

Valdênio Martins Brant

Trabalhadores em turno de rotação inversa rápida:
Avaliação de Fadiga e Desempenho de Mineradores nos Diferentes Horários de
Entrada e Saída de Turno

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG
2021

Valdênio Martins Brant

Trabalhadores em turno de rotação inversa rápida:

Avaliação de Fadiga e Desempenho de Mineradores nos Diferentes Horários de
Entrada e Saída de Turno

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciências do Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Marco Túlio de Mello

Coorientadora: Profa. Dr^a. Fernanda Veruska Narciso.

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

B821t
2021 Brant, Valdênio Martins
Trabalhadores em turno de rotação inversa rápida: avaliação de fadiga e desempenho de mineradores nos diferentes horários de entrada e saída de turno. [manuscrito] / Valdênio Martins Brant - 2021.
79 f., enc.: il.

Orientador: Marco Túlio de Mello

Coorientadora: Fernanda Veruska Narciso

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 54-65

1. Fadiga - Teses. 2. Sono - Teses. 3. Sistema de turnos de trabalho - Teses. 4. Saúde e trabalho - Teses. I. Mello, Marco Túlio de. II. Narciso, Fernanda Veruska. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 613:331

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sheila M. Teixeira, CRB 6: nº 2106, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

FOLHA DE APROVAÇÃO



ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Valdênio Martins Brant

Às 14:00 horas do dia 23 de fevereiro de 2021, reuniu-se por videoconferência a Comissão Examinadora de Dissertação, indicada pelo Colegiado do Programa para julgar, em exame final, o trabalho intitulado “TRABALHADORES EM TURNO DE ROTAÇÃO INVERSA RÁPIDA: INVESTIGAÇÃO DA EXISTÊNCIA DE RISCO AUMENTADO DE ACIDENTES NOS DIFERENTES TURNOS.”. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Dr. Marco Tulio de Mello (UFMG), orientador, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra para o candidato, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado. Foram atribuídas as seguintes indicações:

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA	Aprovado	Reprovado
Prof. Dr. Marco Tulio de Mello – UFMG	X	
Profa. Dra. Fabiane Ribeiro Ferreira - UFMG	X	
Profa. Dra. Cibele Aparecida Crispim - UFU	X	

Após as indicações o candidato foi considerado: **Aprovado!**

O resultado foi comunicado publicamente para o candidato pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 23 de fevereiro de 2021.

Prof. Dr. Marco Tulio de Mello (orientador) – UFMG

Profa. Dra. Fabiane Ribeiro Ferreira - UFMG

Profa. Dra. Cibele Aparecida Crispim - UFU

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos que, arriscando a própria liberdade, retornam à caverna para libertar seus semelhantes.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a minha esposa **Vangerlaine Pereira dos Santos** por me apoiar incondicionalmente durante todos os meus estudos.

Agradeço ao meu orientador e professor **Dr. Marco Túlio de Mello**, por me incentivar a buscar o conhecimento, me aceitar como membro do **Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE)**, acreditando em mim como aluno, estudante e principalmente como pessoa.

À professora **Dra. Andrea Maculano Esteves**, pelas considerações, correções e sugestões durante a escrita deste trabalho.

À professora **Dra. Flávia Rodrigues**, pela ajuda nos momentos mais complexos da escrita.

Ao **CEPE** pela receptividade, apoio e aprendizado, em especial a Profa. **Dra. Andressa Silva**, coordenadora geral, e aos colegas **Adriana Souza Amaral**, **Gilberto Tadeu Silva Cavalcante** e **Renato de Carvalho Guerreiro** que foram a melhor equipe de pesquisa durante todo o estudo.

Aos **voluntários**, que ao participar, cederam seu tempo e informações acreditando na ciência.

À **Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional**, principalmente ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte** representado pelo seu corpo docente.

Ao **Centro Multidisciplinar em Sonolência e Acidentes (CEMSA)**, à **Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE/UFMG)**, ao **Instituto de Tecnologia VALE (ITV)**, à **VALE S.A.**, ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, à **Coordenadoria de Apoio ao Pessoal de Nível Superior (CAPES)** e à **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)**.

À **Equipe de Saúde Ocupacional das Minas de Conceição e Periquito**, especialmente à Fisioterapeuta **Tônia Chaves Andrade**, que foi a gestora técnica deste projeto, junto a empresa.

Em especial, à professora **Dra. Fernanda Veruska Narciso**, por aceitar coorientar minhas atividades desde a minha entrada no CEPE e também neste trabalho.

Resumo

O presente estudo teve como objetivo investigar os parâmetros Efetividade, Cognição, Lapsos de Atenção, Tempo para Reação, Tempo Total de Sono, Débito de Sono e Tempo Acordado em diferentes turnos de trabalho de rotação inversa rápida. Participaram como voluntários deste estudo 43 trabalhadores de mineração, com idade média de $40,9 \pm 7,0$ anos, que cumpriam a escala de rotação inversa rápida 4x1. Usamos para a coleta de dados os questionários MEQ, PSQI, BAECKE, além de Actigrafia, Diário de Atividade-Repouso e do *Fatigue Avoidance Scheduling Tool (FAST)* como principal instrumento. Foi realizada uma análise descritiva dos dados, e as comparações entre os horários de análise foram realizadas por meio do teste de *Friedman* com múltiplas comparações em pares, corrigidas por 7 graus de liberdade. Foram avaliados através do *FAST* os parâmetros Efetividade, Cognição, Lapsos de Atenção, Tempo para Reação, Tempo Total de Sono, Débito de Sono e Horas acordado. A investigação apontou que existem diferenças nos parâmetros obtidos com o instrumento *FAST*: Efetividade {[$\chi^2(7) = 264,157$; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final}, Cognição {[$\chi^2(7) = 258,547$; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final}, Lapsos de Atenção {[$\chi^2(7) = 258,998$; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final}, Tempo para Reação {[$\chi^2(7) = 257,390$; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final}, Tempo Total de Sono {[$\chi^2(7) = 204,270$; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final}, Débito de Sono {[$\chi^2(7) = 269,783$; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final} e Tempo Acordado {[$\chi^2(7) = 248,755$; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final} em diferentes horários de trabalho de rotação inversa rápida. Podemos concluir que existem diferenças entre os horários de comparação dos parâmetros Efetividade, Cognição, Lapsos de Atenção, Tempo para Reação, Tempo Total de Sono, Débito de Sono e Tempo acordado, e que estas podem indicar risco aumentado para acidentes em momentos específicos da escala de rotação inversa rápida como o final da jornada da madrugada. Podemos concluir também que a jornada da madrugada apresentou os valores mais preocupantes, com maior possibilidade de indução a fadiga e diminuição de desempenho dos trabalhadores e conseqüentemente um risco maior a algum tipo de incidente ou acidente. Alertamos que existe a necessidade de identificar momentos que requerem maior atenção e, se necessário, efetivar algum tipo de intervenção que garanta a integridade e saúde do trabalhador.

Palavras-chave: Fadiga. Sono. Sistema de Turno de Trabalho. Acidentes. Saúde e trabalho.

Abstract

The present study aimed to investigate the parameters Effectiveness, Cognition, Attention Lapses, Reaction Time, Total Sleep Time, Sleep Debt and Awake Time in different shifts of fast counterclockwise rotation. Forty-three mining workers, with a mean age of 40.9 ± 7.0 years, who were on the 4x1 fast counterclockwise rotation scale, participated as volunteers in this study. We used MEQ, PSQI, BAECKE questionnaires for data collection, as well as Actigraphy, Activity-Sleep Diary and *Fatigue Avoidance Scheduling Tool (FAST)* as the main instrument. A descriptive analysis of the data was performed, and comparisons between the analysis schedules were made using the Friedman test with multiple comparisons in pairs, corrected by 7 grade of freedom. The parameters Effectiveness, Cognition, Attention Lapses, Reaction Time, Total Sleep Time, Sleep Debt and Waking Hours were evaluated through *FAST*. The investigation pointed out that there are differences in the parameters obtained with the *FAST* instrument: Effectiveness {[$\chi^2(7) = 264,157$; $p < 0,001$]/start-start; end-end; start-end}, Cognition {[$\chi^2(7) = 258,547$; $p < 0,001$]/start-start; end-end; start-end}, Attention Lapse {[$\chi^2(7) = 258,998$; $p < 0,001$]/start-start; end-end; start-end}, Reaction Time {[$\chi^2(7) = 257,390$; $p < 0,001$]/start-start; end-end; start-end}, Total Sleep Time {[$\chi^2(7) = 204,270$; $p < 0,001$]/start-start; end-end; start-end}, Sleep Debt {[$\chi^2(7) = 269,783$; $p < 0,001$]/start-start; end-end; start-end} and Awake Time {[$\chi^2(7) = 248,755$; $p < 0,001$]/start-start; end-end; start-end} in different fast counterclockwise rotation work schedules. We can conclude that there are differences between the times of comparison of the parameters Effectiveness, Cognition, Attention Lapses, Reaction Time, Total Sleep Time, Sleep Debt and Awake Time and that these may indicate increased risk for accidents at specific moments of the fast counterclockwise rotation scale, such as the end of the dawning shift. We can also conclude that the dawning shift presented the most worrying values, with a greater possibility of inducing fatigue and decreased performance of workers, and consequently a greater risk of some type of incident or accident. We warn that there is a need to identify moments that require more attention and, if necessary, to make some kind of intervention to ensure the integrity and health of the worker.

Keyword: Fatigue. Sleep. Shift work. Accidents. Worker's health.

Lista de Ilustrações

Figura 1. Diagrama de Blocos do Modelo <i>Sleep, Activity, Fatigue, and Task Effectiveness</i> TM - <i>SAFTE</i> TM	26
Figura 2. Janela da grade de programação do <i>Fatigue Avoidance Scheduling Tool-FAST</i> com inserção de jornada de rotação inversa rápida 4x1.....	27
Figura 3. Janela de configuração da função Auto-sono do <i>Fatigue Avoidance Scheduling Tool-FAST</i>	27
Figura 4. Janela da grade de programação do <i>Fatigue Avoidance Scheduling Tool-FAST</i> com inserção de jornada de rotação inversa rápida 4x1 e sono típico de trabalhador.....	28
Quadro 1. Horários de início de jornada para cada letra.....	30
Figura 5. Delineamento experimental.....	31
Figura 6. Janela do gráfico de resultado do programa <i>Fatigue Avoidance Scheduling Tool-FAST</i>	33
Figura 7. Janela do painel de controle do programa <i>Fatigue Avoidance Scheduling Tool-FAST</i>	35
Figura 8. Actígrafo Actiwatch Spectrum Plus®	37
Figura 9. Valores do <i>Fatigue Avoidance Scheduling Tool-FAST</i> pré e pós jornada de trabalho.....	41

Lista de tabelas

Tabela 1. Dados demográficos, corporais, do índice de Qualidade de Sono de Pittsburgh e índice de Atividade Física de Baecke.....	39
Tabela 2. Valores do <i>FAST</i> para Efetividade.....	40
Tabela 3. Valores do <i>FAST</i> para Cognição.....	41
Tabela 4. Valores do <i>FAST</i> para Lapsos de Atenção.....	43
Tabela 5. Valores do <i>FAST</i> para Tempo para Reação.....	44
Tabela 6. Valores do <i>FAST</i> para Tempo Total de Sono-TTS.....	44
Tabela 7. Valores do <i>FAST</i> para Débito de Sono.....	45
Tabela 8. Valores do <i>FAST</i> para Tempo Acordado.....	46

Lista de abreviaturas e siglas

24/7	24 horas por dia sete dias por semana
AASM	<i>American Academy of Sleep Medicine</i>
AVC	Acidente Vascular Cerebral
BAECKE	<i>Habitual Physical Activity Questionnaire</i>
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
DRC	Distúrbios de Ritmo Circadiano
EUA	Estados Unidos da América
FAST	<i>Fatigue Avoidance Scheduling Tool</i>
FRMS	<i>Fatigue Risk Management System</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC _{95%}	Intervalo de Confiança
IMC	Índice de Massa Corporal
MEQ	<i>Morningness-Eveningness Questionnaire</i>
Ms	Milissegundo
NSQ	Núcleo Supra quiasmático
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
Processo C	Processo Circadiano
Processo S	Processo Homeostático
PSQI	<i>Pittsburgh Sleep Quality Index</i>
PVT	<i>Psychomotor Vigilance Task</i>
RC	Ritmo Circadiano
SAFTE	<i>Sleep Activity Fatigue and Task Effectiveness</i>
SNC	Sistema Nervoso Central
SPM	<i>Sleep Performance Model</i>
SRS	<i>Sleep Research Society</i>
SWD	<i>Shift Work Disorder</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TTS	Tempo Total de Sono
TTT	Transtorno do Trabalho em Turnos
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
WRAIR	<i>Walter Reed Army Institute of Research</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Justificativa	16
1.2	Objetivos	17
1.2.1	Geral	17
1.2.2	Específicos	17
1.3	Hipóteses	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	Escalas de trabalho	18
2.2	Ritmos Biológicos e Trabalho por Turnos	20
2.3	Trabalho em turnos e Saúde	22
2.4	Gerenciamento de risco para Fadiga e Sistemas de Avaliação	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Amostra	28
3.2	Procedimentos	30
3.3	Instrumentos	32
3.3.1	Ficha De Identificação e Dados Biopsicossociais Individuais	32
3.3.2	<i>Fatigue Avoidance Schedule Tool-FAST</i>	32
3.3.3	<i>Pittsburgh Sleep Quality Index – PSQI</i>	35
3.3.4	<i>Morningness-Eveningness Questionnaire – MEQ</i>	36
3.3.5	<i>Habitual Physical Activity Questionnaire</i>	36
3.3.6	Actigrafia	36
3.3.7	Diário de Atividade-Repouso	37
3.4	Análise Estatística	38
4	RESULTADOS	39
5	DISCUSSÃO	47
6	CONCLUSÃO	51

6.1	Limitações do estudo e perspectivas futuras.....	52
	REFERÊNCIAS.....	54
	APÊNDICES.....	66
	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	66
	Ficha de Identificação e Dados Biopsicossociais	70
	Diário de Atividade-Repouso.....	72
	ANEXOS	73
	Pittsburgh Sleep Quality Index – PSQI.....	73
	Morningness-Eveningness Questionnaire – MEQ.....	75
	Habitual Physical Activity Questionnaire	77
	Carta de aceite COEP	78

1 INTRODUÇÃO

Os setores que acompanham as modernas tecnologias, como empresariais, comerciais e industriais, são altamente competitivos e comprometidos com a alta produção e lucratividade econômica. Além disso, os setores da saúde e segurança, como hospitais, empresas e instituições, precisam oferecer atendimento ininterrupto (ALTERMAN *et al.*, 2013). Diante disso, tais setores necessitam de jornadas de trabalho adequadas e disponibilizam seus serviços à população como alimentação, segurança, saúde e transportes, de forma contínua, inclusive durante a madrugada, em dias e horários diferenciados do habitual, o que inclui a necessidade de recrutamento de trabalhadores para os finais de semana e feriados (WONG *et al.*, 2019).

Devido ao avanço econômico, social e tecnológico, o número de trabalhadores em turnos rotativos tem crescido expressivamente no Brasil e no mundo, cujo aumento ocorre por questões pessoais, familiares e, principalmente, pela remuneração diferenciada (ROSEKIND, 2005). Jornadas de trabalho rotativo são frequentemente associadas ao desalinhamento entre os horários biológicos e sociais de dormir e despertar, podendo acarretar o *jetlag* social ao trabalhador (KHAN *et al.*, 2018; WITTMANN *et al.*, 2006). Desse modo, enquanto o ritmo circadiano tenta se manter sincronizado com o ciclo claro-escuro, os horários de sono e vigília impostos pela jornada de trabalho se alteram no trabalhador (ÅKERSTEDT, 2003; FOLKARD, 2008). A adaptação a estes horários rotativos ou abruptamente alterados é limitada pela inércia do sistema circadiano (GOLOMBEK e ROSENSTEIN, 2010). Dessa forma, o trabalhador pode dispor de tempo de sono menor que suas necessidades psicofisiológicas para recuperação, o que acarreta uma condição de restrição de sono (ADAMS *et al.*, 2017; LANG *et al.*, 2018).

Outra consequência do trabalho em turnos é a alteração da composição corporal por mudanças alimentares (CRISPIM *et al.*, 2009), disfunções metabólicas (TUCKER *et al.*, 2012) resultantes, por exemplo, das mudanças no Índice de Massa Corporal (IMC) (ANTUNES *et al.*, 2010; VAN AMELSVOORT *et al.*, 1999). A relação entre a composição corporal e desempenho é investigada em diversas populações

(ALVERO CRUZ *et al.*, 2019; KAKEBEEKE *et al.*, 2017; VARDAR *et al.*, 2007), ainda sem consenso sobre os prejuízos da composição corporal no desempenho.

Uma declaração de consenso conjunto da Academia Americana de Medicina do Sono e da Sociedade de Pesquisa do Sono sugere que adultos devem dormir por 7h ou mais por noite regularmente para que ocorra a manutenção da saúde geral (AASM e SRS, 2015), o que frequentemente não é respeitado pelo trabalhador em turnos, devido à priorização das atividades laborais e sociais em detrimento das horas de sono. A associação entre trabalho em turnos e a presença de alterações fisiológicas e psicológicas como, por exemplo, os distúrbios metabólicos, o alto risco de desenvolver câncer, elevado IMC e a obesidade, assim como disfunções psicomotoras (GRANDNER *et al.*, 2010; TUCKER *et al.*, 2012) é bem descrita na literatura e menciona como prevenção e/ou intervenção a atividade física regular, que pode causar fadiga, mas também é indicada para melhorar o condicionamento físico e amenizar os efeitos da fadiga, numa relação ambígua (DE VRIES *et al.*, 2016). Como descrito por Gupta e colaboradores (2019), “o Transtorno do Trabalho em Turnos (*Shift Work Disorder - SWD*) pode se manifestar através de diversos sintomas” além dos supracitados, como sonolência diurna e insônia.

Um dos constructos mais complexos da avaliação de trabalhadores por turnos é a fadiga, que é definida como “um estado de cansaço após um período de esforço, mental ou físico, caracterizado por uma capacidade reduzida de trabalho e eficiência reduzida para responder a estímulos”, conforme o *Medical Subject Headings* (STASI *et al.*, 2003). A fadiga já foi também descrita por Frederic Bartlett como um termo para cobrir mudanças determináveis que podem ser atribuídas à atividade continuada. “A atividade pode deteriorar-se ou pode alterar seu caráter e mostrar efeitos colaterais indesejados” (EDHOLM e FLOYD, 1952). Em estudo de Williamson *et al.* (2011), a fadiga é descrita como um “construto hipotético que é inferido porque produz fenômenos mensuráveis, mas que não pode ser diretamente observável e objetivamente mensurável”. Os autores destacam ainda que a fadiga se relaciona a uma variedade de fatores que podem causar resultados relacionados com a segurança. Em outro estudo, de Lerman *et al.* (2012), os autores reforçam que a fadiga é uma condição de insegurança no ambiente de trabalho, sugerindo que sejam criados e implantados Sistemas de Gerenciamento de Risco de Fadiga (*Fatigue Risk Management System-FRMS*).

Como será exposto posteriormente, a fadiga é considerada como uma das consequências mais complexas de alterações de sono, por estar associada com a sua propensão (DURMER e DINGES, 2005) e por ser difícil de se definir conceitualmente (JONES *et al.*, 2005), estando presente em diversas situações do cotidiano. Entretanto, no local de trabalho pode ocasionar risco para acidentes e lesões (ÅKERSTEDT, 2003; LIN *et al.*, 2020). Dadas as complexidades dos diversos setores de trabalho, assim como a complexidade da fadiga, este campo de pesquisa emerge como um dos mais amplos e urgentes da atualidade (DARWENT *et al.*, 2015; KLING *et al.*, 2010; LIN *et al.*, 2020; UEHLI *et al.*, 2014). Para o gerenciamento de risco para fadiga, existem diversos FRMS que podem ser recordatórios, como o *Sleep Performance Model (SPM)* do *Walter Reed Army Institute of Research (WRAIR)* ou recordatórios e preditivos como o *Sleep, Activity, Fatigue, and Task Effectiveness (SAFTE™) Model* (HURSH, REDMOND, *et al.*, 2004). Este último serviu de base para desenvolvimento do *Fatigue Avoidance Scheduling Tool™ (FAST)* (HURSH, BALKIN, *et al.*, 2004) para pilotos militares e civis, que pode ser utilizado como preditor de fadiga e desempenho em diversas situações (HURSH e EDDY, 2005; MCCORMICK *et al.*, 2013).

O programa computacional *FAST* “prevê o desempenho cognitivo humano com base em 20 anos de pesquisa do sono e do ritmo circadiano” (HURSH, BALKIN, *et al.*, 2004). Com a probabilidade de inserção de dados de sono autorrelatados, dados de sono coletados por actigrafia e pela escala de trabalho, o *FAST* “incorpora ferramentas interpretativas para visualizar as mudanças de desempenho ao longo do tempo” (HURSH, BALKIN, *et al.*, 2004), permitindo visualizar o histórico, acompanhar em tempo real, além de realizar previsões sobre diversos parâmetros diretamente relacionados ao desempenho e a fadiga, que podem impactar na segurança e produtividade. Tais características tornam o programa computacional *FAST* uma ótima opção para avaliação de fadiga e desempenho de trabalhadores em turnos, fornecendo importantes informações para tomada de decisão de gestores ocupacionais.

