

**Universidade de São Paulo  
Instituto de Matemática e Estatística**

**Centro de Estatística Aplicada**

**Relatório de Análise Estatística**

RAE-CEA-22P25

**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:**

**“Regulação e Trabalho em Jornadas Irregulares em Pilotos da Aviação Civil”**

**José Leandro Pereira Silveira Campos**

**Chang Chiann**

**São Paulo, dezembro de 2022**

**CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA - CEA – USP**

**TÍTULO:** Regulação e Trabalho em Jornadas Irregulares em Pilotos da Aviação Civil”.

**PESQUISADOR(A):** Izabela Tissot Sampaio

**ORIENTADOR(A):** Profa. Dra. Frida Marina Fischer

**INSTITUIÇÃO:** Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo

**FINALIDADE DO PROJETO:** Tese de Doutorado/Publicação

**RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE:** Chang Chiann

José Leandro Pereira Silveira Campos

**REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:** Relatório de análise estatística sobre o projeto:

Campos J.L.P.S.; Chiann C. Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Regulação e Trabalho em Jornadas Irregulares: em Pilotos da Aviação Civil”. São Paulo, IME-USP, 2022. (RAE–CEA-22P25)

## FICHA TÉCNICA

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGRESTI, Alan. (2003) **Categorical data analysis**. John Wiley & Sons, 2.ed. 369p.

ÅKERSTEDT, T., HALLVIG, D., & KECKLUND, G. (2017). Normative data on the diurnal pattern of the Karolinska Sleepiness Scale ratings and its relation to age, sex, work, stress, sleep quality and sickness absence/illness in a large sample of daytime workers. **Journal of sleep research**, **26(5)**, 559-566.

BRASIL. (1984). Lei nº 7.183, de 05 de abril de 1984. Regula o exercício da profissão de aeronauta e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 06 abr 1984. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 23 maio, 2022.

BRASIL. (2017) Lei nº 13.475, de 28 de agosto de 2017. Dispõe sobre o exercício da profissão de tripulante de aeronave, denominado aeronauta; e revoga a Lei no 7.183, de 5 de abril de 1984. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 ago 2017. Disponível em:<<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 23 maio, 2022.

Campos J.L.P.S. e Chiann C (2022). **Regulação de Jornadas Irregulares: O Caso de Pilotos Brasileiros. Implicações para o Trabalho e Para a Saúde**. São Paulo, IME-USP,64p. (RAE–CEA-22P12)

CASSIANO, S. K. (2017). A Fadiga em Foco na Aviação: Adaptação Brasileira da Samn Perelli Scale. **Revista Conexão SIPAER**, **8(3)**, 19-28.

GANDER, P. H., MULRINE, H. M., VAN DEN BERG, M. J., SMITH, A. A. T., SIGNAL, T. L., WU, L. J., & BELENKY, G. (2015). Effects of sleep/wake history and circadian phase on proposed pilot fatigue safety performance indicators. **Journal of sleep research**, **24(1)**, 110-119.

HOSMER JR, David W.; LEMESHOW, Stanley; STURDIVANT, Rodney X. (2013) **Applied logistic regression**. John Wiley & Sons, 1.ed. 508p.

MORETTIN, PEDRO ALBERTO; BUSSAB, WILTON OLIVEIRA. (2017). **Estatística básica**. Saraiva Educação SA, 3.ed. 553p.

NORDIN, M., ÅKERSTEDT, T., & NORDIN, S. (2013). Psychometric evaluation and normative data for the Karolinska Sleep Questionnaire. **Sleep and Biological Rhythms**, **11(4)**, 216-226.

SAMPAIO, I. T. A. (2020). Regulação e trabalho em jornadas irregulares: o caso de pilotos brasileiros. Implicações para o trabalho e para a saúde. São Paulo, 56p. Projeto de Tese (Doutorado), Faculdade de Saúde Pública - USP.

SHAHID, A., WILKINSON, K., MARCU, S., & SHAPIRO, C. M. (2011). Karolinska sleepiness scale (KSS). In STOP, THAT and One Hundred Other Sleep Scales (pp. 209-210). **Springer, New York, NY.**

### **PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:**

R, versão 1.4.1106

Jupyter notebook

### **TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS**

Análise Descritiva Unidimensional (03:020)

Análise de Dados Categorizados (06:030)

Análise de Associação e Dependência de Dados Quantitativos (06:010)

Regressão Logística (07:090)

### **ÁREA DE APLICAÇÃO**

Psicologia (10:090)

## Sumário

<b>Resumo</b> .....	7
<b>1. Introdução</b> .....	7
<b>2. Objetivos</b> .....	9
<b>3. Descrição do Estudo</b> .....	9
<b>4. Descrição das variáveis</b> .....	10
<b>5. Análise descritiva</b> .....	15
<b>5.1 Variáveis relativas aos questionários aplicados uma única vez</b> .....	15
<b>5.2 Variáveis relativas ao tempo e durações de jornada de trabalho e de sono</b> .....	17
<b>5.3 Variáveis relativas à percepção de fadiga e sonolência e modalidades de jornadas de trabalho</b> .....	20
<b>5.4 Variáveis relativas à Qualidade do Sono</b> .....	21
<b>6. Análise Inferencial</b> .....	22
<b>6.1 Modelo para sonolência (KSS) e fadiga (SPS) em dias de trabalho, usando o desenho experimental 1</b> .....	23
<b>6.2 Modelo para sonolência (KSS) e fadiga (SPS) em dias de trabalho, usando o design experimental 2</b> .....	25
<b>6. Conclusão e Discussão</b> .....	27
<b>APÊNDICE A</b> .....	31
<b>APÊNDICE B</b> .....	48

## Resumo

Pilotos e copilotos da aviação civil possuem jornadas de trabalho irregulares, órgãos legislativos criaram a lei do aeronauta de 2017 que regula o número de folgas por mês e duração das jornadas de trabalho. Na ocasião da regulação dessa lei, o presente trabalho tem por objetivo quantificar os ciclos de percepção de fadiga e sonolência em dias de trabalho por meio de duas escalas, Karolinska (KSS) e Samn-Perelli (SPS) respectivamente. Durante dois semestres, 51 participantes preencheram as escalas mencionadas durante vários momentos em suas jornadas de trabalho e responderam questionários sobre qualidade do sono e percepção de distúrbios do sono. Por meio de um modelo binomial considerando efeitos aleatórios obtemos que as percepções de sonolência excessiva e fadiga severa, são dependentes da hora do dia, momento da jornada de trabalho, percepção de qualidade do sono anterior à jornada atual, tempo acordado antes da jornada de trabalho e modalidade da rotina de trabalho atual e anterior. Os resultados sugerem que a nova lei do aeronauta necessita ser atualizada e revista a fim de melhorar a qualidade de vida desses trabalhadores.

## 1. Introdução

Questões relacionadas a qualidade de vida e sua implicação no trabalho têm sido discutidas tanto em meios corporativos, como legislativos. Sampaio (2020) destaca que a qualidade do sono está relacionada com a regularidade e duração das jornadas de trabalho.

No caso da aviação civil, copilotos e comandantes possuem jornadas de trabalho bastante irregulares, chegando a ser mais irregular que a dos profissionais da saúde (Sampaio, 2020), muitas das vezes dormindo poucas horas entre uma jornada e outra.

No Brasil, a fim de regular essas jornadas de trabalho na aviação civil, foi promulgada a lei do aeronauta de 1984 (Brasil, 1984) que regula o número de folgas por mês e duração máxima dos turnos de trabalho. Visando a melhora da qualidade de vida desses trabalhadores, em 2017, essa lei foi revista e no mesmo ano a nova lei do

aeronauta foi promulgada (Brasil, 2017). Porém, somente entrou em vigor no ano de 2020, a qual aumentou o número de folgas por mês além de reduzir a duração máxima dos turnos de trabalho.

Na ocasião dessa mudança na lei do aeronauta e a fim de aprimorá-la, o presente trabalho tem por objetivo quantificar as implicações da rotina irregular de trabalho dos aeronautas em sua qualidade de vida através de medidas proxies usando questionários sobre a percepção de qualidade do sono, fadiga e sonolência e medidas de actimetria e horários de início, término e duração do turno de trabalho.

A maior parte dos trabalhos nesse tema, como observado por Sampaio (2020), são direcionados a trabalhadores ferroviários em que questionários são utilizados para quantificar a fadiga e sonolência, onde os próprios entrevistados relatam sua percepção de fadiga e sonolência.

Na primeira edição desse trabalho (Campos e Chiann, 2022), a percepção de sonolência e fadiga em pilotos da aviação civil foi investigada usando os índices de percepção KSS e SPS, respectivamente, e foi mostrado que a ocorrência de percepção de severidade/excessividade dessas percepções depende do momento dentro da jornada de trabalho, sendo o final da jornada o ponto mais crítico. Rotinas *Early-Start*, ou rotinas que começam entre 05:00 e 07:59 da manhã e rotinas que ocorrem durante o período da madrugada mostram maiores chances de severidade/excessividade de fadiga/sonolência. Também foram verificadas que a modalidade da rotina de trabalho anterior é importante para percepção de fadiga, já para percepção de sonolência, somente a modalidade da jornada atual é importante.

Nessa edição do trabalho, usaremos o mesmo conjunto de dados usado na edição anterior (Campos e Chiann, 2022) acrescido de novas observações e com variáveis referentes à qualidade do sono, duração do sono, duração da rotina de trabalho e dados de actimetria, diário do sono e ponto de trabalho.

Seguindo o mesmo critério, o presente trabalho procura adaptar a metodologia de quantificação de fadiga e sonolência assim como qualidade do sono como proxy ou indicador de qualidade de vida para trabalhadores da aviação civil.



## 2. Objetivos

O presente trabalho tem por objetivo:

- Verificar a percepção de pilotos brasileiros acerca de suas escalas de trabalho e suas possíveis consequências à saúde;
- Descrever ciclos de atividade e repouso e percepção de sonolência e de fadiga em um grupo de pilotos brasileiros considerando suas escalas de trabalho;

## 3. Descrição do Estudo

O estudo foi realizado entre o segundo semestre de 2021 e primeiro semestre de 2022. Foram incluídos 51 participantes que responderam 3 questionários uma única vez no começo do período e 2 questionários aplicados várias vezes ao longo do estudo:

Os 3 questionários aplicados uma única vez são:

- Questionário sociodemográfico;
- Questionário de desvio social do sono (Munich Social Displacement)
- Questionário de qualidade do sono nos últimos 6 meses (Karolinska Sleep Quality – KSQ, Shadid et al., 2011; Nordin et al., 2013);

Os questionários aplicados repetidamente, ao longo do estudo, são:

- Questionário de percepção de fadiga e sonolência;
- Questionário de percepção de qualidade do sono.

