

Universidade de Lisboa
Faculdade de Medicina de Lisboa



**EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DE BAIXAS FREQUÊNCIAS EM MEIO
OCUPACIONAL VS REPERCUSSÕES NA QUALIDADE DO SONO**

Marco Lourenço Antunes

Mestrado em Ciências do Sono II

2009

A impressão desta dissertação foi aprovada pela Comissão Coordenadora do Conselho Científico da Faculdade de Medicina de Lisboa em reunião de 27 de Janeiro de 2009.

Universidade de Lisboa

Faculdade de Medicina de Lisboa



**EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DE BAIXAS FREQUÊNCIAS EM MEIO
OCUPACIONAL VS REPERCUSSÕES NA QUALIDADE DO SONO**

Marco Lourenço Antunes

Mestrado em Ciências do Sono II

Dissertação orientada por: Prof^a. Teresa Paiva

Todas as afirmações efectuadas no presente documento são da exclusiva responsabilidade do seu autor, não cabendo qualquer responsabilidade à Faculdade de Medicina de Lisboa pelos conteúdos nele apresentados.

“...se antes de cada acto nosso, nos puséssemos a prever todas as consequências dele, a pensar nelas a sério, primeiro as imediatas, depois as prováveis, depois as possíveis, depois as imagináveis, não chegaríamos sequer a mover-nos de onde o primeiro pensamento nos tivesse feito parar”.

José Saramago

AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos, àquelas pessoas que se ofereceram como voluntárias para participar neste estudo, depositando credibilidade no trabalho de pesquisa, colaborando desde a etapa da colheita de dados até à elaboração final desta dissertação.

Agradeço ao Hospital da Força Aérea pela autorização e disponibilização de recursos para realizar este estudo.

Ao Dr. Reis Ferreira que me encorajou a desenvolver esta investigação disponibilizando também os recursos do Laboratório do Sono e Função Respiratória.

À Prof^a. Dr.^a Teresa Paiva pelas sugestões e orientação teórico-metodológica, levando-me a entender o sentido da pesquisa académica e sobretudo, pela sua presença amiga neste percurso.

Ao Dr. Nuno Castelo Branco e Dra. Mariana Pereira pelo apoio a documentos de pesquisa e incentivo para participar em futuros trabalhos.

Ao Dr. Borges Guerra pelo seu apoio, amizade, pelo tempo passado a discutir comigo sobre o ruído de baixas frequências e outras coisas da vida.

À minha família que sempre me encorajou, a qual privei da minha companhia para a conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho, pela paciência e incentivo, que nunca me deixaram desistir.

PREÂMBULO

O interesse deste estudo surgiu no decorrer das revisões aeromédicas no contexto da avaliação funcional respiratória dos pilotos civis (Transportes Aéreos Portugueses) e militares (Força Aérea, Marinha e Exército). Estes exames são actualmente realizados no Laboratório de Função Respiratória do Hospital da Força Aérea.

As revisões aeromédicas têm como tarefa a assistência ao pessoal navegante que compreende o ensino e demonstração da fisiologia de voo, a detecção precoce de alterações recuperáveis que possam interferir na aptidão para o voo, ou com a optimização da condição física e psicológica para o desempenho das missões.

Neste período, o contacto com um grande número de pilotos, levaram-me a levantar algumas questões referentes ao sono desta classe profissional, uma vez que durante a anamnese destes indivíduos, com alguma frequência me referiam problemas com o sono, nomeadamente dificuldades em adormecer, períodos de vigília ao longo da noite com dificuldades em voltar a adormecer, cansaço matinal, dores de cabeça, entre outros. Ora, tratando-se de uma classe profissional que está sujeita a consultas e exames de diagnóstico anuais em diferentes especialidades por forma a manter as condições para aptidão de voo, sendo uma faixa etária activa, com boa condição física geral, com reduzidos factores de risco, à partida não seria de esperar que estes indivíduos apresentassem queixas em relação ao seu sono. Estas queixas eram ainda mais evidentes nos pilotos de helicópteros.

Este trabalho possibilitou responder a algumas destas questões iniciais, no entanto no decorrer deste trabalho surgiram outras dúvidas e que possivelmente serão objecto de futuros trabalhos.

ÍNDICE

LISTA DE ABREVIATURAS	I
LISTA DE FIGURAS	II
LISTA DE TABELAS	III
LISTA DE GRÁFICOS	IV
LISTA DE ANEXOS	V
RESUMO	VI
1. INTRODUÇÃO	
1.1 Contextualização da medicina aeronáutica	1
1.2 Problemática do ruído	3
1.3 Particularidades dos pilotos de helicópteros	7
1.4 Efeitos do ruído no sono	13
1.5 Enquadramento ao ruído de baixa frequência.....	15
2. OBJECTIVOS	
2.1 Objectivo geral	19
2.2 Objectivos específicos	19
3. MATERIAL DE MÉTODOS	
3.1 Amostra	20
3.2 Critérios de exclusão	20
3.3 Colheita de dados	21
3.4 Tipo de estudo.....	21
3.5 Material de recolha de dados	
3.5.1 História clínica	22
3.5.2 Estudo do <i>drive</i> respiratório	22
3.5.3 Índice de qualidade do sono de Pittsburgh.....	26
3.5.4 Escala do sono de Epworth.....	26
3.5.5 Polissonografia.....	27
3.5.6 Capnografia.....	29
3.5.7 Métodos estatísticos utilizados.....	30

4. DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS	
4.1 Estatística descritiva e análise de inferência estatística	33
4.1.1 Variáveis de caracterização.....	34
4.1.2 Variáveis polissonográficas.....	37
4.1.3 Variáveis dos questionários do sono.....	50
4.1.4 Variáveis dicotômicas.....	53
5. DISCUSSÃO DOS DADOS.....	55
6. CONCLUSÕES.....	61
ANEXOS.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS

AC – Apneia central

CO₂ – Dióxido de carbono

cm – Centímetro

Dec. Reg. – Decreto regulamentar

dB – Decibel

EpW – Escala de sono de Epworth

EEG – Electrocefalograma

EOG – Electroculograma

EMG – Electromiograma

ECG – Electrocardiograma

ES – Eficiência do sono

ETCO₂ – Pressão parcial de dióxido carbono no final da expiração

Hz – Hertz

HFA – Hospital da Força Aérea

HAC – Hipoventilação alveolar central

IQSP – Índice de qualidade do sono de Pittsburgh

IMC – Índice de massa corporal

Kg – Quilograma

L_{Aeq} – Nível de pressão sonora equivalente

L_{Amax} – Nível de pressão sonora máximo

Lat. NREM – Latência do sono “*non rapid eye movements*”

Lat. REM – Latência do sono “*rapid eye movements*”

MPC – Movimentos de posição corporal

MFS – Mudanças de fase do sono

PTS – Período total de sono

PCO₂ – Pressão parcial de dióxido de carbono

PO₂ – Pressão parcial de oxigénio

PHON – Curvas de ponderação espectral

pH – equilíbrio ácido-base

P_{0.1} – Estímulo respiratório central

SNA – Sistema nervoso autónomo

Sat. O₂ – Saturação arterial de oxigénio

TTR – Tempo total de registo

TTTS – Tempo total de sono

TVIS – Tempo de vigília após o início do sono

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação das curvas de Fletcher e Munson.....	3
Figura 2-Representação das curvas de ponderação espectral “A”/“B”/“C”/“D”	4
Figura 3 – Níveis sonoros (L_{Aeq} e L_{Amax}) em diferentes posições em volta do helicóptero PUMA SA 330.....	8
Figura 4 – Níveis sonoros (L_{Aeq} e L_{Amax}) em diferentes regimes de operação e posições em volta do P-3 P.....	8
Figura 5 –Puma SA330	8
Figura 6- Westland Super Navy Lynx MK95	8
Figura 7 – Relação da gama de frequências emitidas e as queixas apresentadas...	17
Figura 8 – Controle químico do sistema quimiorreceptor.....	23
Figura 9 – Controle químico da área quimiossensitiva do bulbo.....	23
Figura 10 – Organização do centro respiratório.....	24
Figura 11 – Pletismógrafo com funcionalidade de realizar o estudo do <i>drive</i> respiratório.....	25
Figura 12 – $P_{0.1}CO_2$ normal.....	25
Figura 13 – $P_{0.1}CO_2$ anormal.....	25
Figura 14 – Traçado polissonográfico.....	28
Figura 15 – Representação de um capnograma normal.....	29
Figura 16 – Representação de um capnograma com HA.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos das características biotípicas da amostra estudada.....	33
Tabela 2 – Teste de Mann-Whitney aplicado às características biotípicas da amostra estudada.....	37
Tabela 3 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos do TTR, PTS e TTS da amostra estudada	37
Tabela 4 – Teste de Mann-Whitney aplicado ao TTR, PTS e TTS da amostra estudada	40
Tabela 5 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos do TVIS e ES da amostra estudada.....	40
Tabela 6 – Teste de Mann-Whitney aplicado à ES e TVIS da amostra estudada.....	42
Tabela 7 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos da latência do REM e NREM da amostra estudada.....	42
Tabela 8 – Teste de Mann-Whitney aplicado à latência do NREM e REM da amostra estudada.....	44
Tabela 9 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos quanto à duração do REM, sono superficial e sono lento profundo da amostra estudada.....	44
Tabela 10 – Teste de Mann-Whitney aplicado à duração do sono REM, sono superficial e sono lento profundo da amostra estudada.....	46
Tabela 11 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos dos microdespertares, MPC e MFS da amostra estudada.....	47
Tabela 12 – Teste de Mann-Whitney aplicado aos microdespertares, mudanças da posição corporal e mudanças de fases do sono da amostra estudada.....	49
Tabela 13 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos do score de IQSP e EpW da amostra estudada.....	49
Tabela 14 – Teste de Mann-Whitney aplicado ao score de IQSP e EpW da amostra estudada.....	51
Tabela 15 – Tabela de frequências de respostas das variáveis dicotômicas.....	53
Tabela 16 – Teste de Qui-quadrado/Fischer aplicado ao registo de hipoventilação alveolar, apneias centrais e depressão do drive respiratório com/sem CO2 da amostra estudada.....	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráficos 1 e 2 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à idade.....	33
Gráfico 3 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à idade.....	34
Gráficos 4 e 5 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao IMC.....	34
Gráfico 6 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao IMC.....	34
Gráficos 7 e 8 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao peso.....	35
Gráfico 9 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao peso.....	35
Gráficos 10 e 11 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à altura.....	35
Gráfico 12 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à altura.....	36
Gráficos 13 e 14 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao perímetro do pescoço.....	36
Gráfico 15 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao perímetro do pescoço.....	36
Gráficos 16 e 17 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao TTR.....	38
Gráfico 18 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao TTR.....	38
Gráficos 19 e 20 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao PTS.....	38
Gráfico 21 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao PTS.....	39
Gráficos 22 e 23 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao TTS.....	39
Gráfico 24 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao TTS.....	39

Gráficos 25 e 26 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à ES.....	40
Gráfico 27 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à ES.....	41
Gráficos 28 e 29 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao TVIS.....	41
Gráfico 30 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao TVIS.....	41
Gráficos 31 e 32 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à latência do REM.....	42
Gráfico 33 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à latência do REM.....	43
Gráficos 34 e 35 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à latência do NREM.....	43
Gráfico 36 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à latência do NREM.....	43
Gráficos 37 e 38 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à duração do REM.....	44
Gráfico 39 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à duração do REM.....	45
Gráficos 40 e 41 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à duração do sono superficial (1+2).....	45
Gráfico 42 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à duração do sono superficial (1+2).....	45
Gráficos 43 e 44 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à duração do sono lento profundo (3+4).....	46
Gráfico 45 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à duração do sono lento profundo (3+4).....	46
Gráficos 46 e 47 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto aos microdespertares.....	47
Gráfico 48 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto aos microdespertares.....	47
Gráficos 49 e 50 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto às MPC.....	48

Gráfico 51 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto às MPC.....	48
Gráficos 52 e 53 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto às MFS.....	48
Gráfico 54 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto às MFS.....	49
Gráficos 55 e 56 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao <i>score</i> de IQSP.....	50
Gráfico 57 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao <i>score</i> de IQSP.....	50
Gráficos 58 e 59 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao <i>score</i> de EpW.....	50
Gráfico 60 – Representação de diagrama tipo caixa de bigodes para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao <i>score</i> de EpW.....	51
Gráficos 61 e 62 – Representação gráfica para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto a outras razões que influenciaram o sono (IQSP – pergunta 5j)	52
Gráfico 63 – Diagrama de dispersão entre o tempo de vigília após o início do sono (min) e a frequência com que teve dificuldades em adormecer por ter sentido dores nas costas por parte do grupo dos casos.....	52
Gráficos 64 e 65 – Representação gráfica entre os 2 grupos, quanto ao aparecimento de HAC, AC e a resposta positiva face à depressão do <i>drive</i> respiratório.....	53

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Autorização da Comissão de Ética do HFA	63
Anexo 2 – Autorização do Chefe do Serviço de Pneumologia e Sono.....	64
Anexo 3 – Folheto informativo sobre o tema da tese de dissertação.....	65
Anexo 4 – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	67
Anexo 5 – Questionário de avaliação à exposição a fontes de ruído.....	68
Anexo 6 – Índice de qualidade do sono de Pittsburgh.....	70
Anexo 7 – Escala de Epworth.....	73

RESUMO

INTRODUÇÃO: A exposição ao ruído em meio ocupacional constitui na realidade um efectivo factor de risco para a saúde dos trabalhadores, estando contemplada na lista de doenças profissionais. Contudo, nessa lista, apenas está consignada a surdez, causada pelo som que é audível, excluindo os efeitos do ruído nas gamas mais baixas. Os efeitos da exposição a longo prazo a níveis de ruído de elevada intensidade na gama das baixas frequências (RBF, <500 Hz) levaram ao conceito de “Síndrome Vibroacústico” (J. O Guignard, 1992), que se caracteriza actualmente pelo crescimento anómalo da matriz extra-celular (colagénio e elastina), na ausência de processo inflamatório.

O RBF não é reconhecido como um agente da doença, porque é um agente que "teoricamente" não existe. Porém, essa exposição excessiva, algumas vezes durante anos, tem provocado queixas, apresentando algumas evidências já diagnosticadas em alguns exames que não devem deixar de ser valorizadas, tais como o espessamento do pericárdio, fibrose pulmonar, depressão do estímulo respiratório central, perturbações do sistema nervoso, entre outras. As queixas apresentadas devido a esse ruído agressor são geralmente, alterações comportamentais, diminuição do desempenho, perda de memória, perturbações gastrointestinais, dificuldades de concentração, aumento de irritabilidade e perturbações do sono.

A longa permanência na cabine dos helicópteros, pode representar do ponto de vista ocupacional, a exposição a múltiplos factores de risco de natureza profissional, salientando-se no presente trabalho, aquele que está relacionado com a exposição ao RBF, decorrentes dos mecanismos mecânicos (rotor e pás da hélice) dos helicópteros.

OBJECTIVOS: O objectivo do presente estudo foi verificar se a exposição crónica ao RBF em meio ocupacional (período diurno), gerado pelos helicópteros, se repercute no aparecimento de distúrbios do sono nos pilotos, visto que alguns destes têm referido algumas queixas em relação ao seu sono (dificuldade em adormecer, despertares frequentes, fadiga matinal e dores de cabeça), onde supostamente já não estão expostos a esse tipo de ruído, nos seus lares.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram avaliados 15 pilotos (grupo dos casos) de helicópteros das Forças Armadas (FA) no activo, sexo masculino, com idades compreendidas entre os 35 e 55 anos, com mais de 3500 horas de voo. Também das FA foram avaliados 15 indivíduos (grupo dos controlos) não expostos no seu local de trabalho a fontes de RBF, da mesma faixa etária e características físicas.

Todos os candidatos aceitaram participar de livre vontade no estudo.

Foram excluídos todos os participantes que revelaram estar expostos a fontes de ruído no local de pernoita, serem fumadores, referir problemas de audição, trabalho por turnos, terapêutica que influencie o sono, ingestão de álcool, síndrome de apneia obstrutiva do sono e doença cardíaca, respiratória ou neuropsiquiátrica. No caso dos pilotos foram também motivos de exclusão o facto de ter voado nas 24 horas que antecederam o estudo do sono e o efectuar voos fora do Espaço Aéreo Nacional.

Todos os participantes executaram uma polissonografia com capnografia, estudo do *drive* respiratório com e sem estimulação de CO₂, tendo respondido também aos questionários de IQSP e EPW.

RESULTADOS: Os pilotos demonstraram um tempo total de sono ($p=0.011$) e eficiência do sono ($p=0.004$) mais baixos que o grupo controlo, assim como também revelaram um aumento significativo do tempo de vigília após o início do sono ($p=0.002$), microdespertares ($p=0.045$), mudanças de posição corporal ($p=0.009$), mudanças de fase do sono ($p=0.041$) e da cotação do IQSP ($p=0.001$).

Para o estudo do *drive* respiratório com estimulação de CO₂ ($p=0.001$) verificou-se uma depressão do estímulo respiratório central bastante significativa em relação ao grupo dos casos, no entanto este não condicionou o aparecimento de eventos respiratórios de origem central durante o período nocturno. Não se registaram alterações estatisticamente significativas quanto ao tempo total de registo, período total de sono, proporção das diferentes fases do sono e respectivas latências, assim como em relação ao questionário de EPW e características físicas.

Para além das queixas do sono apresentadas inicialmente pelos pilotos, verificou-se que no IQSP, estes apresentaram com alguma frequência dores nas costas como sendo uma das situações que perturbavam o sono, verificando-se uma correlação moderadamente positiva.

CONCLUSÕES: Os pilotos de helicópteros expostos ao RBF em meio ocupacional durante o dia, revelaram uma redução da qualidade do sono, assim como um aumento de queixas subjectivas.

Este estudo chamou-nos a atenção para as alterações causadas por este tipo de ruído, a destacar os seguintes pontos: o stress mecânico causado pelas vibrações deste tipo de aeronaves, a elevada frequência de dores nas costas e o stress associado às missões que envolvem alto risco.

São necessários estudos com uma amostra mais alargada e outro tipo de meios técnicos para confirmar estes achados.

Palavras-chave: ruído de baixa frequência, qualidade do sono, pilotos de helicópteros, dores nas costas

1 . INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização da Medicina Aeronáutica

Ao longo de vinte e dois anos que separam a primeira da segunda guerra mundial, a aviação conheceu um avanço bastante significativo com o surgimento e desenvolvimento das companhias aéreas que asseguraram o transporte de correio e mais tarde dos passageiros.

Em 1915 é criada a secção de medicina aeronáutica dentro do serviço de saúde militar alemão. Esta decisão teve um sucesso inicial na força aérea alemã, devido ao reduzido número de baixas ocorrida com os pilotos.

A convicção de que a coragem e o entusiasmo pelo voo seriam suficientes para o treino de um piloto, levaram os ingleses a não colocar qualquer exigência especial para além das já usadas na selecção de qualquer militar de infantaria.

No início do segundo ano de guerra, após uma revisão das baixas inglesas em combate, verificou-se que por cada 100 pilotos da força aérea alemã mortos, 90 tinham sido abatidos pelos ingleses, devido a falha do piloto, onde se incluíam os problemas físicos, psicológicos e a falta de treino ou destreza. Após uma avaliação mais aprofundada ficou claro que cerca de 60% das mortes de pilotos tinham origem em deficiências físicas dos pilotos.

Estes resultados originaram a criação de um serviço médico especialmente orientado para cuidar dos pilotos. As medidas mais visíveis deste serviço, foram as regras específicas introduzidas na selecção dos pilotos, permitindo um treino mais eficaz que conduziu a um rápido aparecimento de resultados. Por exemplo, as mortes devidas a problemas físicos reduziram em cerca de 60% no primeiro ano, para 20% no segundo e 12% no terceiro ano de guerra.

Estes resultados foram, sem dúvida, produto da criação de centros de pesquisas fisiológicas destinados ao estudo do ser humano durante o voo.

Toda esta aplicação do conhecimento médico à aeronáutica foi corporizada numa nova vertente do saber, designada então por Medicina Aeronáutica.

A selecção baseia-se portanto em aspectos ligados à medicina preventiva passando

pelo conhecimento das circunstâncias que envolvem o ambiente em altitude (biodinâmica, pressão atmosférica, temperaturas, ruído e vibração, orientação espacial, radiação), mas também das patologias que por esse ambiente podem ser agravadas ou desencadeadas e das condições físicas ou psíquicas que podem pôr em causa a adaptação do homem ao ambiente. A selecção passa também pelo conhecimento médico em geral, particularmente das patologias e condições capazes de gerar quadros de incapacidade, agravados ou não pela actividade aérea, numa base de conhecimento epidemiológico de forma a ser possível o estabelecimento de factores ou índices de risco passíveis ou não de serem assumidos.

Daí o estabelecimento de critérios de selecção para o pessoal navegante, e a necessidade de exames médicos e psicológicos de selecção e revisão de forma a manter as condições de aptidão ao voo.

1.2 PROBLEMÁTICA DO RUÍDO

O ruído pode ser analisado como um conjunto de grandezas mensuráveis. Quando se quer conhecer o impacto que o ruído provoca no ser humano, é necessário considerar uma série de variáveis. No ser humano, o principal órgão receptor do som é o ouvido, o qual recebe ondas sonoras numa gama particular de frequências e níveis sonoros. Dentro da gama audível para o ser humano, existem zonas de maior sensibilidade que outras e o conjunto de todas elas configuram o que se denomina a resposta de frequência do ouvido. Se desejarmos saber com que magnitude o ouvido humano recebe cada frequência contida no ruído, tendo em conta as características físicas, devemos considerar essa resposta. Para tal fim, foram traçadas curvas de ponderação espectral, as quais simulam a resposta em frequência do ouvido em diferentes gamas de níveis sonoros. Estas curvas datam da primeira metade do séc. XX e foram obtidas em base experimental com seres humanos em laboratório (fig. 1).

