (2017).
11. West, A. C., *et al.* Misalignment with the external light environment drives metabolic and cardiac dysfunction. *Nat. Commun.* **8**, 417 (2017).
12. Luik, A. I., Zuurbier, L. A., Hofman, A., Van Someren, E. J. & Tiemeier, H. Stability and fragmentation of the activity rhythm across the sleep-wake cycle: the importance of age, lifestyle, and mental health. *Chronobiol. Int.* **30**, 1223–1230 (2013).
13. Correa, A., Molina, E., & Sanabria, D. Effects of chronotype and time of day on the vigilance decrement during simulated driving. *Accid. Anal. Prev.* **67**, 113–118 (2014).
14. Lara T., Madrid J. A. & Correa Á. The vigilance decrement in executive function is attenuated when individual chronotypes perform at their optimal time of day. *Plos One* **9**, e88820 (2014).
15. Posada-Quintero, H. F., Bolkhovsky, J. B., Reljin, N., & Chon, K. H. Sleep deprivation in young and healthy subjects is more sensitively identified by higher frequencies of electrodermal activity than by skin conductance level evaluated in the time domain. *Front. Physiol.* **8**, 1–9 (2017).
16. Akerstedt, T., Axelsson, J., Lekander, M., Orsini, N. & Kecklund, G. The daily variation in sleepiness and its relation to the preceding sleep episode—a prospective study across 42 days of normal living. *J. Sleep Res.* **22**, 258–265 (2013).
17. Leedo, E., Beck, A. M., Astrup, A. & Lassen, A. D. The effectiveness of healthy meals at work on reaction time, mood and dietary intake: a

- randomised cross-over study in daytime and shift workers at an university hospital. *Br. J. Nutr.* **118**, 121–129 (2017).
18. Grant, C.L., *et al.* The impact of meal timing on performance, sleepiness, gastric upset, and hunger during simulated night shift. *Ind. Health* **55**, 423–436 (2017).
 19. Vetter, C., Fischer, D., Matera, J. L. & Roenneberg, T. Aligning work and circadian time in shift workers improves sleep and reduces circadian disruption. *Curr. Biol.* **25**, 907–911 (2015).
 20. Crispin, C.A., *et al.* The influence of sleep and sleep loss upon food intake and metabolism. *Nutr. Res. Rev.* **20**, 195–212 (2007).
 21. McHill, A. W., *et al.* Impact of circadian misalignment on energy metabolism during simulated nightshift work. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **111**, 17302–17307 (2014).
 22. Taheri, S., Lin, L., Austin, D., Young, T. & Mignot, E. Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoS Med.* **1**, e62 (2004).
 23. Cook, R.L., *et al.* Relationship between obesity and cognitive function in young women: the food, mood and mind study. *J. Obes.* **2017**, 5923862 (2017).
 24. Gupta, C. C., *et al.* It's not just what you eat but when: the impact of eating a meal during simulated shift work on driving performance. *Chronobiol. Int.* **34**, 66–77 (2017).

25. Matthews, D. R., *et al.* Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* **28**, 412–419 (1985).
26. Friedewald, W. T., Levy, R. I. & Fredrickson, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* **18**, 499–502 (1972).
27. Lohman, T. G., Roche, A. F. & Martorell, R. *Anthropometric Standardization Reference Manual* (Human Kinetics Books, Champaign, IL, 1988).
28. Heyward, V. & Stolarczyk, L. *Avaliação da Composição Corporal Aplicada* (Editora Manole, 2000).
29. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. *World Health Organ. Tech. Rep. Ser.* **894**, 1–253 (2000).
30. Martin, J. L. & Hakim, A.D. Wrist actigraphy. *Chest* **139**, 1514–1527 (2011).
31. Marino, M., *et al.* Measuring sleep: accuracy, sensitivity, and specificity of wrist actigraphy compared to polysomnography. *Sleep* **36**, 1747–1755 (2013).
32. Mitchell, J. A., *et al.* Variation in actigraphy-estimated rest-activity patterns by demographic factors. *Chronobiol. Int.* **34**, 1042–1056 (2017).
33. Gonçalves, B. S. B., Adamowicz, T., Louzada, F. M., Moreno, C. R. & Araujo, J. F. A fresh look at the use of nonparametric analysis in actimetry. *Sleep Med. Rev.* **20**, 84–91 (2015).

34. Basner, M. & Dinges, D. F. Maximizing sensitivity of the psychomotor vigilance test (PVT) to sleep loss. *Sleep*. **34**, 581–91 (2011).
35. Narciso, F. V., *et al.* Effects of shift work on the postural and psychomotor performance of night workers. *PLoS One* **11**, e0151609 (2016).
36. Magee, M., *et al.* Associations between number of consecutive night shifts and impairment of neurobehavioral performance during a subsequent simulated night shift. *Scand. J. Work Environ. Health* **42**, 217–227 (2016).
37. Folkard, S. & Lombardi, D.A. Modeling the impact of the components of long work hours on injuries and "accidents". *Am. J. Ind. Med.* **49**, 953–963 (2006).
38. Keith, D. R., Gunderson, E. W., Haney, M., Foltin, R. W. & Hart, C. L. Smoked marijuana attenuates performance and mood disruptions during simulated night shift work. *Drug Alcohol Depend.* **178**, 534–543 (2017).
39. Reinke, L., Ozbay, Y., Dieperink, W. & Tulleken, J. E. The effect of chronotype on sleepiness, fatigue, and psychomotor vigilance of ICU nurses during the night shift. *Intensive Care Med.* **41**, 657–666 (2015).
40. Oriyama, S. & Miyakoshi, Y. The effects of nighttime napping on sleep, sleep inertia, and performance during simulated 16 h night work: a pilot study. *J. Occup. Health* **60**, 172–181 (2018).
41. Short, M. A., Agostini, A., Lushington, K. & Dorrian, J. A systematic review of the sleep, sleepiness, and performance implications of limited wake shift work schedules. *Scand. J. Work Environ. Health* **41**, 425–440 (2015).

42. Chinoy, E. D., Harris, M. P., Kim, M. J., Wang, W. & Duffy, J. F. Scheduled evening sleep and enhanced lighting improve adaptation to night shift work in older adults. *Occup. Environ. Med.* **73**, 869–876 (2016).
43. Tsang, A. H., J. L. Barclay, & Oster, H. Interactions between endocrine and circadian systems. *J. Mol. Endocrinol.* **52**, R1–16 (2014).
44. Ly, J. Q., *et al.* Circadian regulation of human cortical excitability. *Nat. Commun.* **7**, 11828 (2016).
45. Chellappa, S. L., Morris, C. J. & Scheer, F. Daily circadian misalignment impairs human cognitive performance task-dependently. *Sci. Rep.* **8**, 3041 (2018).
46. Moreno-Navarrete, J. M., *et al.* Neuroinflammation in obesity: circulating lipopolysaccharide-binding protein associates with brain structure and cognitive performance. *Int. J. Obes. (Lond)* **41**, 1627–1635 (2017).
47. Tsai, C. L., Huang, T. H. & Tsai, M. C. Neurocognitive performances of visuospatial attention and the correlations with metabolic and inflammatory biomarkers in adults with obesity. *Exp. Physiol.* **102**, 1683–1699 (2017).
48. Cheng, P., Tallent, G., Bender, T. J., Tran, K. M. & Drake, C. L. Shift Work and Cognitive Flexibility: Decomposing Task Performance. *J. Biol. Rhythms* **32**, 143–153 (2017).
49. Garaulet, M., *et al.* Fragmentation of daily rhythms associates with obesity and cardiorespiratory fitness in adolescents: The HELENA study. *Clin. Nutr.* **36**, 1558–1566 (2017).

50. Covassin, N., Singh, P. & Somers, V. K. Keeping Up With the Clock: Circadian Disruption and Obesity Risk. *Hypertension* **68**, 1081–1090 (2016).

AUTHOR CONTRIBUTION STATEMENT

Dayane Eusenia Rosa (A); Luisa Pereira Marot (B); Marco Túlio de Mello (C); Fernanda Veruska Narciso (D); Bruno da Silva Brandão Gonçalves (E); Elaine Cristina Marqueze (F); Cibele Aparecida Crispim (G).

A, B and G wrote the main manuscript text.

A and B prepared figures 1-3.

A and G prepared tables 1-3.

A, C and D analyzed the PVT datas.

A and E analyzed the actigraphy datas.

A, F and G analyzed the questionnaire datas and review the statistics analyzes.

ADDITIONAL INFORMATION

Competing interests

All the author(s) declare no competing interests.

5 ARTIGO 2. Effects of chronotype on psychomotor performance throughout a complete shift rotation schedule: a prospective study in a real-life condition

Artigo não submetido para publicação.

Title: Effects of chronotype on psychomotor performance throughout a complete shift rotation schedule: a prospective study in a real-life condition

Dayane Eusenia Rosa¹; Luisa Pereira Marot¹; Marco Túlio de Mello²; Fernanda Veruska Narciso²; Elaine Marqueze³; Lúcio Borges de Araújo⁴; Cibele Aparecida Crispim^{1*}

¹Faculty of Medicine, Federal University of Uberlandia, Uberlandia, Brazil.

²Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil.

³Catholic University of Santos, Santos, SP, Brazil

⁴Faculty of Mathematics, Federal University of Uberlandia, Uberlandia, Brazil.

*Corresponding author: Cibele Aparecida Crispim, Faculty of Medicine, Federal University of Uberlandia, Minas Gerais, Brazil. Av. Para, 1720, Bloco 2U, Sala 20. Campus Umuarama. Zip code: 38405-320 Uberlândia - MG. Phone/fax: (+5534) 3218-2084. E-mail: cibelectrispim@gmail.com.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of chronotype on psychomotor performance throughout a complete shift rotation schedule. A total of 30 males working in rotating shifts from a mining company under a real-life conditions were studied. Individuals were evaluated over the following shift schedule: two days of day work, two days of evening work and two days of night work. The chronotype was determined using Munich Chronotype Questionnaire adapted for shift workers (MCTQ_{shift}), which was categorized by tertiles (Early-type, Intermediate-type and Late-type). The psychomotor performance was evaluated by psychomotor vigilance task (PVT). We found a significant effect of the interaction between chronotype and work schedules on Mean of Reaction Time (MRT) in pre- and post work and number of lapses of attention ($p < 0.001$). In general, early types showed higher values of MRT-pre and post work, while late-type workers presented a greater number of lapses of attention along the advancement of the schedule. Intermediate-types were the least impaired in terms of psychomotor performance. We conclude that, regarding psychomotor performance, intermediate types seem to be the best chronotype to work on rotation schedule.

INTRODUCTION

Social demands around the world generated a need for continuous service production that culminated with the emergence of shift work (Vedaaab et al., 2015). This is defined as any work schedule that deviates from the usual patterns (Kunst et al., 2015) and has as main characteristic the continuous 24 hours of operation (Waage et al., 2012). It is estimated that there are 20% of shift workers worldwide (Alterman et al., 2013), especially the United States of America (USA), that the percentage already reaches 28.7%, and Norway, which has a percentage of 34% (Kunst et al., 2015). In Brazil, there is still no data available on the prevalence of shift workers, but night work accounts for 15% of all workers (IBGE, 2016). The shifts schedules are diverse and include fixed and rotating shifts (Dall'Ora et al., 2016) (MA et al., 2017), besides that the rotating can differentiate in relation to the direction, speed of the displacement and time of beginning and end of the shifts (Svetlana et al., 2010) (Sallinen and Kecklund, 2018).