Para mensurar os períodos de sono dos participantes, foi utilizado um actímetro, que mede a atividade mecânica do braço do participante e a luminosidade do entorno do participante. Diários de sono para cada participante foi usado para validar as medidas efetuadas pelo actímetro.

Os dois últimos questionários foram realizados na forma de “google docs” onde os próprios participantes eram responsáveis por preencher os questionários. Os questionários não foram respondidos de forma regular e houve participantes que responderam mais vezes que outros.

#### 4. Descrição das variáveis

De um modo geral, as variáveis utilizadas podem ser divididas em 4 categorias de variáveis, são elas:

- Variáveis sociodemográficas e de participante (9 variáveis);
- Variáveis relativas ao tempo/durações e jornada de trabalho (13 variáveis);
- Variáveis relativas a modalidades de jornadas de trabalho (7 variáveis);
- Medidas de sonolência, fadiga e qualidade do sono (4 variáveis).

Na Tabela 1 são apresentadas as variáveis sociodemográficas e uma breve descrição dessas variáveis.

**Tabela 1** – Descrição das variáveis sociodemográficas e relativas a participante.

<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>
<b>Sexo</b>	Sexo do participante (Masculino ou Feminino)
<b>Posição</b>	Posição na carreira do participante (Comandante ou Copiloto)
<b>Idade</b>	Idade do Participante em anos
<b>Porcentagem renda</b>	Porcentagem de renda familiar da qual o participante é responsável
<b>Cluster</b>	Percepção de qualidade de sono do indivíduo nos últimos 6 meses (derivado do KSQ), grupos de percepção mais severa e menos severa.

<b>Cronotipo</b>	Cronotipo do participante (Questionário Munique), três classificações, Matutino, Intermediário e Vespertino.
<b>MCTQ manhã</b>	Deslocamento social do sono do participante durante o período da manhã (Questionário Munique) em minutos.
<b>MCTQ tarde</b>	Deslocamento social do sono do participante durante o período da tarde (Questionário Munique) em minutos.
<b>MCTQ noite</b>	Deslocamento social do sono do participante durante o período da noite (Questionário Munique) em minutos.

**Tabela 2** – Descrição das variáveis quantitativas relativas a tempo e jornadas.

<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>
<b>Hour</b>	Hora em que os questionários foram respondidos durante a jornada de trabalho (preenchido pelo participante)
<b>Workshift start</b>	Início da jornada de trabalho (ponto de trabalho)
<b>Workshift end</b>	Final da jornada de trabalho (ponto de trabalho)
<b>Sleep start</b>	Hora de início do sono (actimetria, diário do sono)
<b>Sleep end</b>	Hora de final do sono (actimetria, diário do sono)
<b>Workshift Duration</b>	Duração do turno de trabalho (ponto de trabalho)
<b>Sleep Total Duration</b>	Duração total do sono antes da atual jornada de trabalho (actimetria, diário do sono)
<b>Time Awake Before Workshift</b>	Tempo acordado antes da jornada de trabalho atual (actimetria, diário do sono, ponto de trabalho)

Todas as variáveis quantitativas apresentadas na Tabela 2 foram categorizadas usando os critérios apresentados na Tabela 3, com base nessa categorização, foi construída a Tabela 4.

**Tabela 3** - Níveis das variáveis qualitativas relativas a tempo.

<b>Níveis</b>	<b>Nome do nível</b>	<b>Faixa de Variação (horários)</b>
NI	Night	00:00 – 05:59
EM	Early Morning	06:00 – 07:59
MOR	Morning	08:00 – 11:59
AFT	Afternoon	12:00 – 17:59
EVE	Evening	18:00 – 23:59

**Tabela 4** - Descrição das variáveis qualitativas relativas a tempo, obtidas através da categorização das variáveis apresentadas na Tabela.2.

<b>Variável Categorizada</b>	<b>Variável Equivalente Quantitativa</b>	<b>Descrição</b>
<b>Time</b>	Hour	Hora em que foi registradas as escalas KSS e SPSS
<b>WorkStart</b>	Workshift Start	Hora de início da Jornada de Trabalho
<b>WorkEnd</b>	Workshift End	Hora de final da Jornada de Trabalho
<b>SleepStart</b>	Sleep Start	Hora de início do sono
<b>SleepEnd</b>	Sleep End	Hora de final do sono

As variáveis relativas à modalidade de jornadas de trabalho, estão representadas na Tabela.5.

**Tabela 5** - Descrição das variáveis relativas a modalidades de jornadas de trabalho.

Variável	Descrição	Níveis
<b>WS</b>	<i>Workshift mode</i> – Posição durante a jornada de trabalho na qual os questionários KSS e SPS foram preenchidos (se no começo, meio, final, dias de folga e espera)	START
		MIDDLE
		END
		STAND-BY
		S-DAY-OFF
		F-DAY-OFF
		M-DAY-OFF
<b>ES</b>	Early Start – Indicador de jornadas iniciadas entre 06:00 – 07:59	0 ou 1
<b>NI</b>	Night – indicador de jornadas que compreendem o período da madrugada 00:00 – 05:59	0 ou 1
<b>AES</b>	After Early Start – Indicador de jornadas após um único Early Start	0 ou 1
<b>AMS</b>	After Multiple Early Start – Indicador de jornadas após múltiplos ( $\geq 2$ ) Early Starts	0 ou 1
<b>ANI</b>	After Night – Indicador de jornadas após jornadas que compreenderam o período da noite (00:00 – 05:59)	0 ou 1
<b>AEV</b>	After Evening– Indicador de jornadas após jornadas que compreenderam o período do início da noite (Evening) (18:00 – 11:59)	0 ou 1

Um destaque especial merece ser dado à variável WS, que indica o momento durante a jornada de trabalho em que os questionários aplicados repetidas vezes foram registrados. Todos os níveis dessa variável estão listados na Tabela 6.

**Tabela 6** - Níveis da variável WS-workshift mode.

<b>Níveis</b>	<b>Descrição</b>
START	Início da jornada de trabalho
MIDDLE	Meio da jornada de trabalho
END	Final da jornada de trabalho
STAND-BY	Espera
S-DAY-OFF	Monofolgas ou folgas únicas
F-DAY-OFF	Primeiro dia de folga seguido de outros dias de folga
M-DAY-OFF	Múltiplos dias de folgas ( $\geq 2$ dias de folga)

Tanto os níveis relacionados aos dias de folga S-DAY-OFF, F-DAY-OFF e M-DAY-OFF como aos dias de trabalho, como START, MIDDLE, END e STAND-BY, foram obtidos através de ferramentas de processamento de texto, via programação.

Por fim, temos as variáveis relativas aos níveis de fadiga, sonolência e qualidade do sono, coletados através dos questionários, apresentados na Tabela 7.

Originalmente, os índices de sonolência (KSS) e fadiga (SPS) possuem 9 e 7 níveis respectivamente, apresentados nas Tabelas A.4 e A.5. Seguindo a linha de alguns trabalhos que utilizam esses mesmos índices para estudar fadiga e sonolência em trabalhadores ferroviárias (Akerstedt et al., 2017), recategorizamos esses dois índices em excessivo/não excessivo e severo/não severo, seguindo os critérios da Tabela A.3.

O índice de qualidade do sono originalmente possui uma escala de 0 a 10, seguindo alguns trabalhos como (Akerstedt et al., 2017); recategorizamos esse índice seguindo os critérios apresentados na Tabela A.4.

**Tabela 7** - Descrição das variáveis relativas à níveis de fadiga, sonolência e qualidade do sono, após recategorizações.

<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>	<b>Níveis</b>
		Terrível
		Ruim
<b>SQI</b>	Índice de qualidade do sono (Sleep Index Quality)	Aceitável
		Bom
		Excelente
<b>Nap</b>	Número de cochilos durante a jornada de trabalho	0, 1, 2
<b>KSS</b>	Escala Karolinska de percepção de Sonolência	Excessiva/Não excessiva
<b>SPS</b>	Escala Samn Perelli de percepção de Fadiga	Severo /Não severo

## 5. Análise descritiva

Os resultados mostrados na Seção 5.1 são um resumo dos resultados obtidos em Campos e Chiann (2022) necessários para uma contextualização do projeto (estas análises foram refeitas e revisadas). Nas demais seções, embora haja alguma sobreposição com o relatório anterior, devido a mudanças em algumas categorizações de variáveis, entrada de novas observações e variáveis novas, os resultados são novos ou refinados.

### 5.1 Variáveis relativas aos questionários aplicados uma única vez

O perfil sociodemográfico médio dos 51 participantes do estudo é apresentado na Tabela A.1. Em média os participantes têm 40 anos, com desvio padrão de aproximadamente 10 anos, 14% (86%) dos participantes são constituídos por mulheres

(homens), e 49% (51%) são comandantes (copilotos). Os maiores desvios sociais do sono (índices MCTQ) são observados para o período da manhã e os menores são observados para os períodos da tarde e da noite. 31% dos participantes possuem cronotipo matutino, 53% intermediário e 16% vespertino. Um maior detalhamento dessas variáveis é descrito na primeira parte do estudo (Campos e Chiann, 2022).

A variável Cluster mostrada na Tabela 1 foi obtida através de uma análise de clusters hierárquicos, realizada no trabalho de Campos e Chiann, (2022), em que foram obtidas três medidas de distúrbios de sono que foram aninhadas em dois grupos de pessoas, um grupo de maiores distúrbios e outro de menores distúrbios do sono em 6 meses.

Na Tabela A.8. estão representados os valores-p usando o teste exato de Fisher, a fim de verificar associação entre as variáveis sociodemográficas qualitativas apresentadas na Tabela A.1. Somente foi observada associação entre as variáveis cronotipo e cluster, como indicado na Tabela A.9, com uma razão de chances de 14,28 com um intervalo de confiança de 95% de (1,74; 666), indicando que os participantes cronotipo intermediário e vespertino têm pelo menos 74% (limite inferior do intervalo da razão de chances 1,74) mais chances de maiores distúrbios de sono nos últimos 6 meses que participantes matutinos.

A fim de procurar por correlações e relações entre as variáveis quantitativas sociodemográficas e relativas a participante, a matriz de correlação foi calculada e está apresentada na Tabela A.10. Como pode-se observar somente os índices MCTQ tarde e noite tem correlação estatisticamente significativa no nível de 5%, com valor de 0,62, que pode ser considerada baixa para o problema em questão.

Associações entre variáveis sociodemográficas quantitativas e qualitativas foram investigadas usando o teste não paramétrico de Wilcoxon (Bussab e Morettin, 2011) para comparar diferenças na localização, ou mediana das variáveis quantitativas dado os níveis das variáveis qualitativas. Na Tabela A.11, os valores-p estão apresentados e observamos associação entre idade do participante e posição (hierarquia de cargo), em que comandantes tendem a ser mais velhos que copilotos e entre o deslocamento social



do sono pela manhã (MMCTQ) e cluster, em que indivíduos classificados como tendo maiores distúrbios no sono nos últimos 6 meses tendem a ter um deslocamento social maior que indivíduos classificados com menores distúrbios.