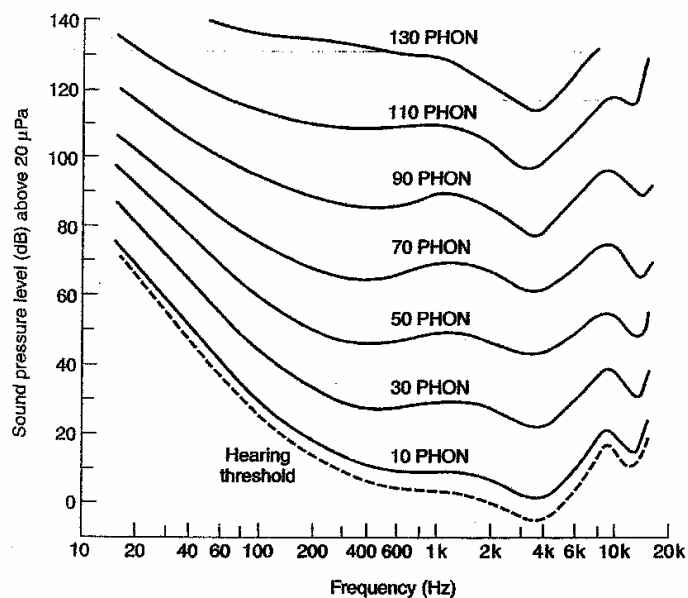


Figura 1 – Representação das curvas de Fletcher e Munson
(Adaptado de *Ernesting 4th Edition*)

Os contornos de igual sonoridade para tons puros, denominados de Fletcher e Munson (1993), foram constituídos como a base para o traçado das curvas de ponderação “A”, “B” e “C”, tendo sido a curva “D” (fig. 2) padronizada mais tarde para avaliar o ruído aeronáutico (GERGES 2000). Cada uma destas foi obtida, respectivamente, para os níveis baixos até aos mais altos para os contornos de igual sonoridade. Destas 4 curvas generalizou-se o uso da curva “A” (dB A). Esta, foi criada para simplificar a resposta de frequência no ouvido para tons puros de níveis sonoros baixos e tem-se utilizado há décadas para medir todo o tipo de ruído que é recebido pelo ser humano.

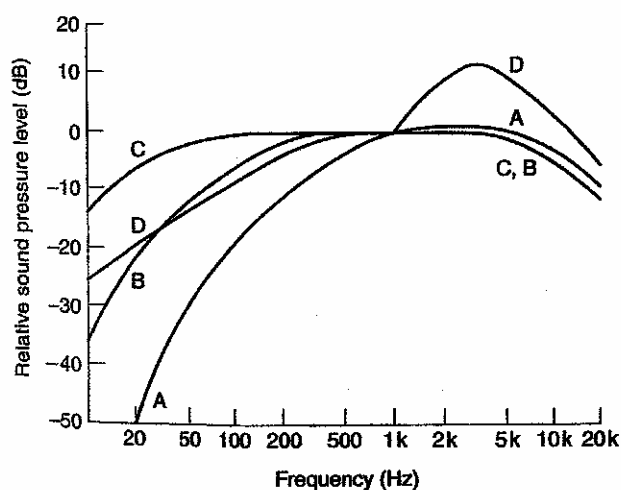


Figura 2 – Representação das curvas de ponderação espectral “A”, “B”, “C” e “D”
(Adaptado de *Ernesting 4th Edition*)

O ouvido apresenta-se bastante insensível a sons graves e a sua sensibilidade máxima varia entre os 3500 e os 4000 Hz, perto da primeira zona de ressonância que ocorre no ouvido externo. A segunda zona de ressonância ocorre perto dos 13 kHz. A capacidade de distinguirmos a mínima alteração no tom de um som depende da frequência, da intensidade sonora, da duração do som, da velocidade da alteração, bem como do próprio treino auditivo do ouvinte. O ouvido humano é bastante sensível a diferenças de frequências entre dois sons. Em sons graves as mudanças de frequência de 1Hz podem ser detectadas.

Aos 1000 Hz a maior parte das pessoas é capaz de distinguir mudanças de frequência com o valor de 3 Hz. Aos 100 Hz as mudanças de frequência podem ser notadas a partir dos 0,3Hz. Ou seja, o ouvido é sensível não propriamente a mudanças absolutas de frequência, mas sim a uma relação entre a zona de frequências do som que se está a ouvir e da mudança efectuada.

Stevens et al. (1935) verificaram que sons puros, ou seja, tons sinusoidais de baixa frequência tendem a parecer mais graves ao aumentarmos a intensidade destes, sendo essa impressão mais acentuada por volta dos 150 Hz. Pelo contrário, sons agudos tendem a parecer mais agudos do que são na realidade, sendo que essa impressão é mais acentuada por volta dos 8000 Hz.

A exposição ao ruído causa múltiplos efeitos no ser humano. A perda auditiva é o efeito mais estudado sendo o único considerado na legislação portuguesa. A perda auditiva manifesta-se em particular nas frequências sonoras onde o ouvido tem maior sensibilidade. Por esse motivo, poderíamos pensar que é adequada a medição em decibéis com ponderação “A” para avaliar a potencialidade destrutiva sobre o ouvido. Contudo, existem outros efeitos ao ruído de igual gravidade do que a perda auditiva. Geralmente, esses efeitos extra-auditivos não são considerados. Muitos destes, são considerados de natureza fisiológica e alguns têm mesmo reflexos psíquicos, podendo ocasionar consequências sociais graves mediante a exposição crónica ao ruído. Entre estes efeitos, podemos considerar a perda da qualidade do sono, stress, distúrbios cardiovasculares, complicações gastrointestinais, distúrbios endócrinos, alterações da frequência respiratória, cansaço, efeitos nocivos devido à frequência de ressonância dos órgãos internos, entre outros.

Algumas das razões pelas quais estes efeitos do ruído não têm sido amplamente divulgados e normalizados, relacionam-se com a complexidade da sua avaliação, falta de resultados conclusivos, interesses económicos, entre outros.

A diversidade dos efeitos provocados pelo ruído no ser humano é muito ampla. Alguns destes efeitos já foram identificados e são quantificáveis, enquanto que outros não têm sido assim tão fáceis de determinar. Existem vários problemas práticos que tornam a determinação de conclusões muito lenta, dando origem a um

reduzido avanço nesta matéria.

Muitas vezes são encontradas dificuldades de quantificar variáveis subjectivas, tais como o mal-estar geral ou a insatisfação no local de trabalho. A selecção de escalas representativas, a interpretação por parte dos avaliadores e a influência das variáveis modeladoras são algumas das dificuldades mais comuns.

Por outro lado, nalgumas ocasiões devem-se medir reacções fisiológicas que requerem a utilização de equipamentos muito dispendiosos e nalguns casos inexistentes, como por exemplo um equipamento de registo da frequência de ressonância (vibração) dos órgãos internos.

Outro motivo que nos impede de extrair conclusões definitivas num estudo empírico, é a existência de múltiplos factores, distintos do ruído, serem capazes de provocar os mesmos sintomas. Por exemplo, sendo o ruído um factor causador de stress, quando um indivíduo se encontra exposto ao ruído ocupacional, podem manifestar-se à posteriori, sintomas próprios do stress. A pergunta que surge é, como saber se o stress manifestado pelo indivíduo foi originado pelo ruído ou por outro qualquer factor que vá causar o stress?

Como consequência da dificuldade que existe para determinar com precisão a relação causa-efeito, muitos dos efeitos estudados em relação ao ruído, apenas podem ser determinados de forma probabilística.

Com o decorrer dos anos, têm-se desenvolvido ciências médicas ligadas a este tema, como é o caso da otorrinolaringologia e a audiologia.

Actualmente, pelo menos em Portugal, não existem áreas da medicina que se dediquem exclusivamente aos efeitos extra-auditivos provocados pela exposição ao ruído. Uma das explicações poderá ser pelo facto de não se obterem resultados conclusivos devido à sua complexidade ou então de não terem sido realizados estudos suficientes.

1.3 PARTICULARIDADES DOS PILOTOS DE HELICOPTEROS

Os factores humanos estão geralmente focados na interface entre o piloto e a aeronave pela qual é responsável. No entanto, o desempenho do sistema piloto-aeronave também se reflecte noutros factores, tais como a especificidade da missão, características ambientais, características próprias da aeronave, complexidade do equipamento informático e o treino do piloto. Tendo em conta estas particularidades ficamos com uma ideia de quais os factores que podem afectar o desempenho e o trabalho de um piloto.

O meio operacional de um helicóptero é muito vasto, desde voos em condições de difícil acesso tendo em conta as características do território (montanhas, árvores, edifícios, etc.) até às difíceis condições ambientais a que se está sujeito, por vezes mesmo durante a noite. As missões abrangem o transporte de passageiros, busca e salvamento, construção de infra-estruturas, controle de tráfego terrestre e missões militares. O helicóptero pode mover-se em qualquer direcção, pode permanecer estacionário em voo, subir e descer verticalmente e pousar ou levantar quase em qualquer tipo de solo. Assim sendo, a sua gama de manobras e controlos exigem uma maior variedade de comandos do que as aeronaves de asa fixa, exigindo um elevado grau de coordenação motora.

Uma vez que os helicópteros podem voar a baixa altitude, o facto de não terem piloto automático e serem extremamente instáveis, também implica uma capacidade motora e visual redobrada. O ruído na cabine, a exposição às vibrações, o calor, o cheiro a combustível e a ergonomia da própria posição de pilotagem, são alguns dos desconfortos a que os pilotos estão sujeitos.

O ruído dos helicópteros é diferente do gerado pelos aviões já que o rotor responsável pela propulsão e pela elevação se encontra alinhado com a direcção de voo não ortogonal. A assinatura acústica destas aeronaves, muito característica, depende do número e velocidade das pás do rotor, assim como das características do motor. A frequência do rotor é o produto da velocidade rotacional e do número de pás, que geralmente anda à volta dos 20 Hz (no caso de rotor único), sendo o rotor mais pequeno utilizado para contrariar os efeitos de torque.

A fig. 3 mostra os valores do nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado na banda “A” (L_{Aeq}) e o nível de pressão sonora máximo (L_{Amax}) em diferentes posições em volta de um helicóptero SA 330 PUMA. A fig. 4 mostra o ruído registado em diferentes posições e regimes à volta de um avião P-3 P durante um teste de “run-up” em terra. Enquanto que no avião a posição relativa do operador determina níveis diferentes de ruído, tal não acontece para o helicóptero.

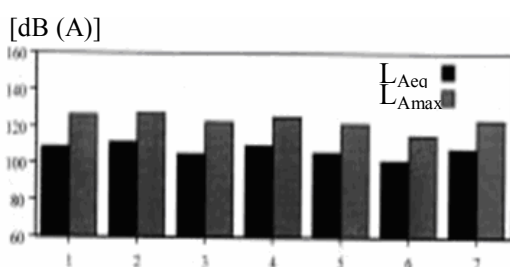


Figura 3 – Níveis sonoros (L_{Aeq} e L_{Amax}) em diferentes posições em volta do SA 330 (IST 2001)

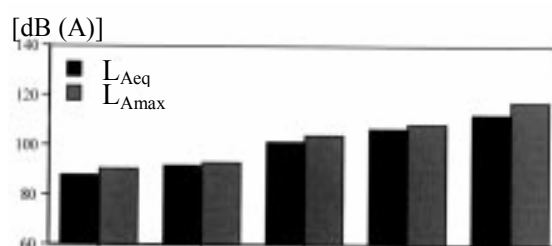


Figura 4 – Níveis sonoros (L_{Aeq} e L_{Amax}) em diferentes regimes de operação e posições em volta do P-3 P (IST 2001)

No caso dos helicópteros em questão neste estudo, que é o caso do PUMA SA 330 (Força Aérea-fig.5) e Westland Super Navy Lynx MK95 (Marinha-fig. 6), a frequência do rotor nestas duas aeronaves é geralmente baixa, devido ao reduzido número de pás e geram um ruído com frequências à volta dos 22 Hz com níveis por vezes superior aos 90 dB (A) (Owen 1995).



Figura 5 – Puma SA330



Figura 6 – Lynx MK95

O conteúdo energético do ruído emitido pelas aeronaves encontra-se distribuído por todas as bandas de frequência. Em alguns casos, observa-se uma concentração significativa nas bandas de baixa frequência, nomeadamente abaixo dos 250 Hz. Este facto revela-se de grande importância, visto que este tipo de ruído não terá impacto imediato nas capacidades auditivas nem será objectivamente percebido como importante, devido ao facto de a curva de resposta em frequência do ouvido humano (“A”) ser pouco sensível às baixas frequências.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, o ruído intenso de baixa frequência pode produzir sintomas claros, que incluem distúrbios respiratórios e dor nos ouvidos. Apesar dos efeitos do ruído a baixas frequências de menor intensidade ser difícil de estabelecer por razões metodológicas, a evidência sugere que o número de efeitos adversos pode ser maior para o ruído a baixas frequências que para frequências mais altas com o mesmo nível de intensidade. (Berglund e Lindvall, 1995).

Os elevados níveis de ruído das operações de teste e manutenção dos helicópteros militares requerem protecção auditiva permanente. No entanto, para níveis de ≈ 110 dB(A), a eficácia dos dispositivos de protecção individual em utilização permanente é duvidosa. O conteúdo espectral de baixa frequência levanta outras questões relativas à protecção do indivíduo. Sendo o ouvido menos sensível a estas frequências, a longa permanência em zonas onde os níveis são elevados, este tipo de ruído pode originar outro tipo de consequências. A detecção e reacção pelo corpo humano a estas frequências poderá explicar alguns efeitos fisiológicos que têm vindo a ser publicados, que a longo prazo se revelam graves.

A vibração, assim como o ruído, tem uma importância muito significativa na aviação, pois pode provocar uma diminuição da acuidade visual, interferir com o controlo neuromuscular e levar à fadiga. Como exemplo, podemos ter um piloto de ≈ 70 Kg, que na posição de sentado na cabine, com exposição máxima de 4-5 Hz (frequência de vibração), é como se tivesse um peso de 130 Kg. Nesta situação é de dar especial importância à flexibilidade da coluna vertebral a frequências mais elevadas, à compressão intervertebral dos discos e aos tecidos moles do corpo humano.

A exposição a níveis moderados de vibração produzem alterações ao nível do ritmo cardíaco, tensão arterial e respiração, de tal forma que é como se estivessem a praticar exercício. Estas alterações já citadas, chegam mesmo a persistir após a exposição ocupacional e nalguns casos surgem apenas após alguns meses ou anos.

Vários estudos têm vindo a ser desenvolvidos para demonstrar os efeitos adversos associados à exposição ocupacional do ruído e da vibração, alguns têm mesmo demonstrado os efeitos após exposição, ou seja, são efeitos que permanecem após ausência de ruído e vibração. Por efeitos após exposição inclui-se a sensação de “ruído de fundo” nos ouvidos após trabalhar com um engenho motorizado ruidoso, assim como a sensação de que o “chão está em movimento”. Estas sensações têm sido entendidas, no campo das hipóteses, como fenómenos adaptativos, devido à exposição a um ambiente gerador de stress, no entanto o indivíduo iria adaptar-se (Cohen, 1950). Em 1956, Selye pesquisou os custos biológicos da adaptação e concluiu que a exposição crónica a um determinado agente stressor pode limitar a capacidade adaptativa, criando uma diminuição da resistência e conseqüentemente a um aumento da fadiga.

Kjellberg e Muhr (1998), investigaram a fadiga e o desempenho durante a exposição ao ruído e estabeleceram uma relação entre o trabalho, o ambiente ruidoso, a fadiga e o aumento das queixas de dores de cabeça. Este estudo envolvia pilotos de aeronaves, equipa de manutenção e marinheiros. Tendo demonstrado efeitos negativos após a exposição a ambientes com grandes níveis de ruído, havendo também, nalguns casos a indicação de que os efeitos persistiam mesmo após um dia ou mesmo uma semana, tendo um efeito cumulativo. Similarmente, estes resultados já tinham sido confirmados por outros investigadores, nomeadamente por Lindstrom e Mantysalo (1981), em que os trabalhadores de indústria eram avaliados antes, durante e após a exposição ao ruído e chegaram à conclusão de que o desempenho mental se encontrava bastante reduzida após a exposição ao ambiente ruidoso.

Uma diminuição do desempenho observado nos diferentes estudos, após a exposição a estímulos físicos (ruído e vibração) pode ser considerada como factor de risco. A diminuição do desempenho da habilidade cognitiva pode causar acidentes graves em qualquer profissão, no entanto há actividades profissionais que envolvem mais riscos que outras, como é o caso dos pilotos, pois uma simples distração pode causar a queda da aeronave.

1.4 EFEITOS DO RUÍDO NO SONO

O ruído é considerado actualmente, um dos riscos ocupacionais de maior destaque no meio industrial.

Ao analisar os resultados de vários inquéritos a nível mundial, verifica-se que uma em cada dez pessoas sofre de perturbações da audição, admitindo-se que tal número possa rondar os 500 milhões de pessoas (Hear it, 2001). Segundo o Livro da União Europeia (Comissão Europeia 1996), estima-se que aproximadamente 20% da população europeia esteja exposta a níveis demasiados elevados de poluição sonora, originando distúrbios do sono, irritação, entre outros efeitos adversos para a saúde. Em Portugal (2006) cerca de 27 % dos processos que deram entrada no Centro Nacional de Protecção contra Riscos Profissionais para reconhecimento e atribuição de incapacidade de doença profissional foram por perda auditiva, não havendo referências em termos numéricos. Segundo a *National Occupational Exposure Survey* (1998) e relatórios do Instituto Nacional de Estatística (2001), estimava-se que o número de trabalhadores em Portugal expostos ao ruído susceptíveis de causar surdez (> 85 dB), seria de 783 mil trabalhadores.

O ruído tem efeitos adversos sobre a saúde, seja ele em meio urbano ou ocupacional. Relativamente ao sono este interfere essencialmente na recuperação do sono (Floru, 1994) tendo assim repercussões na saúde em geral. No entanto, para alguns investigadores ainda está por estabelecer uma relação evidente de causa-efeito, nas repercussões a longo prazo das alterações do sono.

Para a Organização Mundial de Saúde (2002) os efeitos imediatos à exposição ao ruído são os seguintes: despertares longos e frequentes, aumento do número de mudanças de fases do sono, aumento do número de microdespertares e alterações da estrutura do sono.

Segundo, Rabat A. (2007), os problemas auditivos não são os maiores efeitos provocados pelo ruído no organismo. A maioria dos efeitos adversos são extra auditórios e estes podem surgir após exposição crónica ao ruído mesmo sendo a níveis na ordem dos 50 dB. Tais efeitos incluem distúrbios cardiovasculares (HTA e arritmia), distúrbios endócrinos (aumento do cortisol), perturbações psicológicas e

distúrbios do sono que podem levar mesmo a problemas psiquiátricos.

Como é do senso comum, uma reduzida qualidade do sono tem como consequência o cansaço, falta de entusiasmo e motivação, entre outros. Então, se dormirmos mal porque fomos incomodados por um agente stressor, no dia seguinte poderemos ter como consequência uma diminuição no rendimento de tarefas psíquicas e motoras, devido ao cansaço e à falta de motivação.

A curto prazo, a privação de sono pode ser compensada, no entanto se esta se prolonga por várias noites, o défice de sono vai-se acumulando até ao ponto em que já não pode ser compensado, originando consequências mais graves, como é o caso dos efeitos psicóticos e alucinações. Se a privação de sono persistir mesmo após essas alterações, para além da redução do rendimento psíquico e psicomotor, começam a surgir alterações funcionais, podendo mesmo nalgumas situações manifestarem-se distúrbios orgânicos irreversíveis (Griefahn 1985).

Segundo Fiorini (1991) existe um aumento significativo de insónia relacionada com o ruído ocupacional, devido à intolerância ao ruído intenso, nervosismo, irritação e zumbidos. Segundo a Associação Americana de Distúrbios do Sono (ASDA, 1991) cerca de 5 % das insónias são causadas por factores externos ao corpo humano, destacando-se o ruído como principal factor.

Existem alguns estudos que relacionam o aumento de 10 dB de ruído ocupacional em relação ao basal, a uma diminuição do rendimento (Berglund e Lindvall 1995).

Batmanabane e Ramachandran (2003) demonstraram através de um estudo, numa amostra constituída por indivíduos saudáveis expostos ao ruído ocupacional <45 dB (A) a redução da qualidade do sono e que esta poderia ter uma consequência directa com o stress. A amostra foi submetida a 4 polissonografias consecutivas, a um IQSP, em que os indivíduos eram expostos a determinados níveis de ruído (<75 dB) durante o dia (dia 1 – aclimatização/sem gravação de dados, dia 2-registo polissonográfico de base/sem exposição ao ruído durante o dia, dia 3 – registo polissonográfico/com exposição ao ruído < 45 dB durante o dia, dia 4 – registo de polissonográfico/com exposição ao ruído <75 dB durante o dia). Foram também

realizadas colheitas de sangue para determinação do cortisol antes de iniciar o registo de sono e de manhã depois do acordar. Concluindo-se que a eficiência de sono foi inferior a 80 % e os níveis de cortisol pela manhã foram significativamente aumentando após cada noite.

No que diz respeito à exposição ao ruído, quer seja antes, durante ou após o sono, existem estudos que provam que o ser humano tem a capacidade de se adaptar, enquanto que para outros nem sempre se dá essa adaptação, sendo de considerar os efeitos adversos do ruído.

1.5 ENQUADRAMENTO AO RUÍDO DE BAIXA FREQUÊNCIA (RBF)

Em 1975, os efeitos fisiológicos extra-auditórios face ao ruído foram avaliados em 29 pilotos civis, com mais de 6000 horas de voo, tendo sido avaliado a exposição ao ruído em 9 pontos estratégicos da cabine, que foi aproximadamente de 90 dB com frequências inferiores a 400 Hz. Foram registadas a variação da frequência cardíaca durante 7 dias de exposição, a tensão arterial, colesterol, glicose e audiogramas. Concluindo-se que (1) o ruído não produz efeitos extra-auditivos a longo prazo, ou (2) os níveis de ruído a que os pilotos estavam sujeitos não têm intensidade suficiente para produzir esses efeitos, ou (3) os métodos utilizados para medir os parâmetros fisiológicos não tiveram sensibilidade suficiente para detectar tais respostas que pudessem ter sido desencadeadas pelo ruído.