Recent evidence demonstrates that shift work is related to negative effects on psychomotor performance (Fisk et al., 2018) – which is defined as the ability to maintain and process information for decision making in the workplace (Marek et al., 2010). These negative effects include cognitive impairments such as attention drop (Basner et al., 2017), memory (Raven et al., 2017), decision making (Brown et al., 2012), mood alteration (Schwarz et al., 2018), psychic, motor, social and family problems, as well as absenteeism and increased risk of accidents (Rajaratnam et al., 2011) (Ferguson et al., 2012). One of the main triggers for such impairments appears to be deterioration of the sleep pattern (Kecklund and Axelsson, 2016) (Hulsegee et al., 2015) (Short et al., 2015). Individual worker characteristics - such as the chronotype - could supposedly be associated with psychomotor performance (Vetter et al., 2015).

The chronotype governs preference regarding bedtime and waking hours (Roeneberg et al., 2003). In this sense, morning people find it easy to get up in the morning, perform better at this point and fall asleep easily in the early evening. Evening types, on the other hand, report difficulty getting up early, have peak activity at night and go to bed late (Barclay and Myachykov, 2017) (Taillard et al.,

2011). Most individuals (60%) are classified as intermediate chronotype, that is, their preferences may vary between morning chronotype and evening chronotype (Barclay and Myachykov, 2017). It is known that the chronotype potentially mediates adaptation and performance to shifts (Erren and Lewis, 2018) (Vetter et al., 2015) (Facer-Childs, Boiling S and Balanos, 2018) (Rio-Bermudez et al., 2014) (Correa, Molina and Sanabria, 2014). In theory, the chronotype may interfere negatively in sleep duration and, consequently, psychomotor performance (Vetter et al., 2015) (Facer-Childs, Boiling S and Balanos, 2018).

To date, the interaction between specific factors of shift work - such as the shift schedule, working hours and chronotype of the individual - has been little explored in the literature. The few studies that addressed this subject (Fernandes et al., 2013) (Reink, et.al, 2015) concluded that workers with evening chronotype did not show better psychomotor performance during the night time period. In agreement with these findings, Correa, Molina and Sanabria (2014) did not find differences in the performance of morning subjects between morning and night shifts (Correa, Molina and Sanabria, 2014).

In this context, this study aimed to evaluate the effect of chronotype on the psychomotor performance in industrial workers throughout a complete shift rotation schedule. We hypothesized that late chronotype presents a shorter sleep duration and worse psychomotor performance – such as increase in the mean of reaction time e number of lapses in attention – than other chronotypes throughout a complete shift rotation schedule.

METHODS

Participants and ethics

This is an observational and prospective study of industrial workers in a real-life condition. In total, 30 shift workers (male) were agreed to participate and concluded this study. Theses participants (aged between 25 and 52 years) worked at a mining company localized in a city in the Midwest of Brazil, in a rotative shift work schedule. They were able to join the study according the

following inclusion criteria: be a clockwise rotating shift worker (morning-afternoon-night); work in the operations control panel or leadership position; be able to answer the questionnaires; be able to wear actigraphy monitors and be able to do the PVT test; had not done trans meridian travel in the three months prior to the start of the study; no diagnoses with any sleep disorder.

All the shift workers participants gave written informed consent and all subjects were informed about the objectives and procedures. The study was approved by the Human Research Ethics Committee of the Federal University of Uberlândia (CAAE: 49689115.0.0000.5152).

Procedures

The procedures were divided in two steps. At the first, information that consisted of questionnaires regarding sociodemographic, health behaviors, Munich Chronotype Questionnaire –(MCTQ) and anthropometric measurements were collected. The second step was the study protocol, which started at the first day of the schedule shift adopted by the company. This shift work schedule rotation had duration of seven days. Individuals were followed for all seven consecutive days carried out as follow: two days (D1 and D2) working during the day (08:00- 16:00); two days (D3 and D4) working during the evening (16:00 – 00:00); two days (D6 and D7) working during the night (00:00 – 08:00). Evaluations regarding the work performance by Psychomotor Vigilance Test (PVT) and sleep by actigraphy were assessed over the seven days. On the 24 hours of rest (D5) between last day at evening shift and the first one at night, as well as on free days (D8, D9 and D10) the Psychomotor Vigilance Test (PVT) was not performed (**Figure 1**).

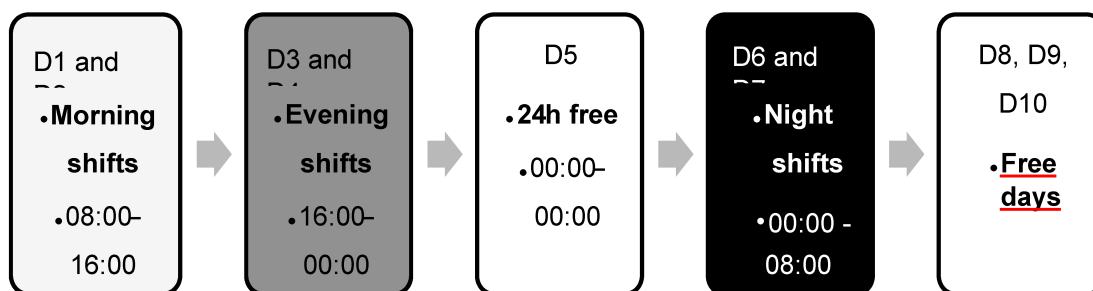


Figure 1. Shift schedule days. D = work days; working times of each shift = day work (D1 and D2) – 08:00 to 16:00; evening work (D3 and D4) – 16:00 to 00:00; 24h free day (D5) – 00:00 to 00:00; and night work (D6 and D7) – 00:00 to 08:00.

Sociodemographic and health behaviors

All subjects answered a questionnaire about sociodemographic aspects, such as age, marital status, presence of children at home, level of education and years of shift work, as well as health behaviors such as frequency of physical activity, alcohol intake, smoking habits, diseases diagnosed and use of medicines.

Anthropometric Variable

To measure weight was used a high precision scale of 0.1Kg (Toledo Scale Corp., Toledo, Ohio) and height, a stadiometer coupled to a scale with an accuracy of 0.1cm (Toledo Scale Corp., Toledo, Ohio). Body mass index (BMI, kg/m²) was calculated as the weight (kg) divided by the height squared (m²). A BMI < 25kg/m² was considered eutrophic, ≥ 25kg/m² and <30Kg/m² overweight, ≥ 30kg/m² obesity (Heyward and Stolarczyk, 2000). These measurements were performed according to standardization method proposed by Lohman et al., 1988.

Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ)

The chronotype was determined using Munich Chronotype Questionnaire adapted for shift workers-MCTQ_{Shift} (Juda, Vetter and Roenneberg, 2013), an adapted version from the Munich Chronotype Questionnaire (Roenneberg Wirz-

Justice; Merrow, 2003). The Munich Chronotype consists of simple questions about sleep timing (separately on work and free days), allowing the computation of its key parameters: mid-sleep (the midpoint between sleep onset and offset) and sleep duration (SD) (Roenneberg Wirz-Justice; Merrow, 2003).

The MCTQ_{Shift} is a validated questionnaire to assess shift workers' chronotype in rotational schedules, applies the standard MCTQ items separately to the morning (M), evening (E), and night (N) shift (in reference to sleep onset being either before a workday or a free day). For this study we adapted the chronotype calculation with the type of rotation shift schedule performed by the participants, so it was necessary to calculate the "oversleep" for individuals who sleep longer on free days than on workdays. The MSF_{sc} is the determination of the chronotype for shift workers considering the following variables: mid-sleep in free days; sleep duration in free day and the "oversleep" (Juda, Vetter and Roenneberg, 2013).

The employees were ranked by chronotype tertiles (Vetter, et al., 2015) and was categorized: "Early type" (E-type) (01:30:00– 04:41:40), "Intermediate type" (I-type) (04:41:41 – 06:10:38) and "Late type" (L-type) (06:10:39 – 10:21:27).

EVALUATIONS CONDUCTED OVER SHIFT SCHEDULE

Actigraphy

The information of *actigraphy* was collected using the actigraph - Act trust (Condor Instruments®). This tool was configured for collecting information every 24 hours in the period of 15 consecutive days. The information was downloaded through the software ActStudio (Condor Instruments® - version 1.0.0.0050.2015). The actigraphy is a tool validated to identify the patterns of circadian rhythm on shift work (Marino *et al.*, 2013). The volunteers were instructed to wear the actigraph on their non-dominant wrist and during two schedule shift and filled out a sleep diary with information on their activity on this period (Martin and Hakim *et al.*, 2011). The correct use of actigraphy were certificated at tests times and by cellphone messages.

Psychomotor vigilance performance

The performance was assessed using the *Psychomotor Vigilance Task (PVT)*. The PVT is considered a visual response test involving a luminous stimulus, which displays flashes at intervals of 2 to 10 seconds on the device screen (irregular intervals) over a period ranging from 10 minutes to 5 minutes (Deurveilher et al., 2015). These data make it possible to measure performance in cognitive tasks through variables such as reaction time (RT) and attention lapses (Narciso et al., 2016). In this study, the mean reaction time measured before the start of the shift (MRT-pre shift) and after the end of the shift (MRT-post shift) were used, as well the number of lapses of attention to analyzed the psychomotor performance.

Participants were "familiarized" with the test/equipment previously and were instructed so that as soon as the visual stimulus appeared, they should press a reply button (as fast as possible), located on the right side of the equipment (Buckley et.al., 2016). The test was performed in a quiet illuminated room, individually (only the participant was in the room). The PVT tests had duration of five minutes and occurred just before and after the work period, over six days of shift work (corresponds to complete schedule work) at the workplace. During the 5 minutes of the test, several stimuli and responses occurred that provide a sampling of reaction time and lapses of attention, which can occur when there is fatigue (caused by loss of sleep or time in the task) (Basner and Dinges, 2011).

The variable analyzed for this study included Mean of Reaction Time (MTR) in pre work and post work, and number of lapses of attention. The lapses are disruptions in performance that typically last between 0.5 – 15 s (Magee et al., 2016). The values obtained were analyzed using the software Microsoft Excel®.

Statistical Analysis

Data are presented as means \pm SD or numbers and percentages. The Generalized linear models (GLM) (Dobson, 2010) was used to analyze the effect of chronotype, shift rotation and its interaction on sleep duration and psychomotor performance variables. The analysis was conducted through four statistical models: 1. sleep duration as dependent variable and shift rotation, chronotype and BMI (covariable) as independent variables; 2. MRT-pre shift as dependent variable and shift rotation, chronotype and BMI (covariable) as independent variables; 3. MRT-post shift as dependent variable and shift rotation, chronotype and BMI (covariable) as independent variables; and 4. number of lapses of attention as dependent variable and shift rotation, chronotype and BMI (covariable) as independent variables. All models were adjusted for age, period of shift work and presence of children at home.

The ROC curve (Zhou et al., 2014) was used for the comparison between the chronotype and groups formed by the number of attention lapses. Statistical analyses were performed using SPSS version 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). For statistical significance, α error was set at 5%.

RESULTS

The sample was distributed in similar proportions of each chronotype; 36.6% were early type, 33.3% were late type and 30.3% were intermediate type. Data regarding sociodemographic, occupational and anthropometric characteristics of each chronotype group are presented in Table 1. The majority of individuals evaluated in each chronotype group were married, had children at home, had worked in shifts for 10 years or more, did physical activities at least once a week and were in the overweight range ($BMI \geq 25$ to $< 30 \text{ kg/m}^2$).