## **5.2 Variáveis relativas ao tempo e durações de jornada de trabalho e de sono**

Na Tabela A.2, são apresentadas as variáveis relativas ao tempo e durações do trabalho e do sono. Como podemos observar o início e final do período de trabalho possuem um alto desvio padrão, da ordem de 6 horas. Para variáveis relativas ao sono, como início do sono, final do sono e duração do sono, o desvio padrão é da ordem de 2 horas e 30 minutos. Para tempo acordado antes da jornada de trabalho (Workshift Before), temos que o tempo médio é de aproximadamente 4 horas e desvio padrão de aproximadamente 3 horas. Para tempo de sono principal, temos que o tempo é de 7 horas e 30 minutos, com desvio padrão de aproximadamente 3 horas.

Os altos valores de desvios padrões observados para os tempos de início e final da jornada de trabalho indicam a alta irregularidade da jornada de trabalho, assim como também o alto desvio padrão na duração da jornada. O início e final do sono apresentam um desvio padrão pelo menos 50% menor que seus equivalentes para jornada de trabalho, mostrando uma menor irregularidade no ciclo de sono que nos ciclos de jornada de trabalho.

Na Figura B.2, os tempos de início e final da jornada de trabalho são apresentados, assim como os tempos de início e final do ciclo do sono. Observamos que maior parte das jornadas de trabalho têm duração entre 6 e 8 horas, assim como a duração do sono. Nos registros coletados, observamos que o início da jornada possui um pico no horário das 5 horas da manhã e é bem disperso ao longo das horas do dia, assim como o horário de final de trabalho, porém, não com um pico tão definido quanto o descrito anteriormente.

Ainda na Figura B.2, para início e final de sono, observamos horários de início e final mais bem definidos e concentrados em torno das 23 horas e 6 horas da manhã respectivamente, confirmando as estatísticas mostradas na Tabela A.2.

Na Tabela A.12, são apresentadas as medidas resumo das variáveis relativas à duração do sono, duração da jornada de trabalho e tempo acordado antes da jornada de trabalho, e na Figura B.3, são apresentados os *boxplots* relativos à essas variáveis. Pelos *boxplots* observamos que as variáveis duração total do sono e duração da jornada de trabalho possuem uma distribuição aproximadamente simétrica. Para tempo acordado antes da jornada de trabalho, observamos um comportamento mais assimétrico para valores mais baixos.

Na Figura B.4, um painel é apresentado mostrando a dispersão, correlação e distribuição das variáveis. Podemos observar que as variáveis possuem correlações muito baixas, o que é refletido no diagrama de dispersão que mostra pontos muito dispersos para todos os três pares de variáveis analisadas. Observando a distribuição das variáveis chegamos a mesma conclusão que chegamos com a análise dos *boxplots* da Figura B.3.

A distribuição das variáveis categorizadas relativas a tempo, jornada de trabalho e sono, usando as especificações mostradas na Tabela A.3, são apresentadas na Tabela A.10, em que observamos que a hora em que os registros KSS e SPS foram preenchidos (denotados pela variável *time*), assim como as variáveis de início e final de jornada de trabalho (considerando o registro do ponto de trabalho), denotadas pelas variáveis *WorkStart* e *WorkEnd*, se mostram bem distribuídas ao longo das categorias consideradas. Já as variáveis relativas ao início e final do sono se mostram mais concentradas nas categorias EVE e NI, e NI, EM, MOR respectivamente, refletindo a maior irregularidade da jornada de trabalho e menor irregularidade do sono para esses trabalhadores.

Na Figura B.5, são mostradas as relações entre as variáveis relativas à duração e as variáveis relativas à hora de início e final da jornada de trabalho e do sono categorizadas. Para as variáveis relativas ao início da jornada de trabalho, observamos

que durante o período NI, são apresentados os menores valores para a duração total de sono, duração da jornada de trabalho e tempo acordado antes da jornada, indicando que no período NI os trabalhadores em geral dormem menos, têm jornadas de trabalho menores e têm um tempo acordado antes da jornada menor. Os maiores valores são observados para os períodos EV (*Evening*), indicando que trabalhadores que iniciam o seu turno de trabalho durante o período do início da noite e tarde tem um tempo total de sono maior, tempo de duração de trabalho maior e tempo acordado antes do turno de trabalho maior que em outros períodos.

Para o final da jornada de trabalho, observamos que os menores valores de duração total de sono, duração do turno de trabalho e tempo acordado antes da jornada são para os períodos EM e MO, o que reflete a duração das jornadas de trabalho, em que jornadas mais curtas começam nos períodos NI e terminam no período EM ou MO, já jornadas mais longas terminam nos períodos EV e NI, como pode ser observado nos valores mais altos para as variáveis analisadas na Figura B.5.

Ainda na Figura B.5, para as variáveis relativas ao sono observamos que para o início do sono os menores valores de duração de jornada, duração total do sono são observados nos períodos MO e EM. Os maiores valores são observados nos períodos AFT e EVE, mostrando que quanto mais tarde o indivíduo acorda maior é a duração de sua jornada de trabalho e de seu sono. Para o final do sono, observamos valores mínimos das variáveis mencionadas nos períodos EV e NI.

O teste H de Kruskal Wallis (Bussab e Morettin, 2017) para testar diferenças entre mediana para todas as comparações listadas na Figura B.5 foi realizado e obtemos valores-p menores que 0,001, mostrando que no nível de 0,1% há associação entre os tempos de início e final da jornada de trabalho e do sono com as variáveis relativas à duração do sono, jornada de trabalho e tempo acordado antes da jornada de trabalho.

### 5.3 Variáveis relativas à percepção de fadiga e sonolência e modalidades de jornadas de trabalho

Na Tabela A.14 a distribuição do número de repostas das escalas KSS e SPS ao longo da jornada de trabalho e hora em que o participante preencheu as escalas são apresentados. A disposição das repostas em termos de jornada e hora sugere um desenho experimental em que jornada esteja aninhado dentro de hora em que o indivíduo respondeu o questionário. Observamos grandes contrastes nos números de repostas dos questionários, o que mostra desbalanceamento na distribuição das repostas. Já nas distribuições marginais considerando, observamos distribuições menos desbalanceadas, exceto para monofolgas ou folgas de um único dia (*S-DAY-OFF*) e reserva (*STAND-BY*).

As distribuições de rotinas *Early-Start* ou indicador rotinas que começam no período EM são apresentadas na Tabela A.15. Observamos que 28 dessas rotinas começam no período intitulado NI (madrugada), no estudo a variável tempo ou *time* indica o horário em que o participante preencheu as repostas no questionário, dessa forma o participante no início de sua jornada de trabalho preencheu sua resposta poucos minutos antes de seu ponto começar sendo assim classificado como no período NI (28 observações). Uma correção foi aplicada à essas observações, classificando-as corretamente.

Na Tabela A.16 estão representadas as distribuições de rotinas NI, ou rotinas que compreendem o período da noite ou madrugada. Observamos que ao longo da jornada e tempo/horário o número de gravações de repostas dos questionários é mais balanceado, principalmente quando observamos a distribuição marginal para jornada.

As Tabelas A.17 e A.18 apresentam as distribuições de modalidades de rotinas de trabalho ou registros após *Early-Start* e após múltiplos *Early-Starts* respectivamente. Pode-se observar que a distribuição de ambas as rotinas, *Early-Start* e múltiplos *Early-Starts* são muito parecidas em termos de distribuição marginal ao longo de jornada, apresentando um mínimo para o nível *S-DAY-OFF* e uma contagem quase uniforme para os outros níveis, mostrando que os participantes tendem a não responder os

questionários em monofolgas, porém em dias de folga seguido por outros dias de folga, vemos valores de contagem de resposta comparáveis a dias de trabalho.

Para as modalidades de rotinas ou registros de rotinas após madrugada (ANI) e após período da noite (AEV), considerando as Tabelas A.19 e A.20, observamos que há somente 18 registros de rotinas AEV em comparação com rotinas ANI (331 registros) e mesmo com as outras modalidades de rotinas consideradas. O mesmo padrão de poucas respostas durante monofolgas e um número mais balanceado para outros níveis de jornada se observa nessas variáveis também.

Usando os critérios apresentados na Tabela A.6, avaliamos a distribuição de percepção de sonolência excessiva e fadiga severa por meio das Tabelas A.21 e A.22 respectivamente. Observa-se que tanto para a escala SPS quanto para a KSS as distribuições marginais para jornada apresentam maiores contagens de registros de severidade/excessividade no final da jornada que em outras posições (ou outros níveis) dessa variável, o que já era esperado. Porém, nas distribuições marginais dos níveis de tempo, observamos picos de percepção de excessividade de sonolência no período do início da noite (EVE), enquanto para percepção de fadiga severa observamos no período da madrugada ou noite (NI).

Embora os indicadores de sonolência excessiva e fadiga severa sejam variáveis correlacionadas, dado que ambas as variáveis foram coletadas conjuntamente, temos que a ocorrência de percepção de sonolência severa (320) é mais que o dobro que para fadiga severa (125), e como esperado, a ocorrência de severidade/excessividade nas duas variáveis ocorre majoritariamente em dias de trabalho.

#### **5.4 Variáveis relativas à Qualidade do Sono**

Na Fig.B.6 está apresentada a distribuição do índice de qualidade do sono ou percepção de qualidade do sono. Podemos observar que a moda dos valores de qualidade do sono encontra-se ao redor de 8, denotando uma qualidade de sono considerada boa (Good), segundo os critérios mostrados na Tabela A.7.

A distribuições conjuntas de índice de qualidade do sono com hora do adormecer e com hora do despertar estão representadas nas Tabelas A.23 e A24 respectivamente. Observamos que os períodos de maior contagem para ambas as distribuições são os períodos EV, NI e MOR. Não encontramos nenhum padrão que reflita a qualidade do sono com a hora do adormecer (SLS) e do despertar (SLE) nessas análises.

A relação entre duração do sono principal, duração da jornada de trabalho e tempo acordado antes da jornada de trabalho são apresentados na Fig.B.7. Para duração total do sono e tempo acordado antes da jornada de trabalho, observamos que quanto maior a duração do sono e o tempo acordado antes da jornada, maior a percepção de qualidade do sono. Para a duração da jornada de trabalho, não encontramos uma relação como a descrita acima. Observamos que quanto maior a percepção de qualidade do sono, maior a dispersão da duração da jornada de trabalho.