Ainda em 1975, Sanova estudou os efeitos do ruído da exposição a um compressor, que se caracterizava com um nível de ruído de 87-98 dB com frequências predominantemente baixas (16-31 Hz). Este identificou uma perda de audição nas gamas baixas, tonturas, dores de cabeça, alterações da função respiratória, redução da capacidade cognitiva e redução da contractilidade cardíaca.

Em 1991, Ostapkovitch referia-se a este tipo de ruído como causador da doença do ruído vibratório, com efeitos na função cardiovascular e sistema nervoso central.

Também em 1991, Landstrom et al. publicaram um estudo, concluindo que a exposição ao RBF durante a noite causava uma redução da qualidade do sono, no entanto, essa exposição diurna, também poderia induzir curtos períodos de sono.

Verzini (1996) realizou um estudo epidemiológico, onde constatou que um grupo de 98 indivíduos expostos ao RBF (60-160 Hz) relatou com frequência queixas, tais como, distúrbios do sono, dificuldades de concentração, ansiedade e cansaço. Esta população vivia em meio urbano, onde era dominante os RBF de unidades industriais de equipamentos de ar condicionado e tráfego intenso em túneis.

Persson Waye (2002) realizou um estudo envolvendo uma amostra de 279 indivíduos expostos ao RBF nos seus lares, tendo constatado queixas, tais como, fadiga, dificuldades ao adormecer, cansaço geral e dores de cabeça ao acordar.

Um outro estudo realizado por Persson Waye (2002) teve como objectivo avaliar o efeito da exposição a RBF em meio laboratorial, durante o período nocturno (5 noites) registando no dia seguinte qual a resposta do cortisol salivar ao acordar. Tendo constatado que o RBF afectava os níveis de cortisol e as queixas em relação à qualidade do sono tinham aumentado.

Tendo em conta alguns dos estudos já citados, verifica-se que uma das queixas em comum de quem esteve exposto ao ruído, seja ele de baixa frequência ou não, seja durante o período diurno ou nocturno, são os distúrbios do sono. Este tipo de perturbação caracteriza-se por uma série de sintomas e sinais onde se inclui uma redução do tempo de sono, despertares frequentes, redução do sono lento profundo, aumento da latência do sono, diminuição do sono REM, aumento do sono superficial, cansaço ao acordar, diminuição da performance, entre outros.

A exposição ao ruído em meio ocupacional constitui um efectivo factor de risco para a saúde dos trabalhadores, estando contemplada na lista de doenças profissionais (Dec. Reg. n.º 6 de 05/05/01), com consequente direito a reparação da lesão/doença sofrida pelo trabalho exercido. Contudo, nessa lista de doenças profissionais, apenas está consignada a surdez, causada pelo som que é audível.

Os métodos tradicionais de medição do ruído avaliam somente a energia acústica, que ocorre às frequências que causam surdez (400-8000 Hz). Assim, os ruídos de baixas frequências, definidos como fenómenos acústicos que ocorrem a frequências inferiores a 400 Hz nunca são avaliados, dado que se sabe não serem responsáveis pela surdez.

Como já foi divulgado em inúmeros estudos publicados, a exposição excessiva ao RBF pode conduzir ao crescimento anormal da matriz extra-celular na ausência de processo inflamatório (Castelo-Branco, 2006). O mecanismo fisiopatológico prende-se com a proliferação do colagénio, elastina e biopolímeros que constituem o citoesqueleto, tanto nos seres humano como em modelos animais (Alves-Pereira, 1999).

A genotoxicidade da exposição ao RBF já foi identificada em alguns grupos profissionais, tais como pilotos de aeronaves, técnicos de aeronáutica, camionistas e mais preocupante, na população em geral exposta ao RBF ambiental.

O RBF não é reconhecido como um agente de doença, logo “teoricamente” não existe. No entanto, estes indivíduos expostos, por vezes, durante anos ao RBF apresentam queixas, com evidências em alguns exames de diagnóstico que não devem deixar de ser valorizados, tais como, o espessamento do pericárdio (Águas A., 1999), fibrose pulmonar (Reis F., 2004), redução do estímulo respiratório central (Ferreira J., 2003), distúrbios neurológicos caracterizados por um processo degenerativo precoce e desregulação do sistema nervoso autónomo (Canas J., 2000). Tais queixas e sinais manifestam-se devido a esse ruído agressor por um distúrbio homeostático, alterações comportamentais, diminuição da performance e atenção, défice de memória, aumento dos níveis de irritabilidade e agressividade, ansiedade, tosse, distúrbios gastrointestinais, dificuldades de concentração e distúrbios do sono (Ising H., 2004).

Este tipo de ruído é por vezes confundido também com vibrações. Deve-se, por vezes, ao facto de os órgãos internos vibrarem a uma determinada gama de frequência, geralmente baixa (frequência de ressonância). Por exemplo a caixa torácica pode atingir uma frequência de ressonância na ordem dos 50 a 100 Hz. Estas vibrações induzidas ao corpo humano, em especial aos órgãos internos podem levar a alguns distúrbios fisiológicos consoante a sensibilidade individual, tal como é referido por Buxton (2001) (fig. 7).

Sintomas	Gama de frequência
Sensação de desconforto	4 – 9 Hz
Dores de cabeça	13 – 20 Hz
Dificuldades na deglutição	12 – 16 Hz
Dores no peito	5 – 7 Hz
Dores abdominais	4 – 10 Hz
Perturbações de ritmo respiratório	4 – 8 Hz

Figura 7 – Relação da gama de frequências emitidas e as queixas apresentadas

Com efeito, se por um lado o RBF pode ser um factor de incomodidade e afectar o normal funcionamento profissional, em termos mais específicos, a patologia relacionada com a exposição profissional a RBF é determinada em grande medida pelo tempo de exposição (anos), no entanto este é um facto que não é unanimemente aceite como um risco profissional.

A longa permanência na cabine dos helicópteros, pode representar do ponto de vista ocupacional, a exposição a múltiplos factores de risco de natureza profissional, salientando-se no presente trabalho, aquele que está relacionado com a exposição ao RBF, decorrentes dos mecanismos mecânicos (rotor e pás da hélice) dos helicópteros. Deste modo, pretende-se com este estudo verificar se existem repercussões no sono, da exposição do RBF em meio ocupacional, visto que alguns destes trabalhadores têm referido distúrbios do sono (dificuldade em adormecer, despertares com dificuldade em voltar em adormecer, fadiga matinal) nos seus lares, ou seja, onde já não estão expostos a esse RBF.

Apesar dos inúmeros estudos já publicados na actualidade, ainda não é possível avaliar correctamente os efeitos do RBF no ser humano, pois é difícil definir um grupo controlo que não esteja de certa forma exposto ao RBF, uma vez que no meio actual urbano, estamos rodeados de fontes emissoras desse tipo de ruído, uns mais outros menos. Neste sentido, o presente estudo procurou ser mais um instrumento de pesquisa sobre os efeitos deste tipo de ruído stressor, em particular nas repercussões da qualidade do sono nos pilotos de helicópteros.

2. OBJECTIVOS

2.1. OBJECTIVO GERAL

- Avaliar a qualidade do sono em indivíduos expostos ao RBF (pilotos de helicópteros) e verificar quais as repercussões sobre a qualidade do sono

2.2 OBJECTIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se existe alguma relação entre a exposição prolongada ao RBF em meio ocupacional e a redução da qualidade do sono;
- Verificar se o facto de existir uma redução do estímulo respiratório central em vigília, este condiciona ou não o aparecimento de eventos respiratórios de origem central (hipoventilação alveolar ou apneias centrais) durante o período nocturno
- Verificar se as queixas referidas são compatíveis com os achados polissonográficos;

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Amostra

A amostra foi constituída por 30 funcionários das Forças Armadas, voluntários, do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 35 e 55 anos. Esta foi classificada em 2 grupos, o grupo dos casos foi constituído por 15 indivíduos expostos directamente a uma fonte de RBF em meio ocupacional (pilotos de helicópteros com mais de 3500 h/voo) e o grupo de controlo por 15 indivíduos não expostos directamente a fontes de RBF.

3.2 Critérios de Exclusão

- Sexo feminino;
- Ter voo nas 24h que antecedem à realização do estudo do sono;
- Exposição a fontes de ruído na área de residência (2 pilotos e 4 controlos excluídos);
- Problemas de audição (2 pilotos excluídos);
- Doença cardiovascular, respiratória ou neuropsiquiátrica;
- Trabalhar por turnos (2 controlos excluídos);
- Voos para fora do espaço aéreo nacional (5 pilotos excluídos);
- Terapêutica que influencie a qualidade do sono (3 controlos excluídos);
- Consumo de tabaco e/ou álcool (4 pilotos e 5 controlos excluídos);
- Síndrome da apneia obstrutiva do sono (3 pilotos e 4 controlos excluídos);

3.3 Colheita de dados

A colheita de dados foi realizada entre os meses de Janeiro a Setembro de 2008, no Laboratório de Função Respiratória e Sono do Hospital da Força Aérea. Durante esse período foram submetidos a inspecções aeromédicas 56 pilotos de helicópteros das Forças Armadas, dos quais apenas foram seleccionados para o estudo aqueles que aceitaram participar de forma voluntária (31).

Todos os indivíduos que aceitaram participar no estudo foram submetidos a um questionário para averiguar a exposição actual a fontes de ruído, 2 questionários para avaliação do sono (Escala de Epworth e Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh), um estudo do *drive* respiratório com e sem estimulação de CO₂, uma polissonografia nocturna com capnografia e no caso dos pilotos foi ainda possível o acesso aos processos clínicos para confirmação dos resultados dos audiogramas de rotina.

A viabilização deste trabalho foi autorizada após aprovação da Comissão de Ética do HFA (anexo 1) e a aceitação por parte do Chefe do Serviço de Pneumologia (anexo 2). Foi também distribuído um folheto informativo (anexo 3) a todos os participantes contextualizando o estudo em que iriam participar, assim como foi autorizada a divulgação dos dados através do termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 4).

3.4 Tipo de estudo

A amostra foi obtida no decorrer da realização de provas funcionais respiratórias de rotina (grupo controlos) e no decorrer das avaliações aeromédicas periódicas para aptidão de voo (grupo experimental). O tipo de estudo é comparativo e envolve dois grupos de indivíduos, os que estão expostos a uma fonte de ruído de baixa frequência em meio ocupacional e os que não estão expostos a fontes de ruído de baixa frequência no ambiente de trabalho. Estes grupos foram comparados em relação aos resultados dos dados obtidos pelos métodos de pesquisa.

3.5 Material de recolha de dados

3.5.1 História Clínica

Foi aplicado um questionário a todos os participantes com intuito de registar os dados pessoais, situação profissional, situação actual de saúde, fontes de ruído em meio ocupacional e residencial (anexo 5). No caso dos pilotos foi ainda possível pesquisar dados através do processo de saúde proveniente das inspecções periódicas aeromédicas

3.5.2 Estudo do *drive* respiratório

O controlo da respiração é realizado de duas formas: voluntário (controlo das actividades) que nos permite realizar funções tal como a fonação e metabólico (propriedades químicas do sangue que garantem a respiração) que nos mantêm a respirar todo o tempo sem que nos lembremos disso.

O sistema nervoso autónomo (SNA) não controla o pulmão, sendo que o único lugar onde este órgão possui músculo liso é nos brônquios, possibilitando que o SNA estimule a dilatação e constrição. O restante pulmão possui músculo estriado esquelético, que através dos nervos periféricos estimulam a respiração.

A respiração é controlada através dos controladores centrais, sensores e efectores (vias motoras respiratórias).

Os sensores detectam as alterações de equilíbrio ácido-base (pH), pressão parcial de oxigénio (PO₂) e pressão parcial de dióxido de carbono (PCO₂). Estes sensores são conhecidos por quimiorreceptores (fig. 8) e são estes que estimulam o controlador central.

Os quimiorreceptores podem ser centrais, localizados na medula, que são estimulados pelas alterações do PCO₂ e pH no liquor mas não no sangue, e, periféricos que estão localizados nos corpos aórticos e carotídeos, detectando alterações de PCO₂, PO₂ e pH no sangue.

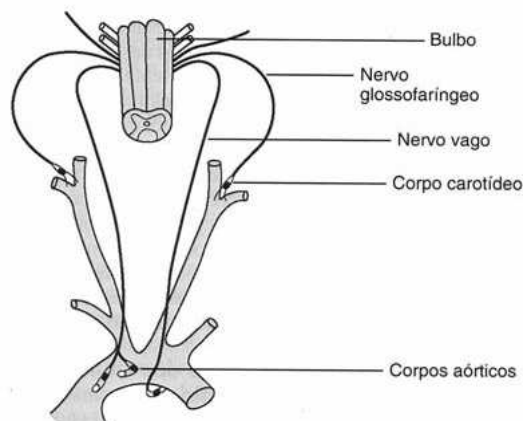


Figura 8 – Controle químico do Sistema Quimiorreceptor
(Adaptado de *Respiratory Medicine 2th Edition*)

Os quimiorreceptores centrais são responsáveis por cerca de 70-80% do estímulo ventilatório e são estimulados pela variação da concentração do ião hidrogénio [H^+] como consequência das mudanças de PCO_2 arterial (fig. 9). Esta resposta deve-se ao facto de o CO_2 ser uma molécula lipídicamente solúvel, difundindo-se assim rapidamente no fluido extra-celular que envolve os quimiorreceptores.

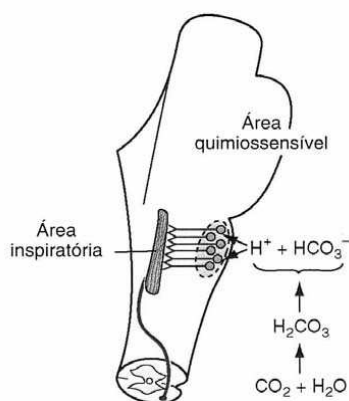


Figura 9 – Controlo químico da área quimiossensível do bulbo
(Adaptado de *Respiratory Medicine 2th Edition*)

Toda esta informação que é detectada pelos quimiorreceptores é transmitida para o controlador central através do nervo vago, estimulando assim a ventilação. O controlador central é constituído pelos grupos respiratório dorsal (GRD), ventral (GRV) e centro pneumotáxico (fig. 10).

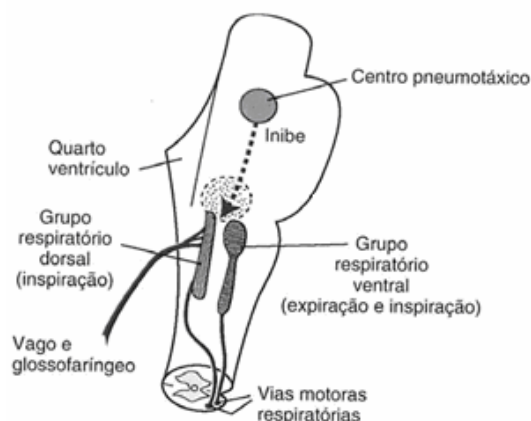


Figura 10 – Organização do centro respiratório

(Adaptado de *Respiratory Medicine 2th Edition*)

A capacidade de resposta do estímulo respiratório central ($P_{0.1}$) ou estudo do *drive* respiratório pode ser determinada através de um Pletismógrafo (Masterscreen Body 5.2, Jaeger - fig. 11). A determinação do índice de $P_{0.1}$ consiste na medição da pressão gerada na boca espontaneamente 0.1 seg. após o início da inspiração e é determinada pela oclusão da via aérea através de um válvula-Y, ou seja, durante a expiração é accionado um mecanismo para que no primeiro 0.1 seg. da inspiração esta se encerre (durante 0.5 seg.). A pressão gerada no primeiro 0.1 seg., é considerada como a medida de descarga total do centro respiratório e é obtida com o indivíduo a respirar a volume corrente em circuito aberto. A $P_{0.1}CO_2$ é determinada da mesma forma mas com o indivíduo a respirar através de um circuito fechado com uma mistura de ar com CO_2 a 6% durante pelo menos 3 minutos, enquanto isso a PCO_2 vai aumentando entre 4-6 mm Hg, que numa situação normal vai desencadear uma hiperventilação.

O indivíduo que apresente um *drive* respiratório normal, pode-se visualizar no decorrer do exame um aumento da ventilação/minuto com conseqüente aumento da pressão gerada (kPa) e após 3-4 minutos geralmente é atingido um *steady-state* (fig. 12). Numa situação de distúrbio do *drive* respiratório, no caso dos pilotos, essa hiperventilação acaba por ser mais tardia que o normal excedendo por vezes os 5 minutos de inalação, chegando mesmo nalguns casos a não ser atingida (fig. 13).



Figura 11 – Pletismógrafo com a funcionalidade de realizar o estudo do *drive* respiratório com CO₂

Esta técnica também denominada por método de “*Read’s Rebreathing*” não é afectada pelas propriedades mecânicas do pulmão, no entanto pode ser influenciada pelos volumes pulmonares.

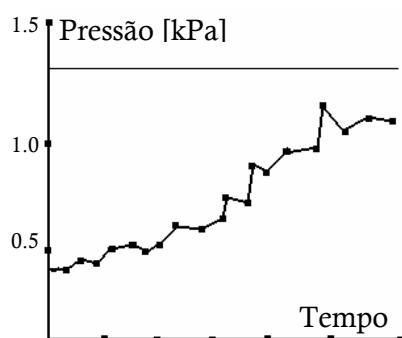


Figura 12 – P_{0,1}CO₂ normal

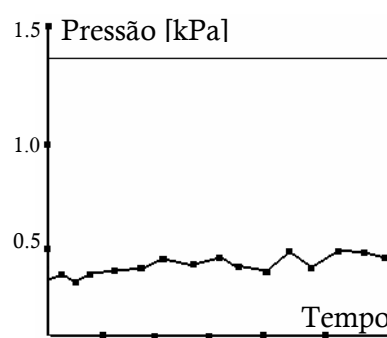


Figura 13 – P_{0,1}CO₂ anormal

Esta técnica foi utilizada neste estudo, uma vez que existe evidência científica que refere uma diminuição do estímulo respiratório central em indivíduos expostos ao ruído de baixa frequência, nomeadamente em pilotos de aeronaves (Ferreira J., 2003).

Assim sendo, e visto ser uma técnica disponível no Laboratório da Força Aérea, todos os participantes realizaram um estudo do *drive* respiratório para avaliar a capacidade de resposta do estímulo respiratório central face à estimulação com e sem CO₂. De forma a verificar se o facto de existir uma diminuição do *drive* em vigília, este condiciona o aparecimento de eventos respiratórios de origem central durante o período nocturno ao ponto de perturbar a qualidade do sono e assim justificar algumas das queixas apresentadas pelos pilotos.

3.5.3 – Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh (IQSP)

O IQSP (Buysse et al.1989) é universalmente aplicado para avaliar a qualidade do sono referente ao mês anterior. Esta avaliação é constituída por 19 questões dirigidas ao paciente e 5 questões dirigidas à (ao) companheira(o) (anexo 6). O questionário é dirigido ao paciente e possui 15 questões de resposta múltipla onde se questiona qual a frequência dos distúrbios do sono, assim como a classificação subjectiva do seu sono e 4 questões referentes à hora habitual de deitar, hora habitual de acordar, latência do sono e duração do sono.

A cotação de todos os componentes totalizando 5 ou mais pontos indica a presença de um distúrbio do sono significativo.

3.5.4 – Escala do Sono de Epworth (EpW)

A escala do sono de EpW (Johns M. 1991) também é universalmente conhecida e é aplicada para avaliar a sonolência diurna. No questionário são apresentadas 8 situações reais em que o paciente terá de responder qual a probabilidade de adormecer caso nestas se encontre (anexo 7). O somatório de todos os pontos totalizando 10 ou mais pontos sugere uma sonolência diurna significativa.

3.5.5 – Polissonografia

Antes da realização do estudo polissonográfico nocturno todos os participantes foram informados das condições de execução, assim de como foram instruídos para manterem a sua rotina diária de trabalho, exceptuando o caso dos pilotos que não poderiam voar nas 24 horas antecedentes ou para fora do Espaço Aéreo Nacional (*Jetlag*).

O registo do sono foi realizado respeitando o horário habitual de sono de todos os participantes, tendo sido apenas encorajados a não desistir de continuar com o registo, caso acordassem a meio da noite e não conseguissem voltar a adormecer.

A polissonografia foi realizada com um polígrafo “SomnoStar Pro – Vyasis/Jaeger” com 18 canais de registo dos quais quatro se destinaram ao registo do electroencefalograma (EEG), dois para o electrooculograma (EOG), dois para o electromiograma (EMG), dois para os movimentos toraco-abdominais, dois para o registo de fluxo (cânula + termistor), um para a posição corporal, um para registo de ronco, um para o electrocardiograma (ECG), um para saturação de oxigénio (Sat. O2) e dois para registo da actividade muscular dos membros inferiores (fig. 14).

A disposição dos eléctrodos no couro cabeludo obedece ao sistema convencional denominado de “Sistema Internacional 10-20 de Colocação de Eléctrodos” (Jasper, 1985), baseado em distâncias relativas (10 e 20%) a partir de pontos preestabelecidos na cabeça. Neste caso foram utilizados os seguintes eléctrodos: central esquerdo (C3) e central direito (C4), referenciados com a orelha contralateral (C3-A2 e C4-A1). Também foram monitorizados os eléctrodos occipitais (O1 e O2).

Antes de iniciar o registo o polígrafo foi calibrado e foram seleccionados os seguintes filtros: para o EEG, filtro de alta-frequência (passa-baixo) de 70 Hz e filtro de baixa frequência (passa-alto) de 0,3 Hz; para o EOG foi utilizado um passa-baixo de 35 Hz e um passa-alto de 0,3 Hz; para o EMG mentoniano e dos membros inferiores foi utilizado um passa-baixo de 70 Hz e um passa-alto de 10 Hz.

3.5.6 – Capnografia

A capnografia é a representação “gráfica” do valor de PCO₂ em função do tempo, ou seja, a medida e visualização dos parâmetros básicos do CO₂, que incluem o CO₂ no final da expiração (ETCO₂), e do CO₂ inspirado.

A capnografia permite-nos avaliar dados em tempo real sobre a ventilação, metabolismo e hemodinâmica de um paciente.