Portanto, para avaliação de trabalhadores em turnos, deve ser considerada a duração da jornada, a direção da rotação e a velocidade de rotação (NEIL-SZTRAMKO *et al.*, 2014). Alguns estudos que comparam rotação rápida e lenta, bem como rotação direta e inversa, inferem que a rotação rápida e a rotação inversa podem

apresentar piores consequências para os trabalhadores (ASAOKA *et al.*, 2013; VAN AMELSVOORT *et al.*, 2004). Outro estudo, porém, não aponta resultados nesta direção (KANTERMANN *et al.*, 2014). No caso da rotação inversa rápida, quando apresenta, por exemplo, uma jornada de 6h com intervalos de 12h entre as jornadas e folga de 60h, percebe-se que os trabalhadores apresentam situação de desalinhamento circadiano constante, embora possuam a oportunidade de dormir em horário de maior propensão ao sono em 3 dos 4 dias de trabalho, além da folga, já que uma noite por jornada o horário de trabalho é de 00h até 06h. Apenas nesta jornada ocorre o impedimento da manutenção do sono noturno, que é essencial para recuperação e diminuição dos parâmetros de fadiga (KHAN *et al.*, 2018; LEGAULT *et al.*, 2017).

Uma escala que apresenta mudanças diárias nos horários de início e final de jornada não pode ser apenas avaliada de modo geral, mas a cada dia e a cada jornada de trabalho. Deste modo, podemos compreender as diferenças que cada jornada impõe ao trabalhador, além do efeito cumulativo da escala. A fadiga é resultante da manutenção da vigília e também da execução continuada de tarefas (FOLKARD e LOMBARDI, 2006), que em nosso estudo relacionamos a atividade laboral dos trabalhadores. Além disso, os processos Circadiano (C) e Homeostático (S) propostos por Borbély (1982) devem ser considerados durante a vigília e durante o trabalho para avaliarmos adequadamente a fadiga resultante. Ao considerarmos a possibilidade de utilização de programas computacionais como o *FAST* que é baseado no SAFTE™ para avaliação de parâmetros diversos de Fadiga e Desempenho em trabalhadores de jornadas complexas como da escala de rotação inversa rápida 4x1, podem ser avaliados cada dia de trabalho, cada jornada, comparar entre as jornadas e confrontar com a literatura existente.

1.1 Justificativa

Considerando-se que a fadiga e o desempenho estão relacionados com diversas situações de risco laboral (ENOKA e DUCHATEAU, 2016; LERMAN *et al.*, 2012) e também a literatura escassa sobre os efeitos cumulativos da fadiga resultantes da escala de trabalho rotativa inversa rápida 4x1, torna-se importante o uso de instrumentos que avaliem os horários de trabalho individualmente e identifique os horários-chave, instrumentos estes que possam ser utilizados no trabalho em

turnos, a fim de minimizar e prevenir acidentes de trabalho e de percurso (BAUERLE *et al.*, 2018; POWELL e COPPING, 2016).

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Comparar os parâmetros Efetividade, Cognição, Lapsos de Atenção, Tempo para Reação, Tempo Total de Sono, Débito de Sono e Tempo Acordado em trabalhadores do turno de rotação inversa rápida com diferentes horários de trabalho.

1.2.2 Específicos

- Comparar os parâmetros de desempenho Efetividade, Cognição, Lapsos de Atenção e Tempo para Reação nos horários de entrada e saída de turno em trabalhadores em turnos de rotação inversa rápida;
- Comparar os parâmetros de fadiga Tempo Total de Sono, Débito de Sono e Tempo Acordado nos horários de entrada e saída de turno em trabalhadores em turnos de rotação inversa rápida.

1.3 Hipóteses

H_0 = Não existem diferenças nos parâmetros Efetividade, Cognição, Lapsos de Atenção, Tempo para Reação, Tempo Total de Sono, Débito de Sono e Tempo Acordado entre os horários de entrada e saída de jornada dos trabalhadores em turnos de rotação inversa rápida.

H_1 = Existem diferenças nos parâmetros Efetividade, Cognição, Lapsos de Atenção, Tempo para Reação, Tempo Total de Sono, Débito de Sono e Tempo Acordado entre os horários de entrada e saída de jornada dos trabalhadores em turnos de rotação inversa rápida.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Escalas de trabalho

Os turnos de trabalho no Brasil foram definidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) (Decreto-lei nº5.452, de 1º de maio de 1943), a fim de orientar empregadores e empregados quanto à carga horária diária, semanal, mensal e anual, visando manter as proporções entre tempo de trabalho e tempo de folga do trabalhador (CARRION, 2006; MALLETT e FAVA, 2008), sendo apresentados da seguinte forma: o turno fixo (diurno e noturno) compreende dois diferentes turnos, o diurno - realizado em horários usuais durante a fase clara do dia, sequencialmente por 4 ou mais dias e entre horário de 05 h e 18 horas, e o noturno - realizado em horário não-usual, entre 22 h de um dia e 05 h do dia seguinte, apresentando jornada de trabalho diferenciada. Ambos são baseados em jornada de trabalho de 40-44 h semanais, com início e término da jornada podendo apresentar variações conforme a função ou o cargo ocupado e/ou convenção coletiva (FISCHER, 1980).

O turno rotativo (Rotação rápida ou lenta/Rotação direta ou inversa) é caracterizado pela alternância entre os horários de trabalho, podendo ocorrer a cada um, dois ou mais dias quando se caracterizar como de rotação rápida (ÅKERSTEDT, 2003). Quando o horário de trabalho se modifica semanalmente, ou a cada 15 dias ou mensalmente, a rotação é caracterizada como lenta. Importaneamente, a rotação direta acompanha a direção do relógio, sendo composta por turnos de trabalho que se alternam entre os turnos matutino, vespertino e noturno, seguindo essa sequência de início da rotatividade. Por outro lado, a rotação indireta é tida como contrária à rotação direta, portanto, os turnos geralmente se iniciam com alternância inversa em vespertino, matutino e noturno. Ambas se combinam com as rotações rápida e lenta de acordo com a modalidade de trabalho.

O turno irregular, por sua vez, apresenta variações de jornada desde o início até o término do horário, sem definição pré-estabelecida. Como exemplo, motoristas e demais profissionais autônomos geralmente se enquadram neste grupo, perfazendo jornadas de trabalho acima de 10 horas, em horários e turnos diferenciados e com pouco tempo para descanso entre as jornadas.

Segundo Moreno e colaboradores (2003), 10% da população ativa brasileira trabalha em turnos desde o ano de 2003. Recentes dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2018) revelaram que 7,5% das pessoas ocupadas no Brasil, em 2017, trabalhavam especificamente no turno noturno, embora não tenham sido apontados dados sobre trabalhadores em turnos rotativos.

Dentre os principais problemas da execução de atividades em horários diversos, destaca-se a imposição ao ser humano, gerando o conflito entre sua natureza diurna e um ritmo artificial de atividade e iluminação. Considerando-se que este conflito altera os ritmos circadianos (SALGADO-DELGADO *et al.*, 2010), afeta as funções neuronais e está fortemente relacionado com o surgimento de distúrbios neuronais (SAKSVIK, INGVILD B *et al.*, 2011), tal situação pode não ser bem tolerada pelo organismo de muitos indivíduos, o que aumenta o risco de desenvolvimento de inúmeras patologias (FOSTER e WULFF, 2005). Dentre elas, os distúrbios de sono e a inatividade física são considerados preditores de alterações de ordem psicofisiológica que são comuns em trabalhadores rotativos e com restrição de tempo diurno para lazer e descanso (KALMBACH *et al.*, 2018).

Em geral, trabalhadores exercem funções que requerem diversificadas demandas cognitivas, físicas e motoras (ÅKERSTEDT, 2003; BAUERLE *et al.*, 2018; DI MUZIO *et al.*, 2019; RIVERA *et al.*, 2020). Motoristas de veículos automotores, por exemplo, trabalham a maior parte do tempo sentados e requerem maior demanda do sistema visual e do sistema motor durante o trabalho, necessitando de prudência ou vigilância, além de menor tempo de resposta frente a situações adversas, a fim de minimizar o risco de acidentes envolvendo vítimas. De modo semelhante, os profissionais da área da saúde precisam de extrema atenção e cuidado para atender os pacientes a fim de evitar erros e acidentes ocupacionais que podem comprometer vidas. Estes trabalhadores, quando atuam em turnos noturnos ou rotativos, podem ter a atenção sustentada prejudicada em consequência do *jetlag* Social, cujo impacto fisiológico e psicológico é uma característica importante da vida moderna, resultando em implicações de longo alcance que são frequentemente negligenciadas (ROENNEBERG *et al.*, 2019; WITTMANN *et al.*, 2006).

Conforme mencionado anteriormente, a quantidade de trabalhadores que atuam em horários não usuais (noturno e em turnos) tende a crescer intensamente devido a real necessidade populacional, enquanto estudos sobre as consequências da fadiga em trabalhadores de turnos de rotação inversa rápida 4x1 ainda são incipientes. Como exposto por Roenneberg *et al.* (2019), o ser humano é regido principalmente por três mecanismos: “relógios sociais”, “relógios biológicos” e pelo ciclo claro-escuro. Trabalhadores de turnos rotativos frequentemente desalinham estes mecanismos em função da jornada, no qual este desalinhamento afeta cada indivíduo de forma específica.

2.2 Ritmos Biológicos e Trabalho por Turnos

Os ritmos biológicos humanos que possuem ciclos de aproximadamente 24h (JASPER *et al.*, 2010; ROENNEBERG *et al.*, 2019) são denominados Ritmos Circadianos (RC), que são sincronizados pelo Núcleo Supra quiasmático (NSQ), o marca-passo circadiano central do organismo, sendo constituído por neurônios com atividade elétrica e metabólica que ocorrem de maneira rítmica intrínseca (SILVER e SCHWARTZ, 2005), regulando a homeostase. Este sistema de temporização interna é sincronizado (arrastado) por fatores ambientais, por exemplo, a luz e temperatura (RUTTERS *et al.*, 2014). Em estudo recente, Gupta e colaboradores (2019) definiram o RC como:

Flutuações periódicas de funções e comportamentos biológicos, que evoluíram para se ajustar à rotação da Terra. Esses ritmos naturais têm uma duração de ciclo de cerca de 24 horas, com base no tempo endógeno e na sincronização com o ciclo claro-escuro.

Diante de uma situação de trabalho que ocorra em turnos rotativos, pode haver conflitos entre a preferência de horários do indivíduo para dormir ou acordar e os horários de trabalho (WITTMANN *et al.*, 2006). A discrepância entre horários circadianos e impostos pela jornada de trabalho em relação ao sono se dá porque o ritmo circadiano geralmente se mantém sincronizado com o ciclo claro-escuro, enquanto os horários impostos de sono e atividade se alteram (ÅKERSTEDT, 2003; FOLKARD, 2008). Nos trabalhadores de turnos rotativos, os horários de dormir e despertar se alteram frequentemente, de acordo com a jornada de trabalho, dificultando possíveis adaptações psicofisiológicas, uma vez que quando os relógios tentam se alinhar ocorrem novas mudanças de horários de dormir e despertar.

Identificar Distúrbios de Ritmo Circadiano (DRC) em trabalhadores em turnos exige avaliação do trabalhador, da escala de trabalho, e da relação entre estes. Na escala de rotação inversa rápida 4x1, o desalinhamento diário é de 6h em relação ao dia de trabalho anterior, mas o prejuízo psicofisiológico ainda não foi calculado adequadamente.

Sabe-se que o débito de sono, a vigília prolongada e o sedentarismo, associados aos turnos de trabalho, podem alterar algumas funções fisiológicas e neuromecânicas do corpo humano, e influenciar a aptidão física. Esta última está relacionada com uma boa saúde e é formada por componentes básicos, que podem ser influenciados pela prática habitual de atividades físicas e, quando desenvolvidos de forma adequada e mantidos em níveis saudáveis, possibilitam aos indivíduos uma melhora na saúde (NAHAS, 2009). Ter hábitos regulares de alimentação, exercícios físicos e sono ajudam a sincronizar o RC e, conforme Ahmad (2020), quando o padrão regular do RC é interrompido, pode levar a distúrbios do humor, déficits cognitivos e até estresse metabólico, pois todos os hormônios relacionados a estas funções estão interligados com o NSQ.

Como Golombek e Rosenstein (2010) apontaram há quase uma década, estudos sobre sincronização e arrastamento de fases não só levam a uma melhor compreensão do valor adaptativo do relógio circadiano, mas também a alternativas putativas para o tratamento de doenças incluindo, mas não se limitando, às doenças relacionadas com o ritmo circadiano. Além disso, Rijo-Ferreira e Takahashi (2019) recentemente disseram que "...o crescente corpo de evidências na pesquisa de ritmos circadianos de mamíferos está revelando uma ligação indiscutível entre os ritmos circadianos e a saúde humana". Van Dycke e colaboradores (2015) também buscam biomarcadores para DRC, mas em modelo animal. Conforme estes autores, a economia 24/7 apresenta crescimento e levará ao aumento do trabalho por turnos e, conseqüentemente, prejuízo à saúde dos trabalhadores em turnos, que estão em constante dessincronização de RC e susceptíveis à conseqüências negativas da saúde e, enquanto estão se engajando em práticas alinhadas com as estratégias atuais de controle da fadiga, mas não se engajam a recomendações de higiene do sono, pesquisas adicionais são necessárias (SHRIANE *et al.*, 2020), para aumentar este engajamento.

2.3 Trabalho em turnos e Saúde

Pesquisas associam o trabalho noturno à presença de doenças crônicas não transmissíveis, distúrbios metabólicos, alto risco de desenvolver câncer, elevado IMC e obesidade, além de disfunções psicomotoras (CRISPIM *et al.*, 2011; GRANDNER *et al.*, 2010; HANSEN e STEVENS, 2012; TUCKER *et al.*, 2012). Estas alterações no organismo do trabalhador podem ser justificadas por alguns fatores como o sedentarismo, alimentação inadequada e/ou em horários inapropriados, a inversão dos hábitos de vida, privação e/ou restrição de sono e, essencialmente devido à dessincronização do ritmo biológico (WIRTZ *et al.*, 2011; ZIMBERG *et al.*, 2012). Dentro deste contexto, compreende-se que os trabalhadores em turno rotativo são mais suscetíveis a desenvolver sintomas prejudiciais ao desempenho no trabalho e à saúde em geral, com efeitos físicos e comportamentais, uma vez que além da restrição de sono noturno, pode ocorrer o DRC. Em recente revisão, é exposto que:

As horas de trabalho fora do padrão estão provavelmente associadas a vários resultados crônicos. Há evidências de grau moderado ligando o trabalho por turnos ao câncer de mama e as longas horas de trabalho ao AVC. Há evidências de baixo grau que sugerem um risco aumentado de depressão, algumas formas de doenças cardiovasculares e complicações da gravidez com exposição a horas de trabalho não padrão (RIVERA *et al.*, 2020).

O trabalhador que atua em turnos, tanto em curto quanto longo prazo, pode apresentar sintomas de sonolência, fadiga (FRISWELL e WILLIAMSON, 2013; JAY *et al.*, 2008), redução do desempenho psicomotor (ÅKERSTEDT, 2007; KARHULA *et al.*, 2013), assim como tornar-se mais propenso a aumentados riscos de acidentes de caráter ocupacional e automobilístico (ÅKERSTEDT e WRIGHT, 2009; DE MELLO *et al.*, 2008). Portanto, esses trabalhadores necessitam de sono restaurador e estratégias de higiene de sono como sono âncora, para manutenção do alerta e bom desempenho nas atividades ocupacionais, conforme destacado no estudo de Epstein *et al.* (2019), onde são exploradas diversas condutas visando a diminuição da fadiga e dos distúrbios de sono relacionados ao trabalho em turnos.

Os aspectos cognitivos, principalmente o alerta e a atenção sustentada, apresentam interação com o sono, e suas alterações ou restrição estão relacionadas diretamente com a redução do desempenho psicomotor (VAN DONGEN e DINGES, 2005; WALKER, 2008). É importante ressaltar que esta alteração, causada principalmente pela jornada de trabalho, eleva a propensão ao sono diurno e aumenta

os lapsos de atenção, assim como reduz o tempo de reação a um estímulo (BELENKY *et al.*, 2003; DRAKE *et al.*, 2001) diminui a atenção sustentada, dentre outros transtornos cognitivos (UMEMURA *et al.*, 2018). Ao reconhecermos que o *jetlag* social tem como consequências a sonolência excessiva, fadiga crônica e oscilações no estado de alerta e vigiância (BONNET e ARAND, 1995), fica evidente que este é um fator-chave para acidentes de trabalho decorrentes de falha humana (AISBETT *et al.*, 2017; COSTA, 2010).

A restrição de sono é apontada na literatura como a redução do tempo total de sono (TTS), por demandas laborais, sociais e/ou educacionais. Diferentemente do *jetlag* social, um indivíduo em situação de sono normal pode apresentar o ponto médio de sono igual ou próximo do ponto médio de sono numa situação de restrição de início e final de sono, por exemplo. Conforme apontado por Jankowski (2017a) e Groß e Fritschi (2017) a restrição de sono deve ser considerada na análise do *jetlag* social de trabalhadores em turnos, bem como a extensão do sono em dias de folga. Conforme revisão de Åkerstedt (2003), efeitos agudos da restrição de sono durante jornada de trabalho podem se prolongar para os dias de folga. Outra revisão, de Alhola e Polo-Kantola (2007), conclui que os efeitos negativos da restrição de sono são sustentados pela literatura existente.

Van Dongen *et al.* (2003) avaliaram a atenção sustentada de indivíduos restritos de sono (4, 6 e 8 horas de sono) por 14 dias e em indivíduos privados de sono (72 horas), verificaram aumento significativo do número de lapsos de atenção. Além disso, o acúmulo de 14 dias de restrição de sono apresentou efeito semelhante à privação total de sono. Dessa forma, podemos nos reportar aos trabalhadores do turno noturno que são cronicamente afetados pela restrição diária de sono e pela privação de sono noturno.

Para avaliação da atividade psicomotora, o Teste de Vigília Psicomotora (PVT) é largamente utilizado e seu principal objetivo é avaliar a capacidade do trabalhador em manter a atenção e de responder em tempo hábil (tempo de resposta) os estímulos advindos de um sinal digital (BASNER e DINGES, 2011; DRUMMOND *et al.*, 2005). Por exemplo, um lapso de atenção é considerado tempo de reação que ultrapassa 500 milissegundos (ms) e uma falsa resposta é considerada um tempo inferior a 100ms, podendo estar relacionados aos erros individuais e às falhas de

tarefas executivas do Sistema Nervoso Central (SNC) (BASNER e DINGES, 2011; LIM e DINGES, 2008). Em alguns estudos, o declínio do desempenho psicomotor foi relacionado com sintomas de fadiga, sonolência, alto IMC (ROSA *et al.*, 2019) e qualidade ruim de sono (LAMOND *et al.*, 2005; LEE *et al.*, 2010), que em sua maioria tem como motivo o trabalho noturno. Ao associar fadiga e desempenho psicomotor, o estudo de Lee e colaboradores (2010), identificou aumento do número de lapsos de atenção associado aos sintomas de fadiga física subjetiva. Outro estudo identificou queda do desempenho psicomotor (média do tempo de reação e número de lapsos de atenção) de trabalhadores do turno noturno após 12 horas de trabalho no estudo de Narciso *et al.*, (2016). Portanto, a privação e/ou a restrição de sono, assim como a dessincronização do ritmo biológico observadas no trabalho noturno, conseqüentemente comprometem funções endócrinas, imunológicas, cognitivas e motoras (CHENNAOUI *et al.*, 2015; ORZEŁ-GRYGLEWSKA, 2010). Em estudo recente, Potter e Wood (2020) reforçam que estudos de como apoiar a saúde e o bem-estar em longo prazo dos trabalhadores por turno foram negligenciados e poucos estudos relevantes incluem trabalhadores por turnos. Assim, o presente estudo pode contribuir para a investigação da associação entre alguns dos parâmetros de saúde relacionados aos parâmetros de desempenho e fadiga de trabalhadores em turnos rotativos.

2.4 Gerenciamento de risco para Fadiga e Sistemas de Avaliação

Presume-se que a fadiga cumulativa se desenvolva ao longo dos períodos de trabalho quando não há descanso adequado entre os períodos de trabalho (MILLER, 1999). Além disso:

“A fadiga é fator de preocupação para a aviação civil e militar, e a medida que os avanços tecnológicos em termos de velocidade da fuselagem, alcance, carga útil e facilidade de operação continuam a melhorar, há poucas dúvidas de que a dependência da sociedade neste importante ativo continuará a crescer”(CALDWELL, 2005).