Table 1. Characteristics of the study population (n=30).

| Variables | Early-type (n=11) | Intermediate-type (n=9) | Late-type (n=10) |
|---|-------------------|-------------------------|------------------|
| Age (y) , mean \pm SD | 38.00 \pm 6.47 | 37.78 \pm 5.24 | 35.80 \pm 5.47 |
| Children at home n (%) | 9 (81.80) | 5 (55.60) | 5 (50.00) |
| Married or living together n (%) | 11 (100.00) | 8 (88.89) | 8 (80.00) |
| <i>Period of shift work</i> | | | |
| < 10 years, n (%) | 2 (18.18) | 4 (44.44) | 4 (40.00) |
| \geq 10 years, n (%) | 9 (81.82) | 5 (55.56) | 6 (60.00) |
| Physical activity - Yes, n (%) | 6 (60.00) | 7 (77.78) | 5 (50.00) |
| BMI (kg/m²) , mean \pm SD | 28.27 \pm 3.65 | 27.95 \pm 3.70 | 29.03 \pm 4.17 |
| Overweight, n (%) | 5 (45.45) | 5 (55.56) | 6 (60.00) |
| Obese, n (%) | 4 (36.36) | 2 (22.22) | 3 (30.00) |

Data are expressed as mean \pm standard deviation (SD) or number (percentage). BMI, body mass index. Overweight, BMI \geq 25kg/m² and <30Kg/m²;

Obesity, BMI \geq 30kg/m², according to World Health Organization (2000). *n = 30

GLM analysis showed the effect of shift rotation (2 days of day work, 2 days of evening work and 2 days of night work) and chronotype on sleep duration, reaction time and number of lapses of attention. We found an isolated effect of shift rotation on the sleep duration, the longer sleep duration occurred in day work ($08:14:00 \pm 00:28:00$) than evening and night work ($06:55:00 \pm 00:28:00$ and $05:26:00 \pm 00:28:00$, respectively; $p < 0.01$). We did not find significant isolated effects of working in different shifts throughout the rotation schedule on the PVT variables (MRT-pre work, $p = 0.49$; MRT-post work, $p = 0.86$; lapses of attention, $p = 0.88$).

Chronotype had no isolated effect on sleep duration ($p = 0.98$). The Figure 2 presents the isolated effects of chronotype on mean of reaction time and the number of lapses in attention. Although we did not find significant differences between pre and post shift MRT values in any of the shifts, the E-types individuals started and ended shift differently than other ones in terms of MRT (Fig-2A). In this sense, E-type had a higher value of MRT-pre work (308.77 ± 10.03) than I-type and L-type (257.61 ± 6.63 , 273.35 ± 6.96 , respectively, $p < 0.001$) (Fig-2A). In addition, MRT-post work was higher (306.37 ± 8.53) in the E-types than I-types and L-Types (252.91 ± 5.97 , 262.88 ± 6.05 , respectively, $p < 0.001$) (Fig-2A).

The Figure 2B shows the isolated effect of chronotype on lapses of attention. L-type group presented higher values of lapses (5.00 ± 0.92) compared to E-type and I-type (1.94 ± 0.50 and 1.33 ± 0.30 , respectively; $p < 0.001$).

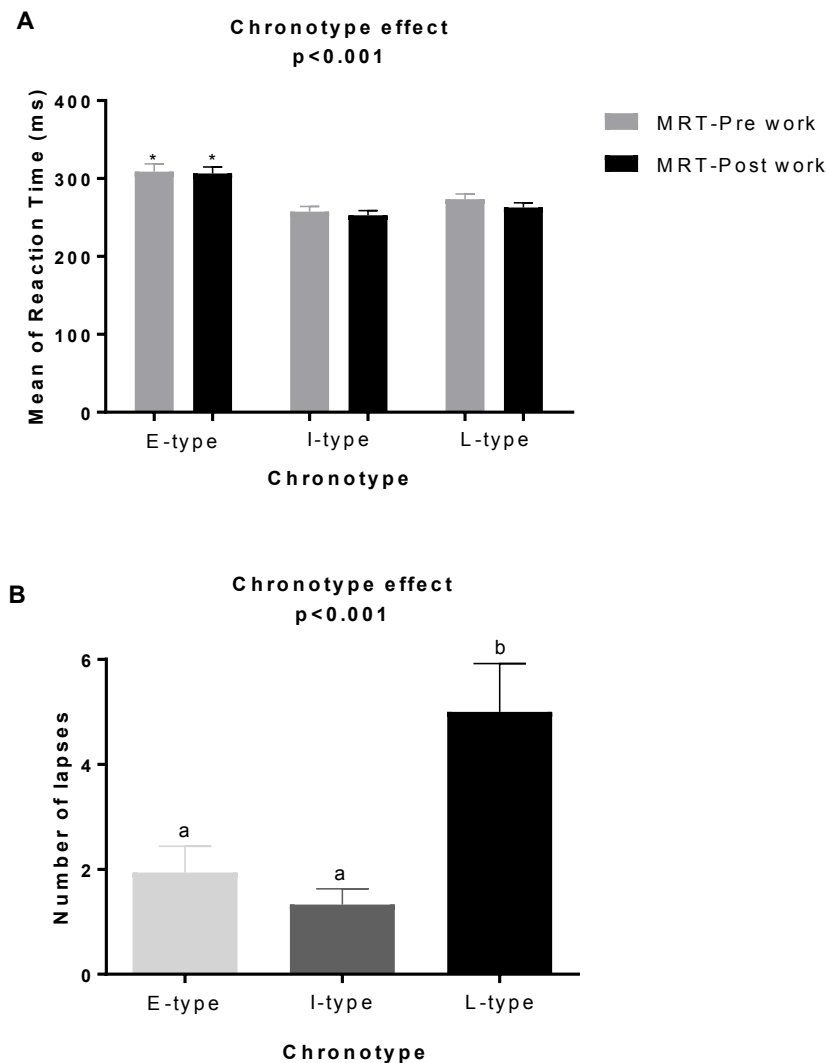


Figure 2. Isolated effect of chronotype on mean of reaction time and the number of lapses in attention. (A) Effect of chronotype on mean of reaction time pre and post shift. (B) Effect of chronotype on number of lapses. Data correspond to mean \pm standard error ($n = 30$). *Statistical differences between chronotype groups at the same MRT evaluation. The bars with different superscripts are significantly different; $P < 0.001$.

Figure 3A presents a significant effect of the interaction between chronotype and work schedules on sleep duration ($p < 0.001$; Figure 3A). In this sense, I-type and L-type – but not E-type - had a longer sleep duration in day work than night work (I-type: $08:17:16 \pm 0:20:45$ and $05:29:38 \pm 0:37:36$, respectively; L-Type: $08:10:52 \pm 0:21:06$ and $4:30:49 \pm 0:35:17$, respectively; $p < 0.001$ for all). The sleep duration of the E-type did not vary significantly throughout the rotation schedule ($p = 0.35$; Fig-3A).

Figure 3B presents the significant effect of the interaction between chronotype and work schedules on mean of reaction time in pre work ($p < 0.001$). We did not find a

significant variation of MRT-pre work values among the different work times throughout the complete schedule for all chronotype groups. However, the results showed that the chronotype groups started the shift work schedule with different MRT values. E-type group had a higher MRT-pre work (312.80 ± 14.3) in day work than I-type (252.87 ± 9.58 , $p < 0.001$). In evening and night works, the E-type group had a higher MRT-pre work (305.81 ± 12.14 and 303.25 ± 10.84 , respectively) than I-type (255.13 ± 9.08 and 267.36 ± 13.39 , respectively; $p < 0.001$; Fig 3B) and L-type (276.50 ± 14.39 and 268.29 ± 11.02 , respectively; $p < 0.001$; Fig 3B).

Figure 3C the significant effect of interaction between chronotype and work schedules on mean of reaction time in post work ($p < 0.001$). As showed for MRT-pre work, the MRT-post work had not a significant variation of values among the different work times for all chronotype groups. However, we found that I-type presented lower values of MRT-post work in evening (247.53 ± 6.51) and night work (252.14 ± 8.20) than E-type group (315.06 ± 10.64 and 295.19 ± 12.79 , respectively, $p < 0.001$; Fig-3C).

The significant effect of the interaction between chronotype and work schedules on number of lapses of attention is presented in the Figure 3D. The E-type group presented a lower number of lapses during day work (1.00 ± 0.63) than evening and night works (3.44 ± 0.73 and 3.13 ± 0.65 , $p < 0.001$). The other two chronotypes did not significantly oscillate the number of lapses along the schedule advance. We found that L-type had a higher number of lapses of attention during day work (06.18 ± 2.68) than E-type and I-type (1.0 ± 0.63 and 1.67 ± 0.59 , respectively; $p < 0.001$). During evening work, the I-type had a lower number of lapses of attention (0.87 ± 0.22) than E-type and L-type (3.44 ± 0.73 , 6.31 ± 1.98 , respectively; $p < 0.001$). For the night work, the L-type had a higher number of lapses of attention (4.06 ± 1.18) than I-type (1.50 ± 1.98 , $p < 0.001$).

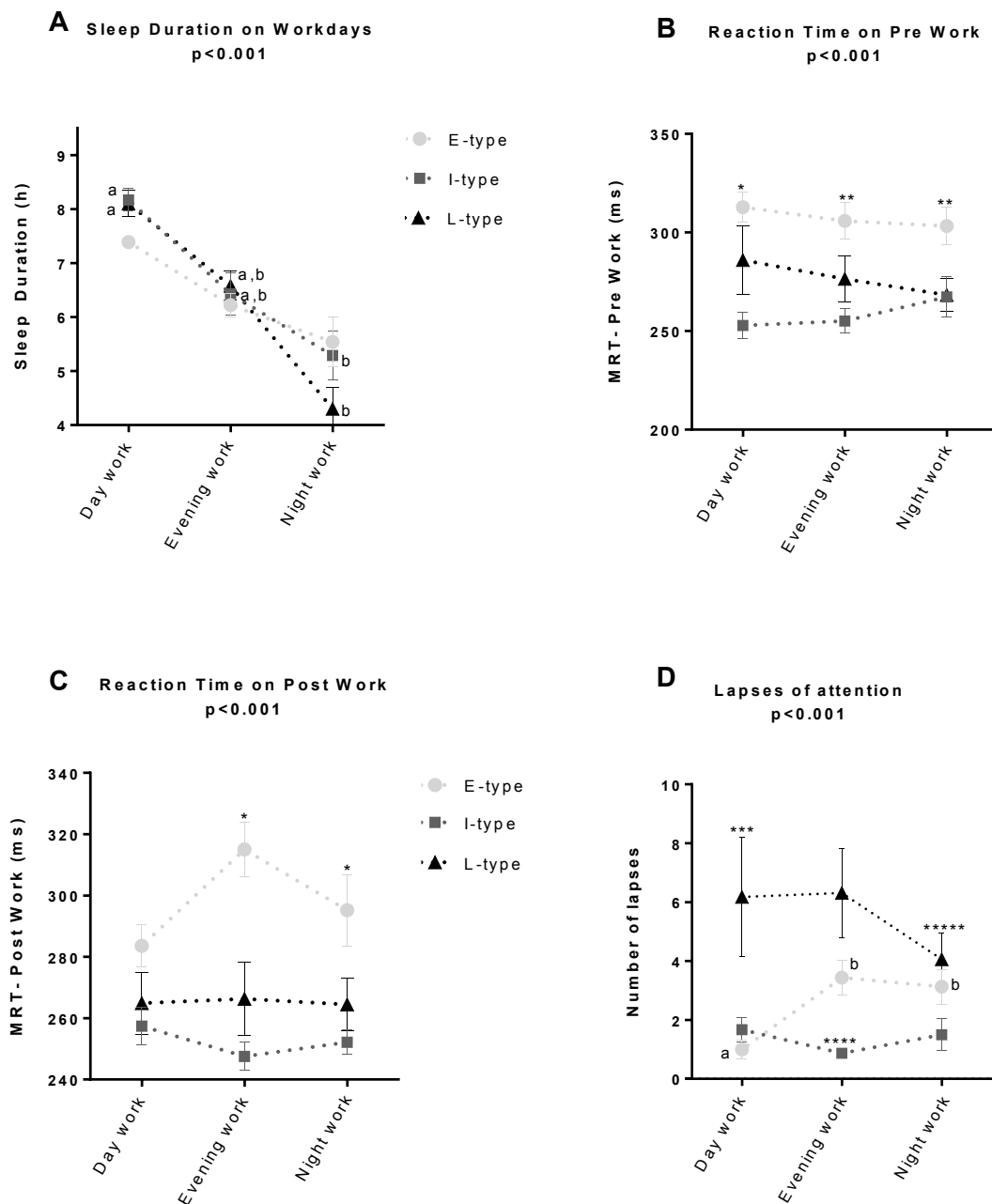


Figure 3. (A) Effect of interaction between chronotype and work schedules on sleep duration (GLM-Model 1). (B) Effect of interaction between chronotype and work schedules on mean of reaction time on pre-shifts (GLM-Model 2). (C) Effect of interaction between chronotype and work schedules on mean of reaction time on post shifts (GLM-Model 3), (D) Effect of interaction between chronotype and work schedules on number of lapses of attention (GLM-Model 4). The values in the same chronotype group with different superscripts are significantly different; $p < 0.001$. (*) E – type significantly different of I – type, (**) E-type significantly different of I-type and L-type (***) L-type significantly different of E-type and I-type, (****) I-type significantly different of E-type and L-type, (*****) L-type significantly different of I-type, $p < 0.001$. Data expressed by mean \pm standard error of the mean ($n = 30$).