A representação gráfica da “onda” de CO₂ (fig. 15) durante o ciclo respiratório divide-se em 4 fases: fase 0 – inspiração, fase I – espaço morto anatómico, fase II – mistura do espaço morto anatómico/alveolar e fase III – *plateau* alveolar.

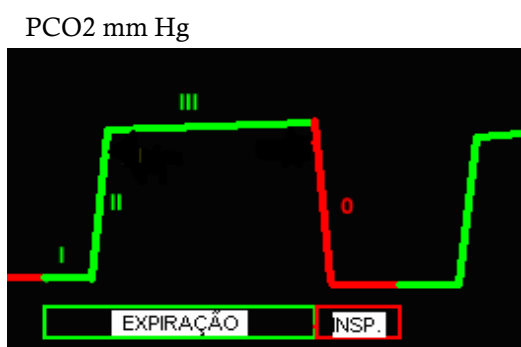


Figura 15 – Representação de um capnograma normal

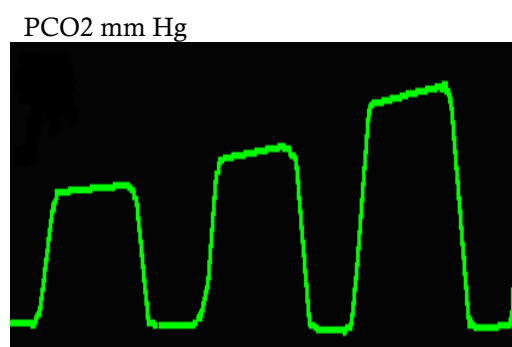


Figura 16 – Representação de um capnograma com HA

A capnografia (Capnógrafo Nellcor OxiMax N-85) foi realizada a todos os participantes para identificar o fenómeno de hipoventilação alveolar (HA - fig. 16). A síndrome da hipoventilação alveolar central – não obstrutiva (HAC) caracteriza-se por um distúrbio do controlo ventilatório, dando origem a níveis de oxigénio arterial anormalmente baixos que pioram ainda mais com o sono (na ausência de apneia ou hipopneia) e um aumento dos níveis de dióxido de carbono. Geralmente os indivíduos com este tipo de transtorno têm propriedades mecânicas normais. No caso da síndrome de apneia central, esta caracteriza-se por uma cessação episódica da ventilação durante o sono, sem obstrução das vias aéreas. Portanto, contrastando com os eventos apneicos obstrutivos, a apneia central (AC) não está

associada com uma continuidade dos movimentos respiratórios da parede torácica e abdominal, geralmente ocorrem em consequência de distúrbios cardíacos ou neurológicos que afectam a regulação ventilatória. Estes indivíduos apresentam frequentemente queixas de insónia devido aos múltiplos despertares.

3.5.7 – Métodos estatísticos utilizados

Todos os dados foram tabulados em Excel e analisados pelo programa de bioestatística SPSS. Os resultados foram organizados em tabelas e gráficos dos valores de todos os parâmetros analisados, com excepção da capnografia devido à ausência de interface com o computador, impossibilitando o seu registo.

a) Estatística Descritiva

Na estatística descritiva apresentaram-se: para as variáveis qualitativas, as tabelas de frequências e gráficos ilustrativos das distribuições de valores verificadas; para as variáveis quantitativas, as estatísticas relevantes, como:

- Os valores médios obtidos para cada questão;
- Os valores do desvio padrão associados a cada questão que representam a dispersão absoluta de respostas perante cada questão;
- O coeficiente de variação, que ilustra a dispersão relativa das respostas, ou seja, quanto maior, maior é a dispersão de respostas;
- A mediana, que corresponde ao valor que divide a amostra em duas partes iguais e os valores mínimos e máximos observados;

b) Coeficiente de Correlação de Pearson

O coeficiente de correlação de Pearson serviu para medir o grau de correlação entre duas variáveis de escala métrica. Este coeficiente, normalmente representado por r assume apenas valores entre -1 e 1 .

A análise correlacional indica a relação entre 2 variáveis lineares em que a direcção do sinal indica se a correlação é positiva ou negativa e o tamanho da variável indica a força da correlação.

c) Teste t de Student e teste de Mann-Whitney

Os testes estatísticos aplicados serviram para averiguar se as diferenças observadas na amostra foram estatisticamente significantes, ou seja, se as conclusões da amostra se podem inferir para a população.

O valor de 5% foi o valor de referência utilizado para testar as hipóteses, significa que foi estabelecido a inferência com uma probabilidade de erro inferior a 5%.

Para realizar o cruzamento entre as variáveis quantitativas e a variável qualitativa nominal dicotómica foi utilizado o teste paramétrico *t de Student*, de forma a verificar a significância das diferenças entre os valores médios observados para ambos os grupos da variável nominal dicotómica.

O teste t, sendo um teste paramétrico, exige que se cumpra o pressuposto da normalidade e é adequado para amostras de grande dimensão, o que não sucede nas análises efectuadas, pois os grupos em comparação contêm apenas 15 observações cada. Por esse motivo, foi aplicado o teste de Mann-Whitney, que é o teste não paramétrico equivalente, que testa a igualdade das medianas em ambos os grupos.

O teste de Mann-Whitney coloca as seguintes hipóteses:

- H_0 : Não existe diferença entre a distribuição de valores das variáveis quantitativas, para cada um dos grupos da variável dicotómica;
- H_1 : Existe diferença entre a distribuição de valores das variáveis quantitativas, para cada um dos grupos da variável dicotómica;

O valor que importa analisar é a significância do teste, também designada por valor de prova. Quando este valor é inferior ao valor de referência de 5%, rejeita-se a hipótese nula, ou seja, existem diferenças entre os dois grupos. Quando é superior ao valor de referência de 5%, aceita-se a hipótese nula.

d) Teste do Qui-quadrado e de Fischer

Perante uma variável nominal e variáveis nominais ou ordinais, o teste adequado para verificar a relação entre a variável nominal e cada variável ordinal é o Qui-quadrado de Pearson ou o teste de Fischer, que é equivalente, que se passa a explicar.

Quando estamos perante duas variáveis deste tipo e queremos testar se existe alguma relação entre elas, temos as hipóteses:

- H_0 : As duas variáveis são independentes, ou seja, não existe relação entre as categorias de uma variável e as categorias da outra;
- H_1 : As duas variáveis apresentam uma relação entre si, ou seja, existe relação entre as categorias de uma variável e as categorias da outra;

O resultado relevante do teste é a significância (valor de prova).

Sempre que o valor de prova for inferior a 5% (0,05), rejeita-se a hipótese nula, concluindo-se que as duas variáveis estão relacionadas.

Quando o valor de prova do teste for superior ao valor de referência de 5%, não podemos rejeitar a hipótese nula, de que as duas variáveis são independentes, ou seja, conclui-se que elas não estão relacionadas.

4. DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS

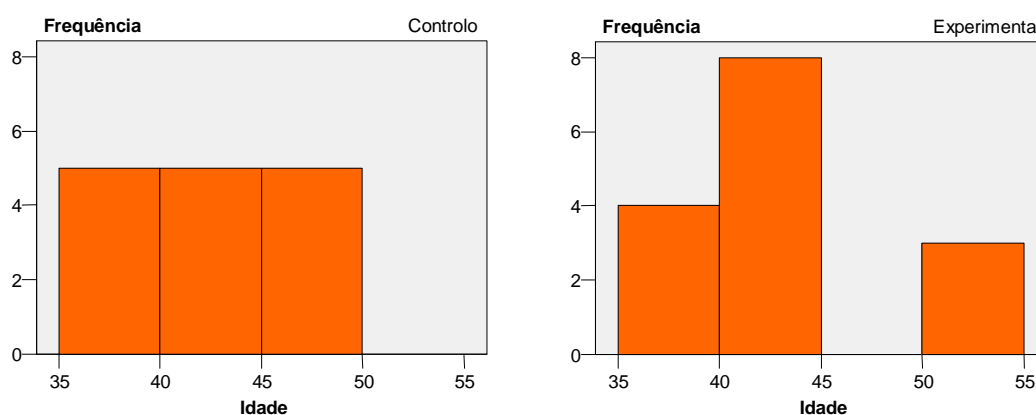
4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA E ANÁLISE DE INFERÊNCIA ESTATÍSTICA PARA COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS GRUPOS

A amostra é constituída por 30 elementos, 15 dos quais constituem o grupo de controlo e os outros 15 são o grupo experimental em análise.

4.1.1 Variáveis de caracterização

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coef. Variação	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	Controlo	15	41.9	43.0	4.7	11.2%	35.0	49.0
	Experimental	15	43.1	42.0	6.4	14.9%	35.0	55.0
IMC (kg/cm ²)	Controlo	15	25.4	25.7	2.6	10.3%	21.5	29.8
	Experimental	15	26.8	27.7	2.3	8.8%	22.7	29.3
Peso (kg)	Controlo	15	78.5	79.0	8.6	10.9%	60.0	90.0
	Experimental	15	80.5	84.0	7.9	9.8%	64.0	91.0
Altura (cm)	Controlo	15	175.9	176.0	5.5	3.2%	162.0	184.0
	Experimental	15	174.0	173.0	4.9	2.8%	165.0	184.0
Perímetro pescoço (cm)	Controlo	15	37.3	37.0	2.1	5.6%	34.0	41.0
	Experimental	15	37.0	36.0	2.1	5.8%	34.0	40.0

Tabela 1 – Média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, mínimos e máximos das características biotípicas da amostra estudada



Gráficos 1 e 2 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à idade

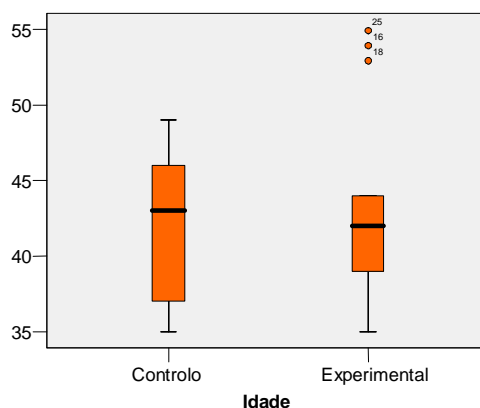
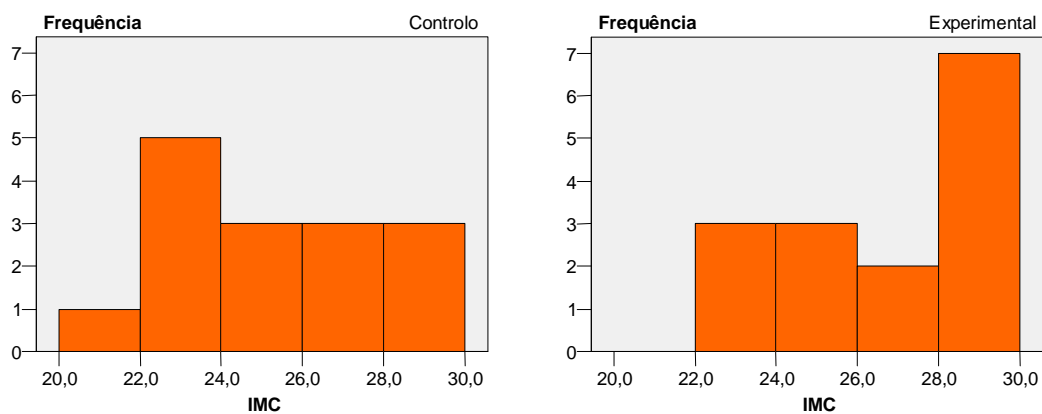


Gráfico 3 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à idade



Gráficos 4 e 5 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao IMC

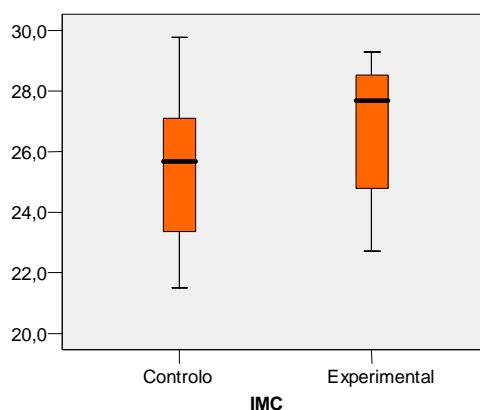
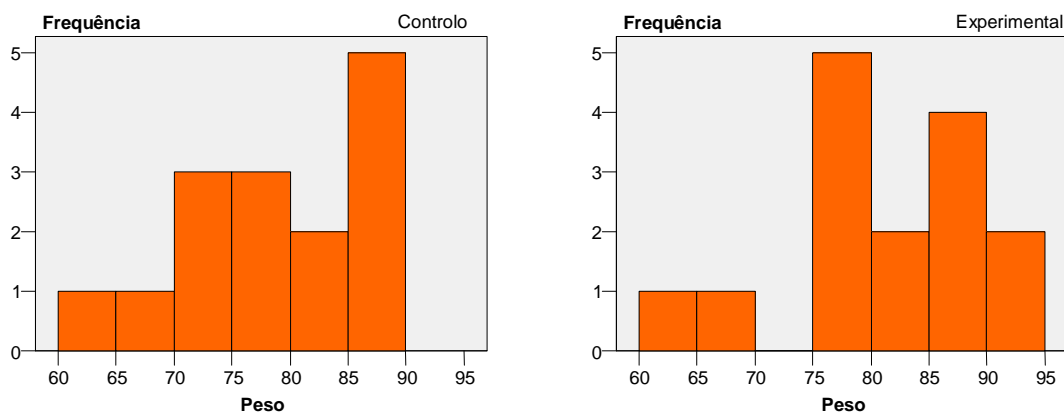


Gráfico 6 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao IMC



Gráficos 7 e 8 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao peso

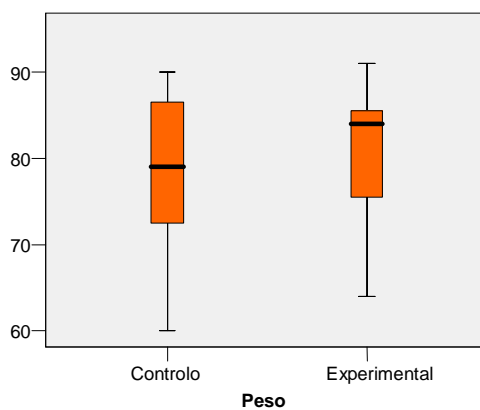
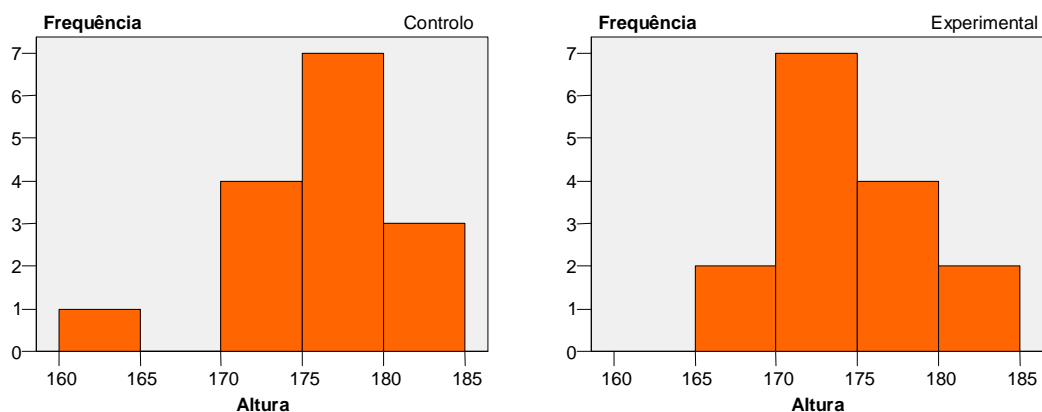


Gráfico 9 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao peso



Gráficos 10 e 11 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à altura

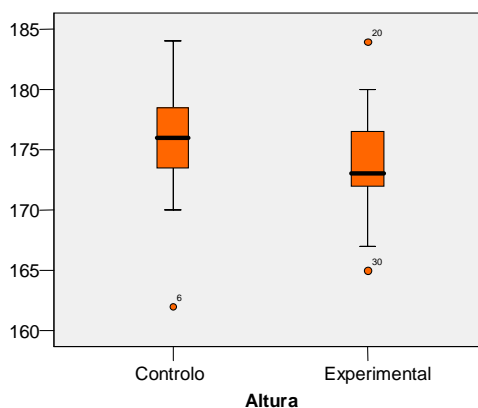
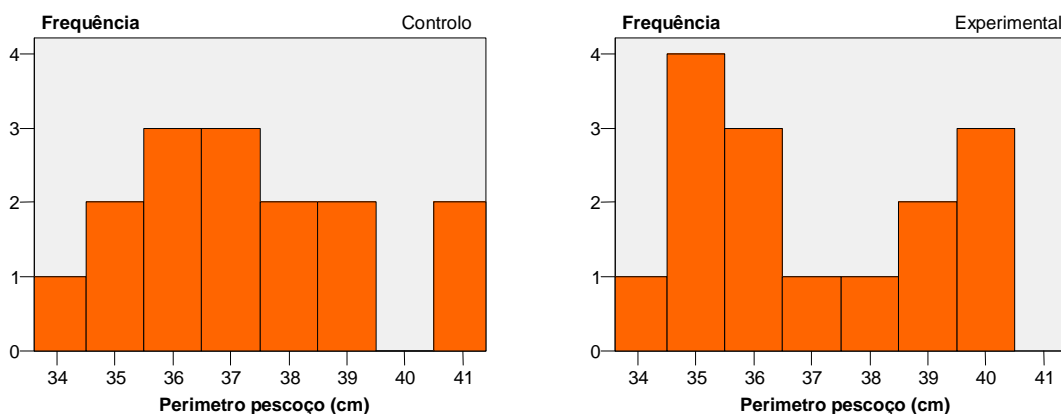


Gráfico 12 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à altura



Gráficos 13 e 14 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao perímetro do pescoço

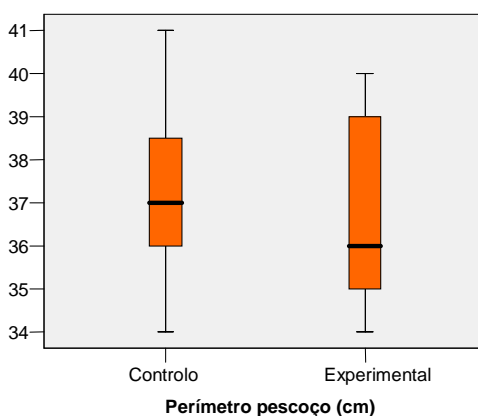


Gráfico 15 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao perímetro do pescoço

Na amostra, as idades, o peso e o IMC são superiores no grupo experimental, enquanto que a altura e o perímetro do pescoço são superiores no grupo de controlo.

Para realizar o cruzamento entre as variáveis de caracterização e os dois grupos foi aplicado o teste não paramétrico: teste de Mann-Whitney, com os resultados:

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Valor de prova	Valor de prova exacto
Idade	108.5	228.5	-0.167	0.868	0.870
IMC	78	198	-1.434	0.152	0.161
Peso	100.5	220.5	-0.498	0.618	0.624
Altura	82.5	202.5	-1.252	0.211	0.217
Perímetro pescoço (cm)	102.5	222.5	-0.419	0.675	0.683

Tabela 2 – Teste de Mann-Whitney aplicado às características biotípicas da amostra estudada

O valor de prova é sempre superior a 5% (0,05), concluindo-se que não existem diferenças significativas entre os dois grupos.

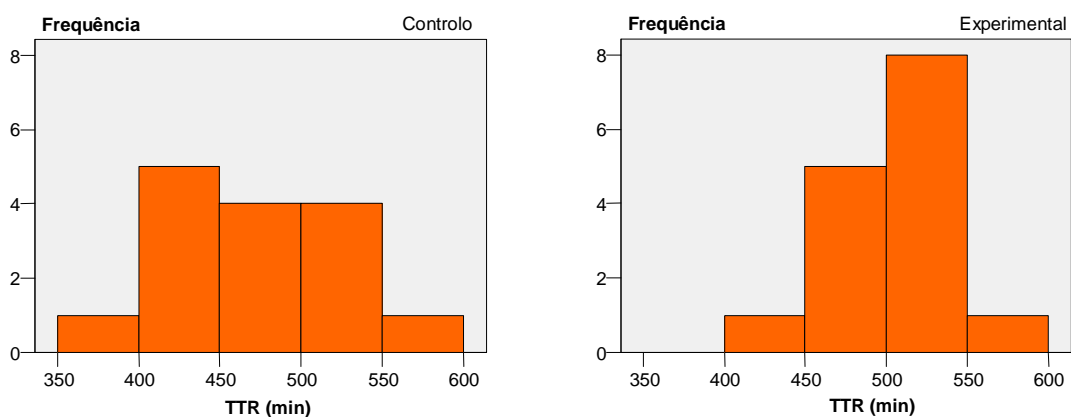
As variáveis de caracterização podem ser consideradas como tendo idêntica distribuição nos dois grupos, pelo que estes não diferem nestas variáveis e podem ser considerados idênticos no que a elas diz respeito, pelo que se pode concluir que não existe influência destas variáveis de caracterização nos resultados das análises posteriores.