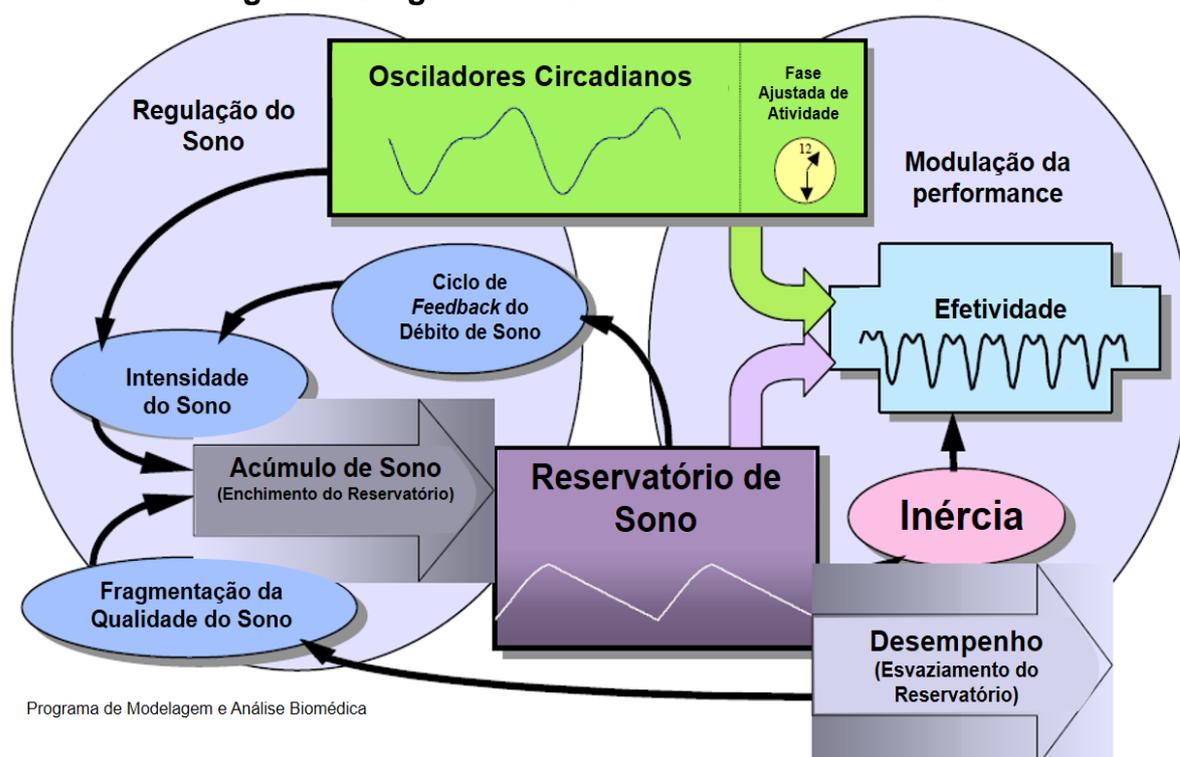
O interesse na avaliação da fadiga deve focar em diminuir o risco de acidentes (DARWENT *et al.*, 2015), mas consideramos que não é adequado avaliar de modo semelhante jornadas cujos horários de início e final mudam diariamente, sem qualquer repetição durante 4 dias. Quando um estudo avaliou trabalhadores por turno e comparou diferentes horários (LEGAULT *et al.*, 2017), além da diferença entre os

horários diurno e noturno, o efeito cumulativo do trabalho noturno também foi percebido. É percebido que vários turnos de trabalho noturno são prejudiciais ao trabalhador, enquanto jornadas extenuantes podem incorrer em fadiga elevada (COSTA, 2010; ORZEŁ-GRYGLEWSKA, 2010). No entanto, é difícil prever se apenas uma noite de trabalho noturno após jornada diurna é suficiente para gerar fadiga e assim representar riscos.

Um FRMS que apresente a funcionalidade de predição, é um recurso interessante para gestores e empregadores. Como exposto por Dawson e colaboradores (2014), as tecnologias de detecção de fadiga podem melhorar o gerenciamento da fadiga em geral. Porém, os estudos de avaliação de fadiga apresentam resultados muitas vezes distantes da prática. O modelo *SAFTE*TM, desenvolvido para uso militar (HURSH, 2003) e compreendido como uma série de entradas circadianas, homeostáticas e comportamentais (figura 1) e foi incorporado ao *FAST* que também foi desenvolvido pelo Dr. Steven Hursh e inicialmente usado pelos Departamentos de Defesa e Transporte dos Estados Unidos da América (EUA) (HURSH e EDDY, 2005). O núcleo deste modelo é baseado em um “reservatório de sono” (HURSH, REDMOND, *et al.*, 2004), que tem sua capacidade máxima atingida quando a pessoa está totalmente descansada, além de sofrer influência do tempo e qualidade do sono, do momento do dia, do trabalho e da jornada como um todo.

Reconhecido como programa computacional do *SAFTE*TM, o *FAST* permite o acompanhamento em tempo real de preditores de desempenho. Através de um painel de controle, é possível acompanhar minuto a minuto preditores de Desempenho como Efetividade e Cognição, além de preditores de Fadiga como TTS 24h antes da jornada e Débito de sono, que é uma variável cumulativa.

Figura 1. Diagrama de Blocos do Modelo SAFTE™.



Fonte: Adaptado de Hursh, 2003

O uso do *FAST* permite a análise momento a momento de cada dia de trabalho que passou, de cada jornada, além da comparação entre jornadas. Além disso, a capacidade de previsão de fadiga do *FAST* desperta o interesse de gestores ocupacionais e de saúde laboral. Em uma escala de rotação inversa rápida onde os horários de trabalho mudam diariamente, a comparação entre os horários de trabalho se torna tão relevante quanto a comparação entre o início e o final de cada jornada. Inferir os momentos de maior e menor fadiga e desempenho em cada jornada de trabalho pode orientar os trabalhadores a atuar de modo mais seguro e eficiente.

A possibilidade de inserção de jornadas de trabalho de modo individualizado permite a avaliação da jornada, com ou sem efeito cumulativo da jornada anterior, de momentos de descanso e sono, com acréscimo de folgas e horas-extras de trabalho e acompanhar efeitos adversos nos parâmetros de interesse. A figura 2 abaixo simula a inserção da escala de rotação rápida inversa 4x1. Cada linha representa um dia e cada coluna representa 15 minutos. Os retângulos em preto indicam os momentos de trabalho, os demais representam momentos de folga dos trabalhadores.

Figura 2. Janela da grade de programação do FAST com inserção de jornada de rotação inversa rápida 4x1.



Fonte: Programa computacional FAST.

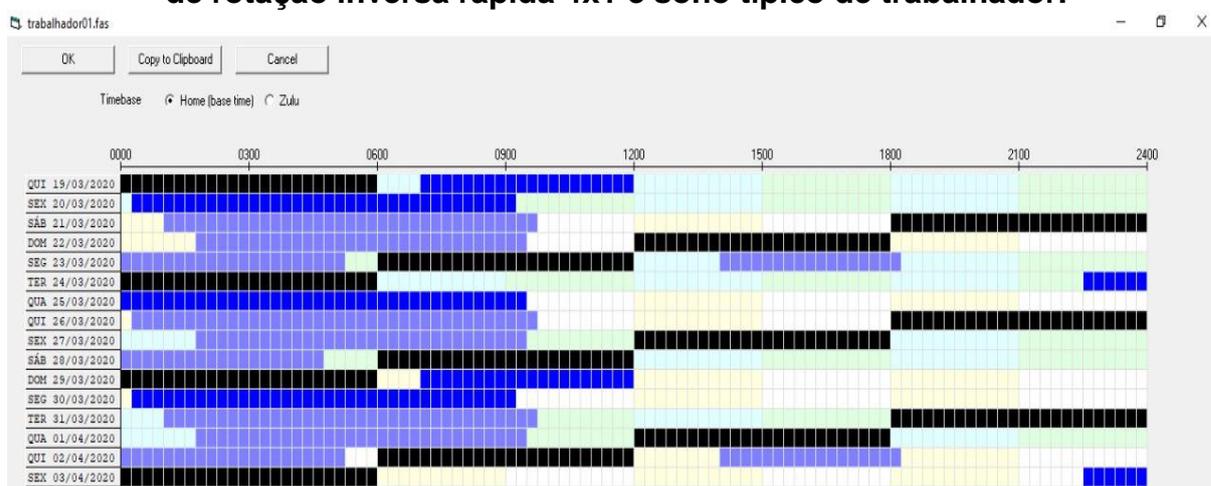
Ainda sobre o exemplo acima, o programa computacional FAST permite que sejam inseridos automaticamente períodos de sono, baseados na rotina do trabalhador e parâmetros específicos como locomoção para casa após o trabalho, tempo mínimo de sono e períodos proibitivos de sono, como exibido na figura 3.

Figura 3. Janela de configuração da função Auto-sono do FAST.

Fonte: Programa computacional FAST.

Também é possível utilizar dados reais de sono do trabalhador para projetar momentos de sono. Neste caso, é necessário o registro de sono do trabalhador, com o uso de Diários de Atividade-Repouso ou Actigrafia, por exemplo. Em ambas as situações, a qualidade do sono é tão importante quanto a quantidade para avaliação de desempenho e fadiga. A figura 4 representa a grade de programação do *FAST* com a jornada de rotação inversa rápida e inserção manual de dados de sono. Os retângulos em azul representam os momentos de sono, onde a tonalidade do azul está relacionada com a qualidade do sono, quanto mais escuro melhor a qualidade do sono.

Figura 4. Janela da grade de programação do *FAST* com inserção de jornada de rotação inversa rápida 4x1 e sono típico de trabalhador.



Fonte: Programa computacional *FAST*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 97394818.6.0000.5149 e aprovado sob o parecer nº 3.340.235 (Anexo 9.4)

3.1 Amostra

Foram convidados a participar do estudo trabalhadores do turno rotativo inverso rápido de uma empresa de mineração com atuação em Minas Gerais. Os trabalhadores foram recrutados através de palestras de apresentação do projeto e entrevistas. Adicionalmente, todos foram esclarecidos quanto aos objetivos, relevância e as atividades a serem desenvolvidas, bem como da divulgação dos

resultados. Todos os trabalhadores que aceitaram participar voluntariamente assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) declarando conhecer e entender o estudo, bem como o direito de sigilo sobre sua identidade e de desistência a qualquer momento sem nenhum prejuízo.

Não foram incluídos no estudo, dados de participantes que relataram deficiência visual que impedisse a sincronização circadiana pela luz solar, doenças neurológicas e cérebro-degenerativas, bem como aqueles que faziam uso constante de esteroides anabolizantes, álcool ou drogas ilícitas e/ou outros tipos de medicamentos que pudessem trazer alguma alteração na atenção e estado de alerta. Também foram desconsiderados os dados de trabalhadores que apresentaram indicativos ou queixas de distúrbios de sono (Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh-PSQI >10) (BUYSSSE *et al.*, 1989), realizaram viagens transmeridionais nos últimos 12 meses ou que desistissem espontaneamente da participação na pesquisa.

Na empresa onde o estudo foi conduzido, os horários de trabalho são previamente definidos, de modo que cada trabalhador sabe qual será o início e o final de sua jornada de trabalho de acordo com a classificação interna da empresa. A primeira jornada de trabalho (noite) começa às 18h e termina às 00h. A jornada seguinte (tarde) começa às 12h e termina às 18h. A terceira jornada (manhã) começa às 06h e termina às 12h e a última jornada (madrugada) começa às 00h e termina às 06h. Os trabalhadores são divididos em 5 grupos nomeados com as letras A, B, C, D e E. O quadro 1 abaixo mostra o funcionamento das escalas de trabalho para os voluntários de cada letra, durante o uso do actígrafo, do preenchimento do Diário de Atividade-Repouso.

Quadro 1. Horários de início de jornada para cada letra.

	madrugada	manhã	Tarde	Noite	Folga
Dia 1	C	D	A	E	B
Dia 2	D	A	E	B	C
Dia 3	A	E	B	C	D
Dia 4	E	B	C	D	A
Dia 5	B	C	D	A	E
Dia 6	C	D	A	E	B
Dia 7	D	A	E	B	C
Dia 8	A	E	B	C	D
Dia 9	E	B	C	D	A
Dia 10	B	C	D	A	E
Dia 11	C	D	A	E	B
Dia 12	D	A	E	B	C
Dia 13	A	E	B	C	D
Dia 14	E	B	C	D	A
Dia 15	B	C	D	A	E

Fonte: Elaboração própria.

3.2 Procedimentos

No primeiro dia de participação, os trabalhadores foram acompanhados a um local silencioso e reservado no próprio local de trabalho, momentos antes do início da jornada de trabalho, onde participaram de uma reunião inicial na qual foram instruídos sobre os procedimentos a serem realizados e, quando interessados em participar, assinaram o TCLE (Apêndice 8.1), preencheram uma Ficha de Identificação e Dados Biopsicossociais Individuais ao qual foram registrados os dados pessoais e de saúde. Além disso, responderam aos seguintes questionários: *Morningness-Eveningness Questionnaire* – MEQ (BENEDITO-SILVA *et al.*, 1990), *Habitual Physical Activity Questionnaire* (BAECKE *et al.*, 1982) e *Pittsburgh Sleep Quality Index* - PSQI (BUYSSE *et al.*, 1989).

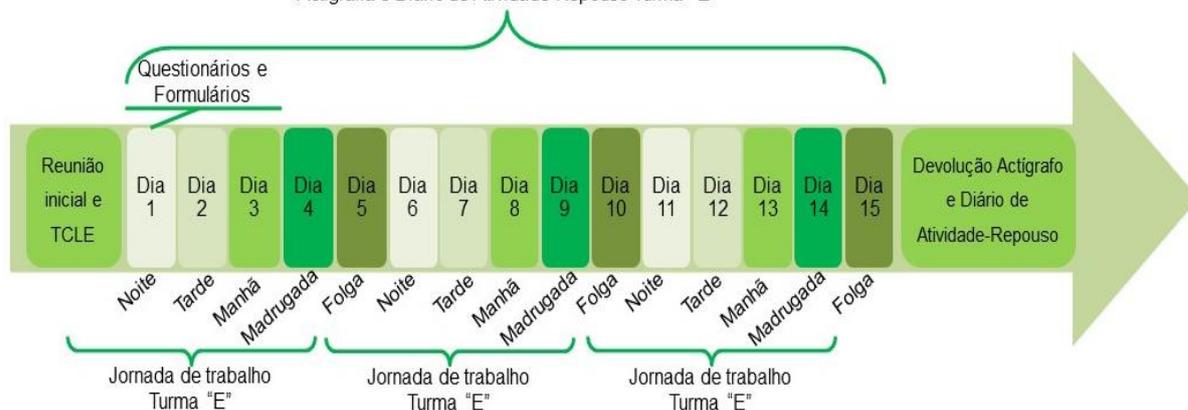
Ademais, os trabalhadores receberam um actígrafo para acompanhamento do ritmo de atividade e repouso e um Diário de Atividade-Repouso. O actígrafo foi

utilizado e o Diário de Atividade-Repouso foi preenchido durante o período mínimo de 15 dias, conforme figura 5 abaixo. Os trabalhadores foram consultados diariamente quanto ao uso do actígrafo e preenchimento do Diário de Atividade-Repouso, para sanar quaisquer dúvidas. Os dados da escala de trabalho, do uso do actígrafo e do preenchimento do Diário de Atividade-Repouso foram inseridos no *FAST*, onde foi realizada a projeção de dados para três rodadas da jornada de rotação inversa rápida 4x1 e então foram extraídos deste programa computacional valores numéricos dos parâmetros Efetividade, Cognição, Lapsos de Atenção, Tempo para Reação, Tempo Total de Sono, Débito de Sono e Tempo Acordado de início e final de cada jornada. Os valores numéricos foram considerados para a análise estatística, a fim de obtermos as médias para início e final das jornadas da noite (18h~00h), tarde (12h-18h), manhã (06h-12h) e madrugada (00h~06h), de cada parâmetro avaliado.

Para padronizar as atividades das letras, todos os participantes assinaram o TCLE, preencheram os questionários e receberam o actígrafo e o Diário de Atividade-Repouso no início da jornada da noite. Assim, foram cinco dias consecutivos em que houve as atividades supracitadas, em que cada dia os trabalhadores de uma letra participavam. O mesmo foi realizado ao final dos 15 dias de uso de actígrafo e preenchimento de diário de sono, na mesma sequência adotada inicialmente. Por isso, voluntários da letra E participaram do dia um ao dia 15, voluntários da letra B participaram do dia dois ao dia 16, voluntários da letra C participaram do dia três ao dia 17, voluntários da letra D participaram do dia quatro ao dia 18 e por fim os voluntários da letra A participaram do dia cinco ao dia 19 das nossas atividades. A figura 5 abaixo ajuda a exemplificar nossas atividades.

Figura 5. Delineamento experimental.

Actigrafia e Diário de Atividade-Repouso Turma "E"



Fonte: Elaboração própria

3.3 Instrumentos

3.3.1 Ficha De Identificação e Dados Biopsicossociais Individuais

Para devida caracterização dos participantes, foi solicitado o preenchimento da Ficha de Identificação e Dados Biopsicossociais (Apêndice 8.2) do participante com perguntas sobre a saúde física e psicológica, atividades profissionais, dados demográficos, bem como de hábitos alimentares e sociais que tenham influência nos resultados deste estudo. O preenchimento foi acompanhado pelos pesquisadores e caso houvesse dúvidas, as mesmas foram sanadas de pronto. Não foi relatado o uso de medicamentos ou hábitos alimentares e sociais que impedissem o uso dos dados do voluntário na pesquisa.

3.3.2 *Fatigue Avoidance Schedule Tool-FAST*

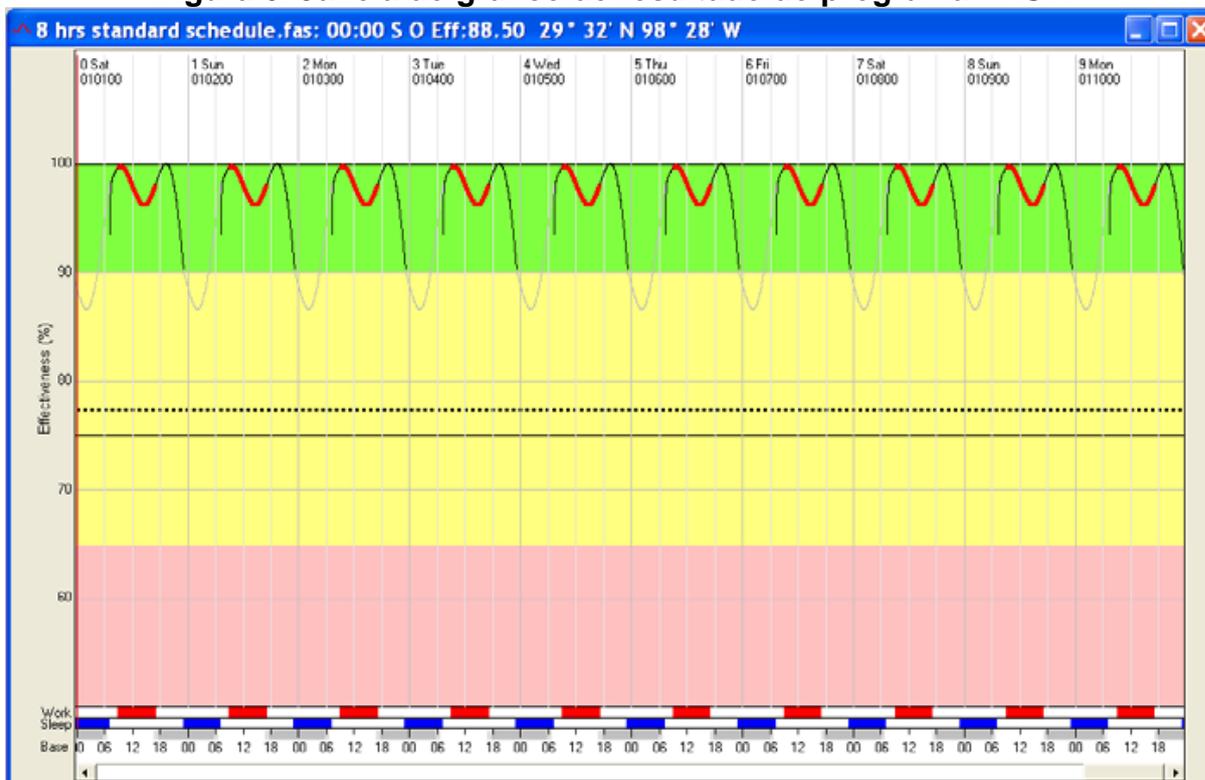
Desde meados de 1996, HURSH *et al.* (1996) já desenvolviam um FRMS baseado no ciclo vigília-sono combinado a algoritmos de um modelo de sono e performance. O sistema de predição de fadiga exposto anteriormente serve de base para muitos outros, inclusive do mesmo grupo de estudiosos, que desenvolveu o modelo *SAFTE*TM que:

...integra informações quantitativas sobre (1) ritmos circadianos na taxa metabólica, (2) taxas de recuperação de desempenho cognitivo associadas ao sono e taxas de declínio de desempenho cognitivo associadas à vigília, e (3) efeitos de desempenho cognitivo associados à inércia do sono para produzir um modelo de 3 processos de eficácia cognitiva humana (HURSH, 2003).

O programa computacional *FAST* é baseado no modelo *SAFTE*TM e considerado uma evolução deste, já que permite a entrada de dados de sono e trabalho de modo gráfico e em texto (HURSH, 2003), retornando com a predição de desempenho e fadiga, com dados validados para uso militar, na aviação civil e transporte ferroviário (GERTLER *et al.*, 2012; HURSH, BALKIN, *et al.*, 2004; HURSH e EDDY, 2005; HURSH *et al.*, 2008; ROMA *et al.*, 2012) e utilização em outras populações (MCCORMICK *et al.*, 2013; POWELL e COPPING, 2016; RABINOWITZ *et al.*, 2009; RASLEAR *et al.*, 2011). No presente estudo, foram inseridas no *FAST* informações da jornada de trabalho pré-estabelecidas dos voluntários (Figura 2), além de informações do ciclo atividade-reposo individuais obtidas pelo Diário de Atividade-Reposo preenchido pelos trabalhadores (Figura 4). Foram inseridas também as

informações de sono individuais dos trabalhadores, resultantes do uso do actígrafo por quinze dias, em paralelo ao preenchimento do Diário de Atividade-Repouso.

Figura 6. Janela do gráfico de resultado do programa *FAST*.



Eixo vertical: Efetividade (%), Faixa verde= Efetividade 100%~90%, faixa amarela= Efetividade 89%~75%, faixa rosa= Efetividade ≤74%; Eixo horizontal: Intervalos em Vermelho= trabalho, intervalos em azul= sono. Fonte: Hursh e Eddy, 2005.