## 6. Análise Inferencial

Para investigar as causas da percepção de fadiga (SPS) severa e percepção de sonolência (KSS) excessiva nos participantes, utilizaremos quatro modelos, dois para sonolência e dois para fadiga, usando os critérios apresentados na Tabela 6 em que para dias de trabalho serão usadas as observações relativas aos níveis *START*, *MIDDLE* e *END* da variável posição na jornada de trabalho (WS) que correspondem somente aos dias de trabalho.

A forma na qual os dados foram coletados, sugerem dois desenhos experimentais distintos. O primeiro desenho experimental seria relativo as variáveis posição na jornada de trabalho (WS) e hora que o participante preencheu as escalas KSS e SPS. Uma representação gráfica desse desenho experimental é mostrada na Figura B.8, onde podemos observar que a variável posição na jornada de trabalho está aninhada em hora que o participante preencheu as escalas.

As demais medidas coletadas no ponto de trabalho e actimetria, se repetem ao longo de uma jornada de trabalho, que compreende as três posições na jornada (START MIDDLE e END) e as três horas nas quais os participantes preencheram as escalas, gerando assim um outro desenho experimental, representado na Figura B.9.

Para ambos os desenhos experimentais usaremos modelos binomiais com efeitos aleatórios controlando observações feitas em um mesmo participante (Hosmer e Lemeshow, 2002), uma vez que as medidas foram tomadas longitudinalmente ou repetidamente ao longo do experimento.

Os resultados obtidos pelos modelos serão interpretados na próxima seção.

### **6.1 Modelo para sonolência (KSS) e fadiga (SPS) em dias de trabalho, usando o desenho experimental 1**

Para o desenho experimental 1, usamos as variáveis mostradas na Tabela A.25. Consideramos um modelo binomial com ligação logística com efeito aleatório controlando observações feitas em um mesmo participante e com intercepto e curva aleatória em hora em que o participante preencheu as escalas KSS e SPS.

Os resultados dos modelos para sonolência e para fadiga, são mostrados na Tabela 8 e 9 respectivamente. Podemos observar que os dois efeitos considerados (hora em que o participante preencheu as escalas KSS e SPS e momento durante a jornada de trabalho) são estatisticamente significativos no nível de 5%. Foram usadas 1156 observações distribuídas ao longo de 51 grupos ou participantes para ambos os modelos.

A curva ROC, assim como as estatísticas AUC (Área abaixo da curva) e estatística Hosmer e Lemeshow para os modelos para sonolência e fadiga ajustados são mostradas nas figuras B.10 e B.11 respectivamente.

**Tabela 8** - Resultados do modelo de regressão para sonolência (KSS), somente razões de chances estatisticamente significativas são no nível de 5% mostradas.

Variável		Estimativa	Erro Padrão	Razão de Chances e intervalo de confiança 95%	Valor-p
Nível e	Nível de referência				
time AFT	EM	-1,334	0,395	0,264 [0,122; 0,571]	0,001
time NI		1,004	0,432	2,728 [1,170; 6,363]	0,020
time AFT	MOR	-0,827	0,279	0,438 [0,253; 0,756]	0,003
time NI		1,511	0,335	4,531 [2,348; 8,744]	<0,001
time EVE	AFT	1,334	0,395	3,796 [1,751; 8,228]	0,001
time NI		0,684	0,321	1,983 [1,076; 3,654]	0,028
time NI	EVE	1,653	0,304	5,22 [2,875; 9,484]	<0,001
ws MIDDLE	START	1,180	0,286	3,254 [1,860; 5,695]	<0,001
ws END		2,525	0,263	12,49 [7,464; 20,90]	<0,001
ws END	MIDDLE	1,345	0,221	3,838 [2,488; 5,921]	<0,001

**Tabela 9** - Resultados do modelo de regressão para fadiga (SPS), somente razões de chances estatisticamente significativas no nível de 5% são mostradas.

Variável		Estimativa	Erro Padrão	Razão de Chances e intervalo de confiança 95%	Valor-p
Nível e	Nível de referência				
time AFT	EM	-1,641	0,515	0,194 [0,071; 0,532]	0,001
time EVE		-1,338	0,541	0,262 [0,091; 0,758]	0,013
time NI	MOR	1,117	0,438	3,056 [1,296; 7,208]	0,011
time NI	AFT	1,790	0,433	5,989 [2,562; 13,997]	<0,001
time NI	EVE	1,480	0,428	4,394 [1,897; 10,175]	0,001
ws MIDDLE	START	1,419	0,562	4,132 [1,374; 12,43]	0,012
ws END		3,597	0,495	36,49 [13,83; 96,31]	<0,001
ws END	MIDDLE	2,180	0,346	8,851 [4,495; 17,43]	<0,001



Observamos que os valores para a estatística AUC para o modelo para sonolência é de  $AUC=0.87$  e para fadiga de  $AUC=0,82$ , que segundo Hosmer e Lemeshow (2017), pode ser considerado como um bom ajuste. Os valores-p das estatísticas de Hosmer e Lemeshow sob a hipótese nula de o modelo se ajustar bem aos dados, são 0,23 e 0,40, para a percepção de sonolência e de fadiga respectivamente. Mostram que os ajustes são adequados.

## **6.2 Modelo para sonolência (KSS) e fadiga (SPS) em dias de trabalho, usando o design experimental 2**

Para o desenho experimental 2, usamos as variáveis mostradas na Tabela A.26 e consideramos como eventos severos de fadiga e excessivos de sonolência a ocorrência de pelo menos um evento severo/excessivo ao longo da jornada de trabalho do participante, que pode ter até 3 medidas diferentes (referentes ao início, meio ou final da jornada de trabalho) de KSS e SPS ao longo de uma jornada de trabalho.

Nessa análise, foram consideradas 443 jornadas (observações) distribuídas entre 50 participantes (dos 51 participantes, um participante tem somente uma única medida). O modelo binomial com efeito aleatório utilizado, considerou somente o efeito aleatório (longitudinal) controlando participante, sem considerar intercepto ou inclinação aleatória.

Nas Tabelas, 10 e 11 são mostrados os resultados dos modelos de regressão para as percepções de sonolência e fadiga respectivamente. Por meio de “*backward elimination*”, das 21 variáveis consideradas, somente 3 variáveis para percepção de sonolência e 4 variáveis para percepção de fadiga foram consideradas estatisticamente significativas no nível de 5%. São elas, índice de qualidade do sono tempo acordado antes da jornada, rotinas que compreendem o período da madrugada e por fim rotinas após rotinas early-start, que somente foi encontrada como estatisticamente significativa para o modelo para fadiga.

**Tabela 10** - Resultados do modelo de regressão para sonolência (KSS) utilizado. Somente razões de chances estatisticamente significativas são mostradas.

<b>Variável</b>		<b>Estimativa</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>Razão de Chances e intervalo de confiança 95%</b>	<b>Valor-p</b>
<b>Nível e Nível de referência</b>					
sqi Fair	Excel	1,103	0,515	3,013 [1,097; 8,274]	0,032
sqi Poor		1,843	0,816	6,313 [1,276; 31,23]	0,024
sqi Fair	Good	0,730	0,265	2,076 [1,236; 3,487]	0,035
sqi Poor		1,470	0,696	1,112 [1,034; 1,175]	0,003
Tempo acordado antes da jornada		0,098	0,033	1,103 [1,103; 1,175]	0,003
Rotinas que compreendem o período da madrugada		1,189	0,233	3,283 [2,079; 5,183]	<0,001

**Tabela 11** - Resultados do modelo de regressão para fadiga (SPS) utilizado. Somente razões de chances estatisticamente significativas são mostradas

<b>Variável</b>		<b>Estimativa</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>Razão de Chances e intervalo de confiança 95%</b>	<b>Valor-p</b>
<b>Nível e Nível de referência</b>					
sqi Poor	Excel	2,219	0,873	9,194 [1,062; 1,226]	0,011
sqi Fair	Good	1,122	0,311	3,071 [1,668; 5,652]	<0,001
sqi Poor		2,506	0,738	12,26 [2,886; 52,06]	0,001
Tempo acordado antes da jornada		0,135	0,035	1,145 [1,069; 1,226]	<0,001
Rotinas que compreendem o período da madrugada		1,161	0,281	3,194 [1,843; 5,536]	<0,001
Após Rotina Early-Start		-1,439	0,709	0,237 [0,059; 0,951]	0,042

Na figura B.12 e B.13 são apresentadas as curvas ROC para as percepções de sonolência e fadiga usando o desenho experimental 2. Observamos que os valores para a área abaixo da curva ROC são 0,81 e 0,84 respectivamente, o que caracteriza ajustes considerados bons e a estatística Hosmer e Lemeshow para os dois casos têm valores p de 0,32 e 0,10 respectivamente, evidenciando assim um ajuste adequado do modelo aos dados

## 6. Conclusão e Discussão

Quatro modelos para sonolência e fadiga em dias de trabalho, usando dois desenhos experimentais baseados em como as informações foram coletadas. Das variáveis obtidas, somente 6 efeitos apresentaram significância estatística por meio da análise inferencial.

Relativo à sonolência em dias de trabalho, podemos interpretar ou concluir os seguintes resultados baseados nas Tabelas 8 e 10:

- A chance de um indivíduo perceber sonolência excessiva no período da tarde (*AFT*) é igual a 0,266 vezes as chances no primeiro período da manhã (*EM*);
- A chance de um indivíduo perceber sonolência excessiva no período da tarde (*AFT*) é igual a 0,438 vezes as chances no período da manhã (*MOR*);
- A chance de um indivíduo perceber sonolência excessiva no período da noite (*EVE*) é igual a 3,796 vezes as chances no período da tarde (*AFT*);
- A chance de um indivíduo perceber sonolência excessiva no período da madrugada (*NI*) é igual a 2,728 vezes as chances no primeiro período da manhã (*EM*);
- A chance de um indivíduo perceber sonolência excessiva no período da madrugada (*NI*) é igual a 4,531 vezes as chances no período da manhã (*MOR*);
- A chance de um indivíduo perceber sonolência excessiva no período da madrugada (*NI*) é igual a 1,983 vezes as chances no período da tarde (*AFT*);

- A chance de um indivíduo perceber sonolência excessiva no período da madrugada (NI) é igual a 5,22 vezes as chances no período da noite (*EVE*);
- As chances de sonolência excessiva no meio (*MIDDLE*) da jornada são de 3,254 vezes as chances no início (*START*) da jornada de trabalho.
- As chances de sonolência excessiva no final (*END*) da jornada são de 12,49 vezes as chances no início (*START*) da jornada de trabalho.
- As chances de sonolência excessiva no final (*END*) da jornada são de 3,838 vezes as chances no meio (*MIDDLE*) da jornada de trabalho.
  