4.1.2 Variáveis polissonográficas

A) Primeiro grupo de variáveis

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coef. Variação	Mínimo	Máximo
TTR	Controlo	15	470.0	480	56.6	12.1%	388	590
	Experimental	15	504.0	519	37.1	7.4%	412	555
PTS	Controlo	15	419.5	413	47.5	11.3%	347	490
	Experimental	15	380.3	370	71.1	18.7%	248	492
TTS	Controlo	15	395.9	386	49.5	12.5%	304	482
	Experimental	15	306.3	341	112.1	36.6%	116	491

Tabela 3 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos do TTR, PTS e TTS da amostra estudada



Gráficos 16 e 17 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao TTR

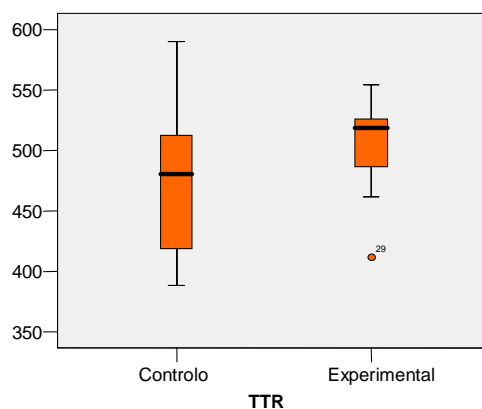
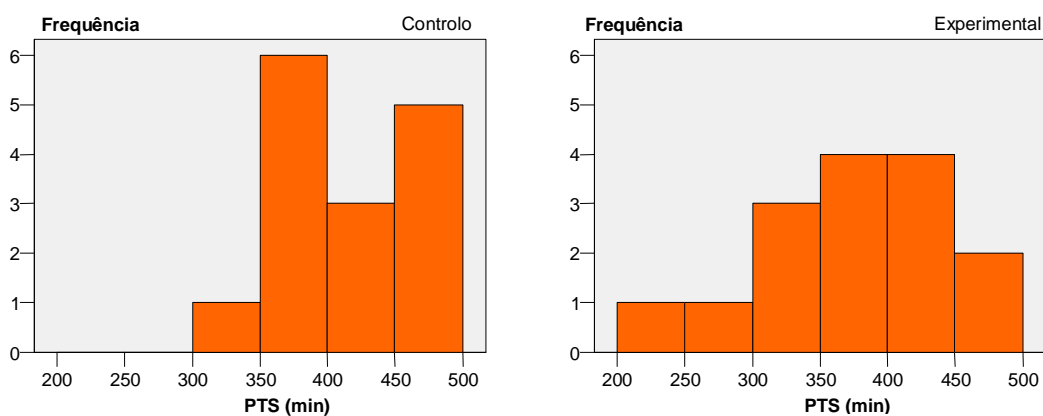


Gráfico 18 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao TTR



Gráficos 19 e 20 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao PTS

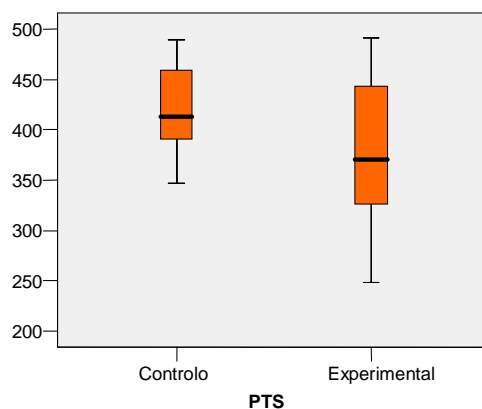
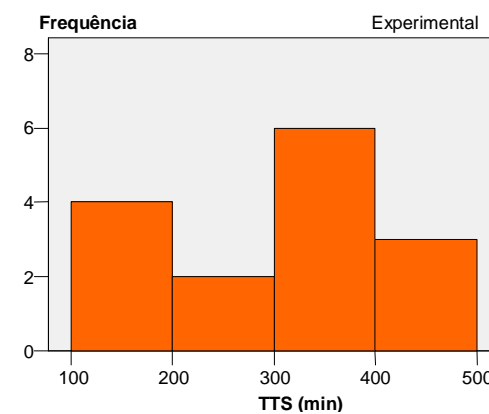
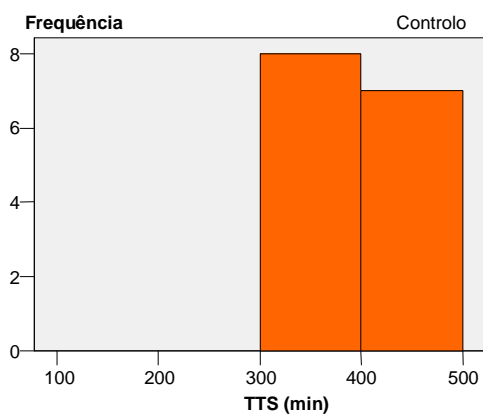


Gráfico 21 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao PTS



Gráficos 22 e 23 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao TTS

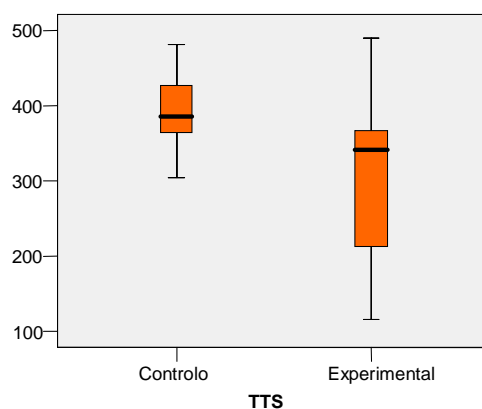


Gráfico 24 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao TTS

Na amostra, o TTR é superior no grupo experimental, enquanto que o PTS e o TTS são superiores no grupo de controlo.

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Valor de prova	Valor de prova exacto
TTR	65.5	185.5	-1.951	0.051	0.050
PTS	74.5	194.5	-1.576	0.115	0.116
TTS	52.5	172.5	-2.489	0.013	0.011

Tabela 4 – Teste de Mann-Whitney aplicado ao TTR, PTS e TTS da amostra estudada

O valor de prova é inferior a 5% (0,05) para o TTS, concluindo-se que existem diferenças significativas entre os dois grupos.

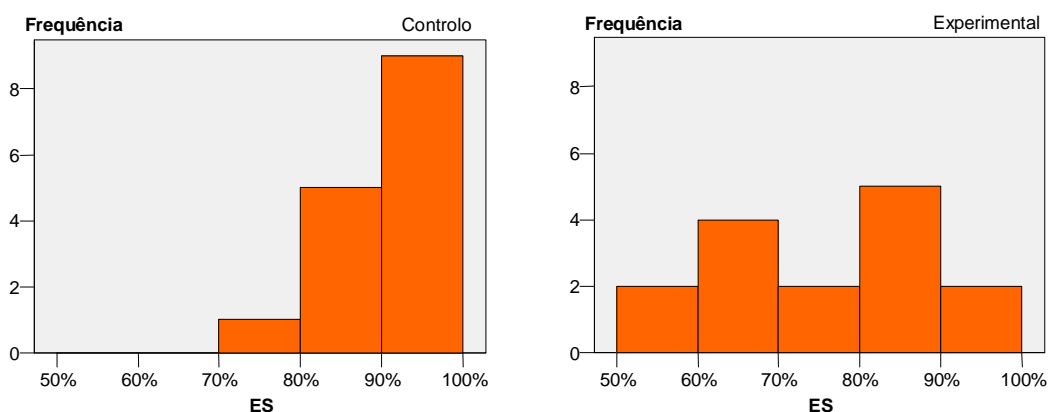
Na amostra, o TTR é superior no grupo experimental e o PTS é superior no grupo de controlo, no entanto as diferenças observadas não são estatisticamente significativas. Note-se que no caso do TTR estão muito próximo de ser significativas.

O TTR e o PTS não podem ser considerados como tendo distribuição diferente nos dois grupos, já o TTS é significativamente inferior no grupo experimental.

B) Segundo grupo de variáveis

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coef. Variação	Mínimo	Máximo
TVIS (min)	Controlo	15	23.5	11.0	24.9	106.0%	2.5	92.0
	Experimental	15	74.0	73.5	49.4	66.8%	0.2	166.5
ES (%)	Controlo	15	89.6	91	5.4	6.0%	78	96
	Eperimental	15	75.4	79	13.9	18.5%	55	99

Tabela 5 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos do TVIS e ES da amostra estudada



Gráficos 25 e 26 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à ES

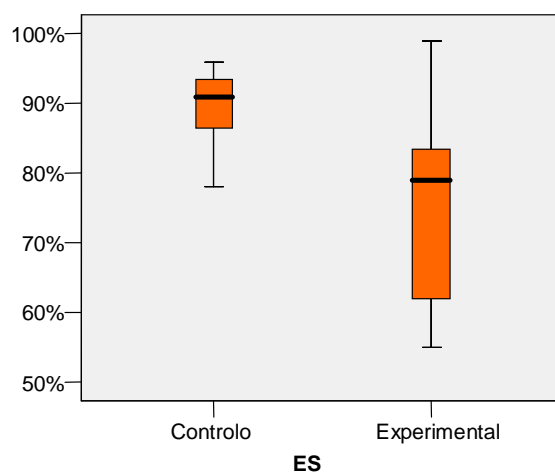
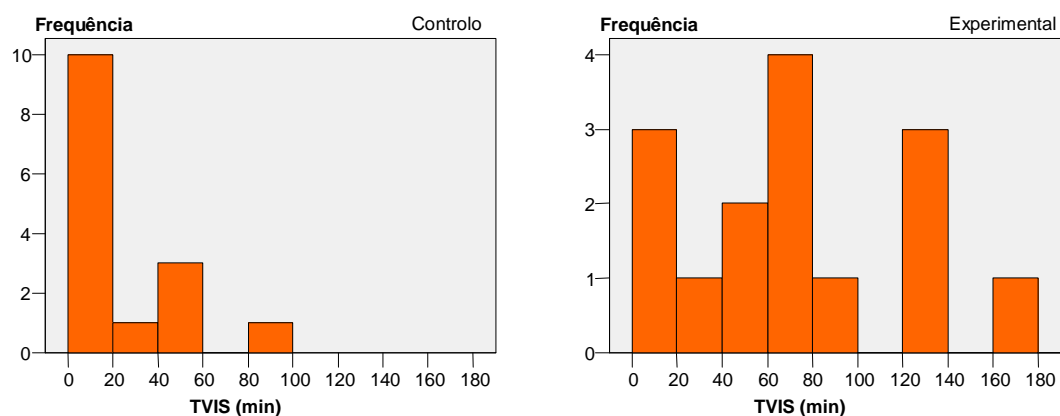


Gráfico 27 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à ES



Gráficos 28 e 29 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao TVIS

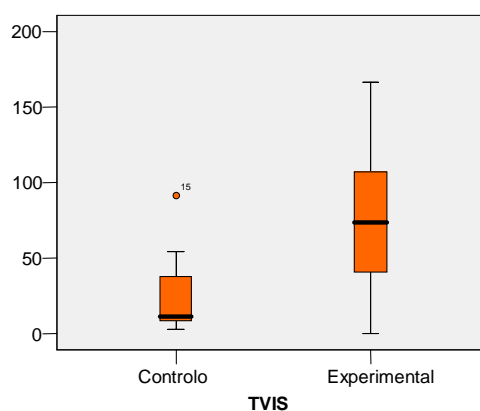


Gráfico 30 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao TVIS

Na amostra, a ES é superior no grupo controlo, enquanto que o TVIS é superior no grupo experimental.

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Valor de prova	Valor de prova exacto
ES	44	164	-2.843	0.004	0.004
TVIS	39	159	-3.049	0.002	0.002

Tabela 6 – Teste de Mann-Whitney aplicado à ES e TVIS da amostra estudada

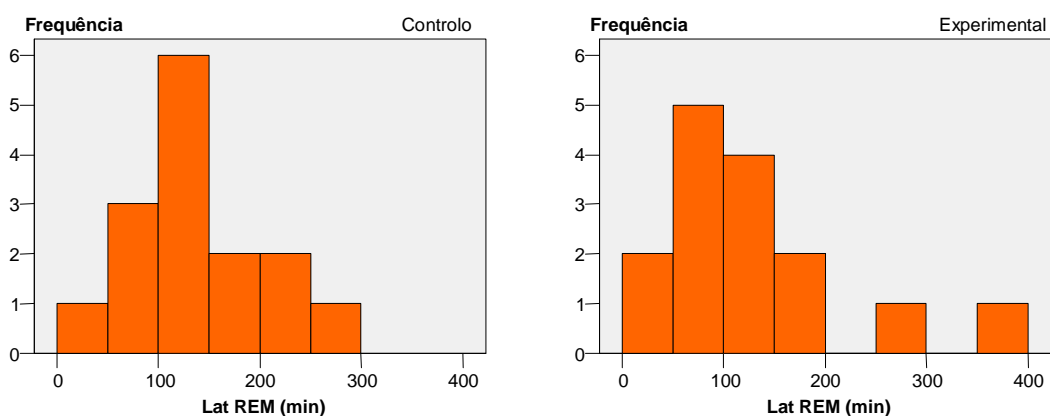
O nível de significância é inferior a 5% (0,05) para as duas variáveis, concluindo-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos.

A ES é significativamente superior no grupo de controlo, enquanto que o TVIS é significativamente superior no grupo experimental.

C) Terceiro grupo de variáveis

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coef. Variação	Mínimo	Máximo
Lat. REM (min)	Controlo	15	137.4	127.0	69.4	50.5%	40.5	290.0
	Experimental	15	129.3	114.0	88.8	68.7%	44.5	366.0
Lat. NREM (min)	Controlo	15	22.4	19.0	14.3	63.9%	0.5	52.5
	Experimental	15	32.4	29.5	24.7	76.2%	1.0	81.0

Tabela 7 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos da latência do REM e NREM da amostra estudada



Gráficos 31 e 32 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à latência do REM

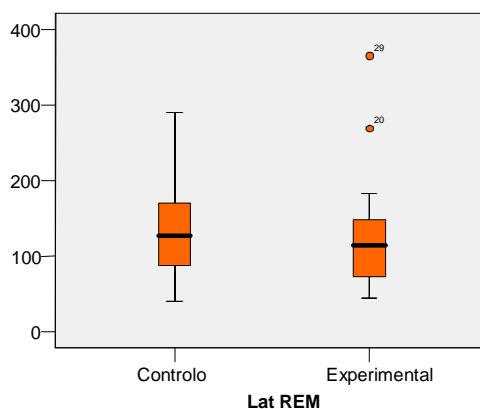
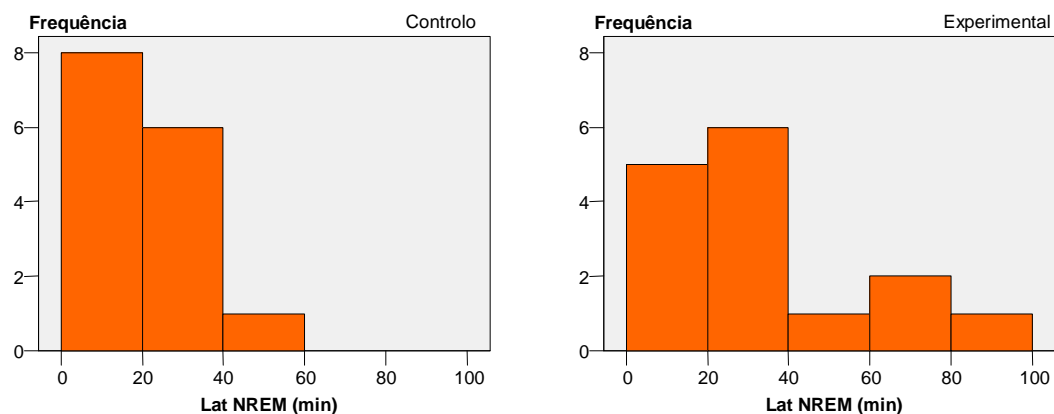


Gráfico 33 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à latência do REM



Gráficos 34 e 35 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à latência do NREM

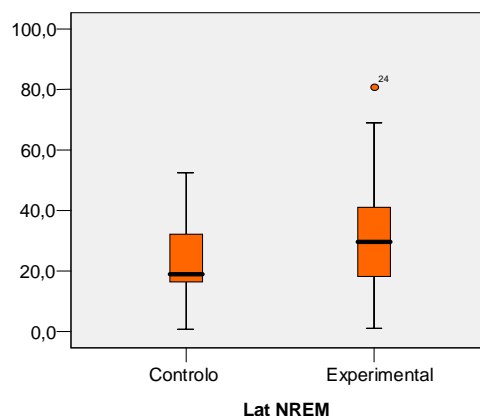


Gráfico 36 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à latência do NREM

Na amostra, a latência do REM é superior no grupo de controlo, enquanto que a latência do NREM é superior no grupo experimental.

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Valor de prova	Valor de prova exacto
Lat. REM (min)	97	217	-0.643	0.520	0.539
Lat. NREM (min)	85.5	205.5	-1.121	0.262	0.267

Tabela 8 – Teste de Mann-Whitney aplicado à latência do NREM e REM da amostra estudada

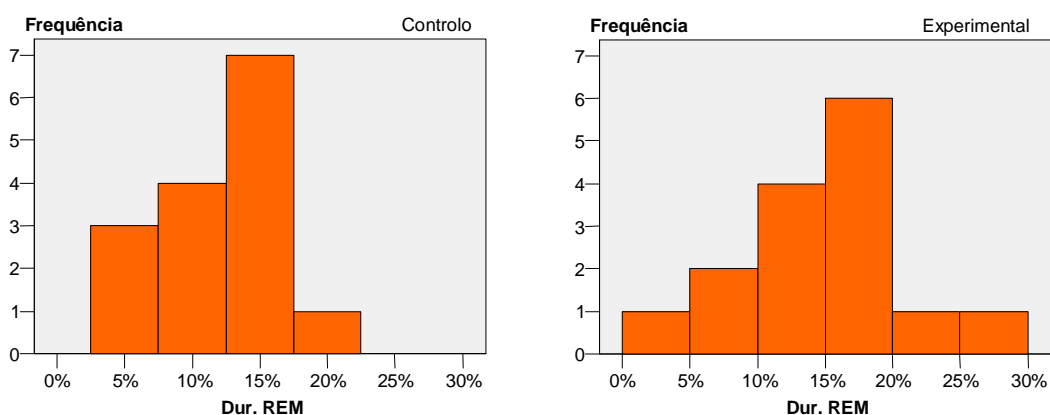
O valor de prova é superior a 5% (0,05) para todas as variáveis, concluindo-se que não existem diferenças significativas entre os dois grupos.

Na amostra, a latência do sono REM é superior no grupo de controlo e a latência do sono NREM é superior no grupo experimental, no entanto as diferenças observadas não são estatisticamente significativas, logo não podem ser consideradas como tendo distribuição diferente nos dois grupos.

D) Quarto grupo de variáveis

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coef. Variação	Mínimo	Máximo
Dur. REM	Controlo	15	11.5	13.0	4.7	41.4%	2.7	18.5
	Experimental	15	14.4	15.6	6.4	44.1%	4.6	27.0
Dur. 1+2	Controlo	15	64.7	59.5	9.7	15.0%	49.0	81.6
	Experimental	15	65.0	64.9	13.0	20.1%	42.0	82.3
Dur. 3+4	Controlo	15	22.8	24.6	7.8	34.1%	10.7	34.2
	Experimental	15	17.8	19.2	7.2	40.7%	2.7	28.3

Tabela 9 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos da duração do sono REM, sono superficial e sono lento profundo da amostra estudada



Gráficos 37 e 38 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à duração do REM

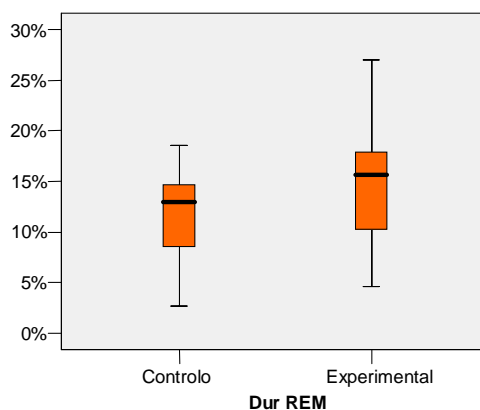
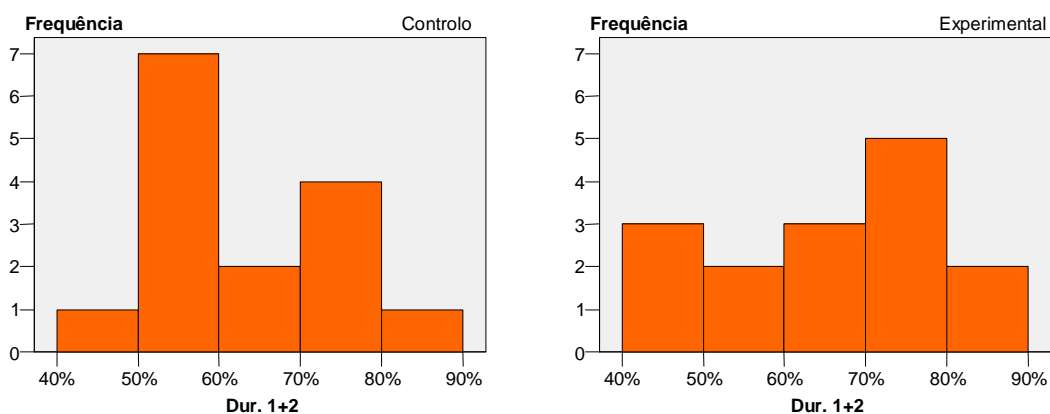


Gráfico 39 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à duração do REM



Gráficos 40 e 41 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à duração do sono superficial (1+2)

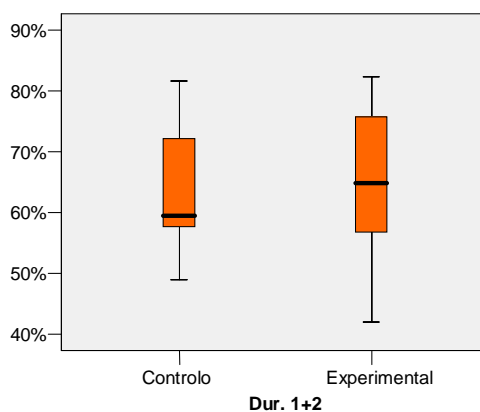
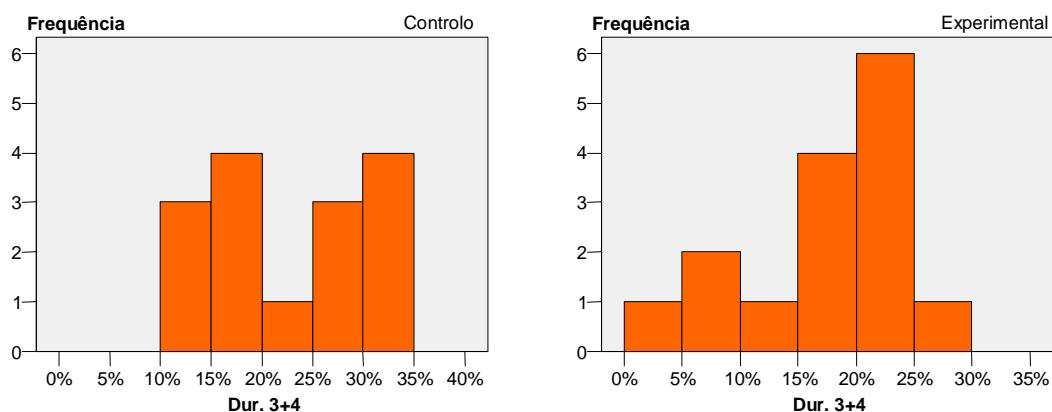


Gráfico 42 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à duração do sono superficial (1+2)



Gráficos 43 e 44 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à duração do sono lento profundo (3+4)

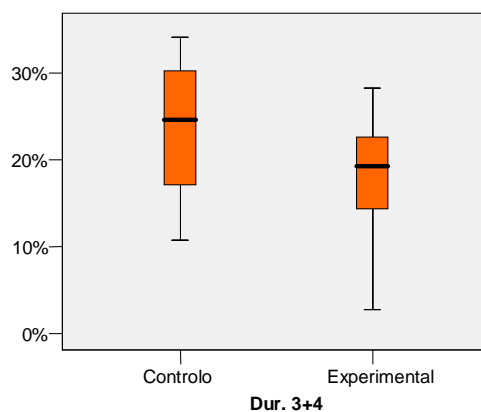


Gráfico 45 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à duração do sono lento profundo (3+4)

Na amostra, a duração do sono lento profundo é superior no grupo de controlo, enquanto que a duração do sono superficial e o sono REM são superiores no grupo experimental.