Vale ressaltar que para fins comerciais e práticos, o *FAST* permite a avaliação e predição de desempenho e fadiga através da inserção de apenas das informações da jornada de trabalho acima (REEVES, 2007). No entanto, optamos por utilizar todas as informações que pudemos obter para dar maior robustez e fidedignidade aos dados de predição. Na figura 6 (HURSH e EDDY, 2005) está representada a tela de resultados do *FAST* onde é possível mover o cursor e, através do painel de controle (figura 7)(HURSH e EDDY, 2005), identificar os valores instantâneos de desempenho e fadiga. Parâmetros que estejam abaixo dos valores previamente estabelecidos são sinalizados (bandeira vermelha) nesta tela. A efetividade foi apontada como excelente quando seu valor está entre 90% e 100% (HURSH *et al.*, 2006; MILLER, 2005), adequada entre 89,9% a 77,5%, condição preocupante entre 77,4% a 65% e condição crítica ≤ 64,9%. A cognição é comumente interpretada como o inverso da fadiga (HURSH *et al.*, 2006) e quanto mais próximo de 100% mais apto o profissional está

para assumir o posto de trabalho. Valores de cognição foram baseados em dados de estudos com PVT (EDDY e HURSH, 2006).

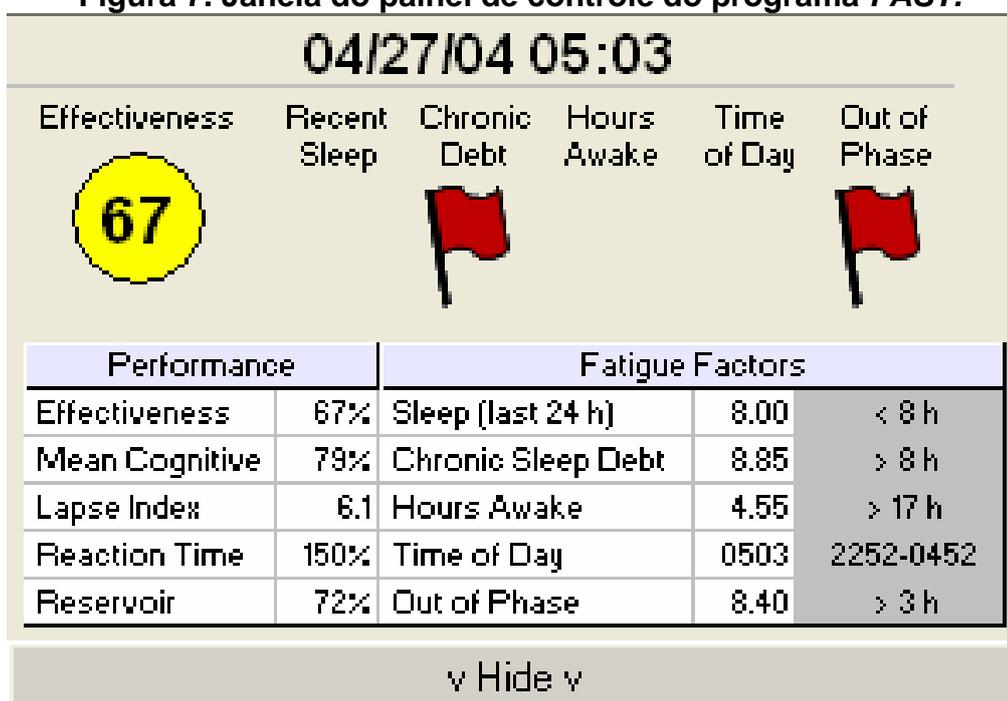
Para o índice de lapsos de atenção, é sabido que após 500ms de ausência de resposta ocorre o chamado lapso de atenção (BUCKLEY *et al.*, 2016; DINGES *et al.*, 1997; NARCISO *et al.*, 2016). Portanto, compreende-se o Índice de Lapsos de Atenção do *FAST* como um medidor de fadiga que quantifica a probabilidade de ocorrer um lapso em relação a uma pessoa totalmente descansada (EDDY e HURSH, 2006). Ao executar tarefas que exigem altos níveis de alerta, é essencial que os trabalhadores evitem Tempos de Reação prolongados (REEVES, 2007). Neste sentido, o Tempo de Reação é um indicativo interessante que o *FAST* oferece em percentil, para que em complemento ao Índice de Lapsos de Atenção, substitua o PVT que em muitas situações é considerado teste padrão (HURSH, REDMOND, *et al.*, 2004). Quanto maior a porcentagem do Tempo de Reação, mais tempo o trabalhador pode demorar a responder em uma situação de risco, por isso Tempo de Reação baixo está associado a menor propensão a acidentes.

O sono está intrinsecamente ligado a fadiga e o modelo *SAFTE* faz esta integração considerando que o sono necessário para uma pessoa é de 8h diárias e é sensível à hora do dia do período de sono (HURSH, REDMOND, *et al.*, 2004). Ao estar inserido em uma sociedade 24/7, períodos de sono podem ser a qualquer momento do dia e de modo fracionado. Neste sentido o *FAST* contabiliza as 24h antes do ponto demarcado pelo usuário do programa e aponta o TTS. Em nossa amostra, este parâmetro deve ser analisado com maior cautela, já que durante as 24h anteriores ao início da jornada, o trabalhador passou por 06h de folga seguidos por 06h da jornada de trabalho anterior (exceto para a jornada que se inicia às 18h) e mais 12h de folga. Entretanto, se considerarmos as 24h anteriores ao final da jornada, o trabalhador passou por 06h de trabalho da jornada anterior, mais 12h de folga e 6h da jornada que se finda. Deste modo, as 24h anteriores ao final da jornada representam exatamente as 12h entre as jornadas e o TTS neste período.

Ainda sobre o sono, o débito de sono considera automaticamente que a cada 24h são necessárias 8h de sono e nesta premissa, a cada 2h acordado o indivíduo acumula 1h de sono. Sono pouco restaurador e/ou com menor duração que o necessário para o indivíduo coloca o indivíduo em restrição crônica de sono, que é

prejudicial a saúde e a segurança, no caso dos trabalhadores. O último dos parâmetros analisados neste estudo é o tempo acordado, o que indica a quanto tempo o indivíduo está acordado até aquele momento. Evidentemente, a diferença entre o início e o final da jornada dos nossos voluntários neste parâmetro será de 6h, que é a duração da jornada. Neste sentido, o trabalhador que estiver acordado há 10h ao começar sua jornada, findará seu turno totalizando 16h consecutivas acordados, que pode ser uma situação de risco.

Figura 7. Janela do painel de controle do programa FAST.



Fonte: Hursh e Eddy, 2005.

3.3.3 Pittsburgh Sleep Quality Index – PSQI

O índice de qualidade do sono de Pittsburgh foi desenvolvido por Buysse *et al.* (1989) e avalia subjetivamente os hábitos do sono e indicativo de alguns distúrbios do sono no mês anterior a sua aplicação. Foi traduzido, adaptado e validado no Brasil por Bertolazi e colaboradores (2011), contém 19 itens de autoavaliação e seis para o(a) companheiro(a) de quarto responder, alocados em 07 componentes no total (Anexo 9.1). O resultado pode variar de zero a 21 pontos, classificados como boa qualidade do sono (0 a 5), qualidade de sono ruim (6 a 10) e indicação de distúrbio do sono (acima de 10). O participante que apresentasse indicação de distúrbio de sono não teria seus dados incluídos nas análises.

3.3.4 *Morningness-Eveningness Questionnaire – MEQ*

Elaborado por Horne e Ostberg (1976) e validado para a população brasileira (BENEDITO-SILVA *et al.*, 1990), o MEQ (Questionário de Matutividade e Vespertinidade) contém 19 questões, cuja soma varia de 16 a 86 pontos e caracteriza a matutividade-vespertinidade do indivíduo por meio de perguntas sobre horários preferenciais de acordar e dormir, de maior animosidade para atividades físicas e intelectuais, por exemplo (Anexo 9.2). Este instrumento classifica o indivíduo em matutino extremo, moderadamente matutino, indiferente, moderadamente vespertino e vespertino extremo.

3.3.5 *Habitual Physical Activity Questionnaire*

O questionário do nível de atividade física habitual desenvolvido por Baecke e colaboradores (1982) e validado no Brasil por Florindo e Latorre (2003) mensura, em índice, a atividade física habitual nos últimos 12 meses (Anexo 9.3). O questionário é composto por 16 questões que são divididas em três escores: 1. Atividades físicas no trabalho (08 questões); 2. Exercícios físicos nas horas de lazer (04 questões); 3. Atividades físicas de lazer e locomoção (04 questões). Os resultados são obtidos por meio de equações que compreendem todas as questões supracitadas e resultam em uma numeração escalar que vai de 1 (menor índice de atividade) à 5 (maior índice de atividade).

3.3.6 *Actigrafia*

Um método muito utilizado para a avaliação do padrão de sono e vigília nas últimas décadas é a actigrafia, que consiste no uso de um acelerômetro no braço não dominante, para registro da movimentação do usuário. Este dispositivo portátil é chamado de actígrafo (figura 8) e os dados coletados podem ser usados para avaliar diversos parâmetros de sono e atividade, como relatado por Morgenthaler e colaboradores (2007). Após o uso do actígrafo, os dados são transferidos para programas de computador específicos para leitura, tabulação e análise.

Figura 8. Actígrafo Actiwatch Spectrum Plus®



Fonte: www.usa.philips.com

Em nosso estudo, um único avaliador treinado realizou a leitura e tabulação de todos os actígrafos, para evitar viés de avaliadores diferentes. Os dados de sono e atividade foram então inseridos manualmente no *FAST*. Em estudo semelhante ao nosso (GERTLER *et al.*, 2012), foram usados dados de actigrafia no *FAST* em comparação com a função de determinação automática de sono. Apesar dos resultados serem semelhantes nas duas formas de inserção, ajustes foram necessários para obtenção de maior acurácia. Deste modo, optamos por utilizar os dados de actigrafia para obtenção de dados de sono preditos e assim termos uma projeção mais precisa.

3.3.7 Diário de Atividade-Repouso

Apesar da subjetividade de dados de autorrelato, o Diário de Atividade-Repouso é uma ferramenta interessante para análise do padrão de vigília e sono dos trabalhadores e em estudo realizado por Martin e Hakim (2011) o Diário de Atividade e Repouso apresentou melhor fidedignidade à actigrafia que questionários recordatórios (Apêndice 8.3). Em vários estudos com trabalhadores em turnos, é utilizado o Diário de Atividade-Repouso para avaliação do voluntário (BAEK *et al.*, 2020; SAKSVIK, INGVILD BERG *et al.*, 2011), inclusive com amostra em escala rotativa (KAWADA e SUZUKI, 2002). Um possível formato padrão para o Diário de

Atividade-Repouso foi proposto em 2012 (CARNEY *et al.*, 2012), devido ao amplo uso nas mais diversas populações. Os dados de atividade e repouso foram então inseridos manualmente no *FAST*.

3.4 Análise Estatística

Inicialmente foram apresentados dados descritivos (média, desvio padrão, mediana, percentis e Intervalo de Confiança-IC_{95%}) da caracterização e dos dados obtidos que foram coletados do instrumento *FAST* dos trabalhadores. Foram realizados testes de homocedasticidade, normalidade, independência e esfericidade com os resultados do *FAST*. Os pré-requisitos para a realização de testes paramétricos como normalidade (*Shapiro-Wilk*), homogeneidade (*Levene*) e homocedasticidade não foram atendidos para os dados obtidos que foram coletados do instrumento *FAST* e as comparações entre os horários de análise foram realizadas por meio do teste de *Friedman* com múltiplas comparações em pares, corrigidas por 7 graus de liberdade. Para análise dos dados foram utilizados os *softwares* SPSS V.20.0 e *GraphPad PRISM* V.9.0 O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

4 RESULTADOS

Os dados de 43 trabalhadores em turnos de rotação inversa rápida foram analisados. Todos os trabalhadores utilizaram o actígrafo e preencheram o Diário de Atividade-Repouso pelo período mínimo de 15 dias, acompanhados diariamente sobre o uso do actígrafo e preenchimento correto do diário de sono. A tabela 1 apresenta dados descritivos da amostra.

Tabela 1. Dados demográficos, corporais, do índice de Qualidade de Sono de Pittsburgh e índice de Atividade Física Habitual de *Baecke*.

	Idade (anos)	MC (Kg)	IMC	MEQ	PSQI		BAECKE		
					Eficiência	Escore	Ocupacional	Esportivo	Lazer
Média	40,91	76,55	26,00	60,86	81,62	6	2,39	2,55	2,56
Desvio- Padrão	7,02	15,19	4,29	8,69	12,69	3	0,26	0,72	0,61
IC 95%	38,75-43,07	71,88-81,22	24,68-27,33	63,46-58,26	77,84-85,75	5,27-7,15	2,30-2,46	2,30-2,75	2,37-2,76

MC: massa corporal em Kg; IMC: índice de massa corporal; MEQ: Questionário de Cronotipo de Horne e Ostberg; IC95%: Intervalo de confiança de 95%; PSQI: índice de Qualidade de Sono de *Pittsburgh*; BAECKE: Índice de Atividade Física Habitual de *Baecke*. Fonte: Elaboração própria.

A idade média dos voluntários é de $40,91 \pm 7,02$ anos, com massa corporal de $76,55 \pm 15,19$ quilogramas, IMC de $26 \pm 4,29$ e nenhum dos trabalhadores apresentou cronotipo vespertino extremo (pontuação de 16 a 30 no MEQ) ou matutino extremo (pontuação de 70 a 86 no MEQ). A eficiência média do sono dos trabalhadores pelo PSQI é de 81,62 enquanto o escore médio é de 6. O índice de atividade física ocupacional de acordo com o questionário BAECKE é de 2,39, esportivo é de 2,55 e lazer é de 2,56.

O teste de *Friedman* mostrou que os resultados diferem entre os oito horários analisados para Efetividade [$\chi^2(7) = 264,157$; $p < 0,001$]. O teste de múltiplas comparações em pares mostrou que a Efetividade noite-início difere de Efetividade noite-final, Efetividade manhã-início, Efetividade manhã-final, Efetividade madrugada-início e Efetividade madrugada-final. A Efetividade noite-final é diferente de Efetividade tarde-início, Efetividade tarde-final e Efetividade madrugada-final. A Efetividade tarde-início é diferente de Efetividade manhã-início, Efetividade manhã-final, Efetividade madrugada-início e Efetividade madrugada-final. A Efetividade tarde-final é diferente de Efetividade manhã-início, Efetividade manhã-final, Efetividade

madrugada-início e Efetividade madrugada-final. A Efetividade manhã-início difere da Efetividade madrugada-final e a Efetividade madrugada-início é diferente de Efetividade madrugada-final. A figura 9A exemplifica as comparações entre os horários e a tabela 2 abaixo apresenta os valores por horários.

Tabela 2. Valores do FAST para Efetividade.

Horário Efetividade	Média (%)	DP (%)	Percentis			Classificação média Teste de Friedman
			25%	50% (Mediana)	75%	
noite-início	92,33	4,15	90,00	92,00	96,00	7,29
tarde-início	91,60	4,49	89,00	92,00	95,00	7,07
manhã-início	82,02	3,40	79,00	82,00	85,00	2,57
madrugada-início	85,60	4,78	83,00	86,00	90,00	4,20
noite-final	83,35	5,87	79,00	84,00	89,00	3,27
tarde-final	90,95	3,88	89,00	91,00	94,00	6,52
manhã-final	84,88	3,28	82,00	85,00	87,00	4,08
madrugada-final	65,37	4,35	62,00	65,00	68,00	1,00

DP: Desvio padrão. Fonte: Elaboração própria.

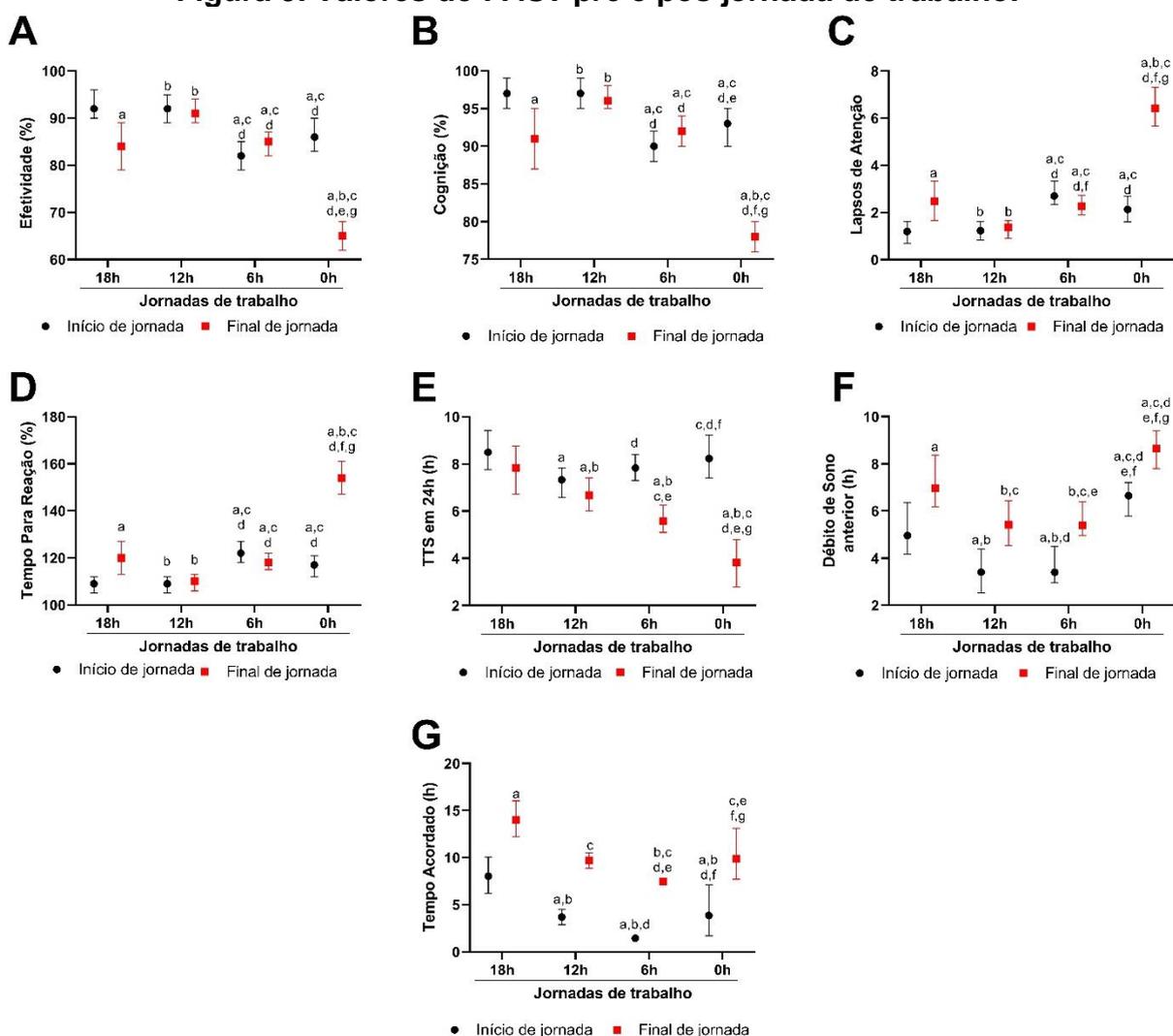
Para os dados de Cognição, o teste de Friedman apontou que os resultados diferem entre os horários analisados [$\chi^2(7) = 258,547$; $p < 0,001$]. O teste de múltiplas comparações em pares mostrou que a Cognição noite-início difere de Cognição noite-final, Cognição manhã-início, Cognição madrugada-final, Cognição madrugada-início e Cognição madrugada-final. A Cognição noite-final é diferente de Cognição tarde-início, Cognição tarde-final e Cognição madrugada-final. A Cognição tarde-início é diferente de Cognição manhã-início, Cognição manhã-final, Cognição madrugada-início e Cognição madrugada-final. A Cognição tarde-final difere de Cognição manhã-início, Cognição manhã-final, Cognição madrugada-início e Cognição madrugada-final. A cognição manhã-início é diferente de Cognição madrugada-início pré, enquanto a Cognição manhã-final difere de Cognição madrugada-final. Por fim, a Cognição madrugada-início é diferente da Cognição madrugada-final. Na tabela 3 estão os valores de Efetividade e na figura 9B estão sinalizados os resultados das comparações.

Tabela 3. Valores do FAST para Cognição.

Horário Cognição	Média (%)	DP (%)	Percentis			Classificação média Teste de Friedman
			25%	50% (Mediana)	75%	
noite-início	96,70	2,67	95,00	97,00	99,00	7,13
tarde-início	96,51	3,00	95,00	97,00	99,00	7,12
manhã-início	89,74	2,42	88,00	90,00	92,00	2,60
madrugada-início	92,35	3,43	90,00	93,00	95,00	4,28
noite-final	90,67	4,13	87,00	91,00	95,00	3,27
tarde-final	96,05	2,57	95,00	96,00	98,00	6,53
manhã-final	91,70	2,82	90,00	92,00	94,00	4,07
madrugada-final	77,91	3,05	76,00	78,00	80,00	1,00

DP: Desvio padrão. Fonte: Elaboração própria.