ROC curve presented in Figure 4 shows the association between the number of lapses over the entire rotating shift and chronotype. Subjects with late chronotypes ($MSF^{SC} > 6:33h$) tended to have 10 or more lapses during a complete rotation of shifts. Considering the cut-off of 6.33, the sensitivity was 0.83 and the specificity was 0.73.

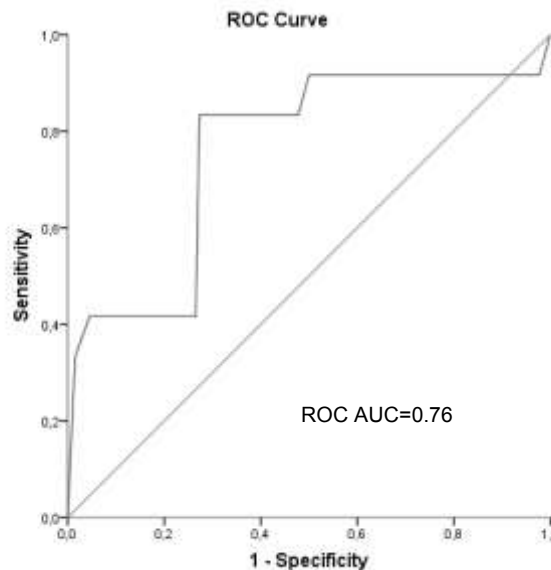


Figure 4 - ROC curve. Comparison between the chronotype and groups formed by the number of attention lapses. The area below the curve (AUC) was 0.76. The cut-off point for the chronotype was 6.33. $P = 0.003$.

DISCUSSION

This study showed that the psychomotor performance of the workers over a full rotation of day-evening-night work schedule is importantly influenced by the chronotype. Late chronotype workers had a greater and regular number of lapses of attention in different shifts of the scale, while early type workers showed an increasing in the number of lapses of attention from day work to evening work and night work. It was interesting to note that intermediate individuals oscillate less in terms of the different variables related to psychomotor performance throughout the rotation; they had lower values of reaction time and the number of attention lapses. As the majority of the population (60%) is considered as intermediate chronotype (Barclay and Myachykov, 2017), it would be reasonable to propose that companies align this chronotype with the working schedules to ensure a better work performance and a lower risk of accidents at work. The evolution of this area of research and confirmation

of these findings are essential for the chronotype to become a variable considered in the determination of the work scale.

Chronotype has been pointed out as one of the factors that can potentially mediate adaptation to shift work (Erren and Lewis, 2018) (Vetter et al., 2015) (Facer-Childs, Boiling and Balanos, 2018) (Rio-Bermudez et al., 2014) (Correa, Molina and Sanabria, 2014). Our results corroborate with this statement, since the intermediate chronotype workers showed a better means of reaction time and smaller numbers of lapses of attention throughout the shifts (see results). Thus, even when exposed to a wide range of schedules imposed by the rotating shift work, this group presented few oscillations in relation to the measured variables, which is probably explained by the better adaptability of the intermediate chronotype in most of the working hours of this schedule, especially to work during the day and in evening shifts.

Schmidt et al., (2012) and Martin et al., (2015) studies highlighted that workers with intermediate chronotype showed a better adaptation – as less misalignment and loss displacement of sleep - both for morning shifts and night shifts compared to evening chronotypes (Martin et al., 2015), as we found in this study. Previous studies have also suggested that workers with evening chronotypes tend to tolerate better night shifts (Vetter et al., 2015) and morning individuals present a higher level of circadian misalignment when submitted to night work schedules (Juda, Vetter and Roenneberg, 2013). Corroborating Vetter et al (2015) and Juda, Vetter and Roenneberg (2013) data, our study found that the E-type group showed an increase in the number of attention lapses as shift rotation progressed. The mechanism related to such adaptations is not yet fully understood (Nováková, Sládek and Sumová, 2013). In part, it is believed that the link is between the operation of the Circadian Timing System - inherited genetically (Kalmbach et al., 2017) and that regulates the endogenous circadian rhythms (wake-sleep cycle) -, and environmental adaptations, such as exposure to light and stages of human development (Hittle and Gillespie, 2018). In this sense, intermediate chronotypes would be better able to align their endogenous rhythms with environmental synchronizers based on a greater flexibility of schedules. In addition, factors such as working hours and consequently sleeping and awaking would be more align with the Circadian Timing System.

One of the potential factors for the psychomotor performance decline over the rotational work shifts is sleep curtailment (Fisk et al., 2018), which was identified in this study (the sleep duration in day work days were higher than in evening and night work

days, $p < 0.001$). The mechanism behind this relationship is the circadian entrainment caused by fluctuations in bedtime or work schedules time (James, et.al., 2017). In addition, it should be remembered that the Circadian Timing System promotes sleep during the dark phase, a period that shift workers usually perform their occupational activities, and promotes wakefulness during the light phase, when workers need to start their sleep (West, et al., 2017). In this sense, the misalignment of circadian rhythms and working hours impact negatively the quality and efficiency of sleep (Chinoy, E. D.2016). Nevertheless, some individuals may intuitively adapt their behaviors in favor of circadian entrainment caused by rotating shifts while others, due to chronotype-related characteristics, perform inappropriate or inconsistent sleep hygiene in relation to the light-dark exposure (Boudreau and Boivin, 2014). In the present study, we found that I-type and L-type had a longer sleep duration at the beginning of the schedule (day work) than at the end (night work), which also tended to happen with the E-type group ($p = 0.35$). Interestingly, despite these losses in sleep duration in different chronotypes, the intermediate group has maintained better levels of psychomotor vigilance along the scale. Other factors such as fatigue (Fekedulegn, et.al., 2018), naps (Oriyama, et.al., 2018) and time-awake (Zion and Shochat, et.al., 2018) - which may also influence psychomotor performance - could justify our results.

This study has some limitations. The extrapolation capacity is limited, considering that we studied a small and entirely male sample. In addition, we evaluated only one shift rotation program and also only one kind of rotation. Thus, we do not know how the psychomotor performance of workers in other types of programs would be and even at another time of rotation, considering the diversity of factors capable of interfering in psychomotor performance. However, we believe that our results are relevant and sufficiently consistent to demonstrate the association between chronotype and psychomotor performance of the rotating workers.

CONCLUSION

Late chronotypes workers presented a greater mean of lapses of attention in all shifts of the schedule, while the E-type group increased the number of lapses of attention from morning to evening and night shift. Intermediate chronotypes oscillated less in the different variables related to psychomotor performance throughout the

rotation schedule, with lower values of reaction time and the number of attention lapses. Future research is needed to confirm these findings.

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

REFERENCE

1. Alterman T, Luckhaupt SE, Dahlhamer JM, Ward BW, Calvert GM (2013) Prevalence rates of work organization characteristics among workers in the U.S.: data from the 2010 National Health Interview Survey. *Am. J. Ind. Med.* 56: 647–59.
2. Barclay NL and Myachykov A (2017) Sustained wakefulness and visual attention: moderation by chronotype. *Exp Brain Res* 235:57–68.
3. Basner M, Dinges DF, Shea JA, Small DS, Zhu J, Norton L, Ecker AJ, Novak C, Bellini LM and Volpp KG (2017) Sleep and Alertness in Medical Interns and Residents: An Observational Study on the Role of Extended Shifts. *Sleep* 40(4).
4. Boivin DB and Boudreau P (2013) Circadian Adaptation to Night Shift Work Influences Sleep, Performance, Mood and the Autonomic Modulation of the Heart. *Plos One*, 8.
5. Brown R, Basheer R, McKenna JT, Strecker RE and Mccarley RW (2012) Control of sleep and wakefulness. *Physiol Rev* 92(3):1087–1187.
6. Buckley RJ, Helton WS, Innes CRH, Dalrymple-Alford JC and Jones RD (2016) Attention lapses and behavioural microsleeps during tracking, psychomotor vigilance, and dual tasks. *Consciousness and Cognition* 45:174–183;

7. Dall'Ora C, Ball J, Recio-Saucedo A, Griffiths, P. Characteristics of shift work and their impact on employee performance and wellbeing: A literature review. *Int. J. Nurs. Stud.* 57: 12–27.
8. Chinoy ED, Harris MP, Kim MJ, Wang W, Duffy JF (2016) Scheduled Evening Sleep and Enhanced Lighting Improve Adaptation to Night Shift Work in Older Adults. *Occup Environ Med* 73(12): 869–876.
9. Correa A, Molina E, Sanabria D. (2014) Effects of chronotype and time of day on the vigilance decrement during simulated driving. *Accid. Anal. Prev.* 67:113–118.
10. Deurveilher S, Bush JE, Rusak B, Eskes GA, Semba K (2015) Psychomotor Vigilance Task Performance During and Following Chronic Sleep Restriction in Rats. *Sleep* 38(4).
11. Dobson AJ (2010) *An Introduction to Generalized Linear Models*, Second Edition, Taylor & Francis, 240 p.
12. Erren TC, Lewis P (2018): Chronotype and beyond: 17 building blocks to reconcile and explore internal time architecture. *Chronobiology International*. <https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1549564>.
13. Facer-Childs ER, Boiling S and Balanos GM (2018) The effects of time of day and chronotype on cognitive and physical performance in healthy volunteers. *Sports Medicine - Open* 4:47.
14. Fekedulegna D, Burchfiel CM, Maa CC, Andrewa ME, Hartley TA, Charlesa LE, Gua JK and Violanti JM (2018) Fatigue and on-duty injury among police officers: The BCOPS study. *J Safety Res* 60: 43–51.
15. Ferguson SA, Kennaway DJ, Baker A, Lamond N, Dawson D (2012) Sleep and circadian rhythms in mining operators: Limited evidence of adaptation to night shifts. *Applied Ergonomics* 43.