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Valor de prova	Valor de prova exacto
Dur. REM	79	199	-1.390	0.165	0.174
Dur. 1+2	104.5	224.5	-0.332	0.740	0.744
Dur. 3+4	73	193	-1.639	0.101	0.106

Tabela 10 – Teste de Mann-Whitney aplicado à duração do sono REM, sono superficial e sono lento profundo da amostra estudada

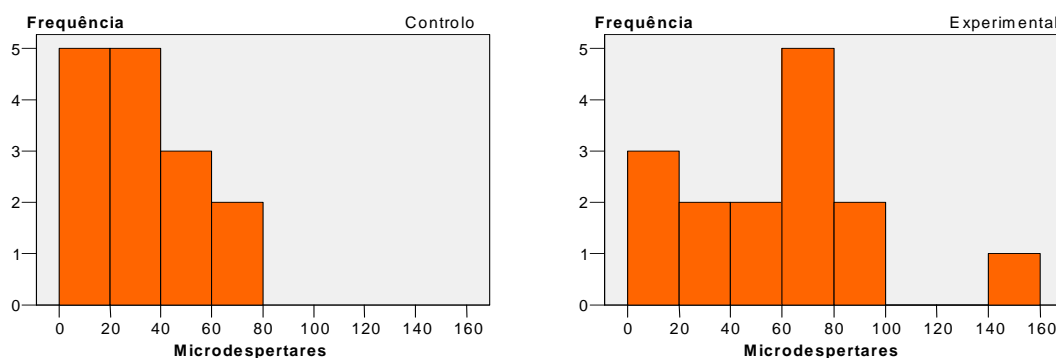
O valor de prova é superior a 5% (0,05) para todas as variáveis, conclui-se que não existem diferenças significativas entre os dois grupos.

Na amostra, a duração do sono superficial é idêntica nos dois grupos e a duração do sono lento profundo é superior no grupo de controlo.

E) Quinto grupo de variáveis

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coef. Variação	Mínimo	Máximo
Microdespertar	Controlo	15	31.9	25.0	23.7	74.3%	7.0	80.0
	Experimental	15	59.8	69.0	38.2	63.9%	5.0	155.0
MPC	Controlo	15	9.3	9.0	4.5	48.4%	0.0	18.0
	Experimental	15	17.1	20.0	7.3	43.0%	6.0	27.0
MFS	Controlo	15	61.1	57.0	24.1	39.4%	23.0	127.0
	Experimental	15	87.9	78.0	43.1	49.0%	30.0	187.0

Tabela 11 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos dos microdespertares, mudanças de posição corporal e mudanças de fases de sono da amostra estudada



Gráficos 46 e 47 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto aos microdespertares

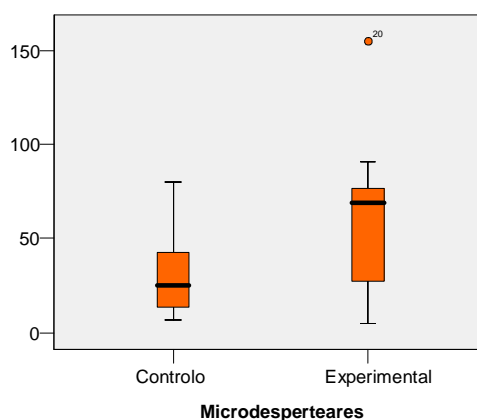
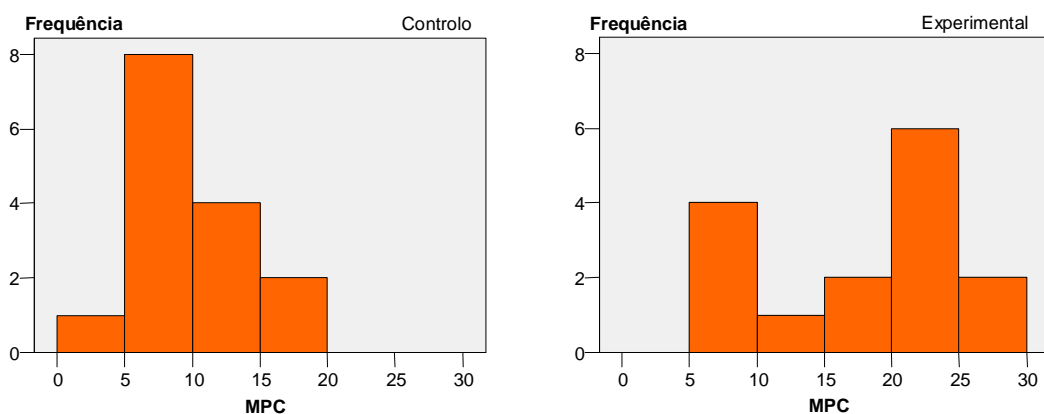


Gráfico 48 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto aos microdespertares



Gráficos 49 e 50 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto às MPC

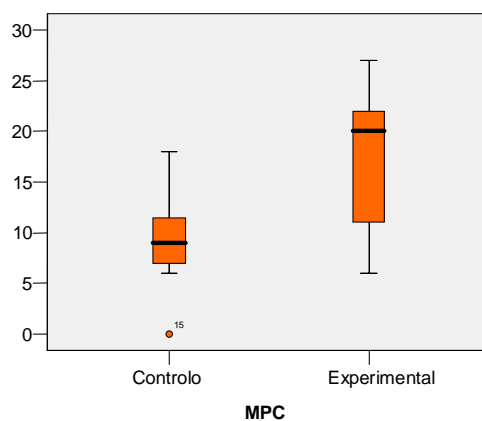
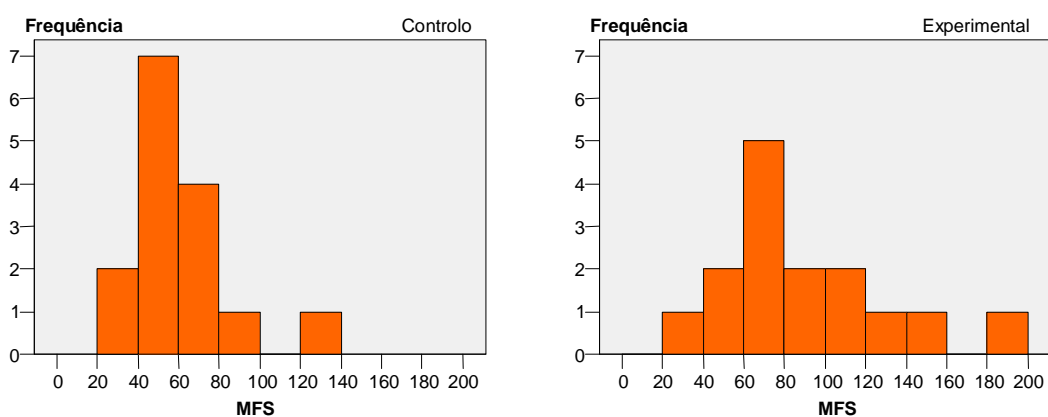


Gráfico 51 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto às MPC



Gráficos 52 e 53 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto às MFS

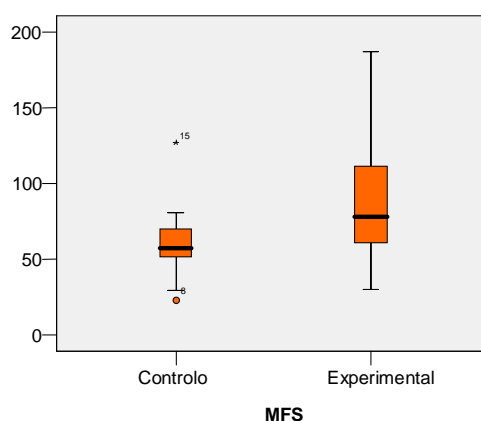


Gráfico 54 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto às MFS

Na amostra, todas as variáveis são superiores no grupo experimental.

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Valor de prova	Valor de prova exacto
Microdespertares	64	184	-2.012	0.044	0.045
MPC	50.5	170.5	-2.579	0.010	0.009
MFS	63	183	-2.054	0.040	0.041

Tabela 12 – Teste de Mann-Whitney aplicado aos microdespertares, mudanças da posição corporal e mudanças de fases do sono da amostra estudada

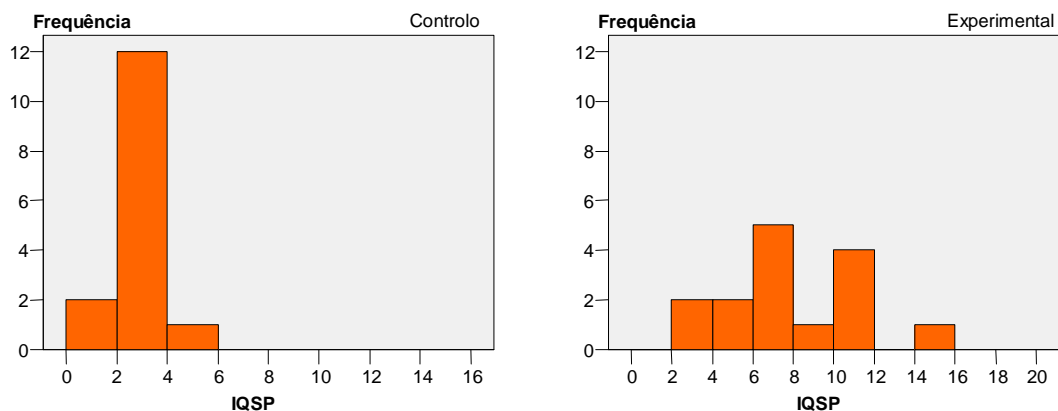
O valor de prova é inferior a 5% (0,05) para microdespertares, mudanças de posição corporal e mudanças de fases do sono, concluindo-se que existem diferenças significativas entre os dois grupos.

Na amostra, todas as variáveis são superiores no grupo experimental, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas, considerando-se como tendo distribuição diferente nos dois grupos.

4.1.3 Variáveis dos questionários de sono

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coef. Variação	Mínimo	Máximo
IQSP	Controlo	15	2.3	2.0	1.0	41.8%	1.0	5.0
	Experimental	15	7.1	6.0	3.5	49.7%	2.0	15.0
EpW	Controlo	15	2.7	3.0	1.4	52.6%	1.0	6.0
	Experimental	15	3.5	3.0	1.9	54.4%	0.0	7.0

Tabela 13 – Média, mediana, desvio padrão coeficiente de variação, mínimos e máximos do score de IQSP e EpW da amostra estudada



Gráficos 55 e 56 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao *score* de IQSP

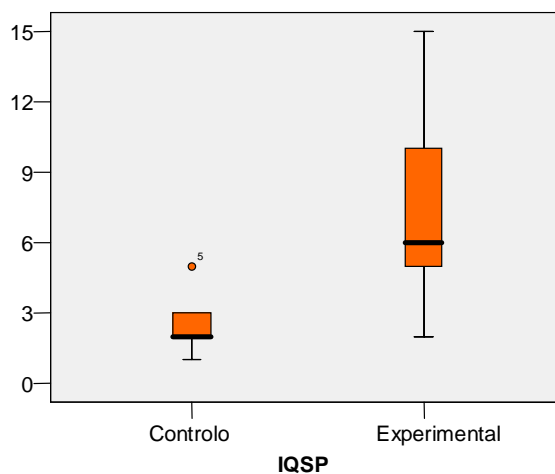
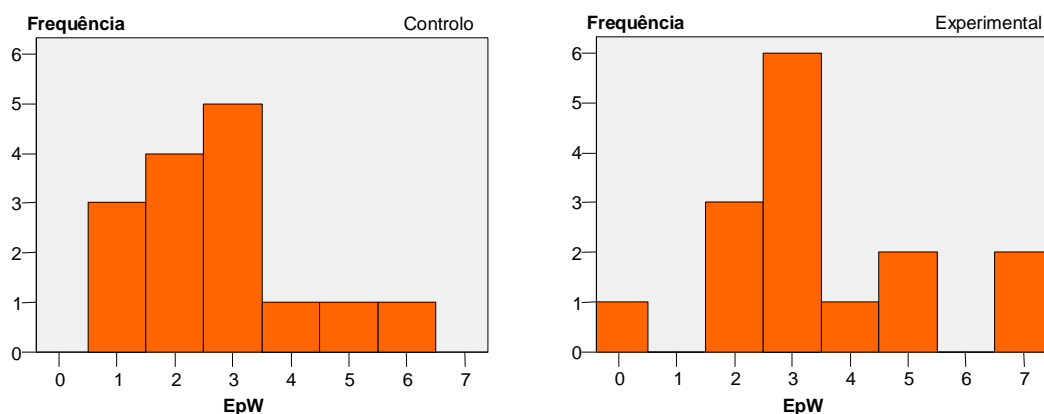


Gráfico 57 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao *score* de IQSP



Gráficos 58 e 59 – Representação de histogramas para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao *score* de EpW

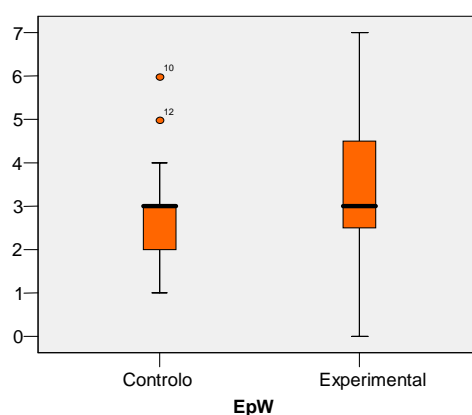


Gráfico 60 – Representação de diagrama tipo caixa para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto ao *score* de EpW

Na amostra, todas as variáveis são superiores no grupo experimental.

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Valor de prova	Valor de prova exacto
IQSP	20	140	-3.924	0.001	0.001
EpW	83.5	203.5	-1.243	0.214	0.233

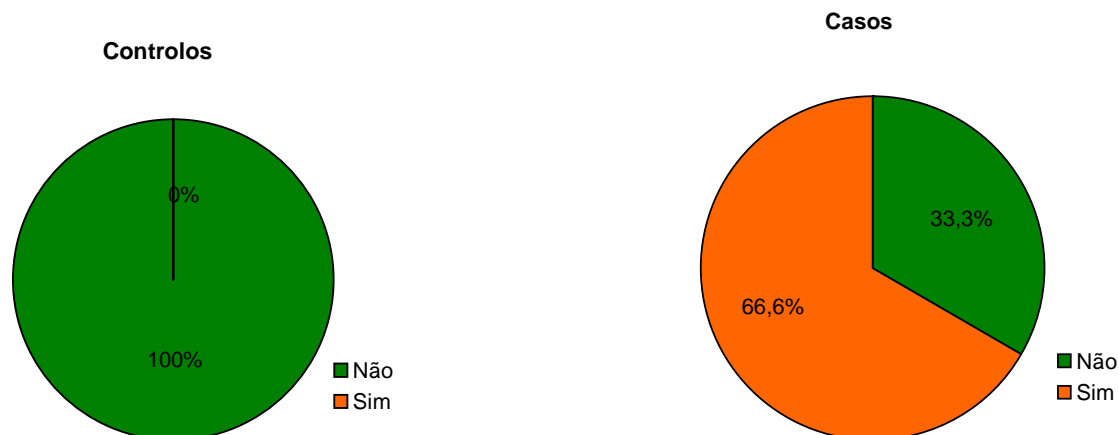
Tabela 14 – Teste de Mann-Whitney aplicado ao *score* de EpW e IQSP da amostra estudada

O valor de prova é inferior a 5% (0,05) para o *score* de IQSP, concluindo-se que existem diferenças significativas entre os dois grupos, o mesmo não acontece com o *score* de EpW, concluindo-se que não existem diferenças significativas entre os dois grupos.

O *score* de EpW não pode ser considerado como tendo distribuição diferente nos dois grupos, já o *score* de IQSP é significativamente superior no grupo experimental.

A pergunta 5 J do questionário de IQSP corresponde a outras razões que perturbaram o sono em relação ao mês anterior, para além das razões já mencionadas no questionário. O que se destacou no caso dos pilotos, foi que alguns destes apresentaram uma queixa em comum, que foi a dor nas costas (cervical ou lombar). Apesar da amostra ser demasiado reduzida o coeficiente de correlação de Pearson foi de $r=0.689$, ou seja podemos afirmar com alguma segurança que existe

uma correlação moderada entre as duas variáveis, no entanto qualquer valor que fuja à regra, por pequeno que seja, pode alterar os resultados.



Gráficos 61 e 62 – Representação gráfica para ilustração das diferenças entre os 2 grupos, quanto à afirmação de outras razões que influenciaram o sono em relação a mês anterior

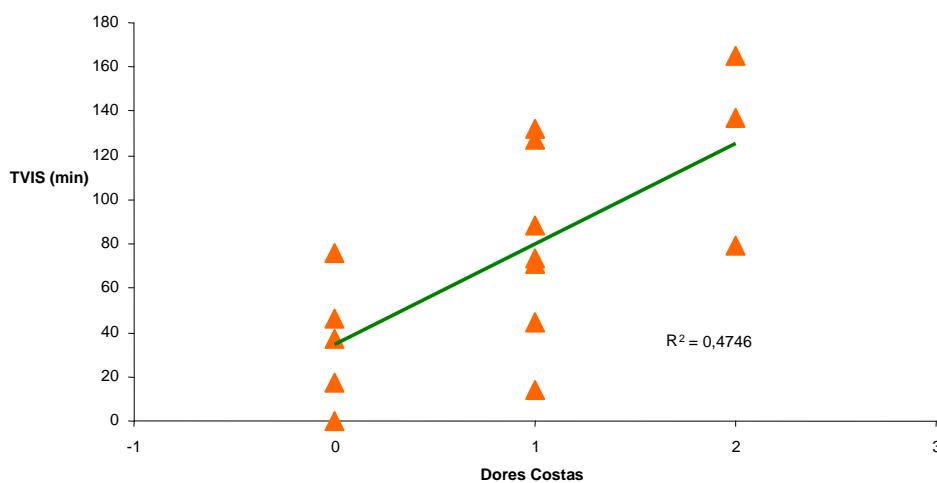
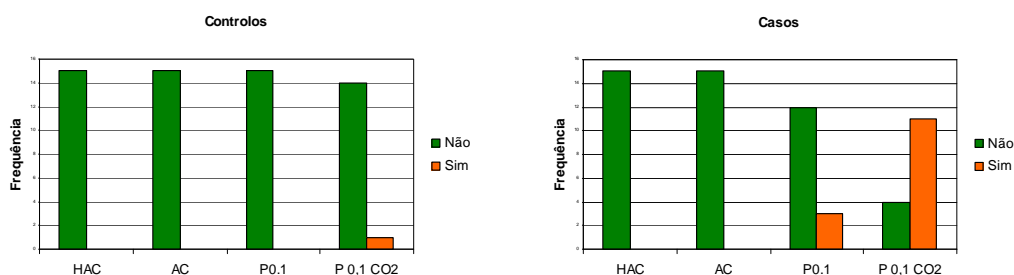


Gráfico 63 – Diagrama de dispersão entre o tempo de vigília após o início do sono (min) e a frequência com que teve dificuldades em adormecer por ter sentido dores nas costas (0 = Nunca aconteceu no último mês / 1= Menos de 1 vez por semana / 2= 1 a 2 vezes por semana / 3= 3 vezes por semana ou mais) por parte do grupo dos casos

4.1.4 Variáveis dicotômicas

	Controlos				Casos			
	não		sim		não		sim	
	N	%	N	%	N	%	N	%
HAC	15	100%	0	0	15	100%	0	0
AC	15	100%	0	0	15	100%	0	0
Depressão <i>drive</i> repouso	15	100%	0	0	12	80%	3	20%
Depressão <i>drive</i> CO2	14	93.3%	1	6.7%	4	26.6%	11	73.3%

Tabela 15 – Tabela de frequências de respostas



Gráficos 64 e 65 – Representação gráfica entre os 2 grupos, quanto ao aparecimento de hipoventilação alveolar central (HAC), apneias centrais (AC) e a depressão do *drive* respiratório em repouso e com estimulação de CO2.

Utilizando o teste Qui-quadrado com o teste de Fischer, uma vez que todas as variáveis em estudo são variáveis nominais, obtêm-se os seguintes resultados:

	Estadística	G.L.	Valor de prova	Monte Carlo Valor de prova	Teste de Fischer Valor de prova
HAC	1.034	1	0.309	1.000	1.000
AC	1.034	1	0.309	1.000	1.000
Depressão do <i>drive</i> repouso	3.333	1	.068	.224	.112
Depressão do <i>drive</i> CO2	13.889	1	.000	.000	.000

Tabela 16 – Teste de Qui-quadrado/Fischer aplicado ao registo de HAC, AC e depressão do *drive* respiratório em repouso/CO2.