Figura 9. Valores do FAST pré e pós jornada de trabalho.



a: diferença estatisticamente significativa em relação ao momento noite-início; b: diferença estatisticamente significativa em relação ao momento noite-final; c: diferença estatisticamente significativa em relação ao momento tarde-início; d: diferença estatisticamente significativa em relação ao momento tarde-final; e: diferença estatisticamente significativa em relação ao momento manhã-início; f: diferença estatisticamente significativa em relação ao momento manhã-final; g: diferença estatisticamente significativa em relação ao momento madrugada-início. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 9 estão os resultados agrupados de cada parâmetro em seus respectivos horários de entrada e saída. Valores apresentados em mediana e quartis. O gráfico 9A apresenta os valores do parâmetro Efetividade noite-início, noite-final, tarde-início, tarde-final, manhã-início, manhã-final, madrugada-início e madrugada-final. O gráfico 9B apresenta os valores do parâmetro Cognição noite-início, noite-final, tarde-início, tarde-final, manhã-início, manhã-final, madrugada-início e madrugada-final. O gráfico 9C apresenta os valores do parâmetro Lapsos de Atenção noite-início, noite-final, tarde-início, tarde-final, manhã-início, manhã-final, madrugada-início e madrugada-final. O gráfico 9D apresenta os valores do parâmetro Tempo para Reação noite-início, noite-final, tarde-início, tarde-final, manhã-início, manhã-final, madrugada-início e madrugada-final. O gráfico 9E apresenta os valores do parâmetro TTS em 24h anteriores à avaliação noite-início, noite-final, tarde-início, tarde-final, manhã-início, manhã-final, madrugada-início e madrugada-final. O gráfico 9F apresenta os valores do parâmetro Débito de Sono anterior a jornada noite-início, noite-final, tarde-início, tarde-final, manhã-início, manhã-final, madrugada-início e madrugada-final. O gráfico 9G apresenta os valores do parâmetro Tempo Acordado antes da jornada noite-início, noite-final, tarde-início, tarde-final, manhã-início, manhã-final, madrugada-início e madrugada-final.

Na análise dos dados de Lapsos de Atenção, o teste de Friedman indicou que os resultados diferem entre os horários analisados [$\chi^2(7) = 258,998$; $p < 0,001$] (tabela 4). O teste de múltiplas comparações em pares indicou que Lapsos de Atenção noite-início difere de Lapsos de Atenção noite-final, Lapsos de Atenção manhã-início, Lapsos de Atenção manhã-final, Lapsos de Atenção madrugada-início e Lapsos de Atenção madrugada-final. Os dados de Lapsos de Atenção noite-final são diferentes de Lapsos de Atenção tarde-início, Lapsos de Atenção tarde-final e Lapsos de Atenção madrugada-final. Lapsos de Atenção tarde-início é diferente de Lapsos de Atenção manhã-início, Lapsos de Atenção manhã-final, Lapsos de Atenção madrugada-início e Lapsos de Atenção madrugada-final. Os dados de Lapsos de Atenção tarde-final diferem de Lapsos de Atenção manhã-início, Lapsos de Atenção manhã-final, Lapsos de Atenção madrugada-início e Lapsos de Atenção madrugada-final. A figura 9C expõe ilustrativamente as comparações entre os momentos. A tabela 4 abaixo apresenta os valores numéricos.

Tabela 4. Valores do FAST para Lapsos de Atenção.

Horário Lapsos de Atenção	Média	DP	Percentis			Classificação média Teste de <i>Friedman</i>
			25%	50% (Mediana)	75%	
noite-início	1,23	0,61	0,70	1,20	1,63	1,76
tarde-início	1,31	0,69	0,83	1,23	1,63	1,92
manhã-início	2,80	0,61	2,33	2,70	3,33	6,43
madrugada-início	2,24	0,84	1,60	2,13	2,70	4,83
noite-final	2,62	1,01	1,67	2,47	3,33	5,74
tarde-final	1,39	0,59	0,90	1,37	1,67	2,48
manhã-final	2,30	0,55	1,90	2,27	2,73	4,85
madrugada-final	6,40	1,06	5,67	6,43	7,30	8,00

DP: Desvio padrão. Fonte: Elaboração própria.

Quanto a análise dos dados de Tempo para Reação, o teste de Friedman indicou que os resultados diferem entre os horários analisados [$\chi^2(7) = 257,390$; $p < 0,001$] (tabela 5). O teste de múltiplas comparações em pares indicou que Tempo para Reação noite-início é diferente de Tempo para Reação noite-final, Tempo para Reação manhã-início, Tempo para Reação manhã-final, Tempo para Reação madrugada-início e Tempo para Reação madrugada-final. O Tempo para Reação noite-final é diferente de Tempo para Reação tarde-início, Tempo para Reação tarde-final e Tempo para Reação madrugada-final. O Tempo para Reação tarde-início difere de Tempo para Reação manhã-início, Tempo para Reação manhã-final, Tempo para Reação madrugada-início e Tempo para Reação madrugada-final. O Tempo para Reação tarde-final é diferente de Tempo para Reação manhã-início, Tempo para Reação manhã-final, Tempo para Reação madrugada-início e Tempo para Reação madrugada-final. O Tempo para Reação manhã-final difere de Tempo para Reação madrugada-final. O Tempo para Reação madrugada-início é diferente de Tempo para Reação madrugada-final. A figura 9D exemplifica as comparações entre os diferentes horários de entrada e saída do turno.

Tabela 5. Valores do FAST para Tempo Para Reação.

Horário Tempo para Reação	Média (%)	DP (%)	Percentis			Classificação média Teste de <i>Friedman</i>
			25%	50% (Mediana)	75%	
noite-início	108,93	5,33	105,00	109,00	112,00	1,80
tarde-início	109,51	6,05	105,00	109,00	112,00	1,99
manhã-início	122,19	5,49	118,00	122,00	127,00	6,36
madrugada-início	117,70	7,33	112,00	117,00	121,00	4,85
noite-final	120,88	8,69	113,00	120,00	127,00	5,76
tarde-final	110,05	5,37	106,00	110,00	113,00	2,40
manhã-final	118,05	4,65	115,00	118,00	122,00	4,85
madrugada-final	154,56	12,24	147,00	154,00	161,00	8,00

DP: Desvio padrão. Fonte: Elaboração própria.

Para os dados de TTS em 24h anteriores a jornada de trabalho, o teste de Friedman apontou que os resultados diferem entre os horários analisados [$\chi^2(7)=204,270$; $p<0,001$] (tabela 6). O teste de múltiplas comparações em pares mostrou que TTS noite-início difere de TTS tarde-início, TTS tarde-final, TTS manhã-final e TTS madrugada-final. Os dados de TTS noite-final difere de TTS tarde-final, TTS manhã-final e TTS madrugada-final. O TTS tarde-início é diferente de TTS manhã-final, TTS madrugada-início e TTS madrugada-final. TTS tarde-final difere de TTS manhã-início, TTS madrugada-início e TTS madrugada-final. TTS manhã-início difere de TTS manhã-final e TTS madrugada-final. O TTS manhã-final é diferente de TTS madrugada-início e TTS madrugada-início é diferente de TTS madrugada-final. Na figura 9E são expostos os resultados em modo de gráfico.

Tabela 6. Valores do FAST para Tempo Total de Sono-TTS.

Horário TTS	Média (horas)	DP (horas)	Percentis			Classificação média Teste de <i>Friedman</i>
			25%	50% (Mediana)	75%	
noite-início	8,51	1,31	7,75	8,50	9,42	7,00
tarde-início	7,25	0,97	6,58	7,33	7,83	4,51
manhã-início	7,99	1,05	7,31	7,83	8,40	5,87
madrugada-início	8,22	1,25	7,40	8,23	9,23	6,17
noite-final	7,78	1,39	6,73	7,83	8,75	5,40
tarde-final	6,68	0,96	6,00	6,67	7,42	3,34
manhã-final	5,73	0,99	5,10	5,58	6,25	2,63
madrugada-final	3,75	1,21	2,80	3,83	4,80	1,08

DP: Desvio padrão. Fonte: Elaboração própria.

Ao analisarmos os dados do Débito de sono, o teste de Friedman indicou que os resultados são diferentes entre os horários analisados [$\chi^2(7)= 269,783$; $p<0,001$] (tabela 7). O teste de múltiplas comparações em pares mostrou que o Débito de Sono noite-início é diferente de Débito de Sono noite-final, Débito de Sono tarde-início, Débito de Sono manhã-início, Débito de Sono madrugada-início e Débito de Sono madrugada-final. O Débito de Sono noite-final difere de Débito de Sono tarde-início, Débito de Sono tarde-final, Débito de Sono manhã-início e Débito de Sono manhã-final. O Débito de Sono tarde-início é diferente de Débito de Sono tarde-final, Débito de Sono manhã-final, Débito de Sono madrugada-início e Débito de Sono madrugada-final. Débito de Sono tarde-final é diferente de Débito de Sono manhã-início, Débito de Sono madrugada-início e Débito de Sono madrugada-final. O Débito de Sono manhã-início difere de Débito de Sono manhã-final, Débito de Sono madrugada-início e Débito de Sono madrugada-final. O Débito de Sono manhã-final é diferente de Débito de Sono madrugada-início e Débito de Sono madrugada-final. O Débito de Sono madrugada-início difere de Débito de Sono madrugada-final. A figura 9F apresenta graficamente as comparações entre os momentos para o débito de sono.

Tabela 7. Valores do FAST para Débito de Sono.

Horário Débito de Sono	Média (horas)	DP (horas)	Percentis			Classificação média Teste de Friedman
			25%	50% (Mediana)	75%	
noite-início	5,28	1,45	4,18	4,96	6,37	3,72
tarde-início	3,52	1,27	2,53	3,41	4,40	1,42
manhã-início	3,64	0,96	2,97	3,40	4,50	1,60
madrugada-início	6,67	1,25	5,80	6,65	7,20	6,02
noite-final	7,28	1,45	6,18	6,96	8,37	6,79
tarde-final	5,50	1,32	4,53	5,41	6,44	4,22
manhã-final	5,64	0,96	4,97	5,40	6,40	4,34
madrugada-final	8,68	1,26	7,80	8,65	9,40	7,88

DP: Desvio padrão. Fonte: Elaboração própria.

Na análise dos dados de Tempo Acordado Antes da Jornada, o teste de Friedman indicou que os resultados são diferentes entre os horários analisados [$\chi^2(7)= 248,755$; $p<0,001$] (tabela 8). O teste de múltiplas comparações em pares mostrou que o Tempo Acordado noite-início é diferente de Tempo Acordado noite-final, Tempo Acordado tarde-início, Tempo Acordado manhã-início e Tempo Acordado madrugada-início. O Tempo Acordado noite-final difere de Tempo Acordado tarde-início, Tempo

Acordado manhã-início, Tempo Acordado manhã-final e Tempo Acordado madrugada-início. O Tempo Acordado tarde-início é diferente de Tempo Acordado tarde-final, Tempo Acordado manhã-final e Tempo Acordado madrugada-final. O Tempo Acordado tarde-final difere de Tempo Acordado manhã-início, Tempo Acordado manhã-final e Tempo Acordado madrugada-início. O Tempo Acordado manhã-início é diferente de manhã-final e Tempo Acordado madrugada-final. O Tempo Acordado manhã-final difere de Tempo Acordado madrugada-início e Tempo Acordado madrugada-final. Por fim, Tempo Acordado madrugada-início é diferente de Tempo Acordado madrugada-final. Na figura 9G acima estão as comparações entre os diferentes horários para o Tempo Acordado antes da jornada, além dos demais parâmetros avaliados neste estudo.

Tabela 8. Valores do FAST para Tempo Acordado.

Horário Tempo Acordado	Média (horas)	DP (horas)	Percentis			Classificação média Teste de <i>Friedman</i>
			25%	50% (Mediana)	75%	
noite-início	7,80	2,84	6,20	8,02	10,03	4,78
tarde-início	3,79	1,23	2,85	3,69	4,52	2,65
manhã-início	1,48	0,34	1,27	1,44	1,69	1,17
madrugada-início	4,48	2,84	1,69	3,85	7,10	2,69
noite-final	13,81	2,84	12,20	14,02	16,03	7,74
tarde-final	9,79	1,23	8,85	9,69	10,52	6,28
manhã-final	7,47	0,32	7,27	7,44	7,69	4,43
madrugada-final	10,50	2,85	7,69	9,85	13,10	6,26

DP: Desvio padrão. Fonte: Elaboração própria.

5 DISCUSSÃO

Em nosso estudo os objetivos foram comparar os parâmetros Efetividade, Cognição, Lapsos de Atenção, Tempo para Reação, Tempo Total de Sono, Débito de Sono e Tempo Acordado em trabalhadores do turno de rotação inversa rápida com diferentes horários de trabalho. É possível perceber que em grande parte dos parâmetros avaliados é possível perceber que o desempenho dos voluntários com os dados obtidos e coletados pelo instrumento *FAST* tem variações circadianas e de acordo com a jornada de trabalho. O ritmo biológico humano busca se sincronizar através de diversos zeitgebers (ARENDRT, 2010; BORBELY, 1982; POTTER e WOOD, 2020; SHOLTES *et al.*, 2020; SHRIANE *et al.*, 2020), mesmo quando situações adversas estão acontecendo, como no caso dos trabalhadores em turno de rotação inversa rápida. É possível perceber que o horário de madrugada-final tem resultados piores em comparação ao horário de manhã-início na maioria dos parâmetros avaliados, enquanto cronologicamente ocorrem na mesma hora do dia (06:00). Isso reforça a importância de se conhecer os processos C e S (BORBÉLY, 1982), além da influência e interdependência destes processos no ritmo circadiano. Destacamos ainda que o horário de 06:00 é notadamente melhor nas avaliações quando o trabalhador não esteve no posto de trabalho das 00:00 até as 06:00. O horário de noite-início foi melhor em comparação aos demais horários, com exceções principalmente em comparação com o horário tarde-final, que cronologicamente ocorre às 18:00. Novamente os processos C e S podem ser os principais responsáveis. Em ambas as situações citadas acima, temos dois momentos distintos da jornada, que ocorrem cronologicamente no mesmo momento. Porém, o horário de 06:00 que pode corresponder ao horário de madrugada-final ou manhã-início, nos indica que a privação de sono noturno ocasionada pela jornada da madrugada causou efeitos deletérios nos parâmetros Efetividade, TTS, Débito de Sono e Tempo Acordado.

Os ritmos biológicos estão cada vez mais negligenciados em função de diversas situações sociais (AMARAL *et al.*, 2017; JANKOWSKI, 2017b; KOMADA *et al.*, 2016; LANG *et al.*, 2018; ROENNEBERG *et al.*, 2019). Os ritmos circadianos são principalmente afetados por alterações frequentes nos horários de despertar e adormecer dos trabalhadores em turnos de rotação inversa rápida, principalmente ao

observar o primeiro dia de trabalho e o último dia de trabalho de cada jornada em nossa amostra. Nestes dias, primeiro o voluntário finaliza sua jornada de trabalho às 00:00, podendo dormir somente após este horário, enquanto na segunda situação (último dia de trabalho) o voluntário inicia sua jornada às 00:00. Caso o ritmo biológico do voluntário tente se sincronizar a um destes horários de trabalho, através de um ou mais *Zeitgebers* (luz solar, alimentação, atividade física), estará forçadamente se dessincronizando com o outro horário. Adiciona-se a esta situação o fato que na jornada da madrugada o voluntário passa pelo horário de maior propensão ao sono durante o exercício de sua atividade laboral (ÅKERSTEDT e WRIGHT, 2009; BORBÉLY, 1982), podendo ocorrer microssono, cochilos involuntários, diminuição do estado de alerta, dentre outras situações relacionadas a fadiga do trabalhador que “pode ter um impacto adverso na saúde e segurança pessoal, bem como na eficiência e segurança da operação” (LERMAN *et al.*, 2012).

Apesar das diferenças marcantes entre os horários avaliados, a maior parte dos dados obtidos aponta para uma manutenção dos parâmetros de fadiga dentro do aceitável para os trabalhadores em turnos de rotação inversa rápida (Efetividade $\geq 77,5\%$; Cognição $\geq 90\%$; Lapsos de atenção ≤ 5 ; Tempo para Reação $\leq 150\%$). Neste trabalho é postulado que a jornada de trabalho de apenas 6h associada à proximidade com o local de trabalho sejam fatores benéficos, uma vez que evitam o aumento exponencial da fadiga e propiciam rápido início do descanso após a jornada. Avaliar os distúrbios de ritmo causados pelo trabalho por turnos ainda é uma tarefa complexa e relativamente onerosa para pesquisadores e gestores empresariais. Entretanto, avaliações subjetivas de fadiga com a capacidade de predizer momentos de perigo para o trabalhador, como o *FAST*, podem ser uma alternativa mais viável. O uso desta ferramenta pode antever situações de risco e evitar incidentes de trabalho e de trajeto. Entretanto, poucos estudos apresentam o uso do programa computacional *FAST* para gerenciamento de fadiga em trabalhadores em turnos de rotação inversa rápida. Ainda sobre os distúrbios de ritmo, podemos apontar o Transtorno do Trabalho em Turnos (*Shift Work Disorder* - SWD e propriamente o Transtorno do Ciclo vigília-sono. Este último pode ou não estar ligado ao trabalho por turnos, mas pode ocorrer em pessoas que trabalharam por longos períodos em trabalho por turnos e não conseguem sincronizar de forma adequada ao ritmo circadiano.

A efetividade dos voluntários, que é limitada a 100%, mostra os piores resultados ao término da jornada da madrugada. Cronologicamente este horário corresponde às 06h da manhã e pode ser diretamente comparado ao início da jornada de manhã. A diferença estatística entre os horários pode corresponder ao declínio da efetividade após permanecer acordado em horário de maior propensão ao sono e nadir de temperatura central (BORBÉLY, 1982). A figura 9 ajuda a comparar visualmente os gráficos da Efetividade, do Débito de sono e do TTS anterior a jornada, por exemplo. Podemos perceber que ao contrário do horário das 06:00, os horários de 18:00 para início e final de jornada (noite-início e tarde-final, respectivamente) apresentam os melhores resultados para a efetividade. Deve-se considerar também que a jornada da noite é aquela aonde o voluntário está voltando de folga e sem trabalhar na empresa por 60 horas, enquanto a jornada que termina às 18:00 começou às 12:00 e o trabalhador teve a oportunidade de dormir durante a madrugada, aproveitando mesmo que parcialmente o horário de maior propensão ao sono e nadir de temperatura central, como citado anteriormente. A efetividade representa condição ótima entre 100% a 90%, condição adequada entre 89,9% a 77,5%, condição preocupante entre 77,4% a 65% e condição crítica $\leq 64,9\%$. Neste sentido a efetividade ao final da jornada da madrugada foi limítrofe na condição preocupante, enquanto os demais valores estiveram acima de 80%. Para o empregador, a baixa efetividade pode ser associada à baixa produtividade, enquanto para o empregado que tenha vencimentos ligados à produtividade, pode significar salário menor. Neste estudo, os trabalhadores tinham remuneração fixa, mas devemos observar a efetividade de modo mais abrangente. A baixa efetividade na condução do veículo para casa após a jornada de trabalho pode incorrer em acidentes, por exemplo (NARCISO e MELLO, 2017; TEFFT, 2012; WILLIAMSON *et al.*, 2014).

Os aspectos cognitivos avaliados dos trabalhadores apresentaram comportamento circadiano, com destaque para o final da jornada da madrugada, que resulta da privação do sono noturno, como já discutido. Assim como a efetividade, a cognição depende do equilíbrio atual do processo de regulação do sono, do processo circadiano e da inércia do sono (HURSH, 2003). O decréscimo cognitivo já foi associado a maior atividade de ondas lentas do cérebro. Esta é indicativo de microssono e lapsos de atenção (BELYAVIN e WRIGHT, 1987) e durante a operação de equipamentos na jornada de trabalho ou dirigindo são situações que aumentam a

propensão a acidentes. Quanto mais próximo ao valor de 100% para a cognição, mais apto ao trabalho o avaliado está. Aqui é mostrado que apenas o horário de madrugada-final apresentou resultado de 78%, refletindo sinal de alerta. Todos os demais horários apresentaram resultados de 90% ou superior. Considerando apenas os resultados de Efetividade e Cognição, a escala de rotação inversa rápida 4x1 de 6 horas de jornada não representa riscos acentuados aos trabalhadores, com ressalva ao horário de madrugada-final, que cronologicamente ocorre às 06:00.

Na mesma direção que os parâmetros de Efetividade e Cognição, a propensão à Lapsos de Atenção e o Tempo para Reação dos trabalhadores apresentou comportamento circadiano e homeostático. Horários como noite-início e tarde-final, que ocorrem cronologicamente no mesmo horário do dia, não apresentam diferenças por circadianamente estarem no momento de melhor desempenho do trabalhador. Horários como tarde-início e manhã-final, que também ocorrem cronologicamente no mesmo horário do dia, apresentam diferenças porque a pressão homeostática do sono é diferente em cada uma das situações, e suficiente para ser indiretamente medida através da diferença na propensão à Lapsos de Atenção e Tempo para Reação maior quando o trabalhador não completa a noite de sono para iniciar a jornada da manhã. Alguns estudos que analisaram privação de sono noturno identificaram maior tempo de reação e aumento do número de Lapsos de Atenção (COUYOUMDJIAN *et al.*, 2010; DI MUZIO *et al.*, 2019), inclusive em trabalhadores de mineração (BAUERLE *et al.*, 2018). Tempo para Reação e Lapso de Atenção são frequentemente utilizados na avaliação de fadiga e estão presentes em diversos modelos como o *SAFTE™*, como medidas principais ou secundárias (DAWSON *et al.*, 2014; VAN DONGEN, 2004).

O TTS nas 24h que antecedem a jornada é utilizado como avaliação da recuperação e do descanso do indivíduo analisado pelo *FAST*, entretanto em nossa amostra estes valores devem ser analisados com cautela para que a sobreposição de períodos de sono não induza a entender o TTS como maior do que de fato ocorreu. Ainda assim, ao compararmos apenas as medidas de início de jornada, o horário tarde-início apresentou diferença estatisticamente significativa em relação à noite-início e madrugada-início, o que pode indicar que o intervalo de descanso entre o final da jornada da noite e o início da jornada da tarde permite um sono restaurador, que nos demais horários é “compensado” com o aumento do TTS, ainda que maior tempo de sono não signifique maior qualidade do sono. Ao compararmos apenas o final de

cada jornada, é possível perceber que novamente o horário madrugada-final apresenta os piores valores. Este dado é alarmante, pois indica que ao início da jornada de 00h o trabalhador já está com o TTS de sono baixo, dados parcialmente confirmados pelo Débito de Sono (figura 9F) e pelo Tempo Acordado antes da Jornada (figura 9G). O início da jornada de 18h apresenta o maior Tempo Acordado Antes da Jornada, mas não o maior Débito de Sono. Talvez a folga de 60h antes do início da jornada de 18h explique parte considerável destas informações. Cronologicamente, 18h está próximo de 00h, porém os componentes homeostáticos e circadianos nos mostram que mesmo quando o TTS antes da jornada não é diferente, o Débito de Sono e o Tempo Acordado antes da jornada podem representar riscos à saúde e segurança do trabalhador.