- As chances de percepção de sonolência excessiva para indivíduos com percepção de sono aceitável (*FAIR*) são 3,013 vezes as chances de indivíduos com percepção de qualidade do sono excelente (*Excel*);
- As chances de percepção de sonolência excessiva para indivíduos com percepção de sono aceitável (*FAIR*) são 2,076 vezes as chances de indivíduos com percepção de qualidade do sono boa (*Good*);
- As chances de percepção de sonolência excessiva para indivíduos com percepção de sono ruim (*Poor*) são 6,313 vezes as chances de indivíduos com percepção de qualidade do sono excelente (*Excel*);
- As chances de percepção de sonolência excessiva para indivíduos com percepção de sono ruim (*Poor*) são 1,112 vezes as chances de indivíduos com percepção de qualidade do sono boa (*Good*);
  
- As chances de percepção de sonolência excessiva aumentam de 10% ( $OR=1,103$ ) por hora que o indivíduo fica acordado antes do início da jornada de trabalho;
- As chances de percepção de sonolência excessiva para rotinas que compreendem o turno da madrugada são 3,283 vezes as chances de rotinas que não compreendem a rotina da madrugada;

Relativo à fadiga em dias de trabalho, podemos interpretar os seguintes resultados baseados nas Tabelas 9 e 11:

- As chances de percepção de fadiga severa no período da tarde (*AFT*) são 0,194 vezes as chances de percepção de fadiga severa no primeiro período da manhã (*EM*);
- As chances de percepção de fadiga severa no período da noite (*EVE*) são 0,264 vezes as chances de percepção de fadiga severa no período da manhã (*MOR*);
- As chances de percepção de fadiga severa no período da madrugada (*NI*) são 3,056 vezes as chances de percepção de fadiga severa no período da manhã (*MOR*);
- As chances de percepção de fadiga severa no período da madrugada (*NI*) são 5,989 vezes as chances de percepção de fadiga severa no período da tarde (*AFT*);
- As chances de percepção de fadiga severa no período da madrugada (*NI*) são 4,394 vezes as chances de percepção de fadiga severa no período da noite (*EVE*);
  
- As chances de percepção de fadiga severa no meio (*MIDDLE*) da jornada são 4,132 vezes chances no início (*START*) da jornada de trabalho.
- As chances de percepção fadiga severa no final (*END*) da jornada são 36,49 vezes as chances no início (*START*) da jornada de trabalho.
- As chances de percepção de fadiga severa no final (*END*) da jornada são 8,851 vezes as chances no meio (*MIDDLE*) da jornada de trabalho.
  
- As chances de percepção de fadiga severa para indivíduos com percepção de qualidade do sono ruim (*Poor*) são 9,194 vezes as chances para indivíduos com percepção de qualidade do sono excelente (*Excel*);

- As chances de percepção de fadiga severa para indivíduos com percepção de qualidade do sono ruim (*Poor*) são 12,26 vezes as chances para indivíduos com percepção de qualidade do sono boa (*Good*);
- As chances de percepção de fadiga severa para indivíduos com percepção de qualidade do sono aceitável (*Fair*) são 3,071 vezes as chances para indivíduos com percepção de qualidade do sono boa (*Good*);
  
- As chances de percepção de fadiga severa aumentam de 14,5% (OR=1,145) por hora que o indivíduo fica acordado antes do início da jornada de trabalho;
- As chances de percepção de fadiga severa para rotinas que compreendem o turno da madrugada são 3,194 vezes as chances para rotinas que não compreendem o turno da madrugada;
- As chances de percepção de fadiga severa para rotinas após rotinas *early-start* são 0,237 vezes as chances para rotinas que não são após rotinas *early-start*.

# APÊNDICE A

## Tabelas

**Tabela A.1.-** Variáveis Sociodemográficas e relativas a participante. Na terceira coluna se aplicável, são mostrados os níveis das variáveis, juntamente com sua média e desvio padrão entre parênteses.

<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>	<b>Níveis e/ou Medida Resumo</b>
<b>Sexo</b>	Sexo do participante	FEM: 7 (14%) MALE:44 (86%)
<b>Posição</b>	Posição na carreira do participante	COFIL: 25 (49%) CMTE: 26 (51%)
<b>Idade</b>	Idade do Participante	40 (10) anos
<b>Porcentagem renda</b>	Porcentagem de renda familiar da qual o participante é responsável	82 (20)%
<b>Cluster</b>	Percepção de qualidade de sono do indivíduo nos últimos 6 meses (derivado do KSQ)	Maiores distúrbio 18 (35%) Menores distúrbio: 33 (65%)
<b>Cronotipo</b>	Cronotipo do participante (Questionário Munique)	MAT: 16 (31%) INT: 27 (53%) VES: 8 (16%)
<b>MCTQ manhã</b>	Deslocamento social do sono do participante durante a manhã (Questionário Munique)	147 (91) mins
<b>MCTQ tarde</b>	Deslocamento social do sono do participante durante a tarde (Questionário Munique)	35 (41) mins
<b>MCTQ noite</b>	Deslocamento social do sono do participante durante a noite (Questionário Munique)	46 (82) mins



**Tabela A.2.** Variáveis quantitativas relativas a tempo e jornadas. Na segunda coluna entre parênteses está discriminado como a medida foi obtida sempre que for aplicável. Na terceira coluna estão representadas as medidas resumo, média e desvio padrão entre parênteses.

<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>	<b>Medida Resumo</b>
<b>Hour</b>	Hora em que os questionários foram respondidos durante a jornada de trabalho (preenchido pelo participante)	12:53 (6h 14min)
<b>Workshift start</b>	Início da jornada de trabalho (ponto de trabalho)	10:27 (5h 47min)
<b>Workshift end</b>	Final da jornada de trabalho (ponto de trabalho)	13:31 (6h 29min)
<b>Sleep start</b>	Hora de início do sono (actimetria, diário do sono)	23:54 (2h 17min)
<b>Sleep end</b>	Hora de final do sono (actimetria, diário do sono)	7:00 (3h 0min)
<b>Workshift Duration</b>	Duração do turno de trabalho (ponto de trabalho)	7h 9min (2h 21min)
<b>Sleep Total Duration</b>	Duração total do sono antes da atual jornada de trabalho (actimetria, diário do sono)	7h 34min (1h 54min)
<b>Time Awake Before Workshift</b>	Tempo acordado antes da jornada de trabalho atual (actimetria, diário do sono, ponto de trabalho)	3h 58min (3h 36min)

**Tabela A.3.** Níveis da variável *WS-workshift mode*, e número de ocorrências dos níveis no banco de dados.

<b>Níveis</b>	<b>Descrição</b>	<b>Número de Ocorrências</b>
<b>START</b>	Início da jornada de trabalho	416
<b>MIDDLE</b>	Meio da jornada de trabalho	325
<b>END</b>	Final da jornada de trabalho	415
<b>STAND-BY</b>	Espera	91
<b>S-DAY-OFF</b>	Monofolgas ou folgas únicas	64
<b>F-DAY-OFF</b>	Primeiro dia de folga seguido de outros dias de folga	214
<b>M-DAY-OFF</b>	Múltiplos dias de folgas ( $\geq 2$ dias de folga)	266
<b>Não preenchidos</b>		6
<b>Total</b>		1797

**Tabela A.4** Escala de percepção de sonolência Karolinska (KSS).

<b>Escala de Percepção de sonolência Karolinska (KSS)</b>
1 – extremamente alerta
2 to 3 – alerta
4 to 5 – nem sonolento e nem alerta
6 to 7 – sonolento, mas sem dificuldade permanecer acordado
8 to 9 – extremamente sonolento, brigando com o sono

**Tabela A.5** Escala de percepção de fadiga Samn Perelli (SPS).

<b>Escala de Percepção de fadiga Samn Perelli (SPS)</b>
1 – Totalmente alerta e bem acordado
2 – Alerta, responsivo porém não no pico
3 – okay, bem
4 – Um pouco cansados, mas bem
5 – moderadamente cansado
6 – Extremamente cansado, com dificuldade de se concentrar
7 – Completamente exausto, inapto a funcionar efetivamente

**Tabela A.6.** Recategorização das escalas de percepção de fadiga e sonolência.

<b>Categoria</b>	<b>Escala Samn Perelli de percepção de fadiga</b>	<b>Escala Karolinska de percepção de sonolência</b>
Severo	6 to 7	7 to 9
Não severo	1 to 5	1 to 6

**Tabela A.7.** Recategorização do índice de qualidade do sono (SQI).

<b>Categoria</b>	<b>Escala</b>
Terrível	0
Ruim	1 – 3
Aceitável	4 – 6
Bom	7 – 9
Excelente	10

**Tabela A.8** Valores-P do teste exato de Fisher para as variáveis sociodemográficas qualitativas. Devido ao pouco número de observações, a variável cronotipo foi recategorizada em dois níveis Matutino e Intermediário+Vespertino antes da aplicação do teste. Valores-P menores que o nível de 0.05 estão em negrito.

	Posição	Cluster	Cronotipo
<b>Sexo</b>	0.248	0.686	0.971
<b>Posição</b>		0.083	0.368
<b>Cluster</b>			<b>0.004</b>

**Tabela A.9** Distribuição de cronotipo e cluster, realizando o teste exato de Fisher, obtemos um valor-p < 0.001 e obtemos razão de chances de 0.76 e um intervalo de 95% de [0.002, 0.576].

Cluster	Cronotipo		Total
	Mat	Int + Ves	
<b>Maior distúrbio</b>	1 (5%)	17 (95%)	18 (100%)
<b>Menor distúrbio</b>	15 (45%)	18 (55%)	33 (100%)

**Tabela A.10.** Matriz de correlação para as variáveis sociodemográficas quantitativas. Na diagonal superior, estão representados os coeficientes de correlação e na diagonal inferior, os valores-p. Valores em negrito representam valores significativos no nível de 5%.

	IH	Age	MMCTQ	AMCTQ	NMCTQ
IH		-0.15	-0.07	-0.23	-0.12
Age	0.302		-0.04	-0.12	0.01
MMCTQ	0.639	0.765		0.05	-0.09
AMCTQ	0.115	0.409	0.715		<b>0.62</b>
NMCTQ	0.417	0.948	0.521	<b>&lt;0.001</b>	

**Tabela A.11.** Valores-p baseados no teste de Wilcoxon para comparação de médias entre as variáveis quantitativas e qualitativas, valores abaixo de 0.05, estão destacados em negrito.

	Sexo	Posição	Cronotipo	Cluster
IH	0.497	0.356	1.000	0.921
Age	0.154	<b>&lt; 0.001</b>	0.608	0.104
MMCTQ	0.292	0.865	0.233	<b>0.009</b>
AMCTQ	0.397	0.894	0.881	0.091
NMCTQ	0.276	0.393	0.265	1.000

**Tabela A.12.** Medidas resumo das variáveis relativas à duração do sono, jornada de trabalho e tempo acordado antes da jornada

	<b>Duração da Jornada</b>	<b>Duração Total do Sono</b>	<b>Tempo Acordado antes da Jornada</b>
<b>Min</b>	1h 40 mins	1h 44 mins	0h 15mins
<b>1º quartil</b>	5h 48 mins	6h 23 mins	1h 30 mins
<b>Mediana</b>	7h 09 mins	7h 53 mins	2h 27 mins
<b>3º quartil</b>	8h 42 mins	8h 45 mins	5h 24 mins
<b>Máximo</b>	11h 35 mins	14h 44 mins	17h 24 mins

**Tabela A.13.** - Distribuição do número de registros das variáveis qualitativas relativas a tempo de jornada de trabalho e sono.