Na amostra, todos os casos de depressão do *drive* respiratório em repouso, ocorrem no grupo experimental, no entanto não são em número suficiente para que se verifiquem diferenças significativas entre os dois grupos.

Ocorrem mais casos de depressão do *drive* respiratório com estimulação de CO2 no grupo experimental, sendo as diferenças significativas entre os dois grupos.

Como nunca se verifica o aparecimento de hipoventilação alveolar central ou de apneias centrais, estas não são condicionadas pelo facto de existir uma depressão do drive respiratório, seja em repouso ou com estimulação de CO₂. A inexistência de casos de hipoventilação alveolar central ou de apneias centrais, não possibilita o cálculo estatístico para o estudo da sua relação com a existência de uma depressão do drive respiratório, seja em repouso ou com estimulação de CO₂.

5. DISCUSSÃO DOS DADOS

O sono é um estado fisiológico em constante investigação visto ser uma área da medicina que ainda esconde alguns mistérios. A sua relação com o ruído ainda é um assunto pouco abordado, dando-se principal destaque aos efeitos do ruído apenas durante o decorrer do sono e não em relação à exposição ocupacional. Talvez por ser difícil estabelecer uma relação causa-efeito no ser humano, sendo por vezes essa relação especulativa e não ser aceite de forma unânime.

O presente trabalho foi idealizado a partir da premissa verificada na literatura de que os distúrbios do sono possam ser um dos efeitos adversos da exposição ocupacional ao ruído, em particular neste estudo, ao RBF, num grupo profissional que apresenta com alguma frequência queixas do sono. Queixas essas, que à partida não seria de esperar encontrar no grupo profissional em causa.

Para este estudo foi utilizada a população masculina, uma vez que existem actualmente apenas 2 mulheres nas Forças Armadas que pilotam helicópteros e estas não foram convocadas pelo Centro de Medicina Aeronáutica para realização das inspecções anuais aeromédicas durante o período estipulado para o recrutamento da amostra.

A dimensão da amostra, é com certeza também um factor limitativo do estudo por ser reduzida. Este facto deveu-se a várias situações, nomeadamente pela própria população dos pilotos de helicópteros das Forças Armadas ser reduzida. Outro motivo foi o facto de o estudo envolver uma série de recursos técnicos, em particular o estudo polissonográfico, que condicionou a não realização de polissonografias próprias da rotina do Laboratório do Sono do Hospital da Força Aérea.

O recrutamento nem sempre foi facilitado, uma vez que a falta de motivação por parte de alguns pilotos foi notória. Alguns não se mostraram interessados em participar no estudo por receio de que os exames pudessem revelar achados suficientes para os declarar como inaptos para o voo, mesmo sendo estes informados de que os resultados seriam confidenciais e que não teriam qualquer implicação a esse nível.

Em relação à idade, foi avaliada uma faixa etária relativamente jovem onde a probabilidade de se detectar distúrbios do sono fosse mais limitada e também pelo facto de ser uma faixa etária em que este grupo profissional se encontra no activo fazendo voos com muita frequência. No caso dos pilotos que passaram por aquele serviço para inspecções aeromédicas, com idade <35 anos, não houve um só que tivesse mais de 3500 h/voo e esse era um dos critérios de inclusão.

No que diz respeito às variáveis de caracterização (altura, peso, IMC, idade e perímetro do pescoço), não se verificaram diferenças estatisticamente significativas, diminuindo assim a influência de variáveis alheias aos objectivos do estudo.

Da história clínica, a amostra revelou-nos que ninguém referiu queixas de audição, no entanto 2 pilotos foram excluídos, pois apesar de não referirem queixas, estes apresentavam um audiograma anormal. O facto de referir os problemas de audição como critério de exclusão, deve-se ao suporte bibliográfico (Handscomb L., 2006) que refere a presença de distúrbios do sono (insónias) em indivíduos que sofrem de acufenos ou *tinnitus* (percepção de um zumbido permanente nos ouvidos na ausência de ruídos ou sons externos devido à exposição a níveis elevados de ruído), apesar de haver estudos recentes que demonstram a natureza da sua relação não ser ainda claramente entendida (Languth B., 2007).

O questionário aplicado durante a entrevista clínica deu-nos ainda a conhecer o histórico da exposição ao ruído e quais as fontes de exposição na zona residencial e/ou ocupacional. Todos os indivíduos que referissem a exposição a fontes identificadas no questionário eram automaticamente excluídos, pois uma vez a

exposição no local de pernoita este pudesse ter influência directa na qualidade do sono.

Não foram incluídos os pilotos que voaram nas 24 horas que antecederam o exame devido aos possíveis efeitos imediatos da exposição ao ruído, assim como do stress acumulado próprio das missões. Foram também excluídos todos aqueles que estiveram expostos a um fuso horário diferente de forma a evitar possíveis casos de *jet lag*.

Os indivíduos com doenças cardiovasculares, respiratórias ou neuropsiquiátricas, consumo habitual de álcool, tabaco e terapêutica que influenciasse o sono foram também excluídos de forma a isolar possíveis motivos que pudessem colocar em causa os resultados polissonográficos.

Os participantes a quem foi diagnosticado, após estudo polissonográfico, o síndrome da apneia obstrutiva do sono foram também excluídos visto que se pretendia pesquisar o possível aparecimento de eventos de origem central sem obstrução da via aérea.

No presente estudo, 73,3% (11) dos pilotos obtiveram uma cotação IQSP > 5 ($p=0.001$) contra 6,6% (1) do grupo controlo, quanto ao score de EpW ($p=0.233$), a cotação máxima atingida nos pilotos foi de 7 e no grupo controlo de 6. O facto de o IQSP ter uma diferença tão significativa, deve-se sobretudo à pontuação atribuída às questões que têm a ver com a latência do sono, a percepção que o indivíduo tem em relação à duração e de como classifica o seu sono. No caso dos pilotos foi de destacar também a pergunta 5 J do IQSP que se refere a outras razões que levaram a ter dificuldades em adormecer, tendo estes respondido em 66,6% (10) dos pilotos, o ter sentido dores nas costas (lombar, cervical). Através destes 2 questionários concluiu-se que a qualidade do sono, apesar de subjectiva, nos pilotos se apresenta reduzida, não havendo referência de sonolência diurna significativa nos dois grupos.

Apesar de se ter visualizado um aumento generalizado da pressão EtCO₂ especialmente em REM, em nenhum dos grupos (casos e controlos) se verificou hipercápnia (>45 mm Hg) com hipoxémia (<80 mm Hg). Aparentemente, o facto de se ter verificado uma depressão do estímulo respiratório central em repouso de 20% (3) e com inalação de CO₂ em 73,3% (11) dos pilotos, este não condicionou o aparecimento de eventos respiratórios de origem central durante o sono. No caso do grupo controlo, apenas 6,7% (1) apresentou uma depressão do estímulo central, não se tendo igualmente verificado eventos respiratórios de origem central.

A capacidade de resposta do estímulo central ao CO₂ já foi avaliado em indivíduos com exposição crónica ao ruído de baixa frequência, tendo-se verificado uma depressão do estímulo em 60% dos casos estudados, no entanto existem outras etiologias capazes de provocar tal alteração, nomeadamente doenças neuromusculares, síndrome da apneia do sono, doença pulmonar crónica obstrutiva, entre outras, a destacar a exposição a níveis acima do normal de dióxido de carbono.

A diminuição do fenómeno de hiperventilação na presença de um acréscimo da concentração de dióxido de carbono, pode originar consequência graves a longo termo. Nos mergulhadores, essa resposta de hiperventilação encontra-se por vezes comprometida devido à exposição excessiva a elevados níveis de PCO₂. Estes profissionais têm um aumento da tolerância do centro electrólito medular da variação do PH induzido pela hipercápnia.

Ora, após pesquisa bibliográfica e presenciado alguns voos de helicópteros, verificou-se que o próprio ambiente da cabine durante o voo tem um cheiro bastante activo a gases combustíveis, apesar de não ter sido medido, é previsível que o ambiente tenha alguns níveis de hidrocarbonetos provenientes da combustão, uma vez que os gases são empurrados na direcção descendente devido ao movimento do fluxo de ar provocado pela hélice. Nesta óptica, é provável que os pilotos estudados tenham desenvolvido alguns fenómenos de adaptabilidade a determinados níveis de CO₂ e daí não reagiram tão rapidamente quando são estimulados com CO₂. No entanto, este é um assunto que necessita de mais estudo.

Da análise polissonográfica verificou-se que os integrantes dos dois grupos apresentaram um tempo de latência para o NREM e REM uma distribuição muito semelhante, no entanto no grupo dos pilotos o valor médio para a latência do NREM foi de 32,4 min. (>30), encontrando-se ligeiramente aumentado. Já para a latência do REM, o grupo controlo registou um valor médio superior em relação aos pilotos de 137,4 min., encontrando-se nos limites da normalidade (<150 min.).

Quanto à duração do sono superficial, sono lento profundo e sono REM não se verificou terem uma distribuição diferente nos dois grupos, encontrando-se também os seus valores dentro da normalidade.

Na eficiência do sono entre os dois grupos foram observadas diferenças significativas ($p=0.004$), tendo sido registado um valor médio de 75,4% ($<85\%$) nos pilotos. O tempo de vigília após o início do sono, também apresenta um valor médio de 74 min. (>30 min.), que se correlaciona de certa forma moderadamente ($r=0.689$) com a queixa de dores nas costas apresentada pelos pilotos no IQSP. No caso dos pilotos o tempo total de sono encontra-se diminuído, tendo sido a diferença estatisticamente significativa ($p=0.011$) em relação ao grupo controlo, não se tendo verificado diferenças significativas quanto à distribuição do período total de sono ou tempo total de registo.

Em relação ao número de microdespertares, ambos os grupos apresentaram um valor médio superior ao normal ($>5/h$), tendo-se atingido um valor médio de 60 microdespertares no caso dos pilotos e 32 no grupo controlo, sendo a sua diferença significativa ($p=0.045$).

Em relação às mudanças de posição corporal, ambos os grupos apresentaram valores dentro da normalidade (<20 movimentos), no entanto obteve-se uma distribuição diferente nos dois grupos, sendo por isso significativa a sua diferença ($p=0.009$). O mesmo se passou com o número de mudanças de fases do sono, pois o valor de prova também foi inferior a 5% ($p=0.041$), no entanto para esta variável o valor médio dos dois grupos registou-se acima do valor normal (>50).

Vários estudos têm demonstrado o efeito do RBF como geradores de vibrações. A vibração associada à própria postura do piloto que não é confortável, contribui para o aumento de stress muscular nas costas, levando assim a um cansaço acrescido ao já imposto pelas próprias missões. As baixas frequências podem provocar ressonância da coluna vertebral, assim como a todo o corpo, criando um elevado stress para os pilotos. Tal exposição pode levar o ser humano aos seus limites de tolerância, tendo estes sido associados a distúrbios fisiopatológicos.

Os agentes físicos, tais como o ruído, calor (ausência de sistema de refrigeração), vibrações, agentes químicos (gases provenientes da combustão) são alguns dos agentes de stress ambiental, não esquecendo os agentes ergonómicos, que perturbam os pilotos de helicópteros. Todos eles alteram o bom funcionamento de todo o organismo, aumentam a sensibilidade aos agentes stressores ambientais e consequentemente aumentam o risco de acidentes de trabalho. Combinados, todos esses agentes podem ter uma série de efeitos sobre a saúde dos pilotos, nomeadamente no sono como se pode verificar neste estudo.

Apesar de estarmos na presença de outros factores, parece haver uma relação da exposição ao ruído de baixa frequência com a redução da qualidade do sono. É notório que este tema necessita de ser objecto de futuros estudos, uma vez que a qualidade do sono neste pequeno grupo de pilotos se encontra comprometida, podendo ter repercussões ao nível do desempenho no voo.

Uma vez que cerca de 80% dos acidentes de aviação devem-se a erro humano, será portanto de dar alguma importância a estes resultados sobretudo no contexto da Medicina Aeronáutica na valorização do impacto do ruído de baixa frequência, não perceptível, mas potencialmente importante, assim como de outros factores de stress, em especial no meio aeronáutico.

6. CONCLUSÕES

Os pilotos expostos durante o dia ao RBF proveniente dos helicópteros, revelaram alterações da estrutura do sono, dando a entender que a exposição prolongada a este tipo de ruído em meio ocupacional se repercute numa redução da qualidade do sono e/ou conseqüentemente num aumento das queixas.

As queixas apresentadas inicialmente pelos pilotos são compatíveis com os indicadores do estudo do sono provenientes do registo polissonográfico.

O facto de em vigília se ter verificado uma depressão do estímulo respiratório central muito significativa nos pilotos, este não condicionou o aparecimento de eventos respiratórios de origem central durante o sono.

Este estudo chama-nos ainda à atenção para as alterações causadas por este tipo de ruído agressor, a destacar o stress mecânico causado pelas vibrações destas aeronaves, a elevada frequência de dores nas costas apresentadas pelos pilotos e o stress associado às missões que envolvem um elevado risco.

O presente estudo não nos permite fazer a diferenciação entre os diferentes mecanismos patogénicos. Sendo necessários estudos com uma amostra mais ampla, abrangendo os dois sexos e provavelmente com outro tipo de meios técnicos para confirmar os resultados.

Entretanto, os pilotos devem ter conhecimento dos sintomas causados pelos distúrbios do sono (dificuldades de concentração, diminuição do desempenho, diminuição da capacidade de se manter em alerta tendo em conta a dificuldade das missões, dores nas costas) evitando assim riscos acrescidos de forma a realizar a sua actividade profissional em condições de maior segurança.

ANEXOS

Anexo 1 – Autorização da Comissão de Ética do HFA para a realização do estudo

REQUERIMENTO

Passo para a aprovação
Chefe do Serviço de Psicologia

DIRECTOR

Exmo. Sr. Director do Instituto de Saúde da Força Aérea Portuguesa
 (Representante da Comissão de Ética)

Venho por este meio solicitar a autorização para a realização do Projecto de Investigação "EXPOSIÇÃO AO RUIDO DE BAIXAS FREQUÊNCIAS EM MEIO OCUPACIONAL VS REPERCUSSÕES NA QUALIDADE DO SONO", destinado à elaboração de uma dissertação original no âmbito do Curso de Mestrado em Ciências do Sono.

Para esse efeito são necessários alguns recursos por parte do Hospital da Força Aérea, nomeadamente a realização de uma polissonografia nocturna com capnografia, a realizar Laboratório do Sono e de um estudo da *drive* respiratória a realizar no Laboratório de Função Respiratória, por cada elemento da amostra.

A amostra será constituída por funcionários das Forças Armadas, do sexo masculino, dos 35 aos 55 anos de idade. O grupo de casos será de 15 indivíduos (pilotos de helicópteros), voluntários, expostos a ruído de baixa frequência, com mais de 3500 horas de voo, enquanto que o grupo controlo será constituído por 15 indivíduos, voluntários, não expostos a fontes de ruído de baixa frequência no local de trabalho

Pede deferimento



Lumiãr, 18 de Fevereiro de 2007

MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL
 INSTITUTO DE SAÚDE DA FORÇA AÉREA
 SECRETARIA

ENTRADA N.º 887
 PROCESSO N.º 07.70
 EM 09 / 1 / MAR / 07

Anexo 2 – Autorização do Chefe do Serviço de Pneumologia/Sono para a realização do estudo

HOSPITAL DA FORÇA AÉREA
SERVIÇO DE PNEUMOLOGIA

March 15, 2007

Exmo Director do Instituto de Saúde da Força Aérea
Cor Méd Bento António Lencastre de Albuquerque Charrua
NESTA

Assunto: Projecto de Investigação para Mestrado em Patologia do Sono
“Ruído de Baixa Frequência em Meio Ocupacional vs Repercussões na Qualidade do Sono”

Exmo Snr Director

1. Relativamente à pretensão do Técnico de Cardiopneumologia – Licenciado **Marco Lourenço Antunes** em realizar no Serviço de Pneumologia do Hospital da Força Aérea o projecto de investigação referido, tenho a informar de que tenho dele conhecimento, sendo o mesmo tutelado na Faculdade de Medicina de Lisboa pelos Professores Doutores Teresa Paiva e Lopes da Silva, que também já o apreciaram e endossaram.
2. Nas condições referidas em 1., torna-se muito prestigiante para as instituições de Saúde da Força Aérea e, nomeadamente, para o nosso Serviço, a realização eventual deste estudo, o que constituirá a primeira vez que uma dissertação para Mestrado nele se vai preparar.
3. Os custos decorrentes e os recursos necessários são integralmente comportáveis pela actividade do Serviço, decorrendo da necessária preparação dos seus elementos para a actividade de rotina, declarando-se expressamente que o pagamento de horas de trabalho do pessoal não será acrescido por estes exames, asserção com a qual o Requerente já concordou.
4. Este estudo é, por outro lado, o primeiro ensaio clínico no nosso País em que se testa o interesse aeromédico do estudo poligráfico do sono, o que não será de desprezar para a sua devida valorização em Medicina Aeronáutica.
5. A aplicação de instrumentos de avaliação da qualidade do sono será também ensaiada, podendo assim testar-se o seu interesse na nossa abordagem de rotina, o mesmo acontecendo à valorização do impacto do ruído de baixa frequência, noxa imperceptível mas potencialmente importante no meio aeronáutico.
6. Com base principalmente nos pontos 4. e 5., proponho assim o reconhecimento do interesse do trabalho a desenvolver pelo Técnico de Cardiopneumologia – Licenciado **Marco Lourenço Antunes**, que me parece também eticamente correcto na sua metodologia.

Grato pela atenção dispensada

J. M. Reis Ferreira
NIP 121912-L
Responsável do Serviço

Anexo 3 – Folheto informativo sobre o tema da tese de dissertação para entrega aos participantes do estudo



Faculdade de
Medicina de
Lisboa

FOLHETO INFORMATIVO

EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DE BAIXAS FREQUÊNCIAS EM MEIO OCUPACIONAL Vs REPERCUSSÕES NA QUALIDADE DO SONO

Desde sempre, a exposição excessiva ao ruído tem estado apenas equacionada com a surdez. Neste contexto, os métodos tradicionais de medição do ruído (decibel) avaliam somente a energia acústica, que ocorre às frequências que causam surdez (400-8000 Hz). Assim, os ruídos de baixas frequências (RBF), definidos como fenómenos acústicos que ocorrem a frequências inferiores a 400 Hz (incluindo os infra-sons, não audíveis), nunca são avaliados, dado que se sabe não serem responsáveis pela surdez.

O RBF não é reconhecido como um agente de doença. No entanto, estes indivíduos expostos, por vezes, durante anos a RBF apresentam queixas, com evidências em alguns exames de diagnóstico que não devem deixar de ser valorizados, tais como, o espessamento do pericárdio, fibrose pulmonar, redução do estímulo respiratório central, distúrbios neurológicos caracterizados por um processo degenerativo precoce e desregulação do sistema nervoso autónomo. Tais queixas e sinais manifestam-se devido a esse ruído agressor por um distúrbio homeostático, alterações comportamentais, diminuição da performance, falta de memória, aumento dos níveis de irritabilidade e agressividade, ansiedade, tosse, distúrbios gastrointestinais, dificuldades de concentração e distúrbios do sono.

A exposição ao ruído em meio ocupacional constitui um efectivo factor de risco para a saúde dos trabalhadores, estando contemplada na lista de doenças profissionais, com consequente direito a reparação da lesão/doença sofrida pelo trabalho exercido. Contudo, nessa lista de doenças profissionais, apenas está consignada a surdez, causada pelo som que é audível.

Com efeito, se por um lado o RBF pode ser um factor de incomodidade e afectar o normal funcionamento profissional, em termos mais específicos, a patologia relacionada com a exposição profissional a RBF é determinada em grande medida pelo tempo de exposição (anos).

A longa permanência na cabine de aeronaves, pode representar do ponto de vista ocupacional, a exposição a múltiplos factores de risco de natureza profissional, salientando-se no presente trabalho, aquele que está relacionado com a exposição aos RBF, decorrentes dos mecanismos

mecânicos (motores de jactos e helicópteros). Deste modo, pretende-se com este estudo verificar se existem repercussões no sono, da exposição do RBF em meio ocupacional, visto que alguns destes trabalhadores têm referido distúrbios do sono (dificuldade em adormecer, despertares com dificuldade em voltar em adormecer, fadiga matinal) nos seus lares, ou seja, onde já não estão expostos a esse RBF.

Tendo em conta o que tem sido descrito, é pertinente avaliar a qualidade do sono em indivíduos expostos durante o dia a RBF, pois estes apresentam indícios de distúrbios do sono, assim como outros sintomas.

Condições de participação:

- Realizar um registo do sono nocturno com capnografia;
- Realizar a determinação da P0.1 e P0.1 CO2 (provas funcionais respiratórias);
- Responder a 3 questionários relativos qualidade do sono e exposição ao ruído;

- Princípios gerais do estudo:
- Serão respeitadas a Lei de Protecção de Dados Pessoais (Lei n.º 67/98 de 26 Out.) e a Lei de Informação Genética Pessoal e Informação de Saúde (Lei n.º 12/2005 de 26 Jan.);
- A sua participação no estudo é totalmente voluntária.
- Em qualquer altura pode desistir do estudo sem ter de dar explicações e sem que a qualidade dos cuidados médicos prestados seja afectada.
- A informação obtida com este estudo poderá originar publicações científicas, mas a sua identidade será sempre confidencial.
- Se assim o desejar, ser-lhe-á fornecido detalhe científico sobre o estudo em questão. Será livre de fazer perguntas aos investigadores sobre o projecto.
- Este estudo não lhe acarreta qualquer custo do ponto de vista financeiro.
- O estudo foi analisado e aprovado pela Comissão de Ética do Hospital da Força Aérea.