16. Fernandes AS, Antonietti LS, Saba A, Faria AP, Esteves AM, Tufik S and Mello MT (2013) The Impact of Shift Work on Brazilian Train Drivers with Different Chronotypes: A Comparative Analysis through Objective and Subjective Criteria. *Med Princ Pract* 22:390–396.
17. Fisk AS, Tam SKE, Brown LA, Vyazovskiy VV, Bannerman DM, Peirson SN (2018) Light and Cognition: Roles for Circadian Rhythms, Sleep, and Arousal. *Frontiers in Neurology* 9 (56).
18. Heyward, V. & Stolarczyk, L (2000) *Avaliação da Composição Corporal Aplicada*. Editora Manole.
19. Hittle BM and Gillespie GL (2018) Identifying shift worker chronotype: implications for health. *Industrial Health* 56:512–523.
20. Hulsege G, Loeff B, Van Kerkhof VW, Roenneberg T, Van der Beek AJ, Proper KI (2018) Shift work, sleep disturbances and social jetlag in healthcare workers. *Journal of Sleep Research*. <https://doi.org/10.1111/jsr.12802>
21. IBGE. Pesquisa nacional de saúde (2013) Indicadores de saúde e mercado de Trabalho, Brasil e grandes regiões. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento 66. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv97329.pdf>
22. James SM, Honn KA, Gaddameedhi S and Van Dongen HPA (2017) Shift Work: Disrupted Circadian Rhythms and Sleep—Implications for Health and Well-being. *Curr Sleep Medicine Rep*. <https://doi:10.1007/s40675-017-0071-6>
23. Juda M, Vetter C, Roenneberg T (2013) Chronotype Modulates Sleep Duration, Sleep Quality, and Social Jet Lag in Shift-Workers. *J Biol Rhythms* 28: 141-151.
24. Kalmbach DA, Schneider LD, Cheung J, Bertrand SJ, Kariharan T, Pack AI, Gehrman PR (2017) Genetic Basis of Chronotype in Humans: Insights From three Landmark GWAS. *Sleep* 40(2).

25. Kecklund G and Axelsson J (2016) Health consequences of shift work and insufficient sleep. *BMJ*, 1-13. <https://doi.org/10.1136/bmj.i5210> 355:i5210
26. Kunst JR, Løset GK, Hosøy D, Bjorvatn B, Moen BE, Magerøy N & Pallesen S (2015) The Relationship Between Shift Work Schedules and Spillover in a Sample of Nurses. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 20 (1): 139-147.
27. Lohman TG, Roche AF, Martorell R (1988) *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Human Kinetics Books, Champaign, IL.
28. Magee M, Sletten TL, Ferguson SA, Grunstein RR, Anderson C, Kennaway DJ, Lockley SW, Rajaratnam SMW (2016) Associations between number of consecutive night shifts and impairment of neurobehavioral performance during a subsequent simulated night shift. *Scand. J. Work Environ. Health* 42: 217–227.
29. Marek T, Fafrowicz M, Golonka K, Mojsa-Kaja J, Oginska H, Tucholska K, Urbanik A, Beldzik E and Domagalik A (2010) Diurnal patterns of activity of the orienting and executive attention neuronal networks in subjects performing a stroop-like task: a functional magnetic resonance imaging study. *Chronobiology International*, 27(5): 945–958.
30. Marino M, Yi Li, Rueschman MN, Winkelman JW, Ellenbogen JM, Solet JM, Dulin H, Berkman LF, Buxton OM (2013) Measuring sleep: accuracy, sensitivity, and specificity of wrist actigraphy compared to polysomnography. *Sleep* 36:1747–1755.
31. Martin JL, Hakim AD (2011) Wrist actigraphy. *Chest* 139:1514–1527.
32. Martin JS, Laberge L, Sasseville A, Be ´rube M, Alain S, Houle J, He ´bert M (2015) Day and night shift schedules are associated with lower sleep quality in Evening-types. *Chronobiology International* 1-10. <https://doi.org/10.3109/07420528.2015.103342>
33. Basner M, Dinges DF (2011) Maximizing sensitivity of the psychomotor vigilance test (PVT) to sleep loss. *Sleep*. 34:581–91.

34. Narciso FV, Barela JA, Aguiar SA, Carvalho ANS, Tufik S, Mello MT (2016) Effects of shift work on the postural and psychomotor performance of night workers. *PLoS One* 11, e0151609 (2016).
35. Nováková M, Sládek M, Sumová A (2013) Human Chronotype Is Determined in Bodily Cells Under Real-Life Conditions. *Chronobiology International* 1-11.
36. Oriyama S, Miyakoshi Y (2018) The effects of nighttime napping on sleep, sleep inertia, and performance during simulated 16 h night work: a pilot study. *J. Occup. Health* 60:172–181.
37. Raven F, Van der Zee EA, Meerlo P, Havekes R. The role of sleep in regulating structural plasticity and synaptic strength: Implications for memory and cognitive function (2017) *Sleep Medicine Reviews* <https://doi:10.1016/j.smrv.2017.05.002>.
38. Reinke L, Ozbay Y, Dieperink W, Tulleken, J. E (2015) The effect of chronotype on sleepiness, fatigue, and psychomotor vigilance of ICU nurses during the night shift. *Intensive Care Med.* 41:657–666.
39. Rio-Bermudez CD, Piedra CD, Catena A, Buéla-Casal G, and Di Stasi LL (2014) Chronotype-dependent circadian rhythmicity of driving safety. *Chronobiology International* 31(4): 532–541.
40. Roenneberg T, Wirz-Justice A, ⚭ and Mrosovsky M (2003) Life between Clocks: Daily Temporal Patterns of Human Chronotypes. *JOURNAL OF BIOLOGICAL RHYTHMS*, 18(1): 80-90.
41. Sallinen M, Kecklund G (2018) Shift work, sleep, and sleepiness - differences between shift schedules and systems. *Scand J Work Environ Health* 36(2):121-133.
42. Schmidt C, Peigneux P, Leclercq Y, Sterpenich V, Vandewalle G, Phillips C, Berthomier P, Berthomier C, Tinguely G, Gais S, Schabus M, Desseilles M, Dang-Vu T, Salmon E, Degueldre C, Balteau E, Luxen A, Cajochen C, Maquet P, Collette F

(2012) Circadian Preference Modulates the Neural Substrate of Conflict Processing across the Day. *PLoS ONE* 7(1): e2965

43. Schwarz J, Axelsson J, Gerhardsson A, Tamm S, Fischer H, Kecklund G, Åkerstedt T (2018) Mood impairment is stronger in young than in older adults after sleep deprivation. *J Sleep Res.* e12801.

43. Short MA, Agostini A, Lushington K, Dorrian J (2015) A systematic review of the sleep, sleepiness, and performance implications of limited wake shift work schedules. *Scand. J. Work Environ. Health* 41:425–440.

44. Svetlana P, Postnov DD, Seneviratne M and Robinson PA and Marek T (2010). Effects of Rotation Interval on Sleepiness and Circadian Dynamics on Forward Rotating 3-Shift Systems. *J Biol Rhythms* 29:60.

45. Taillard J, Philip P, Claustat B, Capelli A, Coste O, Chaumet G and Sagaspe P (2011) Time Course of Neurobehavioral Alertness During Extended Wakefulness in Morning- and Evening-Type Healthy Sleepers. *Chronobiology International*, 28(6): 520–527.

46. Vedaaab Ø, Harrisc A, Bjorvatnde B, Waagede S, Sivertsenb B, Tuckerfg P & Pallesen S (2015) Systematic review of the relationship between quick returns in rotating shift work and health-related outcomes. *Ergonomics*. <https://doi:10.1080/00140139.2015.1052020>.

47. Vetter C, Fischer D, Matera JL, Roenneberg T (2015) Aligning work and circadian time in shift workers improves sleep and reduces circadian disruption. *Curr. Biol.* 25: 907–911.

48. Waage S, Harris A, Pallesen S, Saksvik IB, Moen BE, Bjorvatn B (2012) Subjective and objective sleepiness among oil rig workers during three different shift schedules. *Sleep Med.* 13: 64–72.

49. West AC, Smith L, Ray DW, Loudon ASI, Brown TM, Bechtold DA (2017) Misalignment with the external light environment drives metabolic and cardiac dysfunction. *Nat. Commun* 8: 417.

50. WHO. Obesity (2000) Preventing and managing the global epidemic. *World Health Organ. Tech. Rep. Ser.* 894:1–253

51. Ma Y, Wei F, Nie G, Zhang L, Qin J, Peng S, Xiong W, Zhang Z, Yang X, Peng X, Wang M, Zou Y (2017) Relationship between shift work schedule and self-reported sleep quality in Chinese employees. *Chronobiology International* <https://doi:10.1080/07420528.2017.1399902>.

52. Zhou Xiao-Hua; Obuchowski NA, McClish DK (2014) *Statistical Methods in Diagnostic Medicine*, John Wiley & Sons 592 p.

53. Zion N, Shochat T (2018): Cognitive functioning of female nurses during the night shift: The impact of age, clock time, time awake and subjective sleepiness, *Chronobiology International*. <https://doi:10.1080/07420528.2018.1497642>

REFERÊNCIAS

ÅKERSTEDT, T.; WRIGHT J. R. K. P. Sleep Loss and Fatigue in Shift Work and Shift Work Disorder. *Sleep Med Clin*, v. 4, n. 2, p. 257-271, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2009.03.001>
<https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2009.03.001>

ALTERMAN, T. [et al.] Prevalence rates of work organization characteristics among workers in the U.S.: data from the 2010 National Health Interview Survey. *Am. J. Ind. Med*, v. 56, p. 647-59, 2013. <https://doi.org/10.1002/ajim.22108>

ASADY, H. [et al.] Risk factors of fatal occupational accidents in Iran. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, v. 30, n. 29, 2018. <https://doi.org/10.1186/s40557-018-0241-0>

BACK, F. A [et al.] Sincronização não-fótica: o efeito do exercício físico aeróbio. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 13, p. 138-42, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922007000200014>

BALIEIRO, L.C.T. [et al.] Nutritional status and eating habits of bus drivers during the day and night. *Chronobiology International*, v. 1, p. 1-7, 2014.

BARBADORO, P. [et al.] Rotating Shift-Work as an Independent Risk Factor for Overweight Italian Workers: A Cross-Sectional Study. *Plos One*, v. 8, n. 5, 2013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063289>

BARCLAY, N. L.; MYACHYKOV, A. Sustained wakefulness and visual attention: moderation by chronotype. *Exp Brain Res*, v. 235, p. 57-68, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00221-016-4772-8>

BARON, K. G.; KATHRYN, J. R. Circadian Misalignment and Health. *Int Rev Psychiatry*, v. 26, n. 2, p. 139-154, 2014. <https://doi.org/10.3109/09540261.2014.911149>
<https://doi.org/10.3109/09540261.2014.911149>

BASNER, M.; DINGES, D. F. Maximizing sensitivity of the psychomotor vigilance test (PVT) to sleep loss. *Sleep*, v. 34, p. 581-91, 2011.
<https://doi.org/10.1093/sleep/34.5.581>

BASNER, M. [et al.] Sleep and Alertness in Medical Interns and Residents: An Observational Study on the Role of Extended Shifts. *Sleep*, v. 40, n. 4, 2017.
<https://doi.org/10.1093/sleep/zsx027>

BOUDREAU, P.; DUMONT, G. A.; BOIVIN, D. B. Circadian Adaptation to Night Shift Work Influences Sleep, Performance, Mood and the Autonomic Modulation of the Heart. *Plos One*, v. 8, 2013.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070813>

BRASIL. Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: obesidade. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. Brasília-DF, 2014, 212 p.

_____. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2017. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. Brasília-DF, 2018.