<b>Níveis</b>	<b>Time</b>	<b>WorkStart</b>	<b>WorkEnd</b>	<b>SleepStart</b>	<b>SleepEnd</b>
<b>NI</b>	249	347	194	583	612
<b>EM</b>	180	192	50	31	579
<b>MOR</b>	384	240	210	18	537
<b>AFT</b>	541	273	433	22	33
<b>EVE</b>	438	183	341	1113	23

**Tabela A.14** - Distribuição do número de registro dos questionários kss e sps ao longo do tempo e da posição da jornada, considerando dias de trabalho e de folga.

<b>WS</b> <b>(Jornada)</b>	<b>Time (Tempo)</b>					<b>Total</b>
	<b>EM</b>	<b>MOR</b>	<b>AFT</b>	<b>EVE</b>	<b>NI</b>	
<b>START</b>	62	74	89	62	129	<b>416</b>
<b>MIDDLE</b>	27	101	91	75	31	<b>325</b>
<b>END</b>	17	68	148	119	63	<b>415</b>
<b>STAND-BY</b>	7	20	38	23	3	<b>91</b>
<b>S-DAY-OFF</b>	6	14	21	20	3	<b>64</b>
<b>F-DAY-OFF</b>	24	51	72	56	11	<b>214</b>
<b>M-DAY-OFF</b>	37	56	82	82	9	<b>266</b>
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>384</b>	<b>541</b>	<b>437</b>	<b>249</b>	<b>1791</b>

**Tabela A.15** - Distribuição de registros de rotinas Early-Start em dias de trabalho.

<b>Jornada</b>	<b>Tempo (Time)</b>					<b>Total</b>
	<b>EM</b>	<b>MOR</b>	<b>AFT</b>	<b>EVE</b>	<b>NI</b>	
<b>START</b>	48	0	0	0	28	76
<b>MIDDLE</b>	7	41	13	0	0	61
<b>END</b>	1	12	53	8	0	74
<b>Total</b>	56	53	66	8	28	211

**Tabela A.16** - Distribuição de registros de rotinas Night em dias de trabalho.

<b>Jornada</b>	<b>Tempo (Time)</b>					<b>Total</b>
	<b>EM</b>	<b>MOR</b>	<b>AFT</b>	<b>EVE</b>	<b>NI</b>	
<b>START</b>	1	0	14	26	93	134
<b>MIDDLE</b>	20	41	0	24	28	113
<b>END</b>	13	49	37	1	50	150
<b>Total</b>	34	90	51	51	171	397

**Tabela A.17** - Distribuição de modalidade rotinas (registros) após um Early-Start ao longo jornada e tempo.

Jornada	Tempo (Time)					Total
	EM	MOR	AFT	EVE	NI	
<b>START</b>	7	5	3	0	17	32
<b>MIDDLE</b>	4	16	4	1	0	28
<b>END</b>	2	5	19	4	1	31
<b>S-DAY-OFF</b>	1	3	4	1	0	9
<b>F-D-OFF</b>	1	1	9	4	2	17
<b>M-D-OFF</b>	4	6	5	5	0	20
<b>Total</b>	19	36	44	15	20	134

**Tabela A.18** - Distribuição de modalidade de rotinas (registros) após múltiplos Early-Starts ao longo de jornada e tempo.

Jornada	Tempo (Time)					Total
	EM	MOR	AFT	EVE	NI	
<b>START</b>	7	2	3	0	9	21
<b>MIDDLE</b>	2	5	5	1	1	14
<b>END</b>	0	4	14	3	1	22
<b>S-DAY-OFF</b>	1	0	1	1	0	3
<b>F-D-OFF</b>	3	7	10	7	1	28
<b>M-D-OFF</b>	2	5	5	6	0	18
<b>Total</b>	15	23	38	18	12	106



**Tabela A.19.** Distribuição de modalidade de rotinas ou registros de jornadas após madrugada (ANI – After Night).

Jornada	Tempo (Time)					Total
	EM	MOR	AFT	EVE	NI	
<b>START</b>	9	10	17	20	36	92
<b>MIDDLE</b>	6	23	13	18	10	70
<b>END</b>	7	17	21	20	15	80
<b>STAND-BY</b>	1	1	2	2	0	6
<b>S-DAY-OFF</b>	0	1	1	2	1	5
<b>F-D-OFF</b>	7	8	15	10	2	42
<b>M-D-OFF</b>	7	6	11	11	1	36
<b>Total</b>	37	66	80	83	65	331

**Tabela A.20.** Distribuição de modalidade de rotinas ou registros de jornadas após Noite (After Evening- AEV).

Jornada	Tempo (Time)					Total
	EM	MOR	AFT	EVE	NI	
<b>START</b>	0	1	1	1	0	3
<b>MIDDLE</b>	1	0	0	0	2	3
<b>END</b>	0	0	0	1	3	4
<b>STAND-BY</b>	0	0	0	0	0	0
<b>S-DAY-OFF</b>	0	0	0	0	0	0
<b>F-D-OFF</b>	1	1	1	1	0	4

<b>M-D-OFF</b>	0	1	0	2	1	4
<b>Total</b>	2	3	2	5	6	18

**Tabela A.21.** Distribuição de registros de percepção de sonolência severa (kss) ao longo de tempo e jornada.

<b>Jornada</b>	<b>Tempo</b>					<b>Total</b>
	<b>EM</b>	<b>MOR</b>	<b>AFT</b>	<b>EVE</b>	<b>NI</b>	
<b>START</b>	3	0	3	5	24	35
<b>MIDDLE</b>	4	16	2	12	12	77
<b>END</b>	10	24	30	34	43	110
<b>STAND-BY</b>	2	1	1	3	1	8
<b>S-DAY-OFF</b>	1	1	1	12	0	15
<b>F-DAY-OFF</b>	1	1	4	22	8	36
<b>M-DAY-OFF</b>	4	4	7	22	2	39
<b>Total</b>	25	47	48	110	90	320

**Tabela A.22.** Distribuição de registros de percepção de fadiga severa (SPS) ao longo de tempo e jornada.

Jornada	Tempo					Total
	EM	MOR	AFT	EVE	NI	
<b>START</b>	1	0	1	0	3	5
<b>MIDDLE</b>	1	4	0	4	3	12
<b>END</b>	7	13	18	17	30	85
<b>STAND-BY</b>	2	0	2	0	0	4
<b>S-DAY-OFF</b>	0	0	0	3	0	3
<b>F-DAY-OFF</b>	0	2	2	6	1	11
<b>M-DAY-OFF</b>	2	2	1	1	0	6
<b>Total</b>	13	21	24	31	36	125

**Tabela A.23** - Distribuição de registros de percepção de qualidade do sono com hora do início do sono ou hora do adormecer.

SQI	Hora do Adormecer (SLS)				
	EM	MOR	AFT	EVE	NI
<b>Poor</b>	0	0	0	20	21
<b>Fair</b>	14	8	7	257	109
<b>Good</b>	14	10	8	718	380
<b>Excel</b>	3	0	6	103	50

**Tabela A.24** - Distribuição de registros de percepção de qualidade do sono com hora do início do sono ou hora do despertar.

SQI	Hora do despertar (SLE)				
	EM	MOR	AFT	EVE	NI
<b>Poor</b>	3	13	0	2	23
<b>Fair</b>	99	83	9	13	193
<b>Good</b>	388	358	24	8	365
<b>Excel</b>	85	59	0	0	21

**Tabela A.25** - Variáveis utilizadas para os modelos de sonolência e fadiga em dias de trabalho usando o design experimental 1

Variável	Descrição
<b>KSS</b>	Variável resposta para o modelo de sonolência, indicador de sonolência excessiva.
<b>SPS</b>	Variável resposta para o modelo de fadiga, indicador de fadiga severa.
<b>Time</b>	Hora em que o participante preencheu as escalas KSS e SPS, EM, MO, AFT,EVE,NI
<b>WS</b>	Posição na jornada de trabalho em que o participante respondeu o questionário, START, MIDDLE, END

**Tabela A.26** - Variáveis utilizadas no modelo para sonolência e fadiga em dias de trabalho usando o design experimental 2.

<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>
<b>KSS</b>	Variável resposta para o modelo de sonolência, indicador de sonolência excessiva.
<b>SPS</b>	Variável resposta para o modelo de fadiga, indicador de fadiga severa.
<b>Sexo</b>	Sexo do participante (Masculino ou Feminino)
<b>Posição</b>	Posição na carreira do participante (Comandante ou Copiloto)
<b>Idade</b>	Idade do Participante em anos
<b>Porcentagem renda</b>	Porcentagem de renda familiar da qual o participante é responsável
<b>Cluster</b>	Percepção de qualidade de sono do indivíduo nos últimos 6 meses (derivado do KSQ), grupos de percepção mais severa e menos severa.
<b>Cronotipo</b>	Cronotipo do participante (Questionário Munique), três classificações, Matutino, Intermediário e Vespertino.
<b>MCTQ manhã</b>	Deslocamento social do sono do participante durante o período da manhã (Questionário Munique) em minutos.
<b>MCTQ tarde</b>	Deslocamento social do sono do participante durante o período da tarde (Questionário Munique) em minutos.
<b>MCTQ noite</b>	Deslocamento social do sono do participante durante o período da noite (Questionário Munique) em minutos.
<b>SLS</b>	Hora de início do sono antes da jornada atual de trabalho ou adormecer, EM, MOR, AFT, EVE, NI
<b>SLE</b>	Hora de final do sono antes da jornada atual de trabalho ou despertar, EM, MOR, AFT, EVE, NI
<b>Time_Awake_Before</b>	Tempo acordado antes da atual jornada de trabalho (em horas)

---

<b>Sleep_Duration</b>	Duração do sono principal antes da atual jornada (em horas)
<b>Early_start</b>	Indicador de rotinas Early-Start
<b>Dw</b>	Indicador de rotinas que compreendem o período da madrugada.
<b>Aes</b>	Indicador de rotinas após early start
<b>Ams</b>	Indicador de rotinas após múltiplos early-starts
<b>Ani</b>	Indicador de rotinas após rotinas que compreenderam o período da madrugada
<b>Aev</b>	Indicador de rotinas após rotinas que compreenderam o período da noite
<b>SQI</b>	Índice de qualidade do sono, POOR, FAIR, GOOD, EXCELLENT