Muito obrigado

O Investigador do projecto

Contacto: Serviço de Pneumologia – Laboratório do Sono, 1º Piso
Hospital da Força Aérea – Telefone: 217519500 / 966373479

Anexo 4 – Termo de consentimento livre e esclarecido

**Faculdade de
Medicina de
Lisboa**

CONSENTIMENTO DO DOENTE

(NOME) _____ concordo,
de forma voluntária, em integrar o estudo “EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DE BAIXAS FREQUÊNCIAS EM MEIO OCUPACIONAL VS REPERCUSSÕES NA QUALIDADE DO SONO”. Declaro que fui informado sobre as condições de participação neste estudo, do qual recebi uma folha informativa escrita, que li e compreendi. Este documento foi assinado após o esclarecimento de todas as dúvidas com o investigador.

Autorizo, igualmente, a utilização dos dados recolhidos, de forma anónima e confidencial, em ulteriores projectos de investigação, desde que autorizados pela Comissão de Ética do Hospital da Força Aérea.

Assinatura do participante:

Data: ____/____/____

Assinatura do investigador:

Data: ____/____/____

Anexo 5 – Questionário de avaliação à exposição a fontes de Ruído

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO

Dados Pessoais

Nome: _____

Idade: ____ anos Profissão: _____

Questionário sobre exposição ao ruído

Residencial

- Vive agora perto de alguma fonte de ruído? Sim ____ Não ____
- Se sim, à quanto tempo vive nesse local? _____
- Qual é a fonte de ruído? _____

Alguma vez viveu perto de:

- Estradas com tráfego intenso? Sim ____ Não ____
- Complexos industriais? Sim ____ Não ____
- Pontes? Sim ____ Não ____
- Túneis? Sim ____ Não ____
- Portos? Sim ____ Não ____
- Aeroportos? Sim ____ Não ____
- Aerogeradores? Sim ____ Não ____
- Outros? _____ Sim ____ Não ____

Ocupacional

- Trabalha actualmente em ambiente ruidoso? Sim ____ Não ____
- Há quanto tempo trabalha nesse ambiente (horas de voo)? _____
- Qual é a fonte de ruído? _____

Situação de saúde

- Tem problemas de audição? Sim ___ Não___
. Qual? _____
- . Audiograma normal? Sim ___ Não___
- Tem alguma doença do foro cardíaco? Sim ___ Não___
. Qual? _____
- Tem alguma doença do foro respiratório? Sim ___ Não___
. Qual? _____
- Faz actualmente algum tipo de medicação? Sim ___ Não___
. Qual? _____
- Trabalha por turnos? Sim ___ Não___
. Qual? _____
- No caso de ser piloto, faz voos fora do espaço aéreo Nacional? Sim ___ Não___

Anexo 6 – Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh

ÍNDICE DE QUALIDADE DO SONO DE PITTSBURGH

Nome: _____

N.º _____ Data: ___/___/___ Idade _____

Instruções: O seguinte questionário relata apenas os hábitos de sono do mês anterior

Durante o mês passado,

- 1) A que horas se deitou à noite na maioria das vezes? _____
- 2) Após quanto tempo (em minutos) demorou a adormecer, na maioria das vezes? _____
- 3) A que horas acordou pela manhã, na maioria das as vezes? _____
- 4) Quantas horas de sono dormiram, por noite? (pode ser diferente do número de horas que ficou na cama) _____

Para cada uma das questões seguinte escolha uma única resposta, que ache mais correcta. Por favor, responda a todas as questões.

5) Quantas vezes teve problemas em adormecer por causa de:

a) Demorar mais de 30 minutos para adormecer

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| (0) Nunca, no último mês | (2) uma ou duas vezes por semana |
| (1) Menos de uma vez por semana | (3) três vezes por semana ou mais |

b) Acordar no meio da noite ou de manhã muito cedo

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| (0) nunca, no último mês | (2) uma ou duas vezes por semana |
| (1) menos de uma vez por semana | (3) três vezes por semana ou mais |

c) Levantar-se para ir à casa de banho

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| (0) nunca, no último mês | (2) uma ou duas vezes por semana |
| (1) menos de uma vez por semana | (3) três vezes por semana ou mais |

d) Ter dificuldade em respirar

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| (0) nunca, no último mês | (2) uma ou duas vezes por semana |
| (1) menos de uma vez por semana | (3) três vezes por semana ou mais |

e) Tossir ou ressonar muito alto

(0)nunca, no último mês

(2)uma ou duas vezes por semana

(1)menos de uma vez por semana

(3)três vezes por semana ou mais

f) Sentir muito frio

(0)nunca, no último mês

(2)uma ou duas vezes por semana

(1)menos de uma vez por semana

(3)três vezes por semana ou mais

g) Sentir muito calor

(0)nunca, no último mês

(2)uma ou duas vezes por semana

(1)menos de uma vez por semana

(3)três vezes por semana ou mais

h)Ter sonhos intensos ou pesadelos

(0)nunca, no último mês

(2)uma ou duas vezes por semana

(1)menos de uma vez por semana

(3)três vezes por semana ou mais

i) Sentir dores

(0)nunca, no último mês

(2)uma ou duas vezes por semana

(1)menos de uma vez por semana

(3)três vezes por semana ou mais

j)Outra(s) razão(ões), por favor, descreva, incluindo quantas vezes teve problemas em adormecer por essa(s) razão(ões): _____

(0)nunca, no último mês

(2)uma ou duas vezes por semana

(1)menos de uma vez por semana

(3)três vezes por semana ou mais

6) No mês anterior, quantas vezes tomou remédio para dormir, receitado pelo médico, ou indicado por outra pessoa (farmacêutico, amigo, familiar) ou mesmo por sua conta?

(0)nunca, no último mês

(2)uma ou duas vezes por semana

(1)menos de uma vez por semana

(3)três vezes por semana ou mais

Qual(is)? _____

7) No mês passado, quantas vezes teve problemas em ficar acordado enquanto estava a conduzir, às refeições ou a participar em qualquer outra actividade social?

(0)nunca, no último mês

(2)uma ou duas vezes por semana

(1)menos de uma vez por semana

(3)três vezes por semana ou mais

8) No mês passado, senti indisposição ou falta de entusiasmo para realizar suas actividades diárias?

- (0)nunca, no último mês (2)uma ou duas vezes por semana
(1)menos de uma vez por semana (3)três vezes por semana ou mais

9) Em relação ao mês anterior, como classificaria a sua qualidade de sono?

- (0)muito boa (2)má
(1)boa (3)muito má

Se tem uma companheira de quarto, pergunte-lhe quantas vezes, no ultimo mês, ela se deu conta que você:

a) Ressonou durante o sono

- (0)nunca, no último mês (2)uma ou duas vezes por semana
(1)menos de uma vez por semana (3)três vezes por semana ou mais

b) Fez pausas respiratórias durante o sono

- (0)nunca, no último mês (2)uma ou duas vezes por semana
(1)menos de uma vez por semana (3)três vezes por semana ou mais

c) Mexeu muito as pernas durante o sono

- (0)nunca, no último mês (2)uma ou duas vezes por semana
(1)menos de uma vez por semana (3)três vezes por semana ou mais

d) Teve episódios de desorientação ou confusão durante o sono

- (0)nunca, no último mês (2)uma ou duas vezes por semana
(1)menos de uma vez por semana (3)três vezes por semana ou mais

e) Outra situação incomodativa enquanto dormia, descreva _____

- (0)nunca, no último mês (2)uma ou duas vezes por semana
(1)menos de uma vez por semana (3)três vezes por semana ou mais

Anexo 7– Escala de Epworth

ESCALA DE EPWORTH

Nome: _____ Data ___/___/___

Indique qual a probabilidade de adormecerem cada uma das seguintes situações (se alguma não ocorrer com frequência, suponha o que aconteceria):

	Nunca acontece (0)	Algumas vezes (1)	Bastantes vezes (2)	Muitas Vezes (3)
Sentado e a ler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A ver televisão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sentado em público (teatro, concertos, sessões)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Como passageiro em viagens de \pm 1 hora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deitado a meio da tarde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sentado e a falar com alguém	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sentado tranquilamente após as refeições (sem ingerir álcool)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A conduzir, parado num semáforo, em filas...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Total	/24

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves-Pereira M, Castelo Branco NAA, Vibroacoustic disease: the need for a new attitude towards noise, CITIDEP&DCEA-FCT-UNL, 1999;
- Alves-Pereira M, Castelo Branco NAA, Vibroacoustics disease: Biological effects of infrasound and low-frequency noise explained by mechanotransduction cellular signalling, 2006;
- Aguas AP, Sousa Pereira A, Monteiro E, Fragata JI, Tavares F, Grande NR, The human pericardium in vibroacoustic disease, Aviaton Space Environmental Medicine, 1999;
- Alekseev V, Glinchikov V, Myocardial ischemia in rats exposed to infrasound, Gig Tru Prof Zabol, 1985, 34 – 38;
- Alekseev V, Glinchikov V, Usenko R, Reaction of the liver cells to infrasound. Noise and Vibration Bulletin, 1987, 131 – 132;
- Andresen J, Møller H, Equal annoyance contours for low frequency noise, Journal Low Frequency Noise, 1984, Vol 3, 1;
- Arezes P, Percepção do Risco de Exposição Ocupacional ao Ruído, Tese Doutorado, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, 2002;
- Belojevic G, Rylander R, Effects of noise on mental performance with regard to subjective noise sensitivity, International Archives of Occupational and Environmental Health, 1992, 64, 293-301;
- Berglund B, Berglund U, Lindvall T, Scaling loudness, noisiness, and annoyance of aircraft noise. Journal of the Acoustical Society of America, 1975, 57, 930-934;
- Berglund B, Lindvall, T, Community Noise. Archives of the Centre for Sensory Research, 1995, Volume 2, Issue 1, Stockholm;
- Buxton I, Low frequency noise and infrasound – A literary coment of Ivan Buxton, 2006;
- Brewis R, Corrin B, Geddes D, Respiratory Medicine, 2th Edition, W.B. Saunders Company, 1995;

-
- Brown III T, Certain non-auditory physiological response to noise, Am Ind Assoc J., 1975;
 - Berglund B, Lindvall T, Community noise, document prepared for the World Health Organization, Center for Sensory Research, 1995;
 - Berglund B, Hassmen P, Sources and effects of low frequency noise, Journal Acoustical Soc. America, 1996;
 - Castelo Branco NAA, Alves-Pereira M, Vibroacoustics disease, Noise and Health 2004;
 - Castelo Branco NAA, Martins dos Santos J, Monteiro E, SEND and TEM study of rat respiratory epithelial exposed to low frequency noise. In Science and Technology Education in Microscopy, 2002;
 - Castelo Branco MSN, Castelo Branco NAA, Entrudo A, Marvão J, A standardization method of the brainstem auditory evoked potentials, Soc. Ciências Médicas 1985;
 - Canas J, Martinho Pimenta AJF, Castelo Branco NAA. ERP P300 and MRI Studies of the CNS in Military Pilots: A Comparative Study of Early Degenerative Brain Process. Aviation Space Environmental Medicine 64;
 - Carbon Monoxide in the workplace, Canadian Centre for Occupational Health and Safety , 2006;
 - Damijan Z, Wiciak J, The influence of infrasound on the changes of EEG signal morphology, University of Science and Technology-Department of Mechanics and Vibroacoustics, Polish Journal of Environmental Studies, 2005;
 - Decreto Regulamentar n.º 6/2001 do Ministério do Trabalho e da Solidariedade Lista de Doenças Profissionais, – publicado no DR, I Serie B, n.º 104, 5MAI01;
 - Dehart R., Fundamentals of aerospace medicine, Ed Williams & Wilkins, Second edition, Philadelphia, 1996;
 - Entrudo A, O sistema de saúde da Força Aérea, in Revista Mais Alto, Mai/Jun 1994;
 - Ferreira P, Cunha F, Tinnitus andicap inventory, Pró-fono Rev. Act. Cient., 2005, 17:303-310;

-
- Floru R, Cnockaert J, Effets non traumatiques du bruit sur la santé, la sécurité et l'efficacité de l'homme au travail: étude bibliographique, 1994, Cahiers de notes documentaires n° 154, 1er trimestre, INRS ;
 - Gitanjali B, Ananth R, Effect of acute exposure to loud occupational noise during daytime on the nocturnal sleep architecture, heart rate, and cortisol secretion in healthy volunteers, *Journal of Occupational Health*, 2003, 45, 146-152;
 - Gerges S, Ruído: fundamentos e controle. 2. ed. Florianópolis: NR Editora, 2000;
 - Glass C, Singer E, Friedman L, Psychic cost of adaptation to an environmental stressor, *Journal of Personality and Social Psychology*, 1969, 12, 200-210;
 - Grether, F, Harris S, Mohr, G. C., Nixon, C. W., Ohlbaum, M., Sommer, H. C., Thaler, V. H., & Veghte, J. H. (1971). Effects of combined heat, noise and vibration stress on human performance and physiological functions. *Aerospace Medicine*, 42 (10), 1092-1097.
 - Grether F, Harris S, Ohlbaum M, Sampson, Further study of combined heat, noise and vibration stress. *Aerospace Medicine*, 1972, 43, (6), 641-645.
 - Hear It (2001) Facts and figures about noise, disponível online em www.hear-it.org, Reino unido;
 - Handscomb L, Use of bedside sound generators by patients with tinnitus-related sleeping difficulty, *Acta Otolaryngol Suppl*, 2006, Ed. 556;
 - Hart S, Helicopter Human Factors, *Human Factors in Aviation*, Academic Press Inc., 1998;
 - Harms Ringdahl K, Neck pain and related disability in helicopter pilots: A survey of prevalence and risk factors, *Aviation Space Medicine*, 2006, 77 (7), 713-9;
 - Ising H, Health effects caused by noise: evidence in the literature in the past 25 years, *Noise and Health*, 2004;
 - INE - Instituto Nacional de Estatística, *Estrutura do Emprego por Sector de Actividade e sexo*, INE, 2000, disponível online em www.ine.pt;
 - Johaning E, Whole-body vibrations exposure in subway and review of adverse health effects. *J Occup Med* 1991;

-
- Jelínková Z, Pícek M, Personality traits of noise sensitive subjects in relation to coping with stress, 1986, *Activitas nervosa superior*, 28, (4), 279-280;
 - Kryter K, The effects of noise on human, 2^o Ed., Academic Press, 1985;
 - Key F, Payne C, Effects of noise frequency on performance and annoyance for women and men. *Perceptual and Motor Skills*, 1981, 52, (2), 435-41;
 - Langguth B, Geisler P, Tinnitus and insomnia, *Prog. Brain Res.*, 2007, 166:227-33;
 - Landström U, Noise and fatigue in working environments, *Environment International*, 1990, 16, 471-476;
 - Ljungberg J, Lundström R, Effects on spatial skills after exposure to low frequency noise, Ed. Colin Hansen, 2007;
 - Ljungberg J, Psychological response to noise and vibrations, Bo Sellman, 2006;
 - Lindström K, Mäntyselkä S, Attentive behaviour after exposure to continuous industrial noise, In J. Smith (Ed.), *Machine pace and Occupational Stress* (pp. 91-96), 1981, London, Taylor & Francis;
 - Lundqvist P, Holmberg K, Landström U, Low frequency noise and annoyance in classroom, *Journal of Low Frequency Noise and Active Control*, 2000, 19, 4, 175-182;
 - Luszczynska M, Dudarewicz A, Kowalska M, The effect of low frequency noise on human mental performance, *Medical Press*, 2004, 55 (1), 63-74;
 - Lin Z, Samet J, Caffo B, Power Spectral Analysis of EEG Activity During Sleep in Cigarette Smokers, *CHEST*, 2008, 133:427-432;
 - Marciniak W, Rodriguez E, Olszowska K, Atkov O, Botvin I, Prazeres De Sa E, Ferreira D, Castelo Branco NA. Echocardiographic evaluation in 485 aeronautical workers exposed to different noise environments, *Aviaton Space Environmental Medicine*, 1999;
 - Martinho Pimenta A, Castelo Branco MSN, Castelo Branco NAA, Balance disturbances in individuals with vibroacoustics disease, *Aviat. Space & Environ. Medicine*, 1999;
 - Moller H, Lydolf M, A questionnaire survey of complaints of infrasound and low-frequency noise, *J. Low Frequency Noise Vibration Active Control*, 2002;

-
- Moorhouse A, Waddington D, Adams M, Proposed criteria for the assessment of low frequency noise disturbance, Acoustic research centre, Salford University, 2005;
 - Malmejac C, *Medicine de l'aviation*, Masson & Editeurs, Paris, 1984;
 - Melo C, *Medicina aeronáutica na Força Aérea Portuguesa*, in IAEFA, Boletim nº 3, 1990;
 - Melamed S, Fried Y, Froom P, The Interactive Effect of Chronic Exposure to Noise and Job Complexity on Changes in Blood Pressure and Job Satisfaction: A Longitudinal Study of Industrial Employees, *Journal of Occupational Health Psychology*, 2001, vol. 6, No. 3, pp. 182-195;
 - Melamed S, Bruhis S, The effects of chronic Industrial noise exposure on urinary cortisol, fatigue, and irritability, *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 1996,38, (3), 252-256;
 - Miederna M, Vos H, Noise sensitivity and reactions to noise and other environmental conditions, *Journal of Acoustical Society of America*, 2003, 113, (3), 1492- 1504;
 - Manley D, Scott J, *Perceptions of the public of low frequency noise*, Ed. Colin Hensen, 2007;
 - NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health (1998) Criteria for a recommended standard –Occupational Noise Exposure, Revised criteria 1998, U.S. Dep. Of Health and Human Services, Centers for Disease control and Prevention, Cincinnati, Ohio, USA;
 - NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health (1999) Health Hazards Evaluations: Noise and Hearing loss 1986-1997, DHHS Publication No. 99-106, USA ;
 - NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health (2001a) General estimates of work-related noises, DHHS Publication No. 2001-104, USA;
 - NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health (2001b) NIOSH hearing loss publications, DHHS Publication No. 2001-102, USA;
 - Ostapkovich V, *Noise pathology in otorhinolaryngology*, Vest. Otorinolaringol, 1991;

-
- Oliveira J, O sistema de saúde da Força Aérea face à conjuntura actual, in IAEFA, Abr 2004;
 - Oliveira G, Simpson M, Nadal J, Lumbar back muscle activity of helicopter pilots and whole-body vibration, *Journal Biomechanic*, 2001, 34 (10), 1309-15;
 - Paulsen P, Kastka J, Effects of combined noise and vibration on annoyance, *Journal of Sound and Vibration*, 1995, 181, (2), 295-314;
 - Persson Wayne, Rylander R, Leventhall H, Effects on performance and work quality due to low frequency ventilation noise, *Journal of Sound and Vibration*, 1997, 205, (4), 467-474;
 - Persson Wayne, Bengtsson J, Kjellberg A, Low frequency noise “pollution” interferes with performance, *Noise & Health*, 2001, 4, (13), 33-49;
 - Persson Wayne, Bengtsson J, Rylander R, Hucklebridge F, Low frequency noise enhances cortisol among noise sensitive subjects during work performance, *Life Sciences*, 2002, 70, 745-758;
 - Persson Wayne et al, Effects of nighttime low frequency noise on the cortisol response to awakening, 2002;
 - Persson Wayne, Rylander R, The extent of annoyance and long term effects among persons exposed to LNF in home environment, *J. Sound Vibration*, 2001;
 - Pierpont N, Health effects of wind turbine noise, *J. Sound Vibration*, 2006;
 - Pestana MH, Gajeiro JN. Análise de dados para ciências sociais – A complementaridade do SPSS. Edições Silabo. 3ª Edição, 2003;
 - Pimentel-Souza F, Efeitos do Ruído no Homem Dormindo e Acordado, *Acústica e Vibrações*, 2000, nº 25, SOBRAC, Brasil;
 - Reis Ferreira J, Couto AR, Jalles Tavares N, Airflow limitation in patients with vibroacoustics disease. *Aviation Space Environmental Med.* 1999 ;
 - Reis Ferreira J, Monteiro M, Tavares F, Castelo Branco NAA, Participação das vias aéreas centrais na doença vibroacústica, *Rev. Port. Pneumologia*, 2004;
 - Reis Ferreira J, Mendes P, Castelo Branco NAA, Respiratory Drive in Vibroacoustic disease, in *CHEST*, 2003;

-
- Rabat A, Extra-auditory effects of noise in laboratory animals: The relationship between noise and sleep, *J. Am. Assoc.Lab.A.Sience*, JAN 2007;
 - Rabat A, Relation entre bruit, sommeil et mémoire – Apports d’une approche expérimentale utilisant un modèle animal, *Médecine et Armées*, 2006, 34 ;
 - Sanova A, Combined effects of low frequency noise and infrasound on the body of workers, *Vrach Delo*, 1975;
 - Seidel H, Erdmann U, Blúthner R, Hinz B, Brauer D, Arias F, Evaluation of simultaneous exposures to noise and whole-body vibration by magnitude estimation and cross-modality matching an experimental study with professional drivers, *Archives of Complex Environmental Studies*, 1990, 2, (3), 17-24;
 - Sherwood N, Griffin J, Effects of whole-body vibration on short-term memory, *Aviation Space and Environmental Medicine*, 1990, 61, 1092-1097;
 - Smith D, Characterizing the effects of airborne vibration on human body vibration response, *Avaition Space Medicine*, 2002, 73 (1), 36-45;
 - Sprog M, Noise induced nocturnal cortisol secretion and tolerable overhead flights, *Noise and Health*, 2004, 6;22, 35-47;
 - Takahashi Y, Yonekawa Y, Some characteristics of human body surface vibration induced by low frequency noise, Ed. Colin Hansen, 2007;
 - Thuresson M, Effects of Head-worn equipment, whole-body vibration and neck position, *Karolinska Institutet Stockholm Press*, 2005;
 - Verzini AM, Frassoni CA, A field research about effects of low frequency noise on man, *Acta Acústica*, 1999;
 - Vieques Heart Study, Agency for Toxic Substance and Disease Registry, 2001;
 - WHO technical meeting on exposure-response relationships of noise on health , Bonn, Germany, 2002, <http://www.euro.who.int/Noise/Activities>;
 - Webb G, Bennett D, Farmilo B, Cole H, Personality and inter-subject differences in performance and physiological cost during whole-body vibration, *Ergonomics*, 198124, (4), 245-255,
 - Weinstein D, Individual differences in reactions to noise: A longitudinal study in a college dormitory, *Journal of Applied Psychology*, 1978, 63, (4), 458-466;