Embora a literatura reporte que turnos rotativos são piores para o trabalhador em comparação com turnos fixos (AISBETT *et al.*, 2017; ARENDT, 2010; KHAN *et al.*, 2018; MATHESON *et al.*, 2014), que a rotação rápida seja pior que a rotação lenta (POSTNOVA *et al.*, 2014; SONATI *et al.*, 2016) e que a rotação inversa seja pior que a rotação direta (KANTERMANN *et al.*, 2014; SHIFFER *et al.*, 2018; VAN AMELSVOORT *et al.*, 2004), em nosso estudo a escala de rotação inversa rápida apresentou prejuízos minimizados ao trabalhador quanto à fadiga e desempenho, exceto pela jornada que se inicia às 00h. Novamente apontamos que é possível que apesar do curto período de descanso entre as jornadas, o descanso seja próximo do adequado para os trabalhadores e que a privação do sono noturno explique parcialmente os resultados da jornada da madrugada. Ressaltamos que esta escala de rotação inversa rápida 4x1 mantém os trabalhadores por 6 horas no posto de trabalho, o que pode diminuir a propensão à fadiga.

6 CONCLUSÃO

A investigação apontou que existem diferenças nos parâmetros obtidos com o instrumento *FAST*: Efetividade {[$\chi^2(7)$ = 264,157; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final}, Cognição {[$\chi^2(7)$ = 258,547; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final}, Lapsos de Atenção {[$\chi^2(7)$ = 258,998; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final}, Tempo para Reação {[$\chi^2(7)$ = 257,390; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final}, Tempo Total de Sono {[$\chi^2(7)$ = 204,270; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final}, Débito de Sono {[$\chi^2(7)$ = 269,783; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final} e

Tempo Acordado {[$\chi^2(7) = 248,755$; $p < 0,001$]/início-início; final-final; início-final} em diferentes horários de trabalho de rotação inversa rápida que foram avaliados neste estudo.

Os parâmetros apresentaram diferenças na comparação entre os horários de entrada de turno, entre os horários de saída de turno e também na comparação entre entrada e saída de turno. Os parâmetros de desempenho: Efetividade, Cognição, Lapsos de Atenção e Tempo para Reação apresentaram diferenças na comparação entre os horários de entrada de turno, entre os horários de saída de turno e também na comparação entre entrada e saída de turno. Os parâmetros de fadiga: Tempo Total de Sono, Débito de Sono e Tempo Acordado apresentaram diferenças na comparação entre os horários de entrada de turno, entre os horários de saída de turno e também na comparação entre entrada e saída de turno.

Ao identificarmos com o método utilizado o ponto crítico da jornada de rotação inversa rápida, que é madrugada-final, as ações podem ser direcionadas a este período e assim serem mais efetivas. Os parâmetros Efetividade, Cognição, Lapsos de Atenção, Tempo para Reação, Tempo Total de Sono, e Débito de Sono apresentaram em relação ao horário de madrugada-pós seis diferenças em comparação aos demais horários. Os demais horários apresentaram quatro ou menos diferenças na mesma investigação. É possível que a privação do sono noturno explique parcialmente estes resultados, o que pode ser investigado em estudos futuros. Identificar estas diferenças entre os horários de trabalho permite o planejamento de ações direcionadas, diminuindo os riscos para o trabalhador em momentos de maior vulnerabilidade psicofisiológica. Podemos concluir que o risco pré-existente para acidentes na escala de rotação inversa rápida 4x1 de mineradores deve ser avaliado de forma individual para o trabalhador, com intuito de identificar momentos que precisem de maior atenção e, se necessário, efetivar algum tipo de intervenção.

6.1 Limitações do estudo e perspectivas futuras

Ao reconhecer que o estudo é focado na aplicação prática, a pequena quantidade de voluntários diminui o poder estatístico do trabalho. O uso de alimentos cafeinados não foi considerado neste estudo, mas é uma estratégia utilizada por muitos trabalhadores, principalmente nos turnos noturnos, que pode influenciar

pontualmente alguns parâmetros avaliados e não houve qualquer restrição quanto ao uso. A subjetividade de alguns dos instrumentos utilizados também pode representar uma limitação importante neste estudo. Existem poucos estudos cujos resultados avaliaram o desempenho e fadiga em trabalho em turnos de rotação inversa rápida, e entende-se que a sensibilidade do *FAST* para análise desta escala seja suficiente para a avaliação preditiva acompanhada de comparação em tempo real de trabalhadores em turnos, que não pôde ser realizado neste estudo.

A possibilidade de ponderação dos resultados do presente estudo, com dados da composição corporal, tempo na função e cronotipo, estão entre as perspectivas futuras. O uso de estratégias de mitigação da fadiga para o horário de madrugada-final também pode ser acompanhado e até ser realizada uma comparação entre os dados pré e pós intervenção.

REFERÊNCIAS

- AASM, A. A. O. S. M.; SRS, S. R. S. Recommended amount of sleep for a healthy adult: a joint consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. **Sleep**, v. 38, n. 6, p. 843-844, 2015.
- ADAMS, R. J.; APPLETON, S. L.; TAYLOR, A. W.; GILL, T. K.; LANG, C.; MCEVOY, R. D.; ANTIC, N. A. Sleep health of Australian adults in 2016: results of the 2016 Sleep Health Foundation national survey. **Sleep Health**, v. 3, n. 1, p. 35-42, 2017.
- AHMAD, M. The Effects of Circadian Rhythm Disruption towards Metabolic Stress and Mental Health: A Review. **Jurnal Sains Kesehatan Malaysia (Malaysian Journal of Health Sciences)**, v. 18, n. 1, 2020.
- AISBETT, B.; CONDO, D.; ZACHAREWICZ, E.; LAMON, S. The impact of shiftwork on skeletal muscle health. **Nutrients**, v. 9, n. 3, p. 248, 2017.
- ÅKERSTEDT, T. Shift work and disturbed sleep/wakefulness. **Occupational medicine**, v. 53, n. 2, p. 89-94, 2003.
- ÅKERSTEDT, T. Altered sleep/wake patterns and mental performance. **Physiology & behavior**, v. 90, n. 2-3, p. 209-218, 2007.
- ÅKERSTEDT, T.; WRIGHT, K. P. Sleep loss and fatigue in shift work and shift work disorder. **Sleep medicine clinics**, v. 4, n. 2, p. 257-271, 2009.
- ALHOLA, P.; POLO-KANTOLA, P. Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. **Neuropsychiatric disease and treatment**, 2007.
- ALTERMAN, T.; LUCKHAUPT, S. E.; DAHLHAMER, J. M.; WARD, B. W.; CALVERT, G. M. Prevalence rates of work organization characteristics among workers in the US: data from the 2010 National Health Interview Survey. **American journal of industrial medicine**, v. 56, n. 6, p. 647-659, 2013.
- ALVERO CRUZ, J. R.; PARENT MATHIAS, V.; GARCÍA ROMERO, J.; CARRILLO DE ALBORNOZ-GIL, M.; BENÍTEZ-PORRES, J.; ORDOÑEZ, F. J., . . . KNECHTLE, B. Prediction of performance in a short trail running race: The role of body composition. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 1306, 2019.
- AMARAL, M. O.; DE ALMEIDA GARRIDO, A. J.; DE FIGUEIREDO PEREIRA, C.; MASTER, N. V.; DE ROSARIO DELGADO NUNES, C.; SAKELLARIDES, C. T. Quality of life, sleepiness and depressive symptoms in adolescents with insomnia: A cross-sectional study. **Aten Primaria**, v. 49, n. 1, p. 35-41, Jan 2017.
- ANTUNES, L. D. C.; JORNADA, M. N. D.; RAMALHO, L.; HIDALGO, M. P. L. Correlation of shift work and waist circumference, body mass index, chronotype and depressive symptoms. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 54, n. 7, p. 652-656, 2010.

ARENDDT, J. Shift work: coping with the biological clock. **Occupational medicine**, v. 60, n. 1, p. 10-20, 2010.

ASAOKA, S.; ARITAKE, S.; KOMADA, Y.; OZAKI, A.; ODAGIRI, Y.; INOUE, S., . . . INOUE, Y. Factors associated with shift work disorder in nurses working with rapid-rotation schedules in Japan: the nurses' sleep health project. **Chronobiology international**, v. 30, n. 4, p. 628-636, 2013.

BAECKE, J. A.; BUREMA, J.; FRIJTERS, J. E. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. **The American journal of clinical nutrition**, v. 36, n. 5, p. 936-942, 1982.

BAEK, J.; HAN, K.; CHOI-KWON, S. Sleep diary-and actigraphy-derived sleep parameters of 8-hour fast-rotating shift work nurses: A prospective descriptive study. **International Journal of Nursing Studies**, p. 103719, 2020.

BASNER, M.; DINGES, D. F. Maximizing sensitivity of the psychomotor vigilance test (PVT) to sleep loss. **Sleep**, v. 34, n. 5, p. 581-591, 2011.

BAUERLE, T.; DUGDALE, Z.; POPLIN, G. Mineworker fatigue: A review of what we know and future decisions. **Mining engineering**, v. 70, n. 3, p. 33, 2018.

BELENKY, G.; WESENSTEN, N. J.; THORNE, D. R.; THOMAS, M. L.; SING, H. C.; REDMOND, D. P., . . . BALKIN, T. J. Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and subsequent recovery: A sleep dose-response study. **Journal of sleep research**, v. 12, n. 1, p. 1-12, 2003.

BELYAVIN, A.; WRIGHT, N. A. Changes in electrical activity of the brain with vigilance. **Electroencephalography and clinical Neurophysiology**, v. 66, n. 2, p. 137-144, 1987.

BENEDITO-SILVA, A. A.; MENNA-BARRETO, L.; MARQUES, N.; TENREIRO, S. A self-assessment questionnaire for the determination of morningness-eveningness types in Brazil. **Prog Clin Biol Res**, v. 341B, p. 89-98, 1990.

BERTOLAZI, A. N.; FAGONDES, S. C.; HOFF, L. S.; DARTORA, E. G.; DA SILVA MIOZZO, I. C.; DE BARBA, M. E. F.; BARRETO, S. S. M. Validation of the Brazilian Portuguese version of the Pittsburgh sleep quality index. **Sleep medicine**, v. 12, n. 1, p. 70-75, 2011.

BONNET, M. H.; ARAND, D. L. We are chronically sleep deprived. **Sleep**, v. 18, n. 10, p. 908-911, 1995.

BORBELY, A. A. A two process model of sleep regulation. **Hum Neurobiol**, v. 1, n. 3, p. 195-204, 1982.

BORBÉLY, A. A. A two process model of sleep regulation. **Hum neurobiol**, v. 1, n. 3, p. 195-204, 1982.

BUCKLEY, R. J.; HELTON, W. S.; INNES, C. R.; DALRYMPLE-ALFORD, J. C.; JONES, R. D. Attention lapses and behavioural microsleeps during tracking, psychomotor vigilance, and dual tasks. **Consciousness and cognition**, v. 45, p. 174-183, 2016.

BUYSSE, D. J.; REYNOLDS, C. F., 3RD; MONK, T. H.; BERMAN, S. R.; KUPFER, D. J. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. **Psychiatry Res**, v. 28, n. 2, p. 193-213, May 1989.

CALDWELL, J. A. Fatigue in aviation. **Travel medicine and infectious disease**, v. 3, n. 2, p. 85-96, 2005.

CARNEY, C. E.; BUYSSE, D. J.; ANCOLI-ISRAEL, S.; EDINGER, J. D.; KRYSTAL, A. D.; LICHSTEIN, K. L.; MORIN, C. M. The consensus sleep diary: standardizing prospective sleep self-monitoring. **Sleep**, v. 35, n. 2, p. 287-302, 2012.

CARRION, V. **Comentários à consolidação das leis do trabalho**. Editora Saraiva, 2006. ISBN 8502055860.

CHENNAOUI, M.; ARNAL, P. J.; SAUVET, F.; LEGER, D. Sleep and exercise: a reciprocal issue? **Sleep Med Rev**, v. 20, p. 59-72, Apr 2015.

COSTA, G. Shift work and health: current problems and preventive actions. **Saf Health Work**, v. 1, n. 2, p. 112-23, Dec 2010.

COUYOUMDJIAN, A.; SDOIA, S.; TEMPESTA, D.; CURCIO, G.; RASTELLINI, E.; DE GENNARO, L.; FERRARA, M. The effects of sleep and sleep deprivation on task-switching performance. **Journal of sleep research**, v. 19, n. 1-Part-I, p. 64-70, 2010.

CRISPIM, C. A.; WATERHOUSE, J.; DÂMASO, A. R.; ZIMBERG, I. Z.; PADILHA, H. G.; OYAMA, L. M., . . . DE MELLO, M. T. Hormonal appetite control is altered by shift work: a preliminary study. **Metabolism**, v. 60, n. 12, p. 1726-1735, 2011.

CRISPIM, C. A.; ZIMBERG, I. Z.; DATTILO, M.; PADILHA, H. G.; TUFIK, S.; MELLO, M. T. D. Trabalho em turnos e aspectos nutricionais: uma revisão. **Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr**, p. 213-227, 2009.

DARWENT, D.; DAWSON, D.; PATERSON, J. L.; ROACH, G. D.; FERGUSON, S. A. Managing fatigue: It really is about sleep. **Accident Analysis & Prevention**, v. 82, p. 20-26, 2015.

DAWSON, D.; SEARLE, A. K.; PATERSON, J. L. Look before you (s) leep: evaluating the use of fatigue detection technologies within a fatigue risk management system for the road transport industry. **Sleep medicine reviews**, v. 18, n. 2, p. 141-152, 2014.

DE MELLO, M. T.; ESTEVES, A. M.; PIRES, M. L. N.; SANTOS, D. C.; BITTENCOURT, L. R. A.; SILVA, R. S.; TUFIK, S. Relationship between Brazilian airline pilot errors and time of day. **Brazilian journal of medical and biological research**, v. 41, n. 12, p. 1129-1131, 2008.

DE VRIES, J. D.; CLAESSENS, B. J.; VAN HOOFF, M. L.; GEURTS, S. A.; VAN DEN BOSSCHE, S. N.; KOMPIER, M. A. Disentangling longitudinal relations between physical activity, work-related fatigue, and task demands. **International archives of occupational and environmental health**, v. 89, n. 1, p. 89-101, 2016.

DI MUZIO, M.; REDA, F.; DIELLA, G.; DI SIMONE, E.; NOVELLI, L.; D'ATRI, A., . . . DE GENNARO, L. Not only a problem of fatigue and sleepiness: changes in psychomotor performance in italian nurses across 8-h rapidly rotating shifts. **Journal of clinical medicine**, v. 8, n. 1, p. 47, 2019.

DINGES, D. F.; PACK, F.; WILLIAMS, K.; GILLEN, K. A.; POWELL, J. W.; OTT, G. E., . . . PACK, A. I. Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4-5 hours per night. **Sleep**, v. 20, n. 4, p. 267-77, Apr 1997.

DRAKE, C. L.; ROEHRS, T. A.; BURDUVALI, E.; BONAHOOM, A.; ROSEKIND, M.; ROTH, T. Effects of rapid versus slow accumulation of eight hours of sleep loss. **Psychophysiology**, v. 38, n. 6, p. 979-987, 2001.

DRUMMOND, S. P.; BISCHOFF-GRETHER, A.; DINGES, D. F.; AYALON, L.; MEDNICK, S. C.; MELOY, M. The neural basis of the psychomotor vigilance task. **Sleep**, v. 28, n. 9, p. 1059-1068, 2005.

DURMER, J. S.; DINGES, D. F. Neurocognitive consequences of sleep deprivation. *Seminars in neurology*, 2005, Copyright© 2005 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New York, NY 10017. p.117-129.

EDDY, D. R.; HURSH, S. R. **Fatigue Avoidance Scheduling Tool (FAST) Phase II SBIR Final Report, Part 1**. NTI INC DAYTON OH. 2006

EDHOLM, O.; FLOYD, W. Fatigue; Ergonomics Research Society's symposium. **Lancet (London, England)**, v. 1, n. 6713, p. 868, 1952.

ENOKA, R. M.; DUCHATEAU, J. Translating fatigue to human performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 48, n. 11, p. 2228, 2016.

EPSTEIN, M.; SÖDERSTRÖM, M.; JIRWE, M.; TUCKER, P.; DAHLGREN, A. Sleep and fatigue in newly graduated nurses-experiences and strategies for handling shiftwork. **Journal of clinical nursing**, 2019.

FISCHER, F. M. **Trabalho em turnos: alguns aspectos econômicos, médicos e sociais**. 1980. Universidade de São Paulo

FLORINDO, A.; LATORRE, M. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. **Rev Bras Med Esporte**, v. 9, n. 3, p. 121-8, 2003.

FOLKARD, S. Do permanent night workers show circadian adjustment? A review based on the endogenous melatonin rhythm. **Chronobiology international**, v. 25, n. 2-3, p. 215-224, 2008.

FOLKARD, S.; LOMBARDI, D. A. Modeling the impact of the components of long work hours on injuries and “accidents”. **American journal of industrial medicine**, v. 49, n. 11, p. 953-963, 2006.

FOSTER, R. G.; WULFF, K. The rhythm of rest and excess. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 6, n. 5, p. 407, 2005.

FRISWELL, R.; WILLIAMSON, A. Comparison of the fatigue experiences of short haul light and long distance heavy vehicle drivers. **Safety science**, v. 57, p. 203-213, 2013.

GERTLER, J.; HURSH, S.; FANZONE, J.; RASLEAR, T.; AMERICA, Q. N. **Validation of FAST model sleep estimates with actigraph measured sleep in locomotive engineers**. United States. Federal Railroad Administration. 2012

GOLOMBEK, D. A.; ROSENSTEIN, R. E. Physiology of circadian entrainment. **Physiological reviews**, v. 90, n. 3, p. 1063-1102, 2010.

GRANDNER, M. A.; PATEL, N. P.; GEHRMAN, P. R.; PERLIS, M. L.; PACK, A. I. Problems associated with short sleep: bridging the gap between laboratory and epidemiological studies. **Sleep medicine reviews**, v. 14, n. 4, p. 239-247, 2010.

GROß, J.; FRITSCHI, L. Complementing the Social Jet Lag by considering pristine internal time. **Chronobiology international**, v. 34, n. 9, p. 1177-1179, 2017.

GUPTA, A.; ROTH, T.; ROEHRS, T.; DRAKE, C. L. Shift Work: A Perspective on Shift Work Disorder—Is Prevention the Answer? **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 15, n. 12, p. 1863-1865, 2019.

HANSEN, J.; STEVENS, R. G. Case–control study of shift-work and breast cancer risk in Danish nurses: impact of shift systems. **European journal of cancer**, v. 48, n. 11, p. 1722-1729, 2012.

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

HURSH, S. Sleep, Activity, Fatigue and Task Effectiveness (SAFTE) Model and the Fatigue Avoidance Scheduling Tool (FAST). **Air Force Research Laboratory Presentation**, 2003.

HURSH, S. R.; BALKIN, T. J.; MILLER, J. C.; EDDY, D. R. The fatigue avoidance scheduling tool: Modeling to minimize the effects of fatigue on cognitive performance. **SAE transactions**, p. 111-119, 2004.

HURSH, S. R.; EDDY, D. R. Fatigue modeling as a tool for managing fatigue in transportation operations. Proceedings of the 2005 International Conference on Fatigue Management in Transportation Operations, September 2005, 2005.

HURSH, S. R.; MUNRO, I.; REDMOND, D. P.; CONLAN, R. W. Development of a Cognitive Performance Monitoring System. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 1996, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA. p.1260-1260.

HURSH, S. R.; RASLEAR, T. G.; KAYE, A. S.; FANZONE JR, J. F. Validation and calibration of a fatigue assessment tool for railroad work schedules, summary report. 2006.

HURSH, S. R.; RASLEAR, T. G.; KAYE, A. S.; FANZONE JR, J. F. **Validation and calibration of a fatigue assessment tool for railroad work schedules, final report.** 2008

HURSH, S. R.; REDMOND, D. P.; JOHNSON, M. L.; THORNE, D. R.; BELENKY, G.; BALKIN, T. J., . . . EDDY, D. R. Fatigue models for applied research in warfighting. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 75, n. 3, p. A44-A53, 2004.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua.** RENDIMENTO, D. D. P. C. D. T. E.: 12 p. 2018.

JANKOWSKI, K. S. Actual versus preferred sleep times as a proxy of biological time for social jet lag. **Chronobiol Int**, v. 34, n. 9, p. 1175-1176, 2017a.

JANKOWSKI, K. S. Social jet lag: Sleep-corrected formula. **Chronobiology international**, v. 34, n. 4, p. 531-535, 2017b.

JASPER, I.; ROENNEBERG, T.; HÄUßLER, A.; ZIERDT, A.; MARQUARDT, C.; HERMSDÖRFER, J. Circadian rhythm in force tracking and in dual task costs. **Chronobiology international**, v. 27, n. 3, p. 653-673, 2010.

JAY, S. M.; DAWSON, D.; FERGUSON, S. A.; LAMOND, N. Driver fatigue during extended rail operations. **Applied ergonomics**, v. 39, n. 5, p. 623-629, 2008.

JONES, C. B.; DORRIAN, J.; RAJARATNAM, S. M.; DAWSON, D. Working hours regulations and fatigue in transportation: A comparative analysis. **Safety science**, v. 43, n. 4, p. 225-252, 2005.