---

**Tabela A.27** - Matriz de confusão para o modelo para sonolência com desenho experimental 1

Sonolência Predta	Sonolência Observada	
	Excessiva	Não Excessiva
Excessiva	175	192
Não excessiva	47	742

**Tabela A.28** - Matriz de confusão para o modelo para sonolência com desenho experimental 2

Sonolência Predta	Sonolência Observada	
	Excessiva	Não Excessiva
Excessiva	125	80
Não excessiva	88	833

**Tabela A.29** - Matriz de confusão para o modelo para fadiga com desenho experimental 1

Fadiga Predita	Fadiga Observada	
	Severa	Não Severa
Excessiva	83	118
Não excessiva	19	936

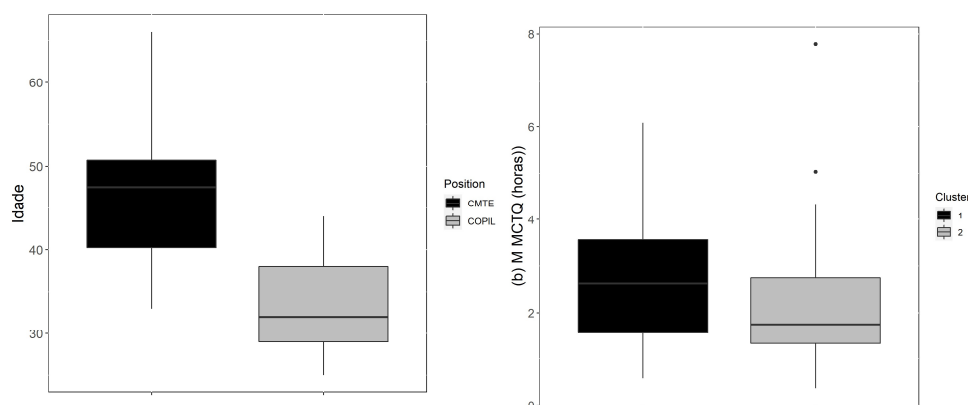
**Tabela A.30** - Matriz de confusão para o modelo para fadiga com desenho experimental 2

Fadiga Predita	Fadiga Observada	
	Severa	Não Severa
Excessiva	63	76
Não excessiva	27	277

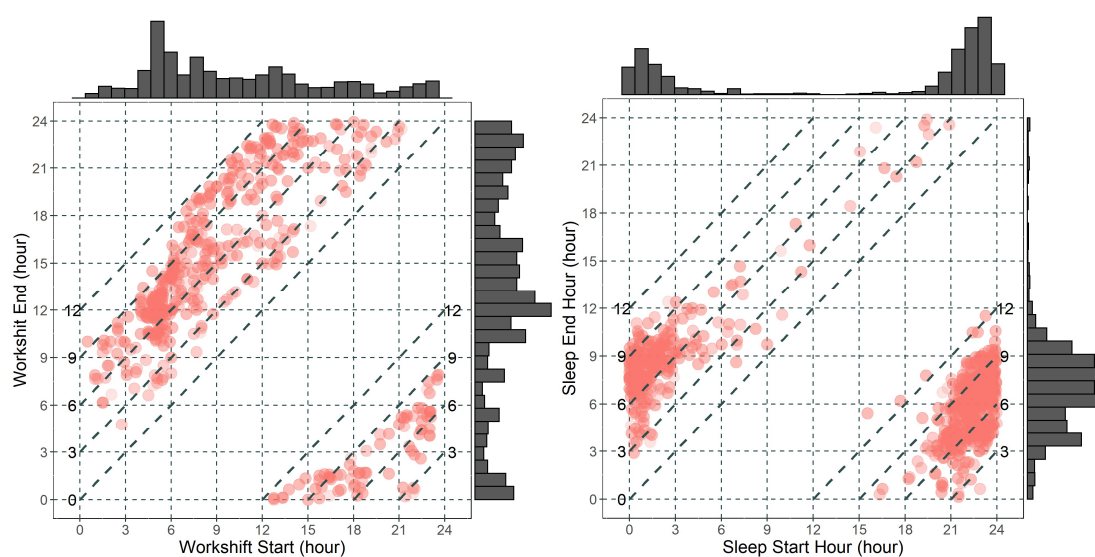
# APÊNDICE B

## Figuras

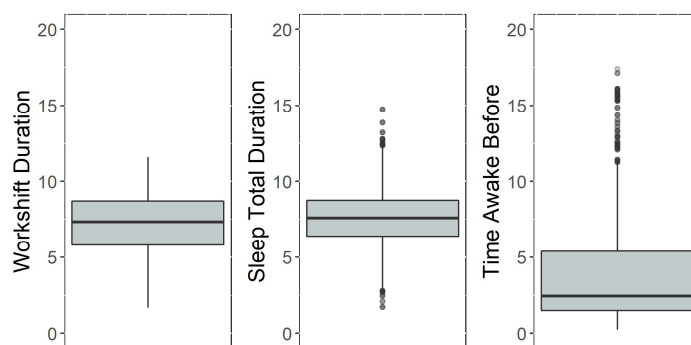




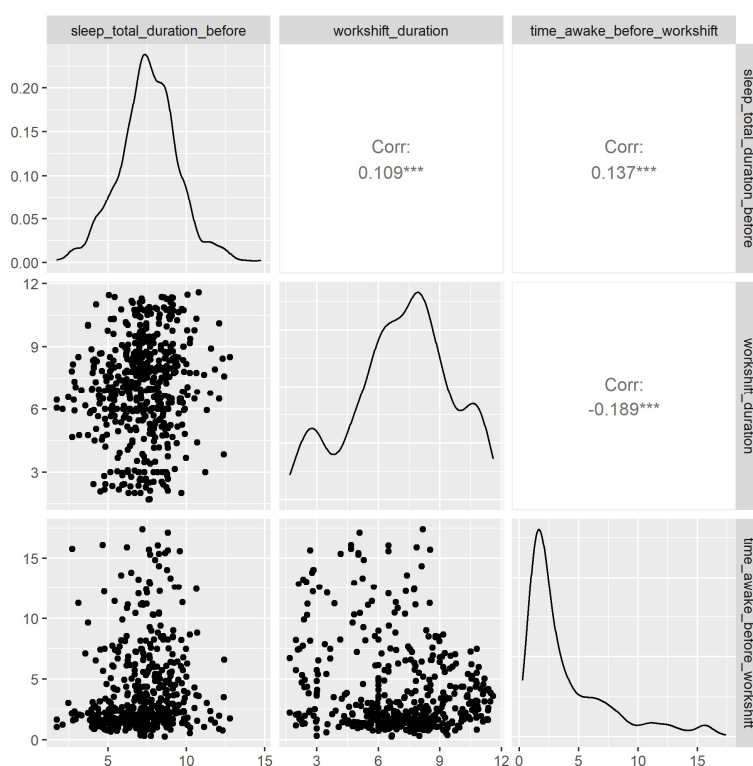
**Figura B.1.** Boxplots representando a relação entre Idade e posição (a) e entre o deslocamento social pela manhã e cluster (b).



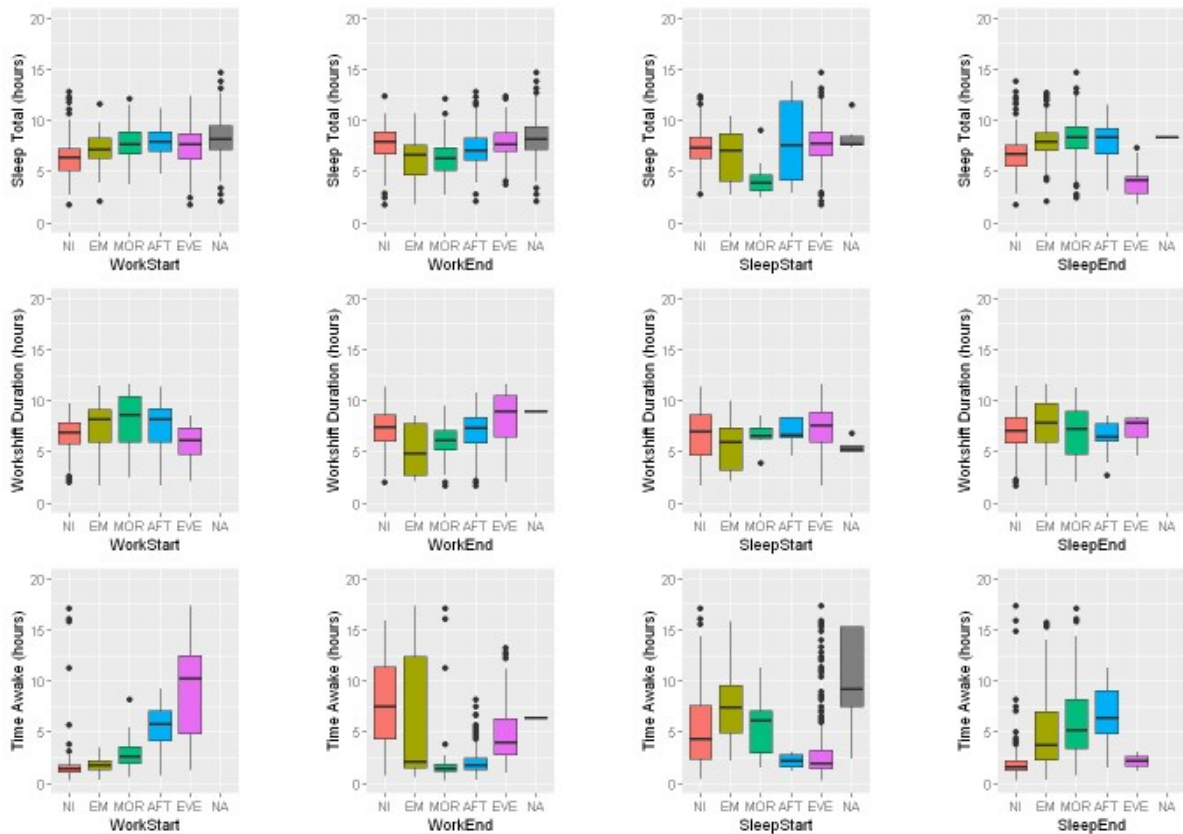
**Figura B.2.** Diagramas representando ciclos de jornadas de trabalho (esquerda) e ciclos de sono (direita). Na figura da direita, o eixo horizontal representa o início da jornada de trabalho, o eixo vertical representa o horário de final da jornada de trabalho e o eixo diagonal representa a duração da jornada de trabalho. Na figura da esquerda, os eixos horizontal, vertical e diagonal são representam o início, final e duração do sono respectivamente.