BROWN, R. [et al.] Control of sleep and wakefulness. *Physiol Rev*, v. 92, n. 3, p.1087-1187, 2012.
<https://doi.org/10.1152/physrev.00032.2011>

BUCKLEY, R. J. [et al.] Attention lapses and behavioural microsleeps during tracking, psychomotor vigilance, and dual tasks. *Consciousness and Cognition*, v. 45, p.174-183, 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.concog.2016.09.002>

CHINOY, E. D. [et al.] Scheduled evening sleep and enhanced lighting improve adaptation to night shift work in older adults. *Occup. Environ. Med*, v. 73, p. 869-876,

2016.

<https://doi.org/10.1136/oemed-2016-103712>

COOK, R. L. [et al.] Relationship between obesity and cognitive function in young women: the food, mood and mind study. *Journal of Obesity*, v. 2017, p. 1-11, 2017.

<https://doi.org/10.1155/2017/59238625923862>

<https://doi.org/10.1155/2017/5923862>

CORREA, A.; MOLINA, E.; SANABRIA, D. Effects of chronotype and time of day on the vigilance decrement during simulated driving. *Accid. Anal. Prev*, v. 67, p.113-118, 2014.

<https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.02.020>

COVASSIN, N.; SINGH, P.; SOMERS, V. K. Keeping Up With the Clock: Circadian Disruption and Obesity Risk. *Hypertension*, v. 68, p.1081-1090, 2016.

<https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.116.06588>

CRISPIM, C. A. [et al.] The influence of sleep and sleep loss upon food intake and metabolism. *Nutr. Res. Rev*, v. 20, p. 195-212, 2007.

<https://doi.org/10.1017/S0954422407810651>

DALL'ORA, C. [et al.] Characteristics of shift work and their impact on employee performance and wellbeing: A literature review. *Int. Journal Nursers*, v. 57, p.12-27. 2016.

<https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2016.01.007>

DEURVEILHER, S. [et al.] Psychomotor Vigilance Task Performance During and Following Chronic Sleep Restriction in Rats. *Sleep*, v. 38, n. 4, 2015.

<https://doi.org/10.5665/sleep.4562>

ERREN, T. C.; LEWIS, P. Chronotype and beyond: 17 building blocks to reconcile and explore internal time architecture. *Chronobiology International*, 2018.

<https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1549564>

<https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1549564>

ESQUIROL, Y. [et al.] Shift work and cardiovascular risk factors: New knowledge from the past decade. *Archives of Cardiovascular Disease*, v. 104, p. 636-668, 2011.
<https://doi.org/10.1016/j.acvd.2011.09.004>

FACER-CHILDS, E. R.; BOILING, S.; BALANOS, G. M. The effects of time of day and chronotype on cognitive and physical performance in healthy volunteers. *Sports Medicine*, v. 4, p. 4-47, 2018.
<https://doi.org/10.1186/s40798-018-0162-z>

FERGUSON, S. A. [et al.] Sleep and circadian rhythms in mining operators: Limited evidence of adaptation to night shifts. *Applied Ergonomics*, v. 43, 2012.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.11.003>

FISK, A. S [et al.] Light and Cognition: Roles for Circadian Rhythms, Sleep, and Arousal. *Frontiers in Neurology*, v. 9, n. 56, 2018.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00056>

FOLKARD, S.; LOMBARDI, D. A. Modeling the impact of the components of long work hours on injuries and "accidents". *Am. J. Ind. Med*, v. 49, p. 953-963, 2006.
<https://doi.org/10.1002/ajim.20307>

GARAULET, M.; GÓMEZ-ABELLÁN, C. Chronobiology and obesity. *Nutr. Hosp.*, v. 28, n. 5, p. 114-120, 2013.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5082-5>

GARAULET, M. [et al.] Fragmentation of daily rhythms associates with obesity and cardiorespiratory fitness in adolescents: The HELENA study. *Clinical Nutrition*, v. 36, p. 1558-1566, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.09.026>

GOLDBETER, A. Dissipative structures and biological rhythms. *Chaos*, v. 27, 2017.
<http://dx.doi.org/10.1063/1.4990783>
<https://doi.org/10.1063/1.4990783>

GONÇALVES, B. S. B. [et al.] A fresh look at the use of nonparametric analysis in actimetry. *Sleep Medicine*, v. 20, p. 84-91, 2015.
<https://doi.org/10.1016/j.smrv.2014.06.002>

GRUNDY, A. [et al.] Rotating shift work associated with obesity in men from northeastern Ontario. *Research, Policy and Practice*, v. 37, n. 8, 2017.
<https://doi.org/10.24095/hpcdp.37.8.02>

GUO, Y. [et al.] Shift Work and the Relationship with Metabolic Syndrome in Chinese Aged Workers. *Plos One*, 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120632>
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120632>

HÄGG, S.A.; TORÉN, K.; LINDBERG, E. Role of sleep disturbances in occupational accidents among women. *Scand J Work Environ Health*, v. 41, n. 4, p. 368-376, 2015.
<https://doi.org/10.5271/sjweh.3495>
<https://doi.org/10.5271/sjweh.3495>

HALKET, A. C. The Flowers of *Silene Saxifraga*, L.; an Inquiry into the Cause of their Day Closure and the Mechanism concerned in Effecting their Periodic Movements. *Annals of Botany*, v. XXV. n. CLXXV1I, January, 1931.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a090264>

HITTLE, B. M.; GILLESPIE, G. L. Identifying shift worker chronotype: implications for health. *Industrial Health*, v. 56, p. 512-523, 2018.
<https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0018>

HORNE, J. A.; OSTBERG O. O. Individual differences in human circadian rhythms. *Biological Psychology*, v. 5, p. 179-190, 1977.
[https://doi.org/10.1016/0301-0511\(77\)90001-1](https://doi.org/10.1016/0301-0511(77)90001-1)

HULSEGEE, G. [et al.] Shift work, sleep disturbances and social jetlag in healthcare workers. *Journal of Sleep Research*, 2018. <https://doi.org/10.1111/jsr.12802>
<https://doi.org/10.1111/jsr.12802>

HUSSE, J.; EICHELE, G.; OSTER, H. Synchronization of the mammalian circadian timing system: Light can control peripheral clocks independently of the SCN clock. Prospects & Overviews, 2015. <https://doi.org/10.1002/bies.201500026>
<https://doi.org/10.1002/bies.201500026>

IBGE. Pesquisa nacional de saúde, 2013, indicadores de saúde e mercado de Trabalho, Brasil e grandes regiões. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro-RJ, 2016. 66 p.
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv97329.pdf>

JAGANNATH, A. [et al.] The genetics of circadian rhythms, sleep and health. Human Molecular Genetics, v. 26, n. 2, 128-138, 2017. <https://doi.org/10.1093/hmg/ddx240>
<https://doi.org/10.1093/hmg/ddx240>

JAMES, S. M [et al.] Shift work: disrupted circadian rhythms and sleep-implications for health and well-being. Curr. Sleep Med. Rep, v. 3, n. 2, p. 104-112, 2017. <https://doi.org/10.1007/s40675-017-0071-6>
<https://doi.org/10.1007/s40675-017-0071-6>

JIANG, C. [et al.] Diurnal Variations in Neural Activity of Healthy Human Brain Decoded with Resting-State Blood Oxygen Level Dependent fMRI. Frontiers in Human Neuroscience, v. 10, 2016.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00634>

JUDA, M.; VETTER, C.; ROENNEBERG, T. Chronotype Modulates Sleep Duration, Sleep Quality, and Social Jet Lag in Shift-Workers. Journal of Biological Rhythms, v. 28, p.141-151, 2013.
<https://doi.org/10.1177/0748730412475042>

KALMBACH, D. A. [et al.] Genetic Basis of Chronotype in Humans: Insights From Three Landmark GWAS. Sleep, v. 40, n. 2, 2017.
<https://doi.org/10.1093/sleep/zsw048>

KANTERMANN, T. [et al.] The direction of shift-work rotation impacts metabolic risk independent of chronotype and social jetlag--an exploratory pilot study.

Chronobiology International, v. 31, p.1139-1145, 2014.
<https://doi.org/10.3109/07420528.2014.957295>

_____. [et al.] Shift-work research: Where do we stand, where should we go? Sleep and Biological Rhythms, v. 8, p. 95-105, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8425.2010.00432>
<https://doi.org/10.1111/j.1479-8425.2010.00432.x>

KAREN, L. G.; MARTIN, E. Y. Metabolism as an Integral Cog in the Mammalian Circadian Clockwork. Rev Biochem. Mol. Biol, v. 48, n. 4, 2013.
<https://doi.org/10.3109/10409238.2013.786672>
<https://doi.org/10.3109/10409238.2013.786672>

KECKLUND, G.; AXELSSON, J. 2016. Health consequences of shift work and insufficient sleep. BMJ, p. 1-13, 2016. <https://doi.org/10.1136/bmj.i5210>
<https://doi.org/10.1136/bmj.i5210>

KEITH [et al.] Attenuates performance and mood disruptions during simulated night shift work. Drug Alcohol Depend, v. 178, p. 534-543, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2017.04.036>

KNAUTH, P. Designing better shift systems. Appl. Ergon., v. 27, p. 39-44, 1996.
[https://doi.org/10.1016/0003-6870\(95\)00044-5](https://doi.org/10.1016/0003-6870(95)00044-5)

KUNST, J. R [et al.] The Relationship Between Shift Work Schedules and Spillover in a Sample of Nurses. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, v. 20, n. 1, p.139-147, 2015.
<https://doi.org/10.1080/10803548.2014.11077030>

LACK, L. [et al.] Chronotype differences in circadian rhythms of temperature, melatonin, and sleepiness as measured in a modified constant routine protocol. Nature and Science of Sleep, v. 1, p. 1-8, 2009.
<https://doi.org/10.2147/NSS.S6234>

LARA, T.; MADRID J. A.; CORREA, A. The vigilance decrement in executive function is attenuated when individual chronotypes perform at their optimal time of day. *Plos One*, v. 9, 2014.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088820>

LEGATES, T. A; FERNANDEZ, D. C.; HATTAR, S. Light as a central modulator of circadian rhythms, sleep and affect. *Nat Rev Neuroscience*, v. 15, n. 7, p. 443-454, 2014.
<https://doi.org/10.1038/nrn3743>

LUIK, A. I. [et al.] Stability and fragmentation of the activity rhythm across the sleep-wake cycle: the importance of age, lifestyle, and mental health. *Chronobiology International*, v. 30, p. 1223-1230, 2013.
<https://doi.org/10.3109/07420528.2013.813528>

MA, Y [et al.] Relationship between shift work schedule and self-reported sleep quality in Chinese employees, *Chronobiology International*, 2017.
<https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1399902>

MACAGNAN, J. [et al.] Impact of Nightshift Work on Overweight and Abdominal Obesity Among Workers of a Poultry Processing Plant in Southern Brazil. *Chronobiology International*, v. 29, n. 3, p. 336-343, 2012.
<https://doi.org/10.3109/07420528.2011.653851>

MAREK, T. [et al.] Diurnal patterns of activity of the orienting and executive attention neuronal networks in subjects performing a stroop-like task: a functional magnetic resonance imaging study. *Chronobiology International*, v. 27, n. 5, p. 945-958, 2010.
<https://doi.org/10.3109/07420528.2010.489400>

MARTIN, J. S. [et al.]. Day and night shift schedules are associated with lower sleep quality in Evening-types. *Chronobiology International*, p. 1-10, 2015.
<https://doi.org/10.3109/07420528.2015.103342>

MARTINEZ, D.; LENZ, M.C.S.; MENNA-BARRETO, L. Diagnóstico dos transtornos do sono relacionados ao ritmo circadiano. *Journal Bras Pneumol*, v. 34, n. 3, p.173-

80, 2008.
<https://doi.org/10.1590/S1806-37132008000300008>

McHILL, A. W. [et al.] Impact of circadian misalignment on energy metabolism during simulated nightshift work. PNAS, 2014. <https://doi.org/10.1073/pnas.1412021111>
<https://doi.org/10.1073/pnas.1412021111>

MENNA-BARRETO; MARQUES, N. O. tempo dentro da vida, além da vida dentro do tempo. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 54, n. 2, out. 2002. p.