KAKEBEEKE, T. H.; LANZI, S.; ZYSSET, A. E.; ARHAB, A.; MESSERLI-BÜRGGY, N.; STUELBE, K., . . . KRIEMLER, S. Association between body composition and motor performance in preschool children. **Obesity facts**, v. 10, n. 5, p. 420-431, 2017.

KALMBACH, D. A.; FANG, Y.; ARNETT, J. T.; COCHRAN, A. L.; DELDIN, P. J.; KAPLIN, A. I.; SEN, S. Effects of Sleep, Physical Activity, and Shift Work on Daily Mood: a Prospective Mobile Monitoring Study of Medical Interns. **Journal of general internal medicine**, v. 33, n. 6, p. 914-920, 2018.

KANTERMANN, T.; DUBOUTAY, F.; HAUBRUGE, D.; HAMPTON, S.; DARLING, A. L.; BERRY, J. L., . . . SKENE, D. J. The direction of shift-work rotation impacts metabolic risk independent of chronotype and social jetlag—An exploratory pilot study. **Chronobiology international**, v. 31, n. 10, p. 1139-1145, 2014.

KARHULA, K.; HÄRMÄ, M.; SALLINEN, M.; HUBLIN, C.; VIRKKALA, J.; KIVIMÄKI, M., . . . PUTTONEN, S. Job strain, sleep and alertness in shift working health care professionals—a field study. **Industrial health**, v. 51, n. 4, p. 406-416, 2013.

KAWADA, T.; SUZUKI, S. Monitoring sleep hours using a sleep diary and errors in rotating shiftworkers. **Psychiatry and clinical neurosciences**, v. 56, n. 3, p. 213-214, 2002.

KHAN, S.; DUAN, P.; YAO, L.; HOU, H. Shiftwork-mediated disruptions of circadian rhythms and sleep homeostasis cause serious health problems. **International journal of genomics**, v. 2018, 2018.

KLING, R. N.; MCLEOD, C. B.; KOEHOORN, M. Sleep problems and workplace injuries in Canada. **Sleep**, v. 33, n. 5, p. 611-618, 2010.

KOMADA, Y.; BREUGELMANS, R.; DRAKE, C. L.; NAKAJIMA, S.; TAMURA, N.; TANAKA, H., . . . INOUE, Y. Social jetlag affects subjective daytime sleepiness in school-aged children and adolescents: A study using the Japanese version of the Pediatric Daytime Sleepiness Scale (PDSS-J). **Chronobiol Int**, v. 33, n. 10, p. 1311-1319, 2016.

LAMOND, N.; DAWSON, D.; ROACH, G. D. Fatigue assessment in the field: validation of a hand-held electronic psychomotor vigilance task. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 76, n. 5, p. 486-489, 2005.

LANG, C. J.; REYNOLDS, A. C.; APPLETON, S. L.; TAYLOR, A. W.; GILL, T. K.; MCEVOY, R. D., . . . ADAMS, R. A. Sociodemographic and behavioural correlates of social jetlag in Australian adults: results from the 2016 National Sleep Health Foundation Study. **Sleep medicine**, v. 51, p. 133-139, 2018.

LEE, I.-S.; BARDWELL, W. A.; ANCOLI-ISRAEL, S.; DIMSDALE, J. E. Number of lapses during the psychomotor vigilance task as an objective measure of fatigue. **Journal of clinical sleep medicine**, v. 6, n. 02, p. 163-168, 2010.

LEGAULT, G.; CLEMENT, A.; KENNY, G. P.; HARDCASTLE, S.; KELLER, N. Cognitive consequences of sleep deprivation, shiftwork, and heat exposure for underground miners. **Applied ergonomics**, v. 58, p. 144-150, 2017.

LERMAN, S. E.; ESKIN, E.; FLOWER, D. J.; GEORGE, E. C.; GERSON, B.; HARTENBAUM, N., . . . MOORE-EDE, M. Fatigue risk management in the workplace. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 54, n. 2, p. 231-258, 2012.

LIM, J.; DINGES, D. F. Sleep deprivation and vigilant attention. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1129, n. 1, p. 305-322, 2008.

LIN, M.-H.; HUANG, Y.-C.; CHEN, W.-K.; WANG, J.-Y. Sleepiness and injury risk in emergency medical service workers in Taiwan. **PLoS one**, v. 15, n. 2, p. e0229202, 2020.

MALLET, S.; FAVA, M. N. **Consolidação das Leis do Trabalho**: São Paulo: Rideel 2008.

MARTIN, J. L.; HAKIM, A. D. Wrist actigraphy. **Chest**, v. 139, n. 6, p. 1514-1527, 2011.

MATHESON, A.; O'BRIEN, L.; REID, J. A. The impact of shiftwork on health: a literature review. **Journal of Clinical Nursing**, v. 23, n. 23-24, p. 3309-3320, 2014.

MCCORMICK, F.; KADZIELSKI, J.; EVANS, B. T.; LANDRIGAN, C. P.; HERNDON, J.; RUBASH, H. Fatigue optimization scheduling in graduate medical education: reducing fatigue and improving patient safety. **Journal of graduate Medical education**, v. 5, n. 1, p. 107-111, 2013.

MILLER, J. A conceptual framework for the estimation of worker fatigue. **CSERIAC Gateway**, p. 1-3, 1999.

MILLER, J. C. **Usability Improvement for Data Input into the Fatigue Avoidance Scheduling Tool (FAST)**. AIR FORCE RESEARCH LAB BROOKS AFB TX HUMAN EFFECTIVENESS DIR/BIODYNAMICS 2005

MORENO, C. R. C.; FISCHER, F. M.; ROTENBERG, L. A saúde do trabalhador na sociedade 24 horas. **São Paulo em perspectiva**, v. 17, n. 1, p. 34-46, 2003.

MORGENTHALER, T.; ALESSI, C.; FRIEDMAN, L.; OWENS, J.; KAPUR, V.; BOEHLECKE, B., . . . LEE-CHIONG, T. Practice parameters for the use of actigraphy in the assessment of sleep and sleep disorders: an update for 2007. **Sleep**, v. 30, n. 4, p. 519-529, 2007.

NAHAS, M. V. Atividade física, saúde e qualidade de vida: conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo. Londrina: Midiograf, 2001. **Revista Baiana de Saúde Pública**, 2009.

NARCISO, F. V.; BARELA, J. A.; AGUIAR, S. A.; CARVALHO, A. N.; TUFIK, S.; DE MELLO, M. T. Effects of shift work on the postural and psychomotor performance of night workers. **PLoS one**, v. 11, n. 4, p. e0151609, 2016.

NARCISO, F. V.; MELLO, M. T. D. Safety and health of professional drivers who drive on Brazilian highways. **Revista de saúde publica**, v. 51, 2017.

NEIL-SZTRAMKO, S. E.; PAHWA, M.; DEMERS, P. A.; GOTAY, C. C. Health-related interventions among night shift workers: a critical review of the literature. **Scandinavian journal of work, environment & health**, p. 543-556, 2014.

ORZEŁ-GRYGLEWSKA, J. Consequences of sleep deprivation. **International journal of occupational medicine and environmental health**, 2010.

POSTNOVA, S.; POSTNOV, D. D.; SENEVIRATNE, M.; ROBINSON, P. A. Effects of rotation interval on sleepiness and circadian dynamics on forward rotating 3-shift systems. **Journal of biological rhythms**, v. 29, n. 1, p. 60-70, 2014.

POTTER, G. D.; WOOD, T. R. The Future of Shift Work: Circadian Biology Meets Personalised Medicine and Behavioural Science. **Frontiers in Nutrition**, v. 7, 2020.

POWELL, R. I.; COPPING, A. G. Measuring fatigue-related impairment in the workplace. **Journal of Engineering, Design and Technology**, 2016.

RABINOWITZ, Y. G.; BREITBACH, J. E.; WARNER, C. H. Managing aviator fatigue in a deployed environment: the relationship between fatigue and neurocognitive functioning. **Military medicine**, v. 174, n. 4, p. 358-362, 2009.

RASLEAR, T. G.; HURSH, S. R.; VAN DONGEN, H. P. Predicting cognitive impairment and accident risk. In: (Ed.). **Progress in brain research**: Elsevier, v.190, 2011. p.155-167. ISBN 0079-6123.

REEVES, M. D. Fatigue Avoidance Scheduling Tool®(FAST®). **Ergonomics in Design**, v. 15, n. 2, p. 25-27, 2007.

RIJO-FERREIRA, F.; TAKAHASHI, J. S. Genomics of circadian rhythms in health and disease. **Genome medicine**, v. 11, n. 1, p. 1-16, 2019.

RIVERA, A. S.; AKANBI, M.; O'DWYER, L. C.; MCHUGH, M. Shift work and long work hours and their association with chronic health conditions: A systematic review of systematic reviews with meta-analyses. **PloS one**, v. 15, n. 4, p. e0231037, 2020.

ROENNEBERG, T.; PILZ, L. K.; ZERBINI, G.; WINNEBECK, E. C. Chronotype and Social Jetlag: A (Self-) Critical Review. **Biology**, v. 8, n. 3, p. 54, 2019.

ROMA, P. G.; HURSH, S. R.; MEAD, A. M.; NESTHUS, T. E. **Flight attendant work/rest patterns, alertness, and performance assessment: Field validation of biomathematical fatigue modeling**. Federal Aviation Administration Oklahoma City Ok Civil Aerospace Medical Inst. 2012

ROSA, D. E.; MAROT, L. P.; DE MELLO, M. T.; NARCISO, F. V.; GONÇALVES, B. D. S. B.; MARQUEZE, E. C.; CRISPIM, C. A. Shift rotation, circadian misalignment and excessive body weight influence psychomotor performance: a prospective and observational study under real life conditions. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2019.

ROSEKIND, M. R. Underestimating the societal costs of impaired alertness: safety, health and productivity risks. **Sleep medicine**, v. 6, p. S21-S25, 2005.

RUTTERS, F.; LEMMENS, S. G.; ADAM, T. C.; BREMMER, M. A.; ELDERS, P. J.; NIJPELS, G.; DEKKER, J. M. Is social jetlag associated with an adverse endocrine, behavioral, and cardiovascular risk profile? **Journal of biological rhythms**, v. 29, n. 5, p. 377-383, 2014.

SAKSVIK, I. B.; BJORVATN, B.; HARVEY, A. G.; WAAGE, S.; HARRIS, A.; PALLESEN, S. Adaptation and readaptation to different shift work schedules

measured with sleep diary and actigraphy. **Journal of Occupational Health Psychology**, v. 16, n. 3, p. 331, 2011.

SAKSVIK, I. B.; BJORVATN, B.; HETLAND, H.; SANDAL, G. M.; PALLESEN, S. Individual differences in tolerance to shift work—a systematic review. **Sleep medicine reviews**, v. 15, n. 4, p. 221-235, 2011.

SALGADO-DELGADO, R.; ANGELES-CASTELLANOS, M.; SADARI, N.; BUIJS, R. M.; ESCOBAR, C. Food intake during the normal activity phase prevents obesity and circadian desynchrony in a rat model of night work. **Endocrinology**, v. 151, n. 3, p. 1019-1029, 2010.

SHIFFER, D.; MINONZIO, M.; DIPAOLA, F.; BERTOLA, M.; ZAMUNER, A. R.; DALLA VECCHIA, L. A., . . . BARBIC, F. Effects of clockwise and counterclockwise job shift work rotation on sleep and work-life balance on hospital nurses. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 9, p. 2038, 2018.

SHOLTES, D.; KRAVITZ, H. M.; DEKA, A.; WESTRICK, J.; FOGG, L. F.; GOTTLIEB, M. Optimising sleep and performance during night float: A systematic review of evidence and implications for graduate medical education trainees. **Journal of Sleep Research**, p. e13212, 2020.

SHRIANE, A. E.; FERGUSON, S. A.; JAY, S. M.; VINCENT, G. E. Sleep hygiene in shift workers: A systematic literature review. **Sleep Medicine Reviews**, p. 101336, 2020.

SILVER, R.; SCHWARTZ, W. J. The suprachiasmatic nucleus is a functionally heterogeneous timekeeping organ. In: (Ed.). **Methods in enzymology**: Elsevier, v.393, 2005. p.451-465. ISBN 0076-6879.

SONATI, J. G.; DE MARTINO, M. M. F.; VILARTA, R.; DA SILVA MACIEL, É.; SONATI, R. J. F.; PADUAN, P. C. Quality of life, sleep, and health of air traffic controllers with rapid counterclockwise shift rotation. **Workplace health & safety**, v. 64, n. 8, p. 377-384, 2016.

STASI, R.; ABRIANI, L.; BECCAGLIA, P.; TERZOLI, E.; AMADORI, S. Cancer-related fatigue: evolving concepts in evaluation and treatment. **Cancer**, v. 98, n. 9, p. 1786-1801, 2003.

TEFFT, B. C. Prevalence of motor vehicle crashes involving drowsy drivers, United States, 1999-2008. **Accid Anal Prev**, v. 45, p. 180-6, Mar 2012.

TUCKER, P.; MARQUIÉ, J.-C.; FOLKARD, S.; ANSIAU, D.; ESQUIROL, Y. Shiftwork and metabolic dysfunction. **Chronobiology international**, v. 29, n. 5, p. 549-555, 2012.

UEHLI, K.; MEHTA, A. J.; MIEDINGER, D.; HUG, K.; SCHINDLER, C.; HOLSBOER-TRACHSLER, E., . . . KÜNZLI, N. Sleep problems and work injuries: a systematic review and meta-analysis. **Sleep medicine reviews**, v. 18, n. 1, p. 61-73, 2014.

UMEMURA, G. S.; PINHO, J. P.; GONÇALVES, B. D. S. B.; FURTADO, F.; FORNER-CORDERO, A. Social jetlag impairs balance control. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 9406, 2018.

VAN AMELSVOORT, L.; SCHOUTEN, E.; KOK, F. Duration of shiftwork related to body mass index and waist to hip ratio. **International journal of obesity**, v. 23, n. 9, p. 973-978, 1999.

VAN AMELSVOORT, L. G.; JANSEN, N. W.; SWAEN, G. M.; VAN DEN BRANDT, P. A.; KANT, I. Direction of shift rotation among three-shift workers in relation to psychological health and work-family conflict. **Scandinavian journal of work, environment & health**, p. 149-156, 2004.

VAN DONGEN, H. Comparison of mathematical model predictions to experimental data of fatigue and performance. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 75, n. 3, p. A15-A36, 2004.

VAN DONGEN, H.; MAISLIN, G.; MULLINGTON, J. M.; DINGES, D. F. The cumulative cost of additional wakefulness: dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation. **Sleep**, v. 26, n. 2, p. 117-126, 2003.

VAN DONGEN, H. P.; DINGES, D. F. Sleep, circadian rhythms, and psychomotor vigilance. **Clinics in sports medicine**, v. 24, n. 2, p. 237-249, 2005.

VAN DYCKE, K. C.; PENNING, J. L.; VAN OOSTROM, C. T.; VAN KERKHOFF, L. W.; VAN STEEG, H.; VAN DER HORST, G. T.; RODENBURG, W. Biomarkers for circadian rhythm disruption independent of time of day. **PLoS One**, v. 10, n. 5, p. e0127075, 2015.

VARDAR, S. A.; TEZEL, S.; ÖZTÜRK, L.; KAYA, O. The relationship between body composition and anaerobic performance of elite young wrestlers. **Journal of sports science & medicine**, v. 6, n. CSSI-2, p. 34, 2007.

WALKER, M. P. Cognitive consequences of sleep and sleep loss. **Sleep Medicine**, v. 9, p. S29-S34, 2008.

WILLIAMSON, A.; FRISWELL, R.; OLIVIER, J.; GRZEBIETA, R. Are drivers aware of sleepiness and increasing crash risk while driving? **Accid Anal Prev**, v. 70, p. 225-34, Sep 2014.

WILLIAMSON, A.; LOMBARDI, D. A.; FOLKARD, S.; STUTTS, J.; COURTNEY, T. K.; CONNOR, J. L. The link between fatigue and safety. **Accident Analysis & Prevention**, v. 43, n. 2, p. 498-515, 2011.

WIRTZ, A.; NACHREINER, F.; ROLFES, K. Working on Sundays—effects on safety, health, and work-life balance. **Chronobiology international**, v. 28, n. 4, p. 361-370, 2011.

WITTMANN, M.; DINICH, J.; MERROW, M.; ROENNEBERG, T. Social jetlag: misalignment of biological and social time. **Chronobiology international**, v. 23, n. 1-2, p. 497-509, 2006.

WONG, I. S.; DAWSON, D.; VAN DONGEN, H. P. International consensus statements on non-standard working time arrangements and occupational health and safety. **Industrial health**, v. 57, n. 2, p. 135-138, 2019.

ZIMBERG, I. Z.; FERNANDES JUNIOR, S. A.; CRISPIM, C. A.; TUFIK, S.; DE MELLO, M. T. Metabolic impact of shift work. **Work**, v. 41, n. Supplement 1, p. 4376-4383, 2012.

APÊNDICES

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está convidado a participar do estudo: **“Efeito de diferentes intervenções no desempenho cognitivo, no estado de humor, na sonolência e na temperatura corporal de trabalhadores noturno e diurno”**. Os avanços na área da saúde ocorrem por meio de estudos como este, por isso a sua participação é muito importante. Reforçamos que sua participação é voluntária e não terá influências no seu trabalho, seus dados e resultados individuais serão mantidos em sigilo. O objetivo deste estudo é verificar os efeitos de diferentes intervenções com exercício físico ou terapia de luz no comportamento da temperatura corporal, desempenho cognitivo, estado de humor, composição corporal, metabolismo, perfil de sono e sonolência do trabalhador rotativo, noturno e diurno. Caso você participe, você será submetido à segunda, terceira e quarta fase do estudo.

Na segunda fase serão realizadas as avaliações iniciais e você será encaminhado ao grupo de saúde da empresa que realizará medidas para melhorar seu sono. Após as avaliações dos pesquisadores e da equipe médica você participará da terceira fase do estudo onde serão realizadas orientações sobre hábitos de higiene do sono, disponibilização de gibis e folhetos. Na quarta fase você participará de um dos três grupos de intervenção ou do grupo controle. Os grupos de intervenção serão submetidos a aproximadamente trinta sessões de aplicação de óculos com luz, exercícios de musculação com bandas elásticas ou exercício de vibração corporal, essas sessões terão duração de aproximadamente 30 minutos durante o período de oito semanas. Antes e após o período de intervenção, em um dia específico você será avaliado durante, antes e após a sua jornada de trabalho.

Na avaliação inicial serão realizados as medidas de peso, altura e quantidade de gordura corporal, o teste de atenção e vigilância, avaliação da temperatura corporal, avaliação da taxa de metabolismo basal, preenchimento de uma ficha de identificação individual, responder a alguns questionários visando avaliar sua qualidade de vida, motivação no trabalho, humor, necessidade de descanso, nível de atividade física, preferência do horário das atividades habituais, qualidade do sono, sonolência, identificar a síndrome de apneia obstrutiva do sono e percepção de insônia. Essa avaliação inicial será feita em diferentes dias e terá duração de

aproximadamente 30 minutos por dia de avaliação. Será necessário também, na avaliação inicial e nos 15 dias subsequentes, que você use um relógio de punho para analisar seu estado de atividade-reposo.

Ao responder os questionários você poderá sentir-se desconfortável, porém, você realizará o preenchimento individualmente, em local reservado para garantir sua privacidade. O uso do relógio poderá causar um pequeno desconforto semelhante ao uso de relógios convencionais, entretanto, não representa risco grave à sua integridade física e cognitiva. As intervenções com exercícios físicos ou terapia de luz poderão lhe causar desconforto, entretanto, você será acompanhado por um profissional que irá orientá-lo a executá-los de forma a garantir seu bem-estar e segurança.

Na quarta fase será realizada a avaliação antes, durante e após a jornada de trabalho. Serão aplicadas antes e após a jornada de trabalho, os questionários de avaliação da sonolência, do humor, da necessidade de descanso, da atenção e vigilância bem como a avaliação da temperatura corporal. Já durante a jornada de trabalho será mensurada a temperatura interna do seu corpo através de uma cápsula gastrointestinal. A ingestão dessa cápsula pode ocasionar desconforto gastrointestinal. Serão utilizados materiais descartáveis e individuais (cápsula) para reduzir (ou eliminar) o risco de contaminação. Essas avaliações terão duração de aproximadamente 20 minutos. Todos esses procedimentos serão repetidos em uma nova jornada de trabalho que ocorrerá após o período de intervenção. Nos 15 dias finais do estudo será necessário que você faça novamente a avaliação com uso do relógio de punho para analisar o estado de atividade-reposo além de repetir os mesmos procedimentos da avaliação inicial e questionários.

Durante o período de intervenção e de avaliações, desde a fase inicial até a fase final você será acompanhado por um profissional. Caso participe do grupo que realizará exercício físico, você será auxiliado por um profissional de Educação Física, as sessões de treinamento de musculação e de vibração terão duração de aproximadamente 30 minutos e o pesquisador responsável poderá interromper o treinamento físico caso você não apresente condições físicas para continuar. Caso participe do grupo que usará óculos de luz, as sessões terão duração de aproximadamente 30 minutos e você será orientado por um pesquisador, o uso de óculos pode ocasionar cansaço dos olhos. As intervenções realizadas anterior à sua

jornada de trabalho pode possibilitar o aumento do seu estado de alerta e/ou atraso do seu sono.