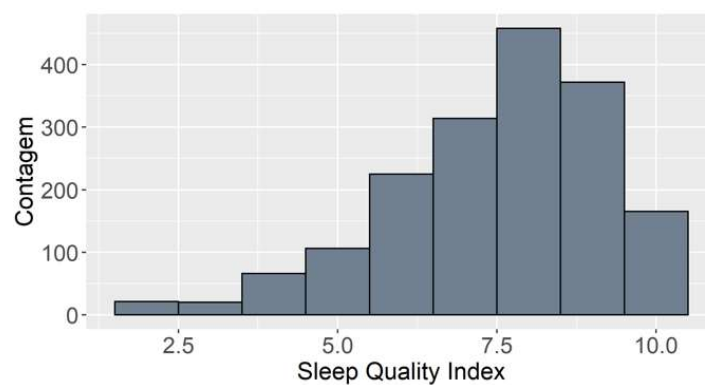
**Figura B.3.-** Boxplots das variáveis relativas à durações, (a) Duração da jornada de trabalho, (b) Duração total do sono e (c) Tempo acordado antes da jornada de trabalho.



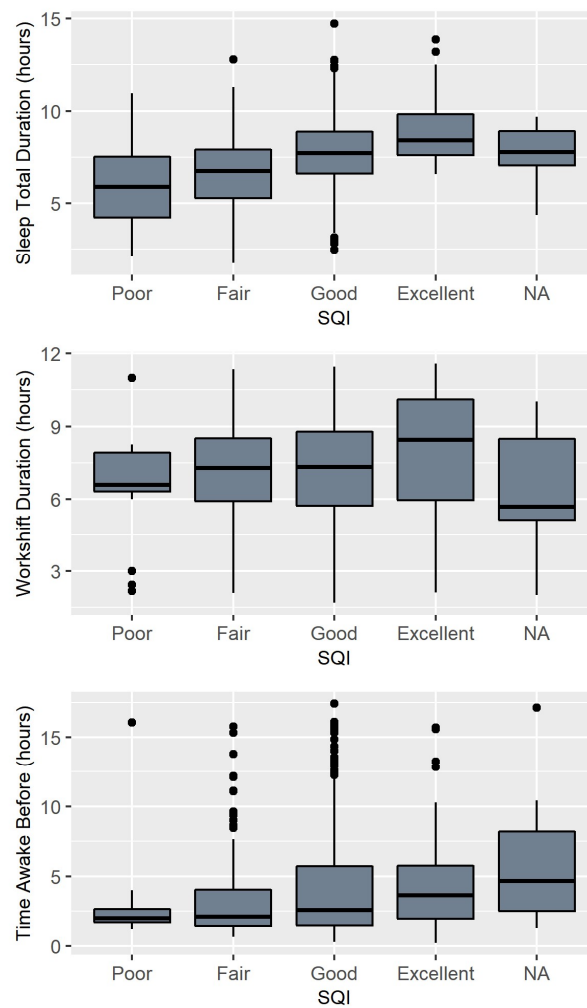
**Figura B.4.** Diagrama de dispersão, distribuição e correlograma para as variáveis relativas à duração. Na diagonal estão representadas a distribuição das variáveis. Na diagonal inferior estão representados a dispersão entre as variáveis denotadas pelas legendas no topo e na esquerda da figura. Na diagonal superior, o coeficiente de correlação entre as variáveis indicadas está representado, os três asteriscos indicam que as correlações são significativas no nível de 0.1%.



**Figura B.5.** Boxplots mostrando relação entre variáveis relativas a duração de tempo com variáveis categorizadas relativas a jornada de trabalho e hora do sono.



**Figura Fig.B.6.** Distribuição do Índice de Qualidade do Sono



**Figura B.7.** Distribuição do índice de qualidade do sono categorizado com (topo) duração total do sono, (meio) duração do turno de trabalho e (baixo) tempo acordado antes da jornada de trabalho

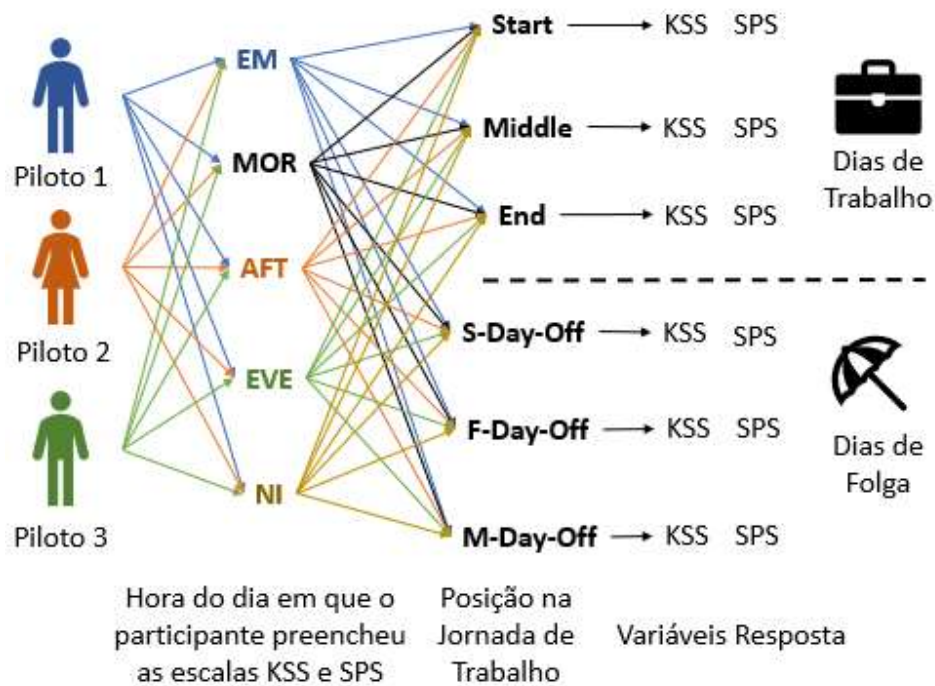


Figura B.8. Representação gráfica do design experimental 1.

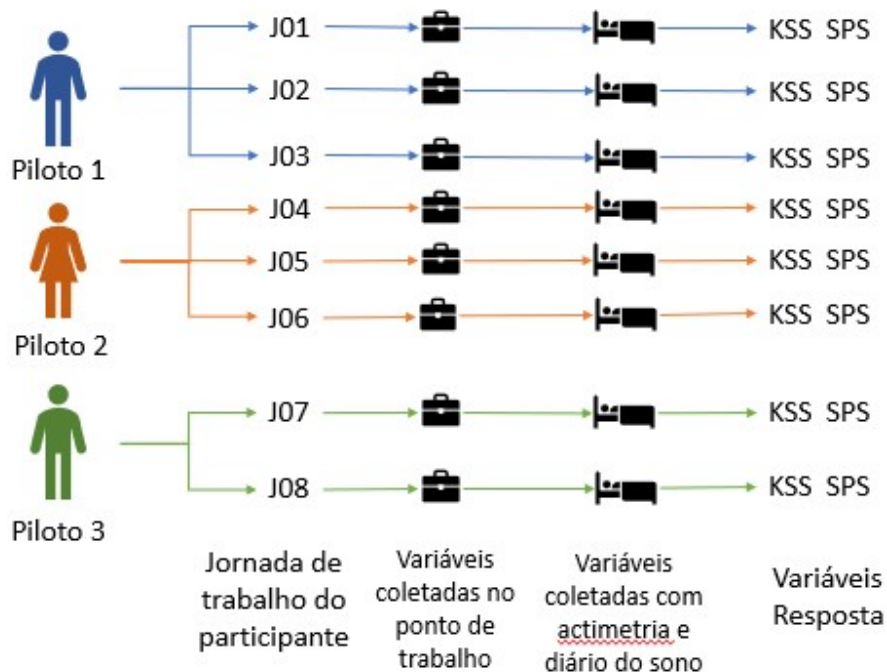
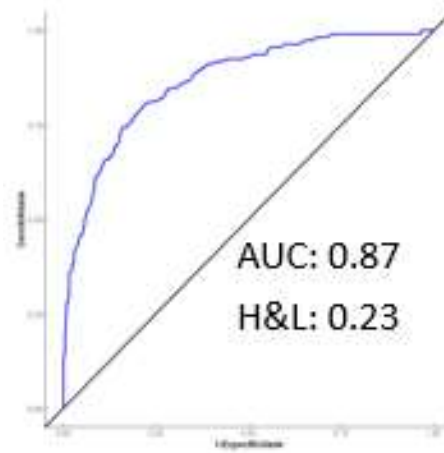
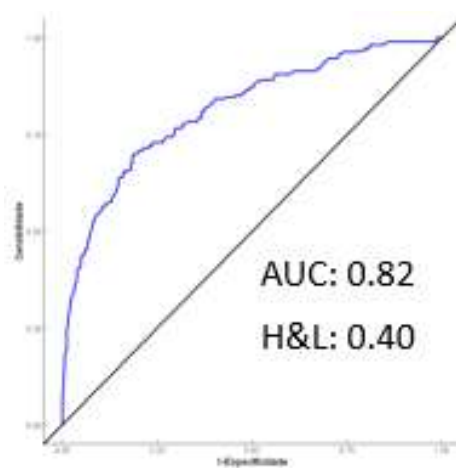


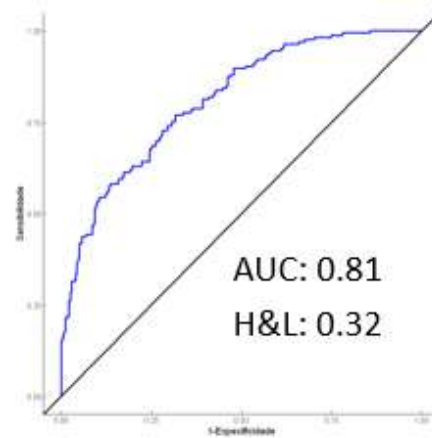
Figura B.9. Design Experimental 2



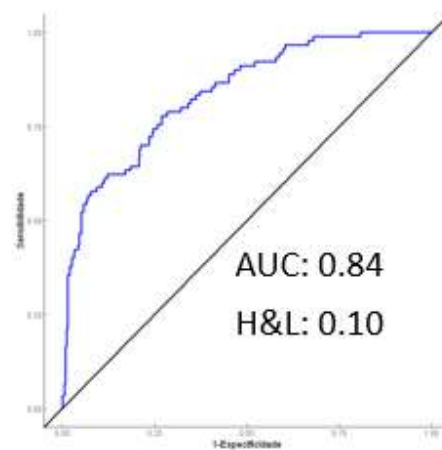
**Figura B.10** Curva ROC para o modelo para sonolência usando design experimental 1



**Figura B.11.** Curva ROC para o modelo para fadiga usando design experimental 2



**Figura B.12.** Curva ROC para o modelo para sonolência usando design experimental 2



**Figura B.13.** Curva ROC para o modelo para fadiga usando o design experimental 2.