_____. O. Human chronobiology. Annual Review of Biomedical Sciences, 1999. 1: 103-132.

MENNA-BARRETO, L.; WEY, D. Ontogênese do sistema de temporização - a construção e as reformas dos ritmos biológicos ao longo da vida humana. Psicologia USP, 18(2), 133-153, 2007.
<https://doi.org/10.1590/S0103-65642007000200008>

MINORS, D. S.; WATERHOUSE, J. M. Endogenous and exogenous components of circadian rhythms when living on a 21-hour day. International Journal of Chronobiology, London, v. 8, n. 1, p. 31-48, 1981.

NARCISO, F. V. [et al.] Effects of shift work on the postural and psychomotor performance of night workers. Plos One, 11, e0151609, 2016.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151609>

NGUYEN, J. K; WRIGHT, J. R. P. Influence of weeks of circadian misalignment on leptin levels. Nature and Science of Sleep, v. 2, p. 9-18, 2010.
<https://doi.org/10.2147/NSS.S7624>

NOVÁKOVÁ, M.; SLÁDEK, M.; SUMOVÁ, A. 2013. Human Chronotype Is Determined in Bodily Cells Under Real-Life Conditions. Chronobiology International, p.1-11, 2013.
<https://doi.org/10.3109/07420528.2012.754455>

ORIYAMA, S.; MIYAKOSHI, Y. The effects of nighttime napping on sleep, sleep inertia, and performance during simulated 16 h night work: a pilot study. *J. Occup. Health*, v. 60, p. 172-181, 2018.

<https://doi.org/10.1539/joh.17-0070-OA>

PANA, S. [et al.] Rotating night shift work and risk of type 2 diabetes: two prospective cohort studies in women. *Plos One*, v. 8, 2011.

<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001141>

PARTCH, C. L.; GREEN, C. B.; TAKAHASHI, J. S. Molecular architecture of the mammalian circadian clock. *Trends Cell Biol*, v. 24, p. 90-99, 2014.

<https://doi.org/10.1016/j.tcb.2013.07.002>

PEEVER, J.; FULLER, P. M. The Biology of REM Sleep. *Current Biology*, v. 27, n. 20, p.1237-1248, 2017.

<https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.10.026>

PEREIRA, D.; TUFIK, S.; PEDRAZZOLI, M. Time keeping molecules: implications for circadian phenotypes. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 6371, 2009.

<https://doi.org/10.1590/S1516-44462009000100015>

POSNER, M. I; ROTHBART, M. K; VOELKER, P. Developing Brain Networks of Attention. *Curr Opin Pediatr*, v. 28, n. 6, p. 720-724, 2016.

<https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000413>

<https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000413>

PROPER, K. I. [et al.] The Relationship Between Shift Work and Metabolic Risk Factors A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Am J Prev Med*, 2016.

RAHMANI, A. [et al.] Descriptive Study of Occupational Accidents and their Causes among Electricity Distribution Company Workers at an Eight-year Period in Iran. *Safety and Health at Work*, v. 4, p. 160-165, 2013.

<https://doi.org/10.1016/j.shaw.2013.07.005>

RAJARATNAM. Sleep Disorders, Health, and Safety in Police Officers. JAMA, v. 306, n. 23, p. 2567-2578, 2011.
<https://doi.org/10.1001/jama.2011.1851>

RAVEN [et al.] The role of sleep in regulating structural plasticity and synaptic strength: Implications for memory and cognitive function. Sleep Medicine Reviews, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.smr.2017.05.002>

REINKE, L. [et al.] The effect of chronotype on sleepiness, fatigue, and psychomotor vigilance of ICU nurses during the night shift. Intensive Care Med, v. 41, p. 657-666, 2015.
<https://doi.org/10.1007/s00134-015-3667-7>

REITER, R. J. [et al.] Obesity and metabolic syndrome: Association with chronodisruption, sleep deprivation, and melatonin suppression. Annals of Medicine, v. 44, p. 564-577, 2012.
<https://doi.org/10.3109/07853890.2011.586365>

RIO-BERMUDEZ, C. D. [et al.] Chronotype-dependent circadian rhythmicity of driving safety. Chronobiology International, v. 31, n. 4, p. 532-541, 2014.
<https://doi.org/10.3109/07420528.2013.876427>

ROENNEBERG, T.; WIRZ-JUSTICE, A.; MERROW, M. Life between Clocks: Daily Temporal Patterns of Human Chronotypes. Journal of biological rhythms, v. 18, n. 1, p. 80-90, 2003.
<https://doi.org/10.1177/0748730402239679>

SALLINEN, M.; KECKLUND, G. Shift work, sleep, and sleepiness - differences between shift schedules and systems. Scand J Work Environ Health, v. 36, n. 2, p. 121-133, 2018.
<https://doi.org/10.5271/sjweh.2900>

SCHIMIDT, C. [et al.] Circadian Preference Modulates the Neural Substrate of Conflict Processing across the Day. *Plos One*, v. 7, n. 1, 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029658>

SCHWARZ, J. [et al.] Mood impairment is stronger in young than in older adults after sleep deprivation. *Journal Sleep Res*, 2018. <https://doi.org/10.1111/jsr.12801>

SHIFFER, D. [et al.] Effects of Clockwise and Counterclockwise Job Shift Work Rotation on Sleep and Work-Life Balance on Hospital Nurses. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, v. 15, 2018. <https://doi.org/10.3390/ijerph15092038>

SHORT [et al.] A systematic review of the sleep, sleepiness, and performance implications of limited wake shift work schedules. *Scand. J. Work Environ. Health*, v. 41, p. 425-440, 2015. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3509>

SIMÕES M. R. L.; MARQUES F. C.; ROCHA A. M. O trabalho em turnos alternados e seus efeitos no cotidiano do trabalhador no beneficiamento de grãos. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, v. 18, n. 6, 2010.

SKENE, D.J [et al.] Separation of circadian- and behavior-driven metabolite rhythms in humans provides a window on peripheral oscillators and metabolism. *PNAS*, v. 115, n. 30, p. 7825-7830, 2018. <https://doi.org/10.1073/pnas.1801183115>

SMAGULA, S. F. Opportunities for clinical applications of rest-activity rhythms in detecting and preventing mood disorders. *Curr Opin Psychiatry*, v. 29, n. 6, p. 389-396, 2016. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000283>

SUN, M. [et al.] Meta-analysis on shift work and risks of specific obesity types. *Obesity reviews*, 2017. <https://doi.org/10.1111/obr.12621>

SVETLANA, P. [et al.] Effects of Rotation Interval on Sleepiness and Circadian Dynamics on Forward Rotating 3-Shift Systems. *Journal Biological Rhythms*, p. 29-60, 2010.

<https://doi.org/10.1177/0748730413516837>

SZTRAMKO, S. E. [et al.] Health-related interventions among night shift workers: a critical review of the literature. *Scand J Work Environ Health*, v. 40, n. 6, p. 543-556, 2014.

<https://doi.org/10.5271/sjweh.3445>

<https://doi.org/10.5271/sjweh.3445>

TAHERI, S. L. L [et al.] Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoSOne*, v. 1, 2004.

<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0010062>

TAILLARD, J [et al.] Time Course of Neurobehavioral Alertness During Extended Wakefulness in Morning- and Evening-Type Healthy Sleepers. *Chronobiology International*, v. 28, n. 6, p. 520-527, 2011.

<https://doi.org/10.3109/07420528.2011.590623>

TSAI C. L; HUANG, T. H; TSAI, M. C. Neurocognitive performances of visuospatial attention and the correlations with metabolic and inflammatory biomarkers in adults with obesity. *Exp. Physiol*, n. 102, p.1683-1699, 2017.

<https://doi.org/10.1113/EP086624>

UNSWORTH, N.; ROBISON, M. K. Pupillary correlates of lapses of sustained attention. *Cogn Affect Behav Neurosci*, 2016. <https://doi.org/10.3758/s13415-016-0417-4>

<https://doi.org/10.3758/s13415-016-0417-4>

VAN DRONGELEN, A [et al.] The effects of shift work on body weight change – a systematic review of longitudinal studies. *Scand J Work Environ Health*, v. 37, n. 4, p. 263-275, 2011.

<https://doi.org/10.5271/sjweh.3143>

<https://doi.org/10.5271/sjweh.3143>

VAN SOMEREN, E. J. W [et al.] Circadian Rest-Activity Alzheimer' s Disease. Biol psychiatry, v. 40, p. 259-270, 1996.
[https://doi.org/10.1016/0006-3223\(95\)00370-3](https://doi.org/10.1016/0006-3223(95)00370-3)

VEDAAAB [et al.] Systematic review of the relationship between quick returns in rotating shift work and health-related outcomes. Ergonomics, 2015.
<https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1052020>
<https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1052020>

VETTER [et al.] Aligning work and circadian time in shift workers improves sleep and reduces circadian disruption. Current. Biology, v. 25, p. 907-911, 2015.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.01.064>

VYAZOVSKIY, V. V; DELOGU, A. NREM and REM Sleep: Complementary Roles in Recovery after Wakefulness. The Neuroscientist, p. 1-17, 2014.
<https://doi.org/10.1177/1073858413518152> published online 4 March 2014
<https://doi.org/10.1177/1073858413518152>

WAAGE, S [et al.] Subjective and objective sleepiness among oil rig workers during three different shift schedules. Sleep Medicine, v. 13, p. 64-72, 2012.
<https://doi.org/10.1016/j.sleep.2011.04.009>

WEBB, A. B; OATES, A. C. Timing by rhythms: Daily clocks and developmental rulers. Develop. Growth Differ, v. 58, p. 43-58, 2016. <https://doi.org/10.1111/dgd.12242>
<https://doi.org/10.1111/dgd.12242>

WEBER, F; DAN, Y. Circuit-based interrogation of sleep control. Nature, v. 538, n. 6, 2016.
<https://doi.org/10.1038/nature19773>

WEST, A. C [et al.] Misalignment with the external light environment drives metabolic and cardiac dysfunction. Nat. Commun, v. 8, n. 417, 2017.
<https://doi.org/10.1038/s41467-017-00462-2>

WHO. Obesity and overweight. World Health Organization, Geneva, 2006.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>

WICKWIRE, E. M [et al.] Shift Work and Shift Work Sleep Disorder: Clinical and Organizational Perspectives, CHEST, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2016.12.007>

YOON, J [et al.] Meal Time Shift Disturbs Circadian Rhythmicity along with Metabolic and Behavioral Alterations in Mice. Plos One, v. 7, n. 8, 2012.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044053>

ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA/MG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DA ALTERNÂNCIA DOS TURNOS DE TRABALHO SOBRE O CICLO VIGÍLIA-SONO, TEMPO DE REAÇÃO, HÁBITOS ALIMENTARES E PRESSÃO ARTERIAL EM TRABALHADORES EM TURNOS RODIZIANTES

Pesquisador: Cibele Aparecida Crispim

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 49689115.0.0000.5152

Instituição Proponente: Faculdade de Medicina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.372.148

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

UBERLÂNDIA, 16 de Dezembro de 2015

Assinado por:
Sandra Terezinha de Farias Furtado
(Coordenador)

ANEXO B - QUESTIONÁRIO DE CRONOTIPO DE MUNIQUE

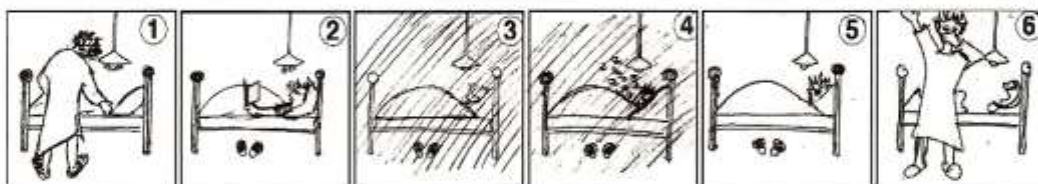
QUESTIONÁRIO DE CRONOTIPO DE MUNIQUE (MCTQ)

Responda todas as questões baseado no seu hábito de sono habitual. As respostas devem diferenciar os dias de trabalho dos dias livres, indicando o que ocorre na maioria dos dias e noites.