Você poderá não participar da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar assumir qualquer tipo de ônus, indenização ou ressarcimento e sem prejuízo algum no seu atendimento ou na sua atividade laboral na empresa. Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, mas terá a garantia de que todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade. O seu nome aparecerá somente na ficha de cadastro e nas demais situações você será identificado por um número para resguardar seu nome. O conjunto dos resultados obtidos poderá ser divulgado em eventos científicos, em revistas ou outros meios de divulgação, mas o seu nome será sempre mantido em sigilo constante. Você poderá ter acesso aos resultados e às conclusões do estudo, bastando para isso entrar em contato com os pesquisadores e agendar um horário para que possa receber informações globais constantes do relatório final da pesquisa. Durante o estudo, você poderá ter todas as informações que quiser, a respeito de sua participação no estudo. Para isso, os pesquisadores estarão a sua disposição para orientar ou sanar possíveis dúvidas ao longo da sua participação na pesquisa.

Você será avaliado e terá todos os esclarecimentos em relação à importância do sono, formas de higiene do sono e comportamentos voltados aos cuidados em alcançar uma melhor noite de sono. Os exercícios físicos realizados e os métodos utilizados lhe dará a oportunidade de melhorar a qualidade do seu sono. Além disso, você receberá um relatório com os dados da sua avaliação física e será orientado sobre o impacto da sua condição física na qualidade de vida. Com a participação você verá que os sintomas causados pela restrição de sono poderão ser minimizados, reduzindo a sonolência diurna e melhorando o humor, assim melhorando de forma geral a sua saúde e seu comportamento no ambiente familiar.

Eu, _____
_____ acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li e/ou ouvi e compreendi os propósitos do presente estudo e todos os procedimentos a que serei submetido, além de ter sido esclarecido quanto aos riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não me afetará e nem me trará

nenhuma penalidade ou prejuízo algum. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro para participar do estudo.

Eu concordo voluntariamente e autorizo a minha participação no estudo “Efeito de diferentes intervenções no desempenho cognitivo, no estado de humor, na sonolência e na temperatura corporal de trabalhadores noturno e diurno”, com as condições estabelecidas acima. Esse consentimento seguirá em duas cópias, uma cópia ficará comigo e, a segunda cópia, assinada por mim, será arquivada pelos pesquisadores.

_____, ____ de _____ de 201__.

Voluntário

RG ou CPF

Pesquisador responsável

Outros esclarecimentos poderão ser obtidos com o *Pesquisador responsável*: Prof. Dr. Marco Túlio de Mello (e-mail: tmello@demello.net.br) e telefone: (31) 3409 2347. Dra Andressa da Silva de Mello (e-mail: silvadressa@gmail.com) e telefone (31) 3409-2324. Dra. Fernanda V. Narciso (e-mail: fernandanarciso@hotmail.com) e telefone: (31) 99286-3283. Me Renato de Carvalho Guerreiro (e-mail: guerreirorenato@hotmail.com) e telefone: (31) 97524-5845.

Demais dúvidas referentes a questões éticas poderão ser obtidas no Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) situado na Av. Antônio Carlos, 6627, Unidade Administrativa II, 2º andar/Sala 2005, Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG. E-mail: coep@prpq.ufmg.br e telefone: (31) 3409-4592.

Ficha de Identificação e Dados Biopsicossociais

I – Identificação

Nome: _____

Sexo: () F () M Idade: _____ Data de Nascimento:
_____/_____/_____.

Telefone Residencial: () _____ Celular: () _____

Endereço

residencial: _____

Estado conjugal atual: () Solteiro(a) () Casado(a)/vive com companheiro(a)
() Separado(a)/Divorciado(a) () Viúvo (a).

Supervisor: _____

II – Questões profissionais

- (1) Grau de escolaridade: _____
- (2) Você estuda? () não () sim, o quê: _____
- (3) Qual é o seu horário de estudo? _____
- (4) Profissão: _____
- (5) Função/Cargo: _____
- (6) Há quanto tempo você trabalha nesta profissão: _____
- (7) Qual a sua escala/horário de trabalho: _____
- (8) Há quanto tempo trabalha nessa escala: _____
- (9) Há quanto tempo foram suas últimas férias: _____
- (10) Incluindo você, quantas pessoas contribuem para a renda familiar: _____ pessoas.

III – Questões sobre sono e saúde

- (11) Você fuma? () não () sim, _____ cigarros/dia.
- (12) Você ingere bebida alcoólica? () não () as vezes () socialmente () diariamente

- (13) Usa medicamentos ou alguma substância para dormir ou para se manter acordado/alerta?
() não () as vezes () sempre, qual(is)? _____
- (14) Em algum momento você já foi diagnosticado com psicose maníaco-depressiva, transtorno bipolar, epilepsia ou alguma condição fotossensível semelhante? () não () sim.
- (15) Faz uso regular de antibióticos, anti-histamínicos, medicamentos quimioterápicos, medicamentos cardíacos, diabéticos e dermatológicos, diuréticos, analgésicos, psiquiátricos ou de suplementos alimentar? () não. () as vezes () sim
Qual(is)? _____
- (16) Possui alguma doença ocular, como: catarata, glaucoma, distúrbios da retina (por exemplo, degeneração macular) ou já passou por alguma cirurgia ocular?
() não. () sim Qual? _____.
- (17) Você dorme sozinho (a) ou acompanhado (a)? _____
- (18) Você sente sono durante o trabalho/estudo/atividades sociais?
() não () sim, por que? _____.
- (19) Você se cansa com facilidade?
() não () as vezes () sim, por que? _____.
- (20) Você pratica exercício físico? () não () as vezes () sim,
qual? _____, quantas vezes por semana? _____,
por quanto tempo? _____ a que horas do dia? _____.
- (21) Sente dores de cabeça/ no corpo/ na coluna/ nas pernas/outras partes do corpo?
() não () sim Qual parte? _____, frequência: _____
- (22) Sente vertigem/tonturas? () não () as vezes () sempre
- (23) Sente tonturas/vertigens durante ou após a prática de esforços físicos:
() não () as vezes () sempre.
- (24) Já fez alguma cirurgia? () não () sim, motivo: _____.
- (25) Já fraturou alguma parte do corpo? () não () sim, qual parte? _____.
- (26) Usa prótese ou órtese? () não () sim. Onde? _____.
- (27) Já teve perda da visão passageira: () não () sim.
- (28) Usa óculos e/ou lente de contato: () não () sim.

Diário de Atividade-Repouso



Diário de atividade/repouso

Este diário deve ser preenchido durante o uso do actígrafo. O actígrafo é um equipamento que registra apenas repouso e atividade, informando dados sobre atividade geral, horários de sono, cochilos ao longo do dia, episódios de vigília, assim como informações sobre a quantidade e a qualidade do seu sono. O Actígrafo NÃO REGISTRA imagens ou sons.

IMPORTANTE

Sempre que tomar banho, praticar atividade aquática ou esporte de contato, favor retirar o actígrafo e, ao terminar o banho/atividade/esporte, recolocá-lo o mais breve possível.

No momento em que deitar na cama para dormir, é necessário pressionar o botão menor (esquerda) por 3 segundos, até a confirmação do registro.

Nome: _____ Actígrafo nº: _____

Em caso de dúvidas, entrar em contato com Gilberto (31) 993900567, Renato (31) 975245845 ou Valdênio (31) 993165993

Data	Dia	Ao acordar	Retiradas				Cochilos				Ao dormir	
		Hora que acordou	Retirou às	Recolocou às	Retirou às	Recolocou às	Começou às	Terminou às	Começou às	Terminou às	Hora que parou de usar dispositivos eletrônicos	Hora que decidiu dormir
03/02/2015	01	08:33	09:18	09:42	22:47	23:04	12:15	13:00				01:07
		Entrega										
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
	7											
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											
	15											

Anotações extras: _____

ANEXOS

Pittsburgh Sleep Quality Index – PSQI

Nome: _____ **Data:** ___/___/___

As questões seguintes referem-se aos seus hábitos de sono durante o mês passado. Suas respostas devem demonstrar, de forma mais precisa possível, o que aconteceu na maioria dos dias e noites apenas desse mês. Por favor, responda a todas as questões.

- 1- Durante o mês passado, a que horas você foi habitualmente dormir? _____h.
- 2- Durante o mês passado, quanto tempo (em minutos) habitualmente você levou para adormecer a cada noite: _____min
- 3- Durante o mês passado, a que horas você habitualmente despertou? _____h.
- 4- Durante o mês passado, quantas horas de sono realmente você teve à noite? (isto pode ser diferente do número de horas que você permaneceu na cama). Horas de sono por noite: _____

Para cada uma das questões abaixo, marque a melhor resposta. Por favor, responda a todas as questões.

- 5- Durante o mês passado, com que frequência você teve problemas de sono porque você...

	Nunca no mês passado	Menos de 1 vez por semana	1 ou 2 vezes por semana	3 ou mais vezes por semana
a- Não conseguia dormir em 30 minutos				
b- Despertou no meio da noite ou da madrugada				
c- Teve que levantar à noite para ir ao banheiro				
d- Não conseguia respirar de forma satisfatória				
e- Tossia ou roncava alto				
f- Sentia muito frio				
g- Sentia muito calor				
h- Tinha sonhos ruins				
i- Tinha dor				
j- Outra razão (por favor, descreva):				
k- Durante o mês passado, com que frequência você teve problemas com o sono por essa causa acima?				

- 6- Durante o mês passado, como você avaliaria a qualidade geral do seu sono?

Muito Bom Bom Ruim Muito Ruim

	Nunca no mês passado	Menos de 1 vez por semana	1 ou 2 vezes Por semana	3 ou mais vezes por semana
7- Durante o mês passado, com que frequência você tomou medicamento (prescrito ou por conta própria) para ajudar no sono?				
8- Durante o mês passado, com que frequência você teve dificuldades em permanecer acordado enquanto estava dirigindo, fazendo refeições, ou envolvido em atividades sociais?				
9- Durante o mês passado, quanto foi problemático para você manter-se suficientemente entusiasmada ao realizar suas atividades?				

10) - Você divide com alguém o mesmo quarto ou a mesma cama?

mora só divide o mesmo quarto, mas não a mesma cama divide a mesma cama

11- Se você divide com alguém o quarto ou a cama, pergunte a ele(a) com qual frequência durante o último mês você tem tido:				
	Nunca no mês passado	Menos de 1 vez por semana	1 ou 2 vezes por semana	3 ou mais vezes por semana
a- Ronco alto				
b- Longas pausas na respiração enquanto estava dormindo				
c- Movimentos de chutar ou sacudir as pernas enquanto estava dormindo				
d- Episódios de desorientação ou confusão durante a noite?				

e- Outras inquietações durante o sono (por favor, descreva):

Morningness-Eveningness Questionnaire – MEQ

Nome: _____ Data: ____/____/____

INSTRUÇÕES

- Leia com atenção cada questão antes de responder.
- Responda a todas as questões.
- Responda as questões na ordem numérica.
- Cada questão deve ser respondida independentemente das outras. Não volte atrás e nem corrija suas respostas anteriores
- Para cada questão coloque apenas uma resposta.
- Se você quiser escrever algum comentário, faça-o em folha separada.
- Responda a cada questão com toda a honestidade possível. Suas respostas e os resultados são confidenciais.

QUESTÕES

1. Considerando apenas o seu bem-estar pessoal e com liberdade total de planejar seu dia, a que horas o(a) Sr.(a) se levantaria?

5	6	7	8	9	10	11	:	hh:mm
---	---	---	---	---	----	----	---	-------

2. Considerando apenas o seu bem-estar pessoal e com liberdade total de planejar sua noite, a que horas o(a) Sr.(a) se deitaria?

20	21	22	23	24	1	2	:	hh:mm
----	----	----	----	----	---	---	---	-------

3. Até que ponto o(a) Sr.(a) depende do despertador para acordar de manhã?

<input type="checkbox"/> Nada dependente	<input type="checkbox"/> Não muito dependente	<input type="checkbox"/> Razoavelmente dependente	<input type="checkbox"/> Muito dependente
--	---	---	---

4. O(a) Sr.(a) acha fácil acordar de manhã?

<input type="checkbox"/> Nada fácil	<input type="checkbox"/> Não muito fácil	<input type="checkbox"/> Razoavelmente fácil	<input type="checkbox"/> Muito fácil
-------------------------------------	--	--	--------------------------------------

5. O(a) Sr.(a) se sente alerta durante a primeira meia hora depois de acordar?

<input type="checkbox"/> Nada alerta	<input type="checkbox"/> Não muito alerta	<input type="checkbox"/> Razoavelmente alerta	<input type="checkbox"/> Muito alerta
--------------------------------------	---	---	---------------------------------------

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

<input type="checkbox"/> Muito ruim	<input type="checkbox"/> Não muito ruim	<input type="checkbox"/> Razoavelmente bom	<input type="checkbox"/> Muito bom
-------------------------------------	---	--	------------------------------------

7. Durante a primeira meia hora depois de acordar o(a) Sr.(a) se sente cansado?

<input type="checkbox"/> Muito cansado	<input type="checkbox"/> Não muito cansado	<input type="checkbox"/> Razoavelmente em forma	<input type="checkbox"/> Em plena forma
--	--	---	---

8. Se o(a) Sr.(a) não tem compromisso no dia seguinte e comparando com sua hora habitual, a que horas gostaria de ir deitar?

<input type="checkbox"/> Nunca mais tarde	<input type="checkbox"/> Menos que uma hora mais tarde	<input type="checkbox"/> Entre uma e duas horas mais tarde	<input type="checkbox"/> Mais do que duas horas mais tarde
---	--	--	--

9. O(a) Sr.(a) decidiu fazer exercícios físicos. Um amigo sugeriu o horário das 7:00 às 8:00 hs da manhã, duas vezes por semana. Considerando apenas seu bem-estar pessoal, o que o(a) Sr.(a) acha de fazer exercícios nesse horário?

<input type="checkbox"/> Estaria em boa forma	<input type="checkbox"/> Estaria razoavelmente em forma	<input type="checkbox"/> Acharia isso difícil	<input type="checkbox"/> Acharia isso muito difícil
---	---	---	---

10. A que horas da noite o(a) Sr.(a) se sente cansado e com vontade de dormir?

	:	hh:mm
--	---	-------

11. O(a) Sr.(a) quer estar no máximo de sua forma para fazer um teste que dura duas horas e sabe que é mentalmente cansativo. Considerando apenas o seu bem estar pessoal, qual desses horários o(a) Sr.(a) escolheria para fazer esse teste?

<input type="checkbox"/> Das 8:00 às 10:00hs	<input type="checkbox"/> Das 11:00 às 13:00hs	<input type="checkbox"/> Das 15:00 às 17:00hs	<input type="checkbox"/> Das 19:00 às 21:00hs
--	---	---	---

12. Se o(a) Sr.(a) fosse deitar às 23:00hs, em que nível de cansaço o(a) Sr.(a) se sentiria?

<input type="checkbox"/> Nada cansado	<input type="checkbox"/> Um pouco cansado	<input type="checkbox"/> Razoavelmente cansado	<input type="checkbox"/> Muito cansado
---------------------------------------	---	--	--

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

<input type="checkbox"/> Acordaria na hora normal, sem sono	<input type="checkbox"/> Acordaria na hora normal, com sono	<input type="checkbox"/> Acordaria na hora normal e dormiria novamente	<input type="checkbox"/> Acordaria mais tarde do que seu costume
---	---	--	--

14. Se o(a) Sr.(a) tiver que ficar acordado das 04:00 às 06:00 horas para realizar uma tarefa e não tiver compromissos no dia seguinte, o que o(a) Sr.(a) faria?

<input type="checkbox"/> Só dormiria depois de fazer a tarefa	<input type="checkbox"/> Tiraria uma soneca antes da tarefa e dormiria depois	<input type="checkbox"/> Dormiria bastante antes e tiraria uma soneca depois	<input type="checkbox"/> Só dormiria antes de fazer a tarefa
---	---	--	--

15. Se o(a) Sr.(a) tiver que fazer duas horas de exercício físico pesado e considerando apenas o seu bem estar pessoal, qual destes horários o(a) Sr.(a) escolheria?

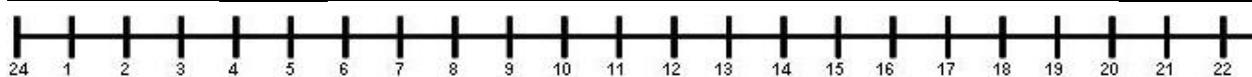
<input type="checkbox"/> Das 08:00 às 10:00hs	<input type="checkbox"/> Das 11:00 às 13:00hs	<input type="checkbox"/> Das 15:00 às 17:00hs	<input type="checkbox"/> Das 19:00 às 21:00hs
---	---	---	---

16. O(a) Sr.(a) decidiu fazer exercícios físicos. Um amigo sugeriu o horário das 22:00 às 23:00 hs, duas vezes por semana. Considerando apenas o seu bem estar pessoal o que o(a) Sr.(a) acha de fazer exercícios nesse horário?

<input type="checkbox"/> Estaria em boa forma	<input type="checkbox"/> Estaria razoavelmente em forma	<input type="checkbox"/> Acharia isso difícil	<input type="checkbox"/> Acharia isso muito difícil
---	---	---	---

17. Suponha que o(a) Sr.(a) possa escolher o seu próprio horário de trabalho e que deva trabalhar cinco horas seguidas por dia. Imagine que seja um serviço interessante e que o(a) Sr.(a) ganhe por produção. Qual o horário que o(a) Sr.(a) escolheria?

Hora do início	:	(Marque a hora do início e do fim)	Hora do fim	:
----------------	---	------------------------------------	-------------	---



18. A que horas do dia o(a) Sr.(a) atinge seu melhor momento de bem estar?

	:
--	---

19. Fala-se em pessoas matutinas e vespertinas (as primeiras gostam de acordar cedo e dormir cedo, as segundas de acordar tarde e dormir tarde). Com qual desses tipos o(a) Sr.(a) se identifica?

<input type="checkbox"/> Tipo matutino	<input type="checkbox"/> Mais matutino que vespertino	<input type="checkbox"/> Mais vespertino que matutino	<input type="checkbox"/> Tipo vespertino
--	---	---	--

Habitual Physical Activity Questionnaire

Nome: _____ Data: ____/____/____

1) Qual a sua ocupação principal? _____**2) No trabalho, eu fico sentado:** Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre**3) No trabalho, eu fico em pé:** Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre**4) No trabalho, eu ando:** Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre**5) No trabalho, eu levanto objetos pesados:** Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Muito frequentemente**6) Depois do trabalho, eu me sinto cansado:** Muito frequentemente Frequentemente Às vezes Raramente Nunca**7) No trabalho, eu sudo:** Muito frequentemente Frequentemente Às vezes Raramente Nunca**8) Em comparação com o trabalho de outras pessoas da minha idade, o meu trabalho é fisicamente:** Muito mais pesado Mais pesado Iguamente pesado Mais leve Muito mais leve**9) Você pratica exercício físico?** Sim Não **Se sim:**

Qual exercício você pratica mais frequentemente? _____

Quantas horas por semana você pratica este exercício? _____

Quantos meses por ano? _____

Se você pratica um segundo exercício físico:

Qual exercício? _____

Quantas horas por semana você pratica este exercício? _____

Quantos meses por ano? _____

10) Em comparação com outras pessoas da minha idade, minha atividade física durante os momentos de lazer é: Muito maior Maior Igual Menor Muito menor**11) Durante os momentos de lazer, eu sudo:** Muito frequentemente Frequentemente Às vezes Raramente Nunca**12) Durante os momentos de lazer, eu pratico exercícios físicos:** Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Muito frequentemente**13) Durante os momentos de lazer, eu assisto à televisão:** Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Muito frequentemente**14) Durante os momentos de lazer, eu ando:** Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Muito frequentemente**15) Durante os momentos de lazer, eu ando de bicicleta:** Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Muito frequentemente**16) Quantos minutos você caminha e/ou anda de bicicleta por dia para ir ou voltar do trabalho, escola e shopping?** _____

Carta de aceite COEP

- DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA	
<p>Título da Pesquisa: EFEITO DE DIFERENTES INTERVENÇÕES NO DESEMPENHO COGNITIVO, NO ESTADO DE HUMOR, NA SONOLÊNCIA E NA TEMPERATURA CORPORAL DE TRABALHADORES NOTURNO E DIURNO</p> <p>Pesquisador Responsável: Marco Tulio de Mello</p> <p>Área Temática:</p> <p>Versão: 3</p> <p>CAAE: 97394818.6.0000.5149</p> <p>Submetido em: 25/04/2019</p> <p>Instituição Proponente: Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais</p> <p>Situação da Versão do Projeto: Aprovado</p> <p>Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável</p> <p>Patrocinador Principal: VALE S.A.</p>	
Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1045105	

- DADOS DO PROJETO DE PESQUISA	
<p>Título Público: EFEITO DE DIFERENTES INTERVENÇÕES NO DESEMPENHO COGNITIVO, NO ESTADO DE HUMOR, NA SONOLÊNCIA E NA TEMPERATURA CORPORAL DE TRABALHADORES NOTURNO E DIURNO</p> <p>Pesquisador Responsável: Marco Tulio de Mello</p> <p>Contato Público: Marco Tulio de Mello</p> <p>Condições de saúde ou problemas estudados:</p> <p>Descritores CID - Gerais:</p> <p>Descritores CID - Específicos:</p> <p>Descritores CID - da Intervenção:</p> <p>Data de Aprovação Ética do CEP/CONEP: 22/05/2019</p>	
- DADOS DA INSTITUIÇÃO PROPONENTE	
<p>Nome da Instituição: Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais</p> <p>Cidade: BELO HORIZONTE</p>	
- DADOS DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	
<p>Comitê de Ética Responsável: 5149 - Universidade Federal de Minas Gerais</p> <p>Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005</p> <p>Telefone: (31)3409-4592</p> <p>E-mail: coep@prpq.ufmg.br</p>	
- CENTRO(S) PARTICIPANTE(S) DO PROJETO DE PESQUISA	
<hr/>	
- CENTRO(S) COPARTICIPANTE(S) DO PROJETO DE PESQUISA	
<hr/>	