Você tem um horário regular de trabalho (também como dona(o) de casa, etc.)?

Sim ☐ Se responder "SIM": quantos dias por semana? 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

Não ☐



Use a escala das 24 horas, por exemplo, 23:00 em vez de 11:00!!!

Nos dias de trabalho (incluindo a noite anterior ao primeiro dia de trabalho)

Figura 1: Vou para a cama às _____ horas.

Figura 2: Algumas pessoas permanecem algum tempo acordadas depois de se deitar!

Figura 3: Às _____ horas, estou pronto para ir dormir.

Figura 4: Preciso de _____ minutos para adormecer.

Figura 5: Acordo às _____ horas.

Figura 6: Passados _____ minutos, levanto-me.

Você usa um despertador nos dias de trabalho? Sim ☐ Não ☐

Se responder "SIM", você acorda regularmente antes do alarme tocar? Sim ☐ Não ☐

Fora dos dias de trabalho (incluindo a noite anterior ao primeiro dia de descanso ou lazer)

Figura 1: Vou para a cama às _____ horas.

Figura 2: Algumas pessoas permanecem um tempo acordadas depois que vão se deitar!

Figura 3: Às _____ horas, estou pronto para ir dormir.

Figura 4: Preciso de _____ minutos para adormecer.

Figura 5: Acordo às _____ horas.

Figura 6: Passados _____ minutos acordo.

Os horários que mencionou acima são dependentes do despertador mesmo fora dos dias de trabalho? Sim ☐ Não ☐

Há uma razão pela qual você não possa escolher livremente os seus horários de sono fora dos dias de trabalho? Criança ou animal doméstico ☐ Hobbies ☐ Outro motivo ☐, por exemplo _____

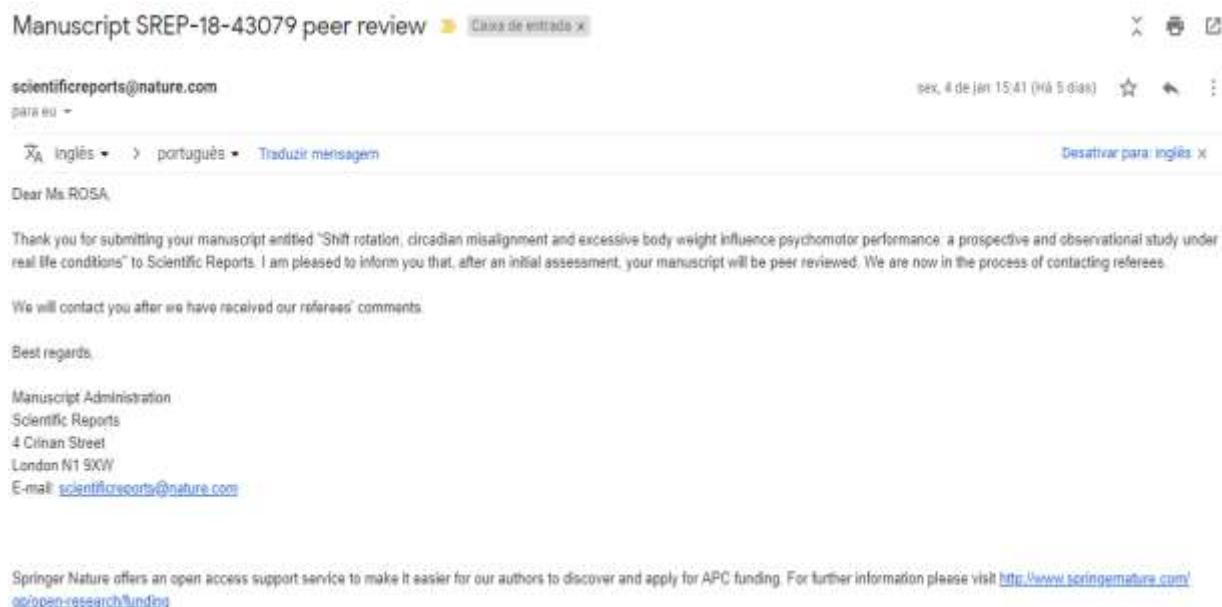
Luz

Em média, quanto tempo por dia você passa exposto à luz do dia (ao ar livre)?

Nos Dias de Trabalho _____ horas _____ minutos

Fora dos dias de trabalho _____ horas _____ minutos

ANEXO C – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO 01



APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada: “Efeitos da alternância dos turnos sobre o ciclo vigília/sono, tempo de reação, hábitos alimentares e pressão arterial em trabalhadores em turnos”, sob a responsabilidade da pesquisadora: Dayane Eusenía Rosa. Nesta pesquisa buscaremos identificar se o sono, atenção (vigília), hábitos alimentares e pressão arterial alteram durante o rodízio dos turnos. Para informação de todos, será realizada na empresa uma palestra. Caso haja interesse em participar, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) será obtido pela pesquisadora no momento da seleção os participantes.

Na participação você responderá a três questionários, sendo aplicados pelas pesquisadoras, em uma sala específica da empresa após a assinatura do TCLE, sendo que o preenchimento é feito apenas por você. Haverá um questionário sócio-econômico e de saúde, o qual consta de perguntas sobre: idade, sexo, estado civil, número de filhos, presença de alguma doença, uso de medicamentos, uso de substâncias para manter acordado ou para dormir, realização de atividade física, qual turno trabalha, quanto tempo trabalha no turno atual e a função desempenhada na empresa. Será perguntado ainda: qual o horário que você trabalha, dorme e acorda, a qualidade do seu sono, os alimentos que consome, se você fuma e se ingere bebida alcoólica. São informações importantes para que questões relacionadas a sua saúde seja analisada. Para que essa análise seja completa, você também será pesado e medido (altura e circunferência da cintura), sendo necessário a retirada do seu calçado. E durante os 13 dias utilizará um relógio de pulso que ajudará a monitorar seu sono e um aparelho chamado MAPA, avaliará sua pressão arterial.

O pesquisador firma o compromisso que em nenhum momento você será identificado, assim suas informações individuais não serão disponibilizadas para empresa nem mesmo ao publicar os resultados da pesquisa. Essa pesquisa não disponibiliza nenhuma retribuição financeira e todos os procedimentos realizados serão gratuitos. Os possíveis riscos consistem em: você poderá se sentir constrangimento (“vergonha”) durante a medição de peso, da circunferência da cintura, do preenchimento dos questionários e da utilização dos aparelhos como o relógio de pulso e o MAPA. Além disso, poderá sentir receio (“medo”) durante a coleta de sangue.

(Assinatura do participante da pesquisa)

No entanto, serão tomados todos os cuidados para se evitar qualquer ocorrência deste tipo. Já os possíveis benefícios serão uma orientação detalhada sobre o seu sono, seus hábitos alimentares, seus exames laboratoriais e sua pressão arterial. O TCLE consiste em duas páginas sendo assim, se concordar, assine- as.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você. Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com as pesquisadoras responsáveis:

Ass.

-
- Dayane Eusenia Rosa. Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia. Endereço: Avenida Pará, 1720- Bloco 2U, Sala 20, *Campus* Umuarama. Fone: 3218-2389 ou pelo (celular) 64 99850245.

Ass.

-
- Luisa Pereira Marot Furlan. Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia. Endereço: Avenida Pará, 1720- Bloco 2U, Sala 20, *Campus* Umuarama. Fone: 3218-2389 ou pelo (celular) 64 99590342.

Ass.

-
- Cibele Aparecida Crispim. Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia. Endereço: Avenida Pará, 1720- Bloco 2U, Sala 20, *Campus* Umuarama. Fone: 3218-2389 ou pelo (celular) 34 91631299.
 - Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco J, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: 34-32394131.

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa

Catalão, ____ de _____ de 201__._

APÊNDICE B - INFORMAÇÕES SOCIODEMOGRÁFICAS E CLÍNICAS:

Código: ____ Data da coleta: ____/____/____

A. Qual sua data de nascimento?

____/____/____

B. Como você vive?

() 1- Vive sozinho; () 2- Vive com companheiro; () 3 – Vive com familiares; () 4 – Vive com outras pessoas.

C. Seu estado civil é:

1.() solteiro; 2. () casado; 3.()viúvo; 4.()divorciado;5. ()separado ou desquitado; 6.()outros.

D. Alguma criança (menor de 12 anos) mora com você? (pode ser filho ou não)

1. () sim; 2. () não

Você tem filhos:

1. () sim; 2. () não

E. Você estudou até que ano (série)?

1. () Primário incompleto;
2. () Ensino Fundamental completo (até a 8 série);
3. () Ensino Médio incompleto (não terminou o 3 ano do colegial)
4. () Ensino Médio completo (terminou o 3 ano do colegial)
5. ()Faculdade incompleta
6. ()Faculdade completa
7. () Pós- graduação incompleta
8. () Pós- graduação completa

ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A. Qual sua ocupação/ cargo?

1. () operador A; 2. () operador B; 3. () Operador C; 4. () outros.

B. Você trabalha em turnos rodoziantes (roda turnos) a quanto tempo?

1. () 1 a 5 anos; 2. () entre 5 e 10 anos; 3.() entre 15 e 20 anos; 4. () acima de 20 anos.

C. Você possui outro Trabalho:

1. () sim; 2. () não

Se sim, em qual turno de Trabalho:

1. () manhã; 2. () tarde; 3. () noite; 4. () Rodíziantes

D. Durante a semana você trabalha quantas horas?

(calcular horas extras e outro emprego se houver)_____

INFORMAÇÕES CLÍNICAS:

A. Apresenta ou já apresentou alguma(s) dessa(s) doença(s):

() 1 - hipertensão arterial (pressão alta);

() 2 – diabetes;

() 3- doenças cardíacas (do coração);

() 4 – doenças pulmonares crônicas (asma, bronquite, enfisema)

() 5 – tumores ou câncer

() 6 – depressão

() 7 – doenças dos ossos e das juntas (articulações)

() 8 – outras: _____

B. Sentiu os seguintes sintomas na última semana:

() 1 – dor

() 2 – falta de ar

() 3 – palpitação (batedeira)

() 4 – insônia

() 5 – tristeza

() 6 - ansiedade

() 7 – tonturas

() 8 – fadiga (cansaço)

() 9 – falta de apetite

() 10 – outras: _____

C. Você utiliza algum medicamento?

1. () sim; 2. () não

Se _____ sim, _____ qual
(ais)? _____

D. Você realiza alguma atividade física?

1. () sim; 2. () não

Se sim, com que frequência?

1.() raramente; 2. () 1- 3x por semana; 3.() após o plantão; 4.() diariamente

E. Faz uso de café?

1.() sim; 2.() não

F. Você é fumante?:

1. () sim; 2. () não

G. Você faz uso de bebidas alcoólicas?

1.() sim; 2. () não;

Se sim, com que frequência?

Avaliação Antropométrica

Peso: _____ Estatura: _____

IMC: _____ CA: